

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku TIK Dalam pembelajaran PAI yang bersifat terpadu ini yang berisi pengetahuan dan konsep penerapan Teknologi dan informasi dalam pembelajaran dan berdasarkan pengalaman mengajar penulis selama mengampu mata kuliah TIK dalam pembelajaran PAI di Program pasacasarjana UIN SMH Banten. Buku ini akan membekali mahasiswa pengetahuan dasar dan keterampilan penerapan pembelajaran berbasis IT. Ide dasarnya adalah agar pembelajaran sudah mengintegrasikan e-leraning yang disusun berdasarkan program open source semisal moodle, e-front dll agar pembelajaran menjadi lebih menarik dari segi penyampaian maupun multimetode. Buku ini penulis susun untuk dasar fundamental mahasiswa baik di tingkat sarjana dan pascasarjana untuk lebih mempersiapkan diri dalam perkuliahan sehingga transformasi keilmuan dan

pengetahuan teknik pembelajaran dengan beragam metode yang dapat meningkatkan reorientasi peningkatan kualitas sumber daya manusia yang IT.

Penulis menyadari bahwa buku IT dalam pembelajaran ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dalam segala hal baik format maupun isi dari buku ini sangat penulis harapkan. Akhirnya perkenanlah penulis menyampaikan terimakasih yang sebanyak-banyak kepada pihak-pihak yang telah membantu penyusunan buku ini dan tak lupa penulis haturkan terima kasih atas dukungan moral dari keluarga Ninis Anisah, istri tercinta, Shofiya Aiunun Ilmi, Dzakira Aulia Zahra, Aisyah Ayudhia Izzati, putri putri tersayang dan juga orang tua penulis yang mana buku ini penulis dedikasikan kepada keduanya, terutama almarhumah Ibunda Hj.Syamsiah yang telah mendahului. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan ampunan untuk keduanya.

Serang, Agustus 2018

Dr.Asep Saefurohman,S.Si.M.Si



BAB

MEDIA DAN SUMBER BELAJAR PAI

A. Pembelajaran PAI

Pembelajaran adalah proses interaksi atau komunikasi antara peserta didik dengan pendidik dan sumber-sumber belajar lainnya baik yang telah tersedia maupun yang sengaja disediakan oleh pendidik agar terjadi proses belajar pada setiap peserta didik. Untuk dapat mendorong terjadinya proses belajar tersebut, tentunya memerlukan keterampilan yang harus dimiliki bagi setiap pendidik. Diantara keterampilan-keterampilan itu adalah bagaimana pendidik bisa menyediakan media dan sumber belajar yang tepat. Pembelajaran dalam pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI) dapat mencakup hal dan dimensi sebagai berikut :

1. Pengembangan Kurikulum Pengembangan kurikulum atau materi pelajaran yang berisikan muatan ICT dengan tujuan mewujudkan masyarakat baca ICT (*ICT literate*) atau melek teknologi (*technology literate*). Kurikulum dan

materi tersebut diperuntukkan bagi siswa, guru/calon guru, dan tenaga kependidikan lainnya. Perlu dikembangkan standar kompetensi yang diharapkan dikuasai baik oleh guru maupun siswa di bidang ICT. Di samping itu, perlu juga pengintegrasian ICT ke dalam kurikulum dan proses pendidikan atau proses pembelajaran, termasuk pembelajaran PAI

2. Pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM)
Menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan tentang ICT, khususnya Web pembelajaran bagi: guru PAI (untuk meningkatkan kompetensi di bidang ICT), siswa, pengelola/administrator pendidikan, penulis buku-buku PAI, perancang, dan pengembangan web pembelajaran PAI. Dengan pendidikan dan pelatihan tersebut para pendidik dan pihak-pihak terkait akan semakin dalam dan kaya pemahamannya tentang peranan dan potensi teknologi dalam pembelajaran PAI.
3. Penyiapan perangkat lunak (Software) dan Perangkat Keras (Hardware)

- a) Mengembangkan/produksi produk ICT berbasis Web yang interaktif untuk pembelajaran PAI. Juga bisa mengembangkan produk ICT yang berbasis computer multimedia, seperti hypermedia, interactive, video, CD-ROM, DCD, dan VCD.
- b) Mengembangkan prototype program Web pembelajaran.
- c) Mengoleksi program-program ICT dengan jalan membeli atau berlangganan.
- d) Mengadakan evaluasi penggunaan Web untuk pembelajaran PAI.
- e) Mengidentifikasi kriteria perangkat keras yang sesuai dengan kebutuhan sekolah.
- f) Mengupayakan dana yang memadai untuk pengadaan peralatan ICT.
- g) Pengelolaan, organisasi, lingkungan (setting)
- h) Memaksimalkan penggunaan perangkat yang ada untuk mengembangkan web pembelajaran.
- i) Menjalin kerjasama antar instansi/lembaga yang terkait untuk mendapat dukungan (Departemen Agama, Universitas, dan madrasah/sekolah)

- j) Mengembangkan jaringan informasi antar madrasah.
- k) Evaluasi Perlu disiapkan rencana monitoring dan evaluasi untuk mengetahui keberhasilan atau kegagalan penerapan strategi pemecahan masalah-masalah dalam menerapkan konsep dan prinsip Teknologi Pembelajaran. Hasil evaluasi ini sangat berguna untuk memberikan tindak lanjut berupa perbaikan jika terjadi kegagalan dan desiminasi jika hasilnya sesuai dengan yang telah direncanakan.

B. Media dan Sumber Belajar PAI

B.1 Pengertian Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI)

Arsyad (2011, hlm.3) menyebutkan, "Kata media berasal dari bahasa Latin *medius* yang berarti tengah, perantara, pengantar. Dalam bahasa Arab, media adalah perantara (وسائل) atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan". Pengertian ini mengacu pada perantara yang mendistribusikan pesan dari pemberi pesan kepada penerima pesan. Perantara dapat berbentuk alat

fisik, sebagaimana pendapat Briggs seperti dikutip oleh Ramayulis (2011, hlm. 250) yang mendefinisikan media sebagai segala bentuk alat fisik yang dapat menyajikan pesan yang dapat merangsang siswa untuk belajar.

Alat fisik yang digunakan untuk menyajikan pesan kepada penerimanya untuk merangsang siswa agar mau dan aktif dalam belajar. Pengertian tersebut senada dengan pendapat Rustyah NK sebagaimana dikutip oleh Ramayulis (2011, hlm. 250) menyebutkan bahwa pengertian media mengacu pada penggunaan alat yang berupa benda untuk membantu proses penyampaian pesan.

Ada kata kunci baru yang muncul dari pengertian menurut Rustyah, yaitu media sebagai alat bantu proses penyampaian pesan. Alat bantu mempunyai pengertian yang lebih luas dari sekedar alat berbentuk fisik. Hal ini lebih dipertegas oleh Basyiruddin Usman (2002, hlm.127) yang menyebutkan, "Pengertian media secara Lebih luas dapat diartikan manusia, benda atau peristiwa yang membuat kondisi siswa memungkinkan memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap". Demikian pula pendapat Gegne sebagaimana dikutip oleh Ramayulis

(2011, hlm.250) menyebutkan bahwa media adalah berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsang peserta didik untuk belajar.

Kedua pendapat terakhir mengandung pengertian yang lebih luas dibanding dengan pengertian-pengertian sebelumnya. Media merupakan semua komponen yang terkait dengan proses penyampaian pesan. Media pembelajaran dan alat pembelajaran mempunyai pengertian yang sama, sebagaimana pendapat Daradjat (1984, hlm.80) yang menyebutkan bahwa pengertian alat pendidikan sama dengan media pendidikan sebagai sarana pendidikan.

Menurut Hidayatullah Dkk, 'Media' sebagai bentuk jamak dari kata "medium" secara harfiah diartikan sebagai "perantara atau pengantar". Media yang dimaksudkan adalah media yang digunakan sebagai alat, bahan dan sumber dalam kegiatan pembelajaran. Dengan demikian, maka media diartikan sebagai perantara atau pengantar pesan pembelajaran dari pengirim ke penerima pesan. Pengirim pesan dalam proses pembelajaran biasa dikenal dengan sebutan guru, dan penerima pesannya disebut

dengan murid atau dengan sebutan sejenis lainnya dalam profesi yang berbeda, dan yang dimaksud pesannya adalah materi atau informasi pembelajaran yang hendak disampaikan.

Secara luas media dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemauan siswa sehingga mendorong terjadinya proses belajar pada diri siswa. Media telah mempengaruhi seluruh aspek kehidupan manusia, meskipun dalam kadar yang berbeda-beda. Perkembangan media menurut Ashby (1972:9) telah menimbulkan empat revolusi dalam dunia pendidikan. *Revolusi pertama*, telah terjadi beberapa puluh abad yang lalu, yaitu pada saat orang tua menyerahkan pendidikan anak-anaknya kepada orang lain yang berprofesi sebagai guru, *revolusi kedua*, terjadi dengan digunakannya bahasa tulisan sebagai sarana utama pendidikan; *revolusi ketiga*, timbul dengan tersedianya media cetak yang merupakan hasil ditemukannya mesin dan teknik percetakan; dan *revolusi keempat* berlangsung dengan meluasnya penggunaan media komunikasi

elektronik.

Dari gambaran di atas, jelaslah bahwa media sebagai sarana dan sumber pembelajaran selalu terjadi perubahan-perubahan seiring dengan perubahan yang terjadi pada lingkungan dan kebutuhan serta hasil temuan manusia itu sendiri. Oleh karena itu, tidaklah bijak apabila pengelolaan pembelajaran tidak berusaha melakukan perubahan-perubahan dalam penggunaan medianya atau menyesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan di mana proses pembelajarannya tersebut terjadi.

Sementara itu, pengertian sumber belajar menurut AECT (1977) meliputi semua sumber (data, orang, bahan dan barang) yang dapat digunakan oleh si belajar baik secara terpisah –pisah maupun dalam bentuk gabungan dari berbagai sumber, biasanya dalam situasi informal, untuk memberikan kemudahan belajar (Sadiman, 1994). Dalam arti luas, sumber belajar (*learning resources*) adalah segala macam sumber yang ada di luar seseorang (peserta didik) dan yang memungkinkan (memudahkan) terjadinya proses belajar. Sumber-sumber belajar itulah yang memungkinkan kita berubah dari tidak tahu menjadi

tahu, dari tidak mengerti menjadi mengerti, dan dari tidak terampil menjadi terampil. Sehingga pencarian ilmu pengetahuan tersebut tidak harus “dipaksa” ibarat harus meminum pil pahit dari satu sumber, yaitu guru saja melainkan juga dari sumber-sumber lainnya sesuai dengan konteks tujuan dan kebutuhan kegiatan pembelajaran itu sendiri.

Edgar Dale sebagaimana dikutip oleh Rohani (1992) menyatakan bahwa sumber belajar adalah pengalaman-pengalaman yang pada dasarnya sangat luas, yakni seluas kehidupan yang mencakup segala sesuatu yang dapat dialami, yang dapat menimbulkan peristiwa belajar. Maksudnya ada perubahan tingkah laku ke arah yang lebih sempurna sesuai yang telah ditentukan.

Media pembelajaran merupakan media yang digunakan dalam pembelajaran, yaitu meliputi alat bantu guru/dosen dalam mengajar serta sarana pembawa pesan dari sumber belajar ke penerima pesan belajar (siswa/mahasiswa). Sebagai penyaji dan penyalur pesan, media pembelajaran dalam hal-hal tertentu bisa mewakili guru menyajikan informasi belajar kepada

siswa/mahasiswa. Jika media pembelajaran didesain dan dikembangkan secara baik, maka peran guru dapat diperankan oleh media pembelajaran meskipun tanpa keberadaan guru.

Keberadaan media pembelajaran akan menjadikan materi pembelajaran yang bersifat abstrak menjadi lebih konkrit. Mahasiswa/Siswa menjadi aktif dan memperoleh pengalaman langsung melalui media pembelajaran.

Secara garis besar pengertian media pembelajaran Pendidikan Agama Islam adalah sebagai perantara atau pengantar, alat bantu mengajar, sarana pembawa/penyalur pesan, sumber belajar, dan alat perangsang siswa agar pembelajaran menjadi lebih konkrit dan siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Dengan kata lain media pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan untuk menyalurkan pesan serta dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan siswa sehingga dapat mendorong proses belajar yang efektif dan efisien.

2. Tujuan Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI)

Basyiruddin Usman (2002, hlm. 19) menyebutkan, "Media pengajaran digunakan dalam rangka upaya peningkatan atau mempertinggi mutu proses kegiatan belajar mengajar". Peningkatan mutu proses kegiatan belajar mengajar menjadi tujuan dari penggunaan media pembelajaran. Mutu proses belajar mengajar mengindikasikan bahwa belajar mengajar dengan menggunakan media pembelajaran akan meningkatkan efisiensi pembelajaran, guru dapat tetap menjaga relevansi materi dengan tujuan pembelajaran, dan akan sangat membantu siswa untuk berkonsentrasi dalam mengikuti proses pembelajaran.

Tujuan penggunaan media pembelajaran Pendidikan Agama Islam adalah sebagai alat bantu pembelajaran, yaitu: mempermudah proses pembelajaran, meningkatkan efisiensi pembelajaran, menjaga relevansi materi dengan tujuan pembelajaran, dan membantu konsentrasi siswa.

3. Fungsi Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI)

Sebagai alat bantu, media berfungsi melicinkan jalan untuk mencapai tujuan pembelajaran (Ramayulis 2002, hlm. 190).

Sebagai jalan kemudahan untuk mencapai tujuan pembelajaran media harus mampu menyampaikan pesan dari guru kepada siswa. Harus diingat bahwa pembelajaran merupakan proses komunikasi antara guru dan siswa. Dalam proses komunikasi harus ada pesan yang disampaikan, pesan dalam hal ini berupa materi pembelajaran. Pesan harus disampaikan dengan media yang cocok dan kreatif, sehingga siswa akan terangsang untuk mengikuti proses pembelajaran dengan serius dan aktif.

Fungsi media pembelajaran Pendidikan Agama Islam antara lain: memperlancar interaksi antara guru dan siswa, serta perangsang pembelajaran.

4. Manfaat Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI)

Bahri Djamarah (2002, hlm.138) menyebutkan bahwa media pengajaran dapat mempertinggi proses

belajar siswa dalam pengajaran, yang pada gilirannya diharapkan dapat mempertinggi hasil belajar yang dicapainya. Ramayulis (2002, hlm. 190) menyebutkan bahwa proses belajar mengajar dengan bantuan media akan mempertinggi kegiatan belajar anak didik dalam tenggang waktu yang cukup lama. Itu berarti kegiatan belajar anak didik dengan bantuan media akan menghasilkan proses dan hasil belajar yang lebih baik daripada tanpa bantuan media.

Media pembelajaran Pendidikan Agama Islam sangat bermanfaat dalam proses belajar mengajar. Beberapa manfaat tersebut antara lain: penyeragaman penyampaian materi, materi lebih jelas dan menarik, pembelajaran lebih interaktif, efisiensi waktu dan tenaga, meningkatkan kualitas hasil pembelajaran, pembelajaran dapat dilakukan kapanpun dan di manapun, menumbuhkan sikap positif dalam belajar, pembelajaran lebih bervariasi, dan siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar.

5. Ciri-Ciri Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI)

Gerlach dan Ely sebagaimana dikutip oleh Arsyad (2011, hlm. 12-14) mengemukakan tiga ciri media, yaitu: ciri fiksatif (*fixative property*), ciri manipulatif (*manipulative property*), dan ciri distributif (*distributive property*).

Sebuah media pembelajaran dikatakan memiliki ciri fiksatif apabila media pembelajaran tersebut mampu merekam, menyimpan, melestarikan, dan merekonstruksi suatu peristiwa atau objek.

Media pembelajaran dikatakan memiliki ciri manipulatif apabila media pembelajaran tersebut mampu mentransformasi suatu kejadian atau objek. Kejadian yang memakan waktu sehari-hari dapat disajikan kepada siswa dalam waktu dua atau tiga menit dengan teknik pengambilan gambar. Kemampuan media dari ciri manipulatif memerlukan perhatian sungguh-sungguh karena apabila terjadi kesalahan dalam pengaturan kembali urutan kejadian atau pemotongan bagian-bagian yang salah, maka akan terjadi pula kesalahan penafsiran yang tentu saja akan membingungkan dan bahkan

menyesatkan sehingga dapat mengubah sikap mereka kearah yang tidak diinginkan.

Media pembelajaran dikatakan memiliki ciri distributif apabila suatu objek atau kejadian mampu ditransformasikan melalui ruang dan secara bersamaan kejadian tersebut disajikan kepada sejumlah besar siswa dengan stimulus pengalaman yang relatif sama mengenai kejadian tersebut.

6. Jenis Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI)

Basyiruddin Usman (2002, hlm.127-128) menggolongkan media menjadi delapan kategori, yaitu: *realthings*, *verval representation*, *grafic representation*, *still picture*, *motion picture*, *audio (recording)*, *simulation*.

Usaha Nabi dalam menanamkan akidah agama yang dibawanya dapat diterima dengan mudah oleh umatnya yaitu dengan menggunakan media yang tepat berupa media contoh/teladan perbuatan-perbuatan baik nabi sendiri (*Uswatun Khasanah*). Istilah "*Uswatun Khasanah*" barangkali dapat diidentifikasi

dengan ”*demonstrasi*” yaitu memberikan contoh dan menunjukkan tentang cara berbuat atau melakukan sesuatu. Media ini selalu digunakan nabi dalam mengajarkan ajaran-ajaran agama kepada umatnya, misalnya dalam mempraktekkan sholat dan lain-lain. Selanjutnya, melalui suri tauladan atau model perbuatan dan tindakan yang baik, maka guru agama akan dapat menumbuhkembangkan sifat dan sikap yang baik pula terhadap anak didik. Begitupula sebaliknya. (Basyiruddin Usman 2002, hlm. 116)

Kemudian daripada itu, media pendidikan agama dapat juga diartikan semua aktivitas yang ada hubungannya dengan materi pendidikan agama, baik yang berupa alat yang dapat diperagakan maupun teknik/metode yang secara efektif dapat digunakan oleh guru agama dalam rangka mencapai tujuan tertentu dan tidak bertentangan dengan ajaran Islam. (Nawawi 1993, hlm. 213)

Media pembelajaran Pendidikan Agama Islam dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

a. Media yang bersifat benda

- 1) Media visual, misal: grafik, diagram, *chart*, bagan, poster, dan komik.
- 2) Audial, misal: radio, *tape recorder*, dan laboratorium.
- 3) *Projected still media*, misal: *slide*, OHP, dan *infocus*.
- 4) *Projected motion media*, misal: film, televisi, video, komputer, dan internet.

b. Media yang bersifat bukan benda

Media yang bersifat bukan benda meliputi keteladanan, perintah/larangan, dan ganjaran/hukuman.

Setiap media pembelajaran memiliki karakteristik masing-masing, khususnya kelebihan dan kekurangannya. Oleh karena itu, guru harus benar-benar memperhatikan karakteristik dari masing-masing media tersebut. Ketika media yang dipilih tidak tepat, maka pembelajaran tidak akan berjalan lebih baik, karena media pembelajaran tidak dapat berfungsi dengan baik sebagai alat bantu yang memperlancar kegiatan belajar mengajar.

7. Pemilihan Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI)

Tidak semua media pembelajaran cocok digunakan dalam proses pembelajaran, untuk itu perlu dilakukan

pertimbangan dalam memilih media supaya penggunaan media pembelajaran tersebut benar dan tepat. Media yang digunakan guru PAI harus tepat dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Oleh karena itu, untuk menentukan media yang tepat guru PAI harus memperhatikan beberapa hal yang berkaitan dengan pemilihan media, antara lain:

- a. Kesesuaian media dengan tujuan pembelajaran,
- b. Kesesuaian media dengan tingkat kemampuan siswa,
- c. Ketersediaan sumber belajar,
- d. Ketersediaan dana/ biaya, dan
- e. Kesesuaian media dengan teknik yang dipakai.

(Basyiruddin Usman 2002, hlm.128)

Keterkaitan antara media pembelajaran dengan tujuan, materi, metode, dan kondisi pembelajar, harus menjadi perhatian dan pertimbangan pengajar untuk memilih dan menggunakan media dalam proses pembelajaran dikelas, sehingga media yang digunakan lebih efektif dan efisien untuk mencapai tujuan pembelajaran. Sebab media pembelajaran tidak dapat berdiri sendiri, tetapi terkait dan memiliki hubungan secara timbalebalik dengan empat aspek tersebut. Dengan

demikian, alat-alat, sarana, atau media pembelajaran yang digunakan harus disesuaikan dengan empat aspek tersebut, untuk mencapai tujuan pembelajaran secara efektif dan efisien.

Pemilihan media pembelajaran Pendidikan Agama Islam harus memperhatikan: tujuan pembelajaran, bahan pembelajaran, metode mengajar, alat yang dibutuhkan, pribadi guru yang mengajar, minat dan kemampuan mengajar, situasi pembelajaran, dan kondisi siswa.

8. Keberhasilan Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI)

Media pembelajaran akan memberikan pengaruh terhadap peserta didik yaitu peserta didik akan memiliki pemahaman yang bagus tentang materi yang didapatkan, juga akan memiliki moral atau akhlak yang tinggi, sehingga besar kemungkinan dengan memperhatikan alat/media pembelajaran itu, tujuan pembelajaran akan tercapai secara efektif dan efisien (Basyiruddin Usman 2002, hlm. 191).

Pada proses belajar mengajar guru harus mempunyai keahlian dalam menggunakan berbagai macam media

pembelajaran, terutama media yang digunakan dalam proses mengajarnya, sehingga materi ataupun pesan yang disampaikan akan tersalurkan dengan baik pula.

Keberhasilan penggunaan media pembelajaran Pendidikan Agama Islam tergantung pada: isi pesan, cara penjelasan pesan, dan karakteristik penerima pesan.

Pengertian media pembelajaran Pendidikan Agama Islam adalah sebagai perantara atau pengantar, alat bantu mengajar, sarana pembawa/penyalur pesan, sumber belajar, dan alat perangsang siswa agar pembelajaran menjadi lebih konkrit dan siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Tujuan penggunaan media pembelajaran Pendidikan Agama Islam adalah sebagai alat bantu pembelajaran, yaitu mempermudah proses pembelajaran, meningkatkan efisiensi pembelajaran, menjaga relevansi materi dengan tujuan pembelajaran, dan membantu konsentrasi siswa.

Ciri-ciri media pembelajaran adalah ciri fiksatif (*fixative property*), ciri manipulatif (*manipulative property*), dan ciri distributif (*distributive property*).

Media pembelajaran Pendidikan Agama Islam dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu media bersifat benda dan media bersifat bukan benda. Media bersifat benda antara lain: media visual, media audial, *Projected still media*, dan *Projected motion media*. Media bersifat bukan benda berupa keteladanan, perintah/larangan, dan ganjaran/hukuman.

Pemilihan media pembelajaran Pendidikan Agama Islam harus memperhatikan tujuan pembelajaran, bahan pembelajaran, metode mengajar, alat yang dibutuhkan, pribadi guru yang mengajar, minat dan kemampuan mengajar, situasi pembelajaran, dan kondisi siswa.

Keberhasilan penggunaan media pembelajaran Pendidikan Agama Islam tergantung pada isi pesan, cara penjelasan pesan, dan karakteristik penerima pesan.

9. Fungsi Media dan Sumber Belajar

Belajar adalah suatu proses yang kompleks. Setiap

orang memiliki karakteristik yang berbeda dan mempunyai ciri-ciri tersendiri yang unik untuk belajar. Upaya dalam kegiatan pembelajaran adalah bagaimana mendorong setiap peserta didik untuk melakukan aktivitas belajar. Aktivitas tersebut tidak akan terjadi, apabila ia tidak memiliki motivasi untuk belajar. Dalam upaya membangkitkan motivasi belajar, media mempunyai peranan yang besar. Rasa ingin tahu, rasa ingin memahami dan berhasil (*competency drive*) yang ada dalam diri siswa dapat dimunculkan apabila guru menggunakan media dalam penyajian materi pembelajarannya.

Mengapa media diperlukan dalam pembelajaran? Untuk menjawab pertanyaan ini, kita harus mengetahui terlebih dahulu konsep abstrak dan konkrit dalam pembelajaran, karena proses belajar mengajar pada hakekatnya adalah proses komunikasi, yaitu proses penyampaian pesan dari pengantar ke penerima. Pesan tersebut berupa isi atau materi pelajaran yang dituangkan ke dalam simbol-simbol komunikasi baik verbal (kata-kata & tulisan) maupun non-verbal, proses ini dinamakan *encoding*. Penafsiran simbol-simbol komunikasi tersebut

oleh siswa dinamakan *decoding*. Dalam proses penafsiran tersebut, ada kalanya berhasil, dan adakalanya tidak. Kegagalan atau ketidak berhasilan dalam memahami apa yang didengar, dibaca, dilihat atau diamati dalam proses komunikasi dikenal dengan istilah *barriers* atau *noise*. Semakin banyak verbalisme semakin abstrak pemahaman yang diterima.

Hasil penelitian Brown (1977) menunjukkan bahwa : (1) penggunaan gambar dapat merangsang minat dan perhatian siswa, (2) gambar-gambar yang dipilih dan diadaptasi secara tepat, membantu siswa memahami dan mengingat isi informasi bahan-bahan verbal yang menyertainya. Demikian juga hasil penelitian Wilbur Schramm (1973) menunjukkan bahwa siswa yang telah bermotivasi dapat belajar dari medium apa saja, jika media itu dipakai menurut kemampuannya dan disesuaikan dengan kebutuhannya (Karti, dkk: 1995:115). Oleh karena itu ada beberapa fungsi dari media. Fungsi-fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Media dapat memperjelas penyajian pesan agar

tidak terlalu verbalistis (penyajian yang hanya menggunakan kata lisan atau tulisan dari guru)

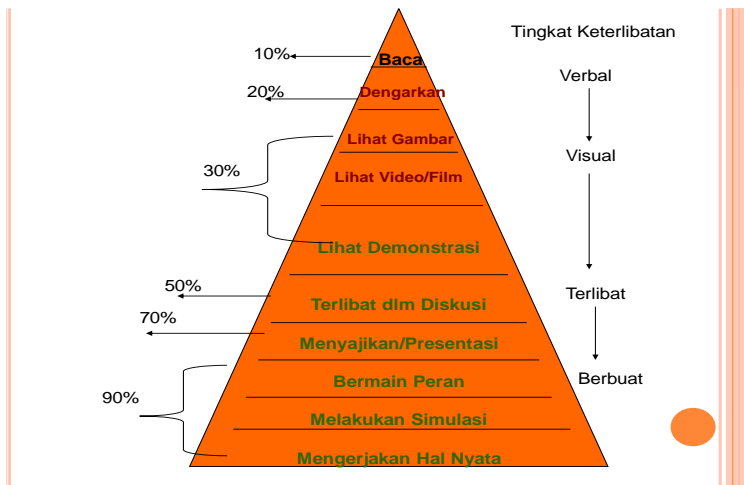
2) Media dapat mengatasi keterbatasan ruang dan waktu, dikarenakan:

- obyek yang terlalu besar, bisa digantikan dengan realita, gambar, film bingkai, film atau model
- obyek yang terlalu kecil, dapat dibantu dengan proyektor mikro, film bingkai, film atau gambar
- gerak yang terlalu lambat atau cepat, dapat dibantu dengan timelapes atau high-speed photography
- kejadian atau peristiwa di masa lampau bisa diampilkkan lagi lewat rekaman film, video, foto
- obyek yang terlalu kompleks dapat disajikan dengan model, diagram, dan lain-lain
- konsep yang terlalu luas, dapat divisualkan dalam bentuk film, gambar dan lain-lain.

3) Media dapat meningkatkan kreatifitas dan keaktifan belajar, karena:

- ada kegairahan belajar
 - memungkinkannya interaksi langsung antara siswa dengan lingkungannya
 - memungkinkan anak didik belajar sendiri-sendiri menurut kemampuan dan minatnya
- 4) Dapat mengatasi keterbatasan pengalaman karena adanya perbedaan karakteristik pada siswa sehingga media dapat memberikan keseragaman pengalaman, persepsi dan memberikan perangsang yang sama.

Fungsi-fungsi media tersebut dapat kita lihat dari diagram kerucut pengalaman (*cone of experience and learning*) Edgar Dale yang secara jelas memberi penekanan terhadap pentingnya media dalam pendidikan sebagaimana tampak pada gambar berikut:



Gambar 5: Kerucut Pengalaman Egdar Dale

Dari gambar di atas, jelaslah bahwa pembelajaran yang melibatkan secara aktif kepada siswa dan guru memfasilitasi secara kreatif terhadap kebutuhan pembelajaran yang sesuai akan dapat memberikan hasil yang lebih baik terhadap capaian kinerja atau hasil belajar siswa.

Kemp and Dayton (1985) berpandangan bahwa penggunaan media dalam pembelajaran memiliki beberapa kontribusi sebagai berikut:

- a) Penyampaian pesan pembelajaran dapat lebih terstandar

- b) Pembelajaran dapat lebih menarik
- c) Pembelajaran menjadi lebih interaktif dengan menerapkan teori belajar
- d) Waktu pelaksanaan pembelajaran dapat diperpendek
- e) Kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan
- f) Proses pembelajaran dapat berlangsung kapanpun dan dimanapun diperlukan
- g) Sikap positif siswa terhadap materi pembelajaran serta proses pembelajaran dapat ditingkatkan
- h) Peran guru berubah kearah yang positif

Dari pendapat di atas, tentunya pembelajaran yang dialami siswa akan lebih menarik, menumbuhkan rasa senang dan perhatian terhadap pelajaran juga lebih meningkat, sehingga daya ingat dalam pelajaran juga bisa meningkat. Hal ini sebagaimana pendapat Collin Rose dan Nicholl (1997) yang menyatakan bahwa perolehan pengetahuan seseorang adalah sebagai berikut:

- 1) 20% dari apa yang kita BACA
- 2) 30% dari apa yang kita DENGAR
- 3) 40% dari apa yang kita LIHAT

- 4) 50% dari apa yang kita KATAKAN
- 5) 60% dari apa yang kita KERJAKAN
- 6) 90% dari apa yang kita BACA, DENGAR, LIHAT, KATAKAN, dan kita KERJAKAN sekaligus.

Di dalam penggunaannya, media harus disesuaikan dengan karakteristik individu peserta didik, karena setiap individu memiliki kemampuan dan potensi yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut yang mendorong kepada setiap pendidik untuk dapat menyesuaikan dengan karakter dan kemampuan peserta didiknya. Menurut Gardner (1983) terdapat delapan kemampuan jamak pada manusia, yaitu:

1. Kemampuan Linguistik (Kemampuan kepekaan terhadap bunyi, ritme dan kata-kata)
2. Kemampuan Matematik Logis (kemampuan untuk mendeteksi pola logik dan numerik, mampu menangani alur pemikiran logik)
3. Kemampuan Musik (Mampu menghasilkan dan tertarik pada titik nada, ritme melodi dan suara indah, memahami ekspresi musik)
4. Kemampuan Visual Spatial (Kemampuan

mentransformasikan persepsi dan merekonstruksi ulang pengalaman visual)

5. Kemampuan Kinestetik Fisik (kemampuan menggunakan keterampilan dan menangani sesuatu yang memerlukan keterampilan fisik)
6. Kemampuan Inter Personal (kemampuan mendeteksi dan merespon suatu hati, temperamen dan motivasi seseorang)
7. Kemampuan Intra Personal (kemampuan analisis diri, merefleksi diri dan kemampuan menilai orang lain)
8. Kemampuan Naturalis (kemampuan mengenal flora dan fauna, dan mencintai alam)

Delapan kemampuan tersebut, bahkan sekarang ini telah berkembang menjadi 10 kemampuan, yaitu ditambah dengan kecerdasan emosional dan spiritual. Untuk ke delapan kemampuan tersebut merupakan potensi otak yang dimiliki oleh setiap manusia sebagaimana gambar berikut:



Gambar 6: Delapan Kemampuan Jamak Manusia
(Gardlner)

Media dan Sumber-sumber belajar sebagaimana yang telah dijelaskan di atas, jika digunakan dengan baik maka akan dapat meningkatkan efektifitas dan efesiensi dalam rangka memfasilitas pencapaian tujuan dari kegiatan pembelajaran. Menurut Karti, dkk (1995) ada beberapa manfaat dari sumber belajar tersebut, antara lain :

- a) Mamberi pengalaman belajar secara langsung dan konkret kepada peserta didik. Misalnya karyawisata ke objek-objek, seperti pabrik, pelabuhan, kebun binatang, dan lain-lain yang digunakan sebagai sumber untuk belajar konkret

oleh siswa.

- b) Dapat menyajikan sesuatu yang tidak mungkin diadakan, dikunjungi atau dilihat secara langsung dan konkret. Misalnya, denah, sketsa, foto-foto, film, dan sebagainya.
- c) Dapat menambah dan memperluas cakrawala yang ada di dalam kelas. Misalnya; buku-buku teks, film, nara sumber, majalah dan lain-lain.
- d) Dapat memberi informasi yang akurat dan terbaru. Misalnya buku-buku bacaan, encyclopedia, majalah.
- e) Dapat membantu memecahkan masalah pendidikan, baik dilingkup mikro maupun makro. Misalnya, secara makro, sistem belajar jarak jauh, melalui modul. Secara mikro, pengauran ruang (lingkungan) yang menarik, simulasi, penggunaan film, dan OHP.
- f) Dapat membrikan motivasi yang positif, apabila diatur dan direncanakan pemanfaatannya secara tepat.
- g) Dapat merangsang untuk berfikir, bersikap dan

berkembang lebih lanjut. Misal, buku teks, buku bacaan, film dan lain-lain yang mengandung daya penalaran sehingga dapat merangsang peserta didik untuk berfikir, menganalisis dan berkembang lebih lanjut.

Secara garis besar sumber belajar tersebut mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Sumber belajar harus mampu memberikan kekuatan dalam proses belajar mengajar, sehingga tujuan intruksional dapat tercapai secara maksimal.
- 2) Sumber belajar harus mempunyai nilai-nilai instruksional edukatif yaitu dapat mengubah dan membawa perubahan yang sempurna terhadap perilaku sesuai dengan tujuan yang ada.

Dengan adanya klasifikasi sumber belajar, maka sumber belajar yang dimanfaatkan memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- 1) Tidak terorganisasi dan tidak sistematis baik dalam bentuk maupun isi..
- 2) Tidak mempunyai tujuan instruksional yang eksplisit.

- 3) Hanya dipergunakan menurut keadaan dan tujuan tertentu atau secara insidental.
- 4) Dapat dipergunakan untuk berbagai tujuan instruksional.
- 5) Sumber belajar yang dirancang mempunyai ciri-ciri yang spesifik sesuai dengan tersedianya media.

Penggunaan sumber belajar adalah erat kaitannya dengan pemikiran agar pembelajaran yang dilakukan oleh para pengajar itu dapat membuat siswa aktif, responsif dan tepat dalam mencari, menemukan, menganalisis, menyimpulkan dan melaporkan hasil belajarnya. Keinginan yang demikian tentunya tidak berlebihan jika ada pandangan bahwa tujuan pembelajaran yang semacam ini hanya akan dapat terlaksana dan tercapai dengan baik apabila adanya daya dukung sumber-sumber belajar yang memadai.

Sumber-sumber belajar termasuk sumber belajar yang ada di luar gedung sekolah tentunya harus dapat dikelola dengan baik oleh “tangan-tangan” halus yang kreatif dan inovatif. Dalam konteks pembelajaran,

pendayagunaan sumber belajar dengan seoptimal mungkin adalah suatu keniscayaan. Karena efektifitas suatu pembelajaran juga ditentukan oleh kemauan dan kemampuan dalam mendayagunakan sumber belajar tersebut. Kemauan dan kemampuan mendayagunakan sumber belajar tidak hanya berguna untuk kepentingan akademik semata, melainkan juga untuk keterampilan umum yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari.

Pendayagunaan atau pemanfaatan sumber belajar tersebut di atas, hendaknya pula dilakukan secara terencana dan sistematis agar dihasilkan kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien. Sebab, sumber belajar sebagai komponen penting dalam pembelajaran sangat besar manfaatnya dalam usaha pencapaian misi pendidikan. Karena pendidikan yang menggunakan media dituntut untuk menarik (artistik), informatif dan menghibur. Informasi lewat media juga dituntut agar bersifat edukatif, menarik dan menghibur. Demikian juga pertunjukan atau hiburan yang disajikan melalui media dituntut untuk pula untuk mengandung unsur edukatif dan informatif.

C. Jenis dan Klasifikasi Media

Leshin, dkk (1992) yang dikutip oleh Arsyad (2002) mengelompokkan media ke dalam 5 (lima) jenis, yaitu (1) media berbasis manusia, seperti guru, instruktur, tutor, main peran, dan lain-lain. (2) media berbasis cetakan, seperti buku, penuntun, buku kerja, majalah, jurnal, lembaran lepas, dan lain-lain, (3) media berbasis visual, seperti buku, chart, grafik, peta, figur/gambar, transparansi, film bingkai, slide, dan lain-lain, (4) media berbasis audio visual, seperti video, film, slide bersama tape, televisi, dan lain-lain, dan (5) media berbasis komputer, seperti CAI, CBI, Video Interaktif, dan lain-lain.

Adapun menurut Rudy Bretz ciri utama dari media dapat dikelompokkan menjadi tiga unsur pokok, yaitu: suara, visual dan gerak (Sadiman, 1993:20). Visual sendiri dibedakan menjadi tiga yaitu gambar, garis (*line graphic*) dan symbol yang merupakan suatu kontinum dari bentuk yang dapat ditangkap dengan indera penglihatan. Di samping itu Bretz juga membedakan antara media siar

(*telecommunication*) dengan media rekam (recording), sehingga 7 (tujuh) klasifikasi media tersebut adalah sebagai berikut:

1. Media AUDIO – VISUAL- GERAK, yaitu jenis media yang paling lengkap dalam arti penggunaan segala kemampuan audio, Gerak, dan visual; Contohnya: TV, Video Tape, Rekaman Film TV
2. Media AUDIO-VISUAL-DIAM, yaitu jenis media kedua dari segi kelengkapan kemampuannya, kecuali penampilan Gerak. Contohnya: Film Strip Bersuara, Rekaman Still TV.
3. Media AUDIO SEMI GERAK, yaitu jenis media yang memiliki kemampuan untuk menampilkan suara disertai gerakan titik secara inier, jadi tidak menampilkan secara utuh suatu gerak yang nyata; Contohnya: Media Board dan Telewriting.
4. Media VISUAL GERAK, yaitu jenis media yang memiliki kemampuan media golongan pertama, kecuali penampilan suara (audio). Contohnya: Film Bisu (*Silent Film*)
5. Media VISUAL DIAM, yaitu jenis media dengan

kemampuan menyampaikan informasi secara visual, tetapi tidak bisa menyajikan suara maupun motion (gerak). Contoh: Facimile, halaman cetak, film stripe, gambar, microform, Video file.

6. Media AUDIO, yaitu jenis media yang menggunakan suara semata-mata. Contoh: Radio, Telepon, Audio Disc, audio tape.
7. Media CETAK, yaitu jenis media yang mampu menampilkan informasi berupa alphanumeric dan Simbol-simbol tertentu saja. Contohnya: teletype, punched paper tape, Koran, dll.

Media-media yang telah dijelaskan di atas, menurut Anderson, (1976) dapat dikelompokkan menjadi media pembelajaran seperti dalam daftar berikut ini:

Tabel 2:

Klasifikasi Media menurut Anderson

KELOMPOK MEDIA	MEDIA INSTRUKSIONAL
-------------------	---------------------

KELOMPOK MEDIA	MEDIA INSTRUKSIONAL
1. Audio	pita audio (rol atau kaset) piringan audio radio (rekaman siaran)
2. Cetak	buku teks terprogram buku pegangan/manual buku tugas
3. Audio – Cetak	buku latihan dilengkapi kaset gambar/poster (dilengkapi audio)
4. Proyek Visual Diam	film bingkai (slide) film rangkai (berisi pesan verbal)
5. Proyek Visual Diam dengan Audio	film bingkai (slide) suara film rangkai suara
6. Visual Gerak	film bisu dengan judul (caption)
7. Visual Gerak dengan Audio	film suara video/vcd/dvd
8. Benda	benda nyata model tiruan (mock up)

KELOMPOK MEDIA	MEDIA INSTRUKSIONAL
9. Komputer	media berbasis komputer; CAI (Computer Assisted Instructional) & CMI (Computer Managed Instructiona

Dari segi kompleksitas dan besarnya biaya, Schramm membedakan antara media rumit mahal (*big media*) dan media sederhana/murah (*little media*). Schramm juga mengelompokkan media menurut kemampuan daya liputnya, yaitu (1) liputan luas dan serentak seperti televisi, radio dan faximile, (2) liputan terbatas pada tempat/ruangan seperti film suara, film bisu, video tape, film rangkai suara, poster, foto, papan tulis, dan sebagainya, dan (3) media untuk belajar individual (mandiri) seperti buku, modul, program belajar dengan komputer dan telepon.

D. Jenis-jenis Sumber Belajar

Ada berbagai jenis sumber belajar. Sumber-sumber itu meliputi pesan (*messages*) yaitu informasi yang ditransmisikan oleh komponen lain dalam bentuk ide, fakta, arti dan kata, orang (*people*) yaitu manusia yang bertindak sebagai penyimpan, pengelola dan penyaji pesan, bahan (*materials*) yang perangkat lunak yang mengandung pesan untuk disajikan melalui penggunaan alat atau oleh dirinya sendiri, peralatan (*devices*), yaitu perangkat keras yang digunakan untuk menyampaikan pesan yang tersimpan dalam bahan teknik (*techniques*) yaitu prosedur atau acuan yang dipersiapkan untuk menggunakan bahan, peralatan, orang dan lingkungan untuk menyampaikan pesan. Contoh belajar permainan simulasi, belajar terprogram, demonstrasi, dan lain-lain, dan latar (*setting*) yaitu situasi sekitar dimana pesan disampaikan, lingkungan bisa bersifat fisik (gedung, sekolah, perpustakaan, laboratorium auditorium, taman, dan lain lain) maupun non fisik (suasana belajar, dan lain lain).

Komponen-komponen sumber belajar yang

tersebut di atas digambarkan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 1: Komponen Sumber Belajar

Sumber/Komponen	Definisi	Contoh
Pesan	Informasi yang akan disampaikan oleh komponen yang lain; dapat berbentuk ide, fakta makna dan data	Berbagai jenis bidang studi/materi pelajaran misalnya: sejarah, hukum, kejuaran dunia olah raga, perubahan kata kerja “to be”
Orang	Orang-orang yang bertugas menyimpan dan atau menyalurkan pesan	Guru, siswa, aktor, pembicara
Bahan	Barang-barang (biasa disebut Media atau	Transparansi, film bingkai, pita video,

Sumber/Komponen	Definisi	Contoh
	perangkat lunak) yang biasanya menyimpan pesan untuk disalurkan melalui peralatan, kadang-kadang dapat juga menyajikan pesan tanpa bantuan peralatan	bahan pengajaran terprogram, program komputer, buku, jurnal
Alat	Barang-barang (yang biasa disebut perangkat keras) yang digunakan untuk menyalurkan pesan yang tersimpan pada bahan	Proyektor Transparansi (OHP), Video recorder, pesawat televisi, radio tape recorder, peralatan komputer, unit untuk penyaji

Sumber/Komponen	Definisi	Contoh
		informasi
Teknik	Prosedur rutin atau pedoman langkah-langkah menggunakan bahan, peralatan, lingkungan dan orang yang menyampaikan pesan	Komputer pembantu pembelajaran; pembelajaran terprogram, simulasi, permainan, belajar menyelidik dan menemukan, pengajaran oleh tim, pembelajaran individual, pembelajaran suai-diri, pembelajaran kelompok, kuliah, ceramah,

Sumber/Komponen	Definisi	Contoh
		diskusi
Latar	Lingkungan di mana Pesan diterima	<p><i>Lingkungan Fisik:</i> Gedung Sekolah, Pusat, Bahan Instruktur, Perpustakaan, Studio, Ruang Kelas, Auditorium.</p> <p><i>Lingkungan Non Fisik:</i> Penerangan, sirkulasi udara, tata suara (akustik)</p>

Dari beberapa jenis sumber belajar tersebut di atas, dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok jenis sumber

belajar, yaitu :

1. Sumber belajar yang didesain (*by design*) yaitu sumber-sumber yang secara khusus dikembangkan sebagai komponen sistem instruksional yang diharapkan dapat membantu kemudahan kegiatan belajar yang bersifat formal dan mempunyai tujuan tertentu. Sumber belajar jenis ini memerlukan keterampilan dan keahlian khusus dari guru sebagai perancang pembelajaran.
2. Sumber belajar yang dimanfaatkan (*by utilization*) yaitu sumber-sumber yang tidak secara khusus didesain untuk keperluan pembelajaran namun dapat ditemukan, diterapkan dan digunakan untuk keperluan belajar. Sumber belajar jenis ini biasanya dapat ditemui di pasaran atau toko-toko buku yang dapat dibeli untuk memenuhi kepentingan proses pembelajaran.

Dalam konteks teknologi instruksional (pembelajaran), sumber belajar merupakan “komponen sistem instruksional” yang merupakan sumber-sumber belajar yang disusun terlebih dahulu dalam proses desain

atau pemilihan dan pemanfaatan, dan dikombinasikan menjadi sistem instruksional yang lengkap, untuk mewujudkan terlaksananya proses belajar yang bertujuan dan terkontrol. Dan oleh karenanya, suatu kegiatan belajar mengajar akan lebih efektif dan efisien dalam usaha pencapaian tujuan pembelajarannya jika melibatkan komponen sumber belajar secara terencana. Sebab sumber belajar adalah sebagai komponen penting dan sangat besar manfaatnya dalam membantu keberhasilan proses belajar mengajar.



PENGEMBANGAN MEDIA DAN SUMBER BELAJAR PAI

A. Pengertian Pengembangan Media

Semakin sadarnya orang akan pentingnya media dalam pembelajaran sudah mulai dirasakan. Seperti halnya metamorfosis dari perpustakaan yang selama ini lebih banyak menekankan pada penyediaan media cetak (seperti buku, majalah, koran), telah bertambah menjadi penyediaan dan pemberian layanan yang variatif dan multi-sensori. Hal ini juga karena dipacu oleh semakin meluasnya kemajuan di bidang komunikasi dan teknologi, serta dengan munculnya dinamika baru dalam pembelajaran yang menuntut adanya media yang bervariasi dan sekarang bersifat digital.

Untuk memberikan layanan belajar dengan menggunakan media yang bervariasi, sementara ketersediaan media sangat terbatas, maka dosen/guru dituntut untuk dapat merancang media sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didiknya. Oleh karena itu,

media-media baru atau media yang ada tetapi terbatas tersebut perlu dikembangkan.

Pengembangan media adalah usaha penyusunan program media yang didasarkan atas tujuan dan perencanaan. Dan sebelum dosen/guru memutuskan untuk merancang suatu media pembelajaran, maka ada beberapa pertanyaan yang perlu dipertimbangkan, seperti:

- 1) Apakah ada keterkaitan antara program media yang akan dikembangkan dengan proses belajar mengajar tertentu untuk setiap tujuan pembelajaran?
- 2) Siapakah sasaran yang akan dituju, apakah siswa SLTP/SLTA atau Perguruan Tinggi yang menjadi audiennya?
- 3) Setelah ditentukan sasarannya, bagaimanakah karakteristik sasaran tersebut?
- 4) Apakah media yang dimanfaatkan dan dirancang tersebut betul-betul dibutuhkan oleh siswa?
- 5) Apakah target perubahan tingkah laku pada diri sasaran yang diharapkan setelah proses belajar mengajar nanti?

- 6) Apakah siswa mengalami kerugian secara intelektual bila tidak digunakan media tersebut?
- 7) Apakah materi yang akan disajikan sesuai dengan media rancangan yang akan dipakai sehingga terdapat perubahan tingkah laku pada sasaran?
- 8) Selanjutnya bagaimana urutan materi harus disajikan melalui media rancangan?

Pertanyaan-pertanyaan tersebut penting diperhatikan, untuk mendasari perlu atau tidaknya pembuatan media atau alternatif lain yang mungkin lebih efektif dan efisien dalam pembuatan media.

B. Langkah-langkah Pengembangan Media

Secara garis besar kegiatan pengembangan media pembelajaran terdiri atas tiga langkah besar yang harus dilalui, yaitu kegiatan *perencanaan, produksi dan penilaian*. Sementara itu, dalam rangka melakukan desain atau rancangan pengembangan program media. Arief Sadiman, dkk, memberikan urutan langkah-langkah yang harus diambil dalam pengembangan program media menjadi 6 (enam) langkah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis kebutuhan dan karakteristik siswa
- 2) Merumuskan tujuan intruksional (*Instructional objective*) dengan operasional dan khas
- 3) Merumuskan butir-butir materi secara terperinci yang mendukung tercapainya tujuan
- 4) Mengembangkan alat pengukur keberhasilan
- 5) Menulis naskah media
- 6) Mengadakan tes dan revisi

Berikut uraian masing-masing langkah-langkahnya

:

1. Menganalisis kebutuhan dan karakteristik siswa

Kebutuhan dalam proses belajar mengajar adalah kesenjangan antara apa yang dimiliki siswa dengan apa yang diharapkan. Contoh jika kita mengharapkan siswa dapat melakukan sholat dengan baik dan benar, sementara mereka baru bisa takbir saja, maka perlu dilakukan latihan untuk ruku, sujud, dan seterusnya.

Setelah kita menganalisis kebutuhan siswa, maka kita juga perlu menganalisis karakteristik siswanya, baik menyangkut kemampuan pengetahuan atau keterampilan yang telah dimiliki siswa sebelumnya. Cara

mengetahuinya bisa dengan tes atau dengan yang lainnya. Langkah ini dapat disederhanakan dengan cara mengenalisa topic-topik materi ajar yang dipandang sulit dan karenanya memerlukan bantuan media. Pada langkah ini sekaligus pula dapat ditentukan ranah tujuan pembelajaran yang hendak dicapai, termasuk rangsangan indera mana yang diperlukan (audio, visual, gerak atau diam).

2. Merumuskan tujuan instruksional (*Instructional objective*) dengan operasional dan khas.

Untuk dapat merumuskan tujuan instruksional dengan baik, ada beberapa ketentuan yang harus diingat, yaitu:

- a. Tujuan instruksional harus berorientasi kepada siswa. Artinya tujuan instruksional itu benar-benar harus menyatakan adanya perilaku siswa yang dapat dilakukan atau diperoleh setelah proses belajar dilakukan.
- b. Tujuan harus dinyatakan dengan kata kerja yang operasional, artinya kata kerja itu menunjukkan suatu perilaku/perbuatan yang dapat diamati atau diukur.

3. Merumuskan butir-butir materi secara terperinci yang mendukung tercapainya Tujuan

Penyusunan rumusan butir-butir materi adalah dilihat dari sub kemampuan atau keterampilan yang dijelaskan dalam tujuan khusus pembelajaran, sehingga materi yang disusun adalah dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan dari kegiatan proses belajar mengajar tersebut. Setelah daftar butir-butir materi dirinci maka langkah selanjutnya adalah mengurutkannya dari yang sederhana sampai kepada tingkatan yang lebih rumit, dan dari hal-hal yang konkrit kepada yang abstrak.

4. Mengembangkan alat pengukur keberhasilan

Alat pengukur keberhasilan seyogyanya dikembangkan terlebih dahulu sebelum naskah program ditulis. Dan alat pengukur ini harus dikembangkan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dan dari materi-materi pembelajaran yang disajikan. Bentuk alat pengukurnya bisa dengan tes, pengamatan, penugasan atau checklist perilaku.

Instrumen tersebut akan digunakan oleh pengembang media, ketika melakukan tes uji coba dari program media yang dikembangkannya. Misalkan alat pengukur tes, maka siswa nanti akan diminta mengerjakan materi tes tersebut. Kemudian dilihat bagaimana hasilnya. Apakah siswa menunjukkan penguasaan materi yang baik atau tidak dari efek media yang digunakannya atau dari materi yang dipelajarinya melalui sajian media. Jika tidak maka dimanakah letak kekurangannya. Dengan demikian, maka siswa dimintai tanggapan tentang media tersebut, baik dari segi kemenarikan maupun efektifitas penyajiannya.

Sebagai salah satu contoh tentang alat pengukur keberhasilan dari media yang dikembangkan oleh guru adalah sebagai berikut:

Rumusan Tujuan	Rumusan Materi	Alat Pengukur (Tes)
Siswa dapat menyebutkan minimal 5 pulau	Nama-nama pulau Besar yang ada di	Sebutkan minimal 5 nama-nama pulau besar yang ada di

besar yang ada di Indonesia dengan benar	Indonesia	Indonesia
Siswa kelas VII MTs dapat mempraktekkan tata cara sholat dengan benar	Tata Cara Sholat	Sebutkan bacaan ketika Ruku, I'tidal dan Sujud Tunjukkan gerakan ruku dan I'tidal

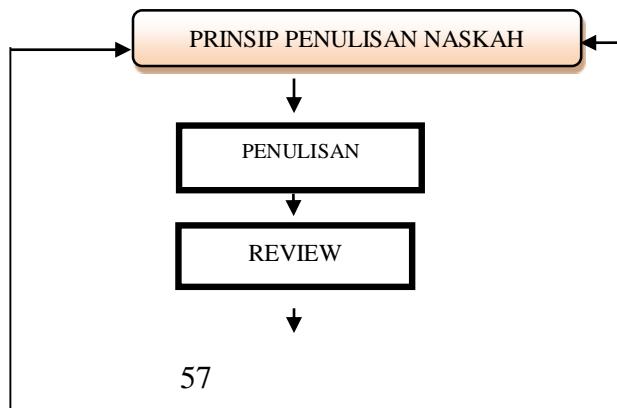
Dari contoh di atas, jelaslah bahwa penyusunan alat ukur keberhasilannya harus berdasar dari rumusan tujuan dan materi pembelajaran yang akan diajarkan melalui media pembelajaran tersebut.

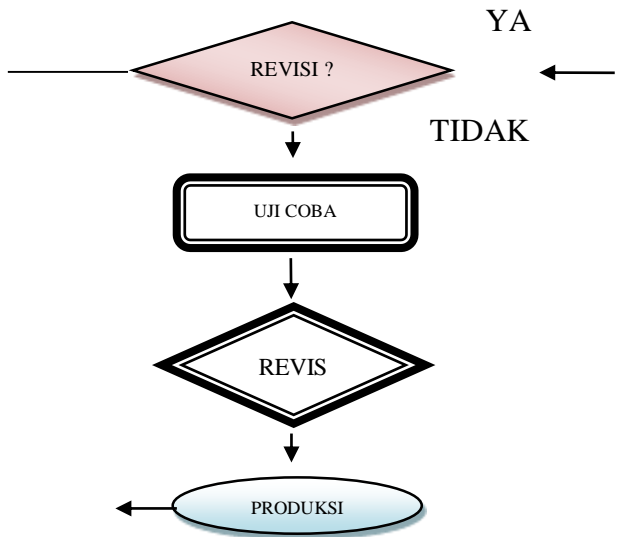
5. Menulis Naskah Media

Naskah media adalah bentuk penyajian materi pembelajaran melalui media rancangan yang merupakan penjabaran dari pokok-pokok materi yang telah disusun secara baik seperti yang telah dijelaskan di atas. Supaya materi pembelajaran itu dapat disampaikan melalui media, maka materi tersebut perlu dituangkan dalam tulisan atau

gambar yang kita sebut naskah program media.

Naskah program media maksudnya adalah sebagai penuntun dalam memproduksi media. Artinya menjadi penuntut kita dalam mengambil gambar dan merekam suara. Karena naskah ini berisi urutan gambar dan grafis yang perlu diambil oleh kamera atau bunyi dan suara yang harus direkam. Dalam teknis penulisannya, naskah tersebut dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagaimana bagan berikut ini:



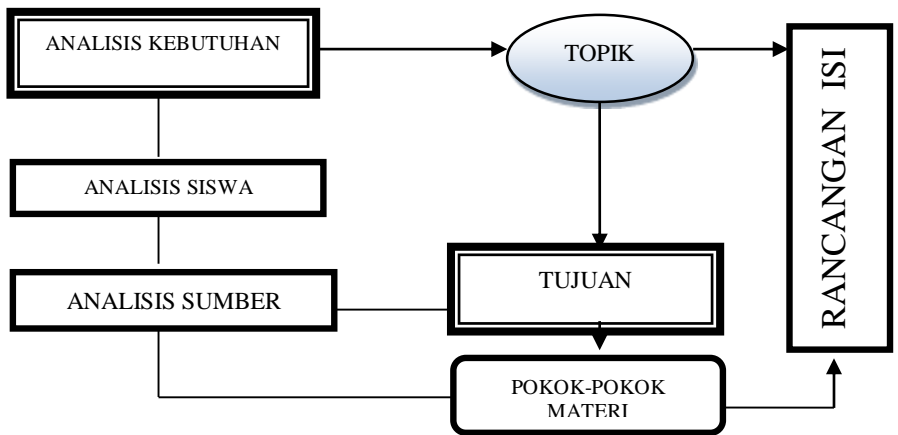


(Gambar 2.1: Tahapan Penulisan Naskah)

Namun demikian, sebelum naskah ditulis, maka terlebih dahulu disusun garis-garis besar program media (GBPM) dan rancangan isi medianya. Bentuk dan cara menyusun rancangan isi media dapat dilihat sebagaimana diagram dan format *flowchart* berikut ini:

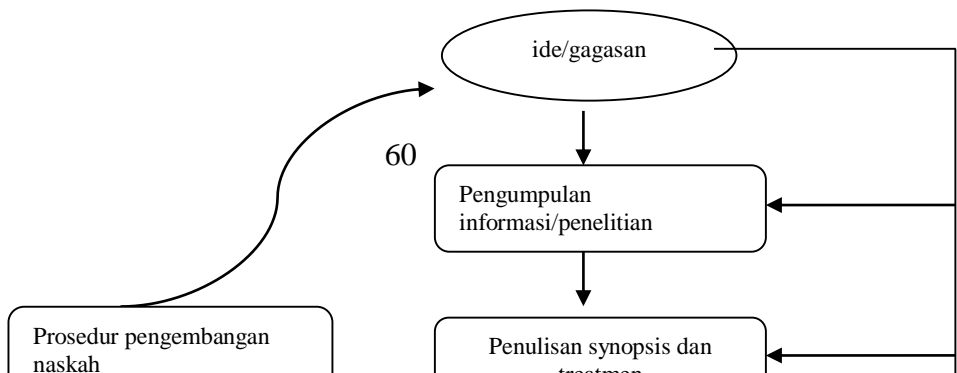
Contoh: Garis-garis ProgramMedia (GBPM)

No	Topik	Tujuan Umum	Tujuan Khusus	Pokok-pokok Materi	Keterangan
1	Pelaksanaan Sholat	Siswa memahami cara-cara pelaksanaan sholat	<p>Siswa dpt mengidentifikasi rukun-rukun sholat</p> <p>Siswa dpt melafalkan bacaan sholat</p> <p>Siswa dpt mempraktekan gerakan tubuh dlm sholat</p>	<p>Rukun sholat</p> <p>Bacaan sholat</p> <p>Gerakan tubuh dalam sholat</p>	<p>Sumber: Buku Fiqh sholat</p> <p>Alat: perlengkapan sholat</p>



Gambar 2.2: *Flowchart* Pembuatan Rancangan Isi Media

Tahapan dalam pembuatan atau penulisan naskah adalah berawal dari adanya ide dan gagasan yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran. selanjutnya pengumpulan data dan informasi, penulisan sinopsis dan treatment, penulisan naskah, pengkajian naskah atau revisi naskah, revisi naskah sampai naskah siap diproduksi. Tahapan tersebut sebagaimana flowchart berikut:



Gambar 2.3: Prosedur Pengembangan Naskah

D. Fungsi Media dan Sumber Belajar

Belajar adalah suatu proses yang kompleks. Setiap orang memiliki karakteristik yang berbeda dan

mempunyai ciri-ciri tersendiri yang unik untuk belajar. Upaya dalam kegiatan pembelajaran adalah bagaimana mendorong setiap peserta didik untuk melakukan aktivitas belajar. Aktivitas tersebut tidak akan terjadi, apabila ia tidak memiliki motivasi untuk belajar. Dalam upaya membangkitkan motivasi belajar, media mempunyai peranan yang besar. Rasa ingin tahu, rasa ingin memahami dan berhasil (*competency drive*) yang ada dalam diri siswa dapat dimunculkan apabila guru menggunakan media dalam penyajian materi pembelajarannya.

Mengapa media diperlukan dalam pembelajaran? Untuk menjawab pertanyaan ini, kita harus mengetahui terlebih dahulu konsep abstrak dan konkrit dalam pembelajaran, karena proses belajar mengajar pada hakekatnya adalah proses komunikasi, yaitu proses penyampaian pesan dari pengantar ke penerima. Pesan tersebut berupa isi atau materi pelajaran yang dituangkan ke dalam simbol-simbol komunikasi baik verbal (kata-kata & tulisan) maupun non-verbal, proses ini dinamakan *encoding*. Penafsiran simbol-simbol komunikasi tersebut oleh siswa dinamakan *decoding*. Dalam proses penafsiran

tersebut, ada kalanya berhasil, dan adakalanya tidak. Kegagalan atau ketidak berhasilan dalam memahami apa yang didengar, dibaca, dilihat atau diamati dalam proses komunikasi dikenal dengan istilah barriers atau noise. Semakin banyak verbalisme semakin abstrak pemahaman yang diterima.

Hasil penelitian Brown (1977) menunjukkan bahwa : (1) penggunaan gambar dapat merangsang minat dan perhatian siswa, (2) gambar-gambar yang dipilih dan diadaptasi secara tepat, membantu siswa memahami dan mengingat isi informasi bahan-bahan verbal yang menyertainya. Demikian juga hasil penelitian Wilbur Schramm (1973) menunjukkan bahwa siswa yang telah bermotivasi dapat belajar dari medium apa saja, jika media itu dipakai menurut kemampuannya dan disesuaikan dengan kebutuhannya (Karti, dkk: 1995:115). Oleh karena itu ada beberapa fungsi dari media. Fungsi-fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

- 5) Media dapat memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu verbalistis (penyajian yang hanya

menggunakan kata lisan atau tulisan dari guru)

6) Media dapat mengatasi keterbatasan ruang dan waktu, dikarenakan:

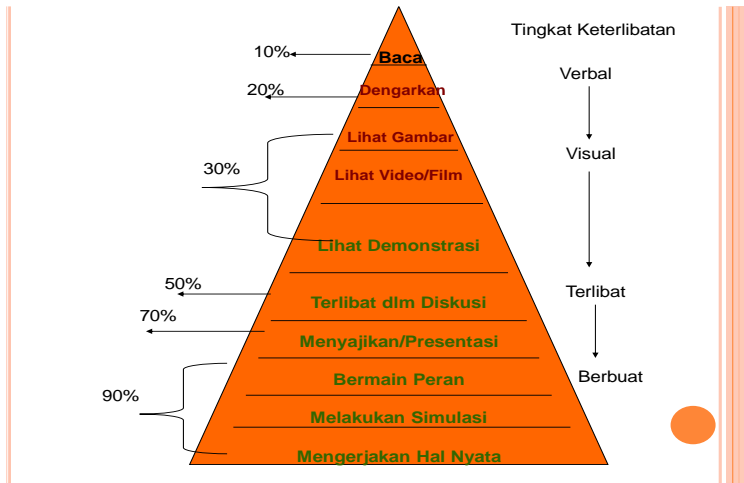
- obyek yang terlalu besar, bisa digantikan dengan realita, gambar, film bingkai, film atau model
- obyek yang terlalu kecil, dapat dibantu dengan proyektor mikro, film bingkai, film atau gambar
- gerak yang terlalu lambat atau cepat, dapat dibantu dengan timelapes atau high-speed photography
- kejadian atau peristiwa di masa lampau bisa diampikan lagi lewat rekaman film, video, foto
- obyek yang terlalu kompleks dapat disajikan dengan model, diagram, dan lain-lain
- konsep yang terlalu luas, dapat divisualkan dalam bentuk film, gambar dan lain-lain.

7) Media dapat meningkatkan kreatifitas dan keaktifan belajar, karena:

- ada kegairahan belajar

- memungkinkannya interaksi langsung antara siswa dengan lingkungannya
 - memungkinkan anak didik belajar sendiri-sendiri menurut kemampuan dan minatnya
- 8) Dapat mengatasi keterbatasan pengalaman karena adanya perbedaan karakteristik pada siswa sehingga media dapat memberikan keseragaman pengalaman, persepsi dan memberikan perangsang yang sama.

Fungsi-fungsi media tersebut dapat kita lihat dari diagram kerucut pengalaman (*cone of experience and learning*) Edgar Dale yang secara jelas memberi penekanan terhadap pentingnya media dalam pendidikan sebagaimana tampak pada gambar berikut:



Gambar 2.4: Kerucut Pengalaman Egdar Dale

Dari gambar di atas, jelaslah bahwa pembelajaran yang melibatkan secara aktif kepada siswa dan guru memfasilitasi secara kreatif terhadap kebutuhan pembelajaran yang sesuai akan dapat memberikan hasil yang lebih baik terhadap capaian kinerja atau hasil belajar siswa.

Kemp and Dayton (1985) berpandangan bahwa penggunaan media dalam pembelajaran memiliki beberapa kontribusi sebagai berikut:

- i) Penyampaian pesan pembelajaran dapat lebih terstandar

- j) Pembelajaran dapat lebih menarik
- k) Pembelajaran menjadi lebih interaktif dengan menerapkan teori belajar
- l) Waktu pelaksanaan pembelajaran dapat diperpendek
- m) Kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan
- n) Proses pembelajaran dapat berlangsung kapanpun dan dimanapun diperlukan
- o) Sikap positif siswa terhadap materi pembelajaran serta proses pembelajaran dapat ditingkatkan
- p) Peran guru berubah kearah yang positif

Dari pendapat di atas, tentunya pembelajaran yang dialami siswa akan lebih menarik, menumbuhkan rasa senang dan perhatian terhadap pelajaran juga lebih meningkat, sehingga daya ingat dalam pelajaran juga bisa meningkat. Hal ini sebagaimana pendapat Collin Rose dan Nicholl (1997) yang menyatakan bahwa perolehan pengetahuan seseorang adalah sebagai berikut:

- 7) 20% dari apa yang kita BACA
- 8) 30% dari apa yang kita DENGAR
- 9) 40% dari apa yang kita LIHAT

10) 50% dari apa yang kita KATAKAN

11) 60% dari apa yang kita KERJAKAN

12) 90% dari apa yang kita BACA, DENGAR, LIHAT, KATAKAN, dan kita KERJAKAN sekaligus.

Di dalam penggunaannya, media harus disesuaikan dengan karakteristik individu peserta didik, karena setiap individu memiliki kemampuan dan potensi yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut yang mendorong kepada setiap pendidik untuk dapat menyesuaikan dengan karakter dan kemampuan peserta didiknya. Menurut Gardner (1983) terdapat delapan kemampuan jamak pada manusia, yaitu:

9. Kemampuan Linguistik (Kemampuan kepekaan terhadap bunyi, ritme dan kata-kata)
10. Kemampuan Matematik Logis (kemampuan untuk mendeteksi pola logik dan numerik, mampu menangani alur pemikiran logik)
11. Kemampuan Musik (Mampu menghasilkan dan tertarik pada titik nada, ritme melodi dan suara indah, memahami ekspresi musik)
12. Kemampuan Visual Spatial (Kemampuan

mentransformasikan persepsi dan merekonstruksi ulang pengalaman visual)

13. Kemampuan Kinestetik Fisik (kemampuan menggunakan keterampilan dan menangani sesuatu yang memerlukan keterampilan fisik)
14. Kemampuan Inter Personal (kemampuan mendeteksi dan merespon suatu hati, temperamen dan motivasi seseorang)
15. Kemampuan Intra Personal (kemampuan analisis diri, merefleksi diri dan kemampuan menilai orang lain)
16. Kemampuan Naturalis (kemampuan mengenal flora dan fauna, dan mencintai alam)

Delapan kemampuan tersebut, bahkan sekarang ini telah berkembang menjadi 10 kemampuan, yaitu ditambah dengan kecerdasan emosional dan spiritual. Untuk ke delapan kemampuan tersebut merupakan potensi otak yang dimiliki oleh setiap manusia sebagaimana gambar berikut:



Gambar 2.5: Delapan Kemampuan Jamak Manusia
(Gardlner)

Media dan Sumber-sumber belajar sebagaimana yang telah dijelaskan di atas, jika digunakan dengan baik maka akan dapat meningkatkan efektifitas dan efesiensi dalam rangka memfasilitas pencapaian tujuan dari kegiatan pembelajaran. Menurut Karti, dkk (1995) ada beberapa manfaat dari sumber belajar tersebut, antara lain :

- h) Memberi pengalaman belajar secara langsung dan konkret kepada peserta didik. Misalnya karyawisata ke objek-objek, seperti pabrik, pelabuhan, kebun binatang, dan lain-lain yang digunakan sebagai sumber untuk belajar konkret

oleh siswa.

- i) Dapat menyajikan sesuatu yang tidak mungkin diadakan, dikunjungi atau dilihat secara langsung dan konkret. Misalnya, denah, sketsa, foto-foto, film, dan sebagainya.
- j) Dapat menambah dan memperluas cakrawala yang ada di dalam kelas. Misalnya; buku-buku teks, film, nara sumber, majalah dan lain-lain.
- k) Dapat memberi informasi yang akurat dan terbaru. Misalnya buku-buku bacaan, encyclopedia, majalah.
- l) Dapat membantu memecahkan masalah pendidikan, baik dilingkup mikro maupun makro. Misalnya, secara makro, sistem belajar jarak jauh, melalui modul. Secara mikro, pengauran ruang (lingkungan) yang menarik, simulasi, penggunaan film, dan OHP.
- m) Dapat membrikan motivasi yang positif, apabila diatur dan direncanakan pemanfaatannya secara tepat.
- n) Dapat merangsang untuk berfikir, bersikap dan

berkembang lebih lanjut. Misal, buku teks, buku bacaan, film dan lain-lain yang mengandung daya penalaran sehingga dapat merangsang peserta didik untuk berfikir, menganalisis dan berkembang lebih lanjut.

Secara garis besar sumber belajar tersebut mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 3) Sumber belajar harus mampu memberikan kekuatan dalam proses belajar mengajar, sehingga tujuan intruksional dapat tercapai secara maksimal.
- 4) Sumber belajar harus mempunyai nilai-nilai instruksional edukatif yaitu dapat mengubah dan membawa perubahan yang sempurna terhadap perilaku sesuai dengan tujuan yang ada.

Dengan adanya klasifikasi sumber belajar, maka sumber belajar yang dimanfaatkan memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- 6) Tidak terorganisasi dan tidak sistematis baik dalam bentuk maupun isi..
- 7) Tidak mempunyai tujuan instruksional yang eksplisit.

- 8) Hanya dipergunakan menurut keadaan dan tujuan tertentu atau secara insidental.
- 9) Dapat dipergunakan untuk berbagai tujuan instruksional.
- 10) Sumber belajar yang dirancang mempunyai ciri-ciri yang spesifik sesuai dengan tersedianya media.

Penggunaan sumber belajar adalah erat kaitannya dengan pemikiran agar pembelajaran yang dilakukan oleh para pengajar itu dapat membuat siswa aktif, responsif dan tepat dalam mencari, menemukan, menganalisis, menyimpulkan dan melaporkan hasil belajarnya. Keinginan yang demikian tentunya tidak berlebihan jika ada pandangan bahwa tujuan pembelajaran yang semacam ini hanya akan dapat terlaksana dan tercapai dengan baik apabila adanya daya dukung sumber-sumber belajar yang memadai.

Sumber-sumber belajar termasuk sumber belajar yang ada di luar gedung sekolah tentunya harus dapat dikelola dengan baik oleh “tangan-tangan” halus yang kreatif dan inovatif. Dalam konteks pembelajaran,

pendayagunaan sumber belajar dengan seoptimal mungkin adalah suatu keniscayaan. Karena efektifitas suatu pembelajaran juga ditentukan oleh kemauan dan kemampuan dalam mendayagunakan sumber belajar tersebut. Kemauan dan kemampuan mendayagunakan sumber belajar tidak hanya berguna untuk kepentingan akademik semata, melainkan juga untuk keterampilan umum yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari.

Pendayagunaan atau pemanfaatan sumber belajar tersebut di atas, hendaknya pula dilakukan secara terencana dan sistematis agar dihasilkan kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien. Sebab, sumber belajar sebagai komponen penting dalam pembelajaran sangat besar manfaatnya dalam usaha pencapaian misi pendidikan. Karena pendidikan yang menggunakan media dituntut untuk menarik (artistik), informatif dan menghibur. Informasi lewat media juga dituntut agar bersifat edukatif, menarik dan menghibur. Demikian juga pertunjukan atau hiburan yang disajikan melalui media dituntut untuk pula untuk mengandung unsur edukatif dan informatif.

E. Jenis dan Klasifikasi Media

Leshin, dkk (1992) yang dikutip oleh Arsyad (2002) mengelompokkan media ke dalam 5 (lima) jenis, yaitu (1) media berbasis manusia, seperti guru, instruktur, tutor, main peran, dan lain-lain. (2) media berbasis cetakan, seperti buku, penuntun, buku kerja, majalah, jurnal, lembaran lepas, dan lain-lain, (3) media berbasis visual, seperti buku, chart, grafik, peta, figur/gambar, transparansi, film bingkai, slide, dan lain-lain, (4) media berbasis audio visual, seperti video, film, slide bersama tape, televisi, dan lain-lain, dan (5) media berbasis komputer, seperti CAI, CBI, Video Interaktif, dan lain-lain.

Adapun menurut Rudy Bretz ciri utama dari media dapat dikelompokkan menjadi tiga unsur pokok, yaitu: suara, visual dan gerak (Sadiman, 1993:20). Visual sendiri dibedakan menjadi tiga yaitu gambar, garis (*line graphic*) dan symbol yang merupakan suatu kontinum dari bentuk yang dapat ditangkap dengan indera penglihatan. Di samping itu Bretz juga membedakan antara media siar

(*telecommunication*) dengan media rekam (recording), sehingga 7 (tujuh) klasifikasi media tersebut adalah sebagai berikut:

8. Media AUDIO – VISUAL- GERAK, yaitu jenis media yang paling lengkap dalam arti penggunaan segala kemampuan audio, Gerak, dan visual; Contohnya: TV, Video Tape, Rekaman Film TV
9. Media AUDIO-VISUAL-DIAM, yaitu jenis media kedua dari segi kelengkapan kemampuannya, kecuali penampilan Gerak. Contohnya: Film Strip Bersuara, Rekaman Still TV.
10. Media AUDIO SEMI GERAK, yaitu jenis media yang memiliki kemampuan untuk menampilkan suara disertai gerakan titik secara inier, jadi tidak menampilkan secara utuh suatu gerak yang nyata; Contohnya: Media Board dan Telewriting.
11. Media VISUAL GERAK, yaitu jenis media yang memiliki kemampuan media golongan pertama, kecuali penampilan suara (audio). Contohnya: Film Bisu (*Silent Film*)
12. Media VISUAL DIAM, yaitu jenis media dengan

kemampuan menyampaikan informasi secara visual, tetapi tidak bisa menyajikan suara maupun motion (gerak). Contoh: Facimile, halaman cetak, film stripe, gambar, microform, Video file.

13. Media AUDIO, yaitu jenis media yang menggunakan suara semata-mata. Contoh: Radio, Telepon, Audio Disc, audio tape.
14. Media CETAK, yaitu jenis media yang mampu menampilkan informasi berupa alphanumeric dan Simbol-simbol tertentu saja. Contohnya: teletype, punched paper tape, Koran, dll.

Media-media yang telah dijelaskan di atas, menurut Anderson, (1976) dapat dikelompokkan menjadi media pembelajaran seperti dalam daftar berikut ini:

Tabel 2:

Klasifikasi Media menurut Anderson

KELOMPOK MEDIA	MEDIA INSTRUKSIONAL
-------------------	---------------------

KELOMPOK MEDIA	MEDIA INSTRUKSIONAL
1. Audio	pita audio (rol atau kaset) piringan audio radio (rekaman siaran)
2. Cetak	buku teks terprogram buku pegangan/manual buku tugas
3. Audio – Cetak	buku latihan dilengkapi kaset gambar/poster (dilengkapi audio)
4. Proyek Visual Diam	film bingkai (slide) film rangkai (berisi pesan verbal)
5. Proyek Visual Diam dengan Audio	film bingkai (slide) suara film rangkai suara
6. Visual Gerak	film bisu dengan judul (caption)
7. Visual Gerak dengan Audio	film suara video/vcd/dvd
8. Benda	benda nyata model tiruan (mock up)

KELOMPOK MEDIA	MEDIA INSTRUKSIONAL
9. Komputer	media berbasis komputer; CAI (Computer Assisted Instructional) & CMI (Computer Managed Instructiona

Dari segi kompleksitas dan besarnya biaya, Schramm membedakan antara media rumit mahal (*big media*) dan media sederhana/murah (*little media*). Schramm juga mengelompokkan media menurut kemampuan daya liputnya, yaitu (1) liputan luas dan serentak seperti televisi, radio dan faximile, (2) liputan terbatas pada tempat/ruangan seperti film suara, film bisu, video tape, film rangkai suara, poster, foto, papan tulis, dan sebagainya, dan (3) media untuk belajar individual (mandiri) seperti buku, modul, program belajar dengan komputer dan telepon.

Media adalah bagian yang tidak terpisahkan dari proses belajar mengajar. Istilah media merupakan bentuk jamak dari medium yang secara harfiah berarti tengah, perantara atau pengantar (Azhar Arsyad, 2004). Olson dalam Yusufhadi Miarso (2004), mendefinisikan medium sebagai teknologi untuk menyajikan, merekam, membagi, dan mendistribusikan simbol melalui rangsangan indera tertentu, disertai penstrukturan informasi. Secara lebih khusus, pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung di artikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal (Gerlach & Ely, dalam Azhar Arsyad, 2004).

Pada pembahasan tentang media, istilah media pendidikan dan media pembelajaran pada beberapa literatur menunjukkan makna yang sama dan dapat digunakan secara bergantian (Yusufhadi Miarso, 2004). Gagne dalam Yusufhadi Miarso (2004), menyatakan bahwa media pendidikan adalah berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsang siswa untuk belajar. Sementara itu Briggs mengemukakan

bahwa media pembelajaran adalah sarana untuk memberikan perangsangan bagi si belajar agar proses belajar terjadi. Selanjutnya Yusufhadi Miarso (2004) menyatakan bahwa media pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan untuk menyalurkan pesan serta dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan siswa sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar yang disengaja, bertujuan dan terkendali.

Secara umum, media pembelajaran mempunyai kegunaan-kegunaan sebagai berikut (Yusufhadi Miarso, 2004) :

- a. Media mampu memberikan rangsangan yang bervariasi kepada otak, sehingga otak dapat berfungsi secara optimal.
- b. Media dapat mengatasi keterbatasan pengalaman yang dimiliki oleh siswa.

Kehidupan keluarga dan masyarakat sangat menentukan pengalaman yang dimiliki. Ketersediaan buku dan bacaan lain, kesempatan bepergian dan sebagainya

adalah faktor yang menentukan kekayaan pengalaman anak. Jika dalam mengkongkritkan suatu materi ajar, siswa tidak mungkin untuk dibawa ke objek yang dipelajari maka objek yang dibawa ke siswa melalui media.

- c. Media dapat melampaui batas ruang kelas.
- d. Media memungkinkan adanya interaksi langsung antara siswa dan lingkungannya.
- e. Media menghasilkan keseragaman pengamatan. Pengamatan yang dilakukan bisa bersama-sama diarahkan kepada hal-hal yang dimaksudkan oleh guru.
- f. Membangkitkan keinginan dan minat baru.
- g. Media membangkitkan motivasi dan merangsang untuk belajar.
- h. Media memberikan pengalaman yang integral (menyeluruh) dari sesuatu yang kongkrit maupun abstrak. Sebuah film atau serangkaian foto dapat memberikan imajinasi yang kongkret tentang wujud, ukuran, lokasi, dan sebagainya.

- i. Media memberikan kesempatan untuk belajar mandiri, pada tempat, waktu serta kecepatan yang ditentukan sendiri.
- j. Media meningkatkan kemampuan keterbacaan baru (*new literacy*) yaitu kemampuan untuk membedakan dan menafsirkan objek, tindakan, dan lambang yang tampak, baik yang dialami maupun buatan manusia yang terdapat dalam lingkungan.
- k. Media mampu meningkatkan efek sosialisasi, yaitu dengan meningkatkan kesadaran akan dunia sekitar.
- l. Media dapat meningkatkan kemampuan ekspresi diri siswa maupun guru. Perkembangan media pembelajaran mengikuti perkembangan teknologi.

Berdasarkan perkembangan teknologi. Menurut Ashby (dalam Yusufhadi Miarso, 2004) perkembangan media telah menimbulkan empat kali revolusi dunia pendidikan. Seels dan Richey (dalam Azhar Arsyad, 2004) membagi media pembelajaran dalam empat kelompok, yaitu:

a. Media hasil teknologi cetak

Media hasil teknologi cetak adalah cara untuk menghasilkan atau menyampaikan materi melalui

proses pencetakan mekanis atau fotografis. Kelompok media hasil teknologi cetak meliputi teks, grafik, foto, dan representasi fotografik. Materi cetak dan visual merupakan pengembangan dan penggunaan kebanyakan materi pengajaran lainnya. Teknologi ini menghasilkan materi dalam bentuk salinan tercetak, contohnya buku teks, modul, majalah, *hand-out*, dan lain- lain.

b. Media hasil teknologi *audio-visual*

Media hasil teknologi audio-visual menghasilkan atau menyampaikan materi dengan menggunakan mesin-mesin mekanis dan elektronik untuk menyajikan pesan-pesan audio dan visual. Contohnya proyektor film, televisi, video, dan sebagainya.

c. Media hasil teknologi berbasis komputer

Media hasil teknologi berbasis komputer merupakan cara menghasilkan atau menyampaikan materi dengan menggunakan sumber-sumber yang berbasis mikro-prosesor. Berbagai jenis aplikasi teknologi berbasis komputer dalam

pengajaran umumnya dikenal sebagai *computer-assisted instruction* (pengajaran dengan bantuan komputer).

d. Media hasil teknologi gabungan

Media hasil teknologi gabungan adalah cara untuk menghasilkan atau menyampaikan materi yang menggabungkan beberapa bentuk media yang dikendalikan oleh komputer. Perpaduan beberapa teknologi ini dianggap teknik yang paling canggih. Contohnya: *teleconference*.

Nana Sudjana dan Ahmad Rivai (2001:2) mengatakan bahwa media pembelajaran dapat mempertinggi proses belajar siswa dalam pembelajaran yang pada gilirannya diharapkan dapat mempertinggi hasil belajar yang dicapainya. Alasannya berkenaan dengan manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa yakni :

- a. Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar,

- b. Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga akan lebih dipahami oleh para siswa dan memungkinkan siswa menguasai tujuan pembelajaran lebih baik,
- c. Metode mengajar akan lebih bervariasi,
- d. Siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan dan lain-lain.

F. Jenis-jenis Sumber Belajar

Ada berbagai jenis sumber belajar. Sumber-sumber itu meliputi pesan (*messages*) yaitu informasi yang ditransmisikan oleh komponen lain dalam bentuk ide, fakta, arti dan kata, orang (*people*) yaitu manusia yang bertindak sebagai penyimpan, pengelola dan penyaji pesan, bahan (*materials*) yang perangkat lunak yang mengandung pesan untuk disajikan melalui penggunaan alat atau oleh dirinya sendiri, peralatan (*devices*), yaitu perangkat keras yang digunakan untuk menyampaikan

pesan yang tersimpan dalam bahan teknik (*techniques*) yaitu prosedur atau acuan yang dipersiapkan untuk menggunakan bahan, peralatan, orang dan lingkungan untuk menyampaikan pesan. Contoh belajar permainan simulasi, belajar terprogram, demonstrasi, dan lain-lain, dan latar (*setting*) yaitu situasi sekitar dimana pesan disampaikan, lingkungan bisa bersifat fisik (gedung, sekolah, perpustakaan, laboratorium auditorium, taman, dan lain lain) maupun non fisik (suasana belajar, dan lain lain).

Komponen-komponen sumber belajar yang tersebut di atas digambarkan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1: Komponen Sumber Belajar

Sumber/Komponen	Definisi	Contoh
Pesan	Informasi yang akan disampaikan oleh komponen yang lain; dapat berbentuk ide, fakta makna dan	Berbagai jenis bidang studi/materi pelajaran misalnya: sejarah, hukum,

Sumber/Komponen	Definisi	Contoh
	data	kejuaran dunia olah raga, perubahan kata kerja “to be”
Orang	Orang-orang yang bertugas menyimpan dan atau menyalurkan pesan	Guru, siswa, aktor, pembicara
Bahan	Barang-barang (biasa disebut Media atau perangkat lunak) yang biasanya menyimpan pesan untuk disalurkan melalui peralatan, kadang-kadang dapat juga menyajikan pesan	Transparansi, film bingkai, pita video, bahan pengajaran terprogram, program komputer, buku, jurnal

Sumber/Komponen	Definisi	Contoh
	tanpa bantuan peralatan	
Alat	Barang-barang (yang biasa disebut perangkat keras) yang digunakan untuk menyalurkan pesan yang tersimpan pada bahan	Proyektor Transparansi (OHP), Video recorder, pesawat televisi, radio tape recorder, peralatan komputer, unit untuk penyaji informasi
Teknik	Prosedur rutin atau pedoman langkah-langkah menggunakan bahan, peralatan, lingkungan dan orang yang	Komputer pembantu pembelajaran; pembelajaran terprogram, simulasi, permainan,

Sumber/Komponen	Definisi	Contoh
	menyampaikan pesan	belajar menyelidik dan menemukan, pengajaran oleh tim, pembelajaran individual, pembelajaran suai-diri, pembelajaran kelompok, kuliah, ceramah, diskusi
Latar	Lingkungan di mana Pesan diterima	<i>Lingkungan Fisik:</i> Gedung Sekolah, Pusat, Bahan Instruktur, Perpustakaan,

Sumber/Komponen	Definisi	Contoh
		Studio, Ruang Kelas, Auditorium. <i>Lingkungan Non Fisik:</i> Penerangan, sirkulasi udara, tata suara (akustik)

Dari beberapa jenis sumber belajar tersebut di atas, dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok jenis sumber belajar, yaitu :

3. Sumber belajar yang didesain (*by design*) yaitu sumber-sumber yang secara khusus dikembangkan sebagai komponen sistem instruksional yang diharapkan dapat membantu kemudahan kegiatan belajar yang bersifat formal dan mempunyai tujuan tertentu. Sumber belajar jenis ini memerlukan keterampilan dan keahlian khusus dari guru sebagai

perancang pembelajaran.

4. Sumber belajar yang dimanfaatkan (*by utilization*) yaitu sumber-sumber yang tidak secara khusus didesain untuk keperluan pembelajaran namun dapat ditemukan, diterapkan dan digunakan untuk keperluan belajar. Sumber belajar jenis ini biasanya dapat ditemui di pasaran atau toko-toko buku yang dapat dibeli untuk memenuhi kepentingan proses pembelajaran.

Dalam konteks teknologi instruksional (pembelajaran), sumber belajar merupakan “komponen sistem instruksional” yang merupakan sumber-sumber belajar yang disusun terlebih dahulu dalam proses desain atau pemilihan dan pemanfaatan, dan dikombinasikan menjadi sistem instruksional yang lengkap, untuk mewujudkan terlaksananya proses belajar yang bertujuan dan terkontrol. Dan oleh karenanya, suatu kegiatan belajar mengajar akan lebih efektif dan efisien dalam usaha pencapaian tujuan pembelajarannya jika melibatkan komponen sumber belajar secara terencana. Sebab sumber belajar adalah sebagai komponen penting dan sangat besar

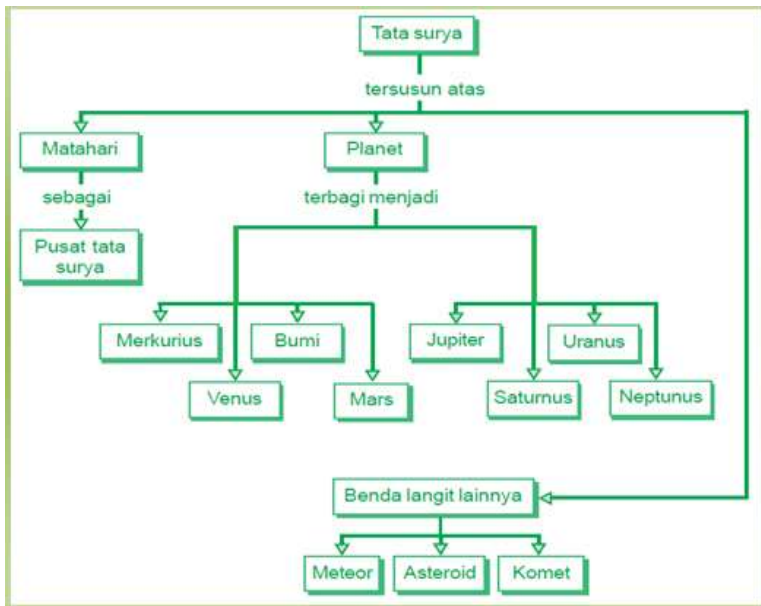
manfaatnya dalam membantu keberhasilan proses belajar mengajar.

3

TATA SURYA

A. PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas suatu sistem, dimana matahari sebagai pusat peredaran, yaitu sistem tata surya. Untuk mempermudah memahami konsep tata surya, perhatikan peta konsep berikut:



Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari tata surya, yaitu:

Kompetensi Dasar
Mendeskripsikan sistem tata surya, matahari sebagai pusat tata surya, serta posisi dan karakteristik anggota tata surya
Tujuan Pembelajaran
⇒ Menyebutkan teori asal-usul tata surya ⇒ Mendeskripsikan anggota tata surya ⇒ Mendeskripsikan matahari sebagai salah satu bintang dan pusat tata surya ⇒ Mendeskripsikan posisi dan karakteristik planet ⇒ Mendeskripsikan posisi dan karakteristik anggota tata surya lainnya (satelit, meteor, asteroid, komet)

B. Strategi dan Media Pembelajaran

Strategi : pendekatan PAIKEM (seeing how it is)

Media : animasi sistem tata surya pada powerpoint

1. Sistem Tata Surya

Sistem tata surya adalah suatu sistem organisasi yang teratur pada Matahari. Artinya Matahari sebagai induk (pusat peredaran) dikelilingi oleh pengikut-pengikutnya, yaitu planet, satelit, asteroid, komet, dan meteor. Semua pengikut Matahari tersebut bergerak

mengelilingi dalam garis edar tertentu yang berbentuk elips dipengaruhi oleh gaya gravitasi matahari.

2. Teori Asal-usul Tata Surya

Meskipun sudah banyak penelitian, pendapat terkait asal-usul tata surya masih dalam tingkat teori. Ada beberapa teori terkait asal-usul tata surya, diantaranya:

- a. *Teori nebula atau teori kabut.*** Teori ini mengemukakan bahwa pada tahap awal tata surya masih berupa kabut raksasa. Kabut ini terbentuk dari debu, es dan gas yang disebut nebula, serta unsur gas yang sebagian besar hidrogen. Gaya gravitasi yang dimilikinya menyebabkan kabut itu menyusut dan berputar dengan arah tertentu. Selanjutnya, suhu kabut memanas dan akhirnya menjadi bintang raksasa yang disebut Matahari. Matahari raksasa terus menyusut dan berputar semakin cepat. Cincin-cincin gas dan es terlontar ke sekeliling Matahari akibat gaya gravitasi. Gas-gas tersebut memadat seiring dengan penurunan suhunya dan membentuk planet-planet.

- b. *Teori planetesimal.*** Teori ini mengatakan tata surya terbentuk akibat adanya bintang lain yang lewat cukup dekat dengan Matahari, pada masa pembentukan Matahari. Karena jarak yang dekat tersebut, kemudian terjadi benjolan pada permukaan Matahari, dan bersama dengan proses internal matahari, bintang lain tersebut menarik materi berulang-ulang dari Matahari. Efek gravitasi bintang mengakibatkan terbentuknya dua lengan spiral yang memanjang dari Matahari. Sementara sebagian besar materi tertarik kembali, sebagian lain tetap berada di orbit, mendingin dan memadat, menjadi benda-benda berukuran kecil yang disebut planetesimal dan beberapa yang besar sebagai protoplanet. Objek-objek tersebut bertabrakan dari waktu ke waktu dan membentuk planet dan bulan, sedangkan sisa materi lainnya menjadi komet dan asteroid.
- c. *Teori pasang surut bintang.*** Menurut teori ini, planet terbentuk karena mendekatnya bintang lain kepada Matahari. Keadaan yang hampir bertabrakan ini menyebabkan tertariknya sejumlah besar materi dari

Matahari dan bintang lain tersebut oleh gaya pasang surut bersama mereka, yang kemudian terkondensasi menjadi planet.

- d. **Teori kondensasi.** Teori ini mengatakan tata surya terbentuk dari bola kabut raksasa yang berputar membentuk cakram raksasa.
- e. **Teori bintang kembar.** Menurut teori ini dahulu tata surya berupa dua bintang yang hampir sama ukurannya dan letaknya pun berdekatan. Selanjutnya, salah satunya meledak menjadi serpihan-serpihan kecil. Serpihan itu terperangkap oleh gravitasi bintang yang tidak meledak dan mulai mengelilinginya.

3. Posisi dan Karakteristik Anggota Tata Surya

Anggota tata surya merupakan benda-benda angkasa yang pergerakannya selalu dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Anggota tata surya terdiri dari Matahari, delapan buah planet yang sudah diketahui dengan orbit tertentu yang berbentuk elips, lima planet kerdil, 173 satelit alami yang telah diidentifikasi, dan jutaan benda langit (meteor,



asteroid, komet) lainnya. Gambar 2.1 menunjukkan posisi anggota tata surya.

Gambar 3.1 Posisi anggota tata surya

Setiap anggota tata surya memiliki karakteristik yang berbeda satu dengan yang lainnya. Adapun karakteristik masing-masing anggota tata surya adalah sebagai berikut:

a. Matahari

Menurut para ahli, suhu atau panas di permukaan matahari mencapai sekitar 5.500 °C, sedangkan suhu di dalam inti matahari sangat panas, yaitu sekitar 15 juta °C. Karena suhunya yang sangat tinggi, maka seluruh matahari terdiri dari gas, tidak ada benda padat atau benda cair. Jarak matahari dari bumi sekitar 150 juta kilometer. Jarak ini adalah posisi yang tepat untuk kelangsungan kehidupan makhluk hidup di bumi. Apabila bumi lebih

dekat lagi dengan matahari, maka bumi akan terbakar. Sementara itu, jika bumi pada posisi yang lebih jauh lagi, maka bumi akan membeku.

b. Planet

Planet adalah sebuah benda langit yang tidak memiliki sumber cahaya sendiri dan bergerak mengelilingi matahari dalam garis edar tertentu. Selain bergerak mengelilingi matahari, planet juga berputar pada porosnya dengan gerakan umumnya berlawanan dengan arah jarum jam. Benda langit dinamakan planet jika memenuhi syarat-syarat berikut:

- a) Mengorbit matahari.
- b) Berukuran cukup besar, sehingga mampu mempertahankan bentuk bulat.
- c) Memiliki jalur orbit yang jelas dan bersih, artinya tidak ada benda lain pada orbit tersebut

Berikut posisi dan karakteristik planet, yaitu mulai yang terdekat sampai yang terjauh dari matahari.

(1) Merkurius

Planet Merkurius kering, sangat panas, dan hampir tidak ada udara. Di Merkurius hampir tidak ada atmosfer

yang memantulkan cahaya matahari. Oleh karena itu, suhu di permukaan Merkurius dapat mengalami perubahan yang cukup drastis, yaitu 430 °C pada siang hari dan -170 °C pada malam hari. Merkurius berotasi sangat lambat. Kala rotasi Merkurius adalah 59 hari. Namun, peredaran Merkurius dalam mengelilingi Matahari sangat cepat, hanya membutuhkan 88 hari untuk satu kali putaran.

(2) *Venus*

Venus adalah planet terpanas dalam tata surya. Venus diselubungi oleh awan gas tebal yang beracun. Permukaan Venus sangat panas dan kering. Suhu di permukaan Venus mencapai 450 °C. Venus beredar mengelilingi Matahari dalam 225 hari. Rotasi Venus tergolong sangat lambat, yaitu 243 hari.

(3) *Bumi*

Menurut ahli astronomi, Bumi adalah satu-satunya planet di alam semesta yang dihuni oleh makhluk hidup. Bumi memiliki dua komponen penting penunjang kehidupan, yaitu unsur air dan udara. Sekitar dua pertiga permukaan bumi ditutupi oleh air, sedangkan lapisan udara yang menyelimuti bumi disebut atmosfer. Lapisan

atmosfer menjaga Bumi agar tidak terlalu panas atau terlalu dingin. Bumi membutuhkan satu hari (24 jam) untuk sekali berotasi. Waktu yang diperlukan Bumi dalam mengelilingi Matahari adalah 365,25 hari atau yang disebut satu tahun. Dalam peredarannya mengelilingi Matahari, Bumi didampingi oleh sebuah benda, yaitu satelit bumi yang disebut bulan.

(4) Mars

Jarak Mars lebih jauh dibandingkan jarak Bumi, bila diukur dari Matahari. Akibatnya, suhu di Mars jauh lebih dingin daripada Bumi. Suhu rata-rata Planet Mars sekitar $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Waktu yang diperlukan Mars untuk berotasi satu kali hampir sama dengan Bumi yaitu 24,6 jam. Sementara itu, Mars membutuhkan waktu 1,9 tahun untuk berevolusi.

(5) Jupiter

Jupiter adalah planet terbesar, sehingga disebut sebagai planet raksasa. Ukurannya sebelas kali lebih besar daripada Bumi. Kekuatan gravitasi Jupiter 2,4 kali lebih besar daripada di Bumi. Untuk beredar mengelilingi Matahari, Jupiter memerlukan waktu 11,9 tahun.

Sementara itu, waktu yang dibutuhkan adalah 9,8 jam untuk berotasi. Jupiter mempunyai 16 buah satelit yang mengelilinginya.

(6) *Saturnus*

Dalam peredarannya mengelilingi Matahari, Saturnus membutuhkan waktu 29,5 tahun. Rotasi Saturnus sangat cepat, yaitu 10,6 jam. Permukaan planet ini diselimuti awan tebal dengan suhu mencapai $-176\text{ }^{\circ}\text{C}$. Saturnus memiliki 18 Satelit. Saturnus termasuk planet yang memiliki cincin.

(7) *Uranus*

Planet Uranus adalah planet yang dingin dan gelap dengan suhu sekitar $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uranus memerlukan waktu 84 tahun dalam satu kali melakukan revolusi. Sementara itu, untuk berotasi satu kali, Uranus membutuhkan waktu 17 jam. Uranus dikelilingi oleh lima belas buah satelit dan sekitar sebelas cincin tipis.

(8) *Neptunus*

Neptunus memerlukan waktu 164,8 tahun untuk satu kali revolusi. Sementara itu, untuk berputar pada porosnya, Neptunus memerlukan waktu selama 22 hari.

Suhu di permukaan Neptunus mencapai $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Neptunus memiliki delapan satelit. Triton adalah satelit terbesar Neptunus, merupakan benda angkasa paling dingin di dalam tata surya.

c. Satelit

Satelit adalah benda langit yang bergerak mengelilingi planet tertentu. Oleh sebab itu satelit disebut juga pengiring planet. Satelit memiliki orbit peredaran sendiri dan bersama-sama planet bergerak mengelilingi matahari. Satelit dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu satelit alam dan satelit buatan. Satelit alam adalah satelit yang telah ada secara alami dalam tata surya, bukan buatan manusia. Satelit buatan adalah satelit yang sengaja dibuat manusia dan diluncurkan ke angkasa untuk tugas khusus. Tugas satelit antara lain untuk keperluan sarana komunikasi, penelitian tentang cuaca, penelitian benda-benda langit, sarana pemandu pelayaran dan penerbangan, siaran radio dan televisi, serta untuk keperluan pemetaan keadaan permukaan bumi serta hasil kekayaan alam yang terkandung dalam perut bumi.

d. Meteor

Meteor merupakan benda-benda langit kecil yang juga mengelilingi Matahari dan jumlahnya sangat banyak. Sering beberapa diantara meteor jatuh ke Bumi. Meteor yang jatuh ke Bumi akan bergesekan dengan atmosfer Bumi dan terbakar, hingga meteor biasanya akan habis dahulu sebelum mencapai permukaan Bumi. Gesekan meteor dan atmosfer Bumi menghasilkan sinar yang nampak sebagai bintang jatuh atau bintang pijar. Batu meteor yang berhasil mencapai permukaan Bumi disebut meteorit. Batu ini akan meninggalkan bekas berupa kawah pada permukaan Bumi.

e. Komet

Komet adalah benda langit yang kecil yang bergerak mengelilingi Matahari dalam orbit elips. Komet sebenarnya berupa butiran-butiran es dan batuan yang membentuk bola besar. Komet terdiri atas inti serta lapisan seperti awan kabut yang menyelimuti inti dan sering memanjang membentuk ekor. Oleh sebab itu, komet sering disebut bintang berekor. Ekor komet ini terjadi karena ketika komet mendekati Matahari, komet mendapat dorongan angin matahari, sehingga ekor komet yang

berpijar berada di belakangnya (selalu membelakangi Matahari).

f. Asteroid

Asteroid disebut juga planetoid. Asteroid atau planetoid sebenarnya merupakan planet-planet kecil yang bergerak mengelilingi Matahari. Benda langit tersebut disebut planetoid karena mirip dengan planet, dan disebut asteroid karena mirip bintang. Orbit asteroid berada di antara orbit Mars dan Jupiter. Diameter asteroid rata-rata 2 km dengan bentuk sisi yang beraturan. Bentuk lintasan asteroid menyerupai lingkaran dan kebanyakan berada di sabuk asteroid.



Latihan

-
1. Penyebab planet-planet tetap berada pada lintasan edarnya adalah...
 - a. gaya gravitasi bumi
 - b. gaya gravitasi bulan

- c. gaya gravitasi matahari
 - b. gaya gravitasi semesta
2. Pernyataan berkaitan dengan meteoroid dan meteorit adalah...
- a. meteoroid adalah sisa-sisa meteorit yang sampai di bumi
 - b. meteoroid berbentuk padat, meteorit berbentuk gas
 - c. ukuran meteorit pasti lebih kecil dari meteoroid asalnya
 - d. meteorit adalah bintang berekor
3. Planet terbesar dalam tata surya kita adalah...
- a. Uranus
 - b. Jupiter
 - c. Mars
 - d. Venus
4. Posisi ekor komet terhadap matahari adalah...
- a. selalu mendekati
 - b. selalu tegak lurus
 - c. selalu menjauhi
 - d. terkadang mendekat, terkadang menjauh
5. Orbit asteroid banyak terdapat diantara...

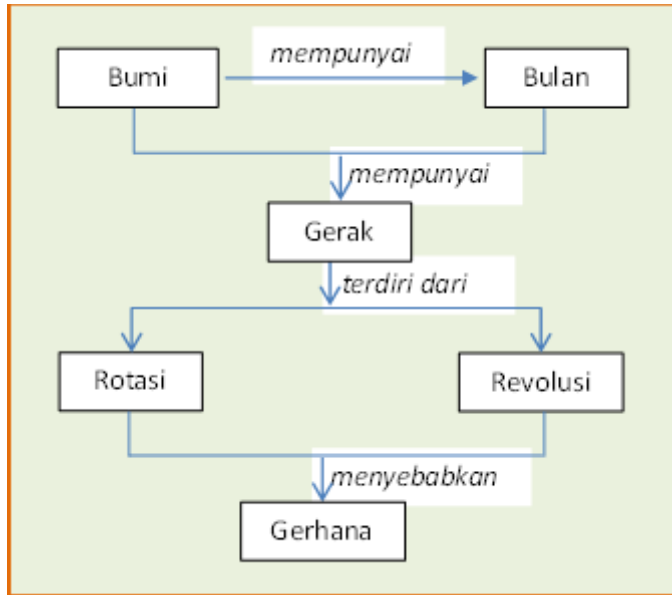
- a. Merkurius dan Venus
- b. Bumi dan Mars
- c. Venus dan Bumi
- d. Mars dan Jupiter



GERAK BUMI DAN BULAN

A. PENDAHULUAN

Bumi tidak pernah berhenti berputar, namun kita tidak merasakan gerakan tersebut. Bab ini akan membahas gerak apa saja yang dilakukan bumi dan satelitnya (bulan), serta akibat gerakan tersebut. Untuk mempermudah memahami konsep gerak bumi dan bulan, perhatikan peta konsep berikut:



Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari gerak bumi dan bulan, yaitu:

Kompetensi Dasar
Mendeskripsikan peristiwa rotasi bumi, revolusi bumi, revolusi bulan, dan peristiwa terjadinya gerhana bulan dan gerhana matahari
Tujuan Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Menjelaskan rotasi bumi dan akibatnya dalam kehidupan ⇒ Menjelaskan revolusi bumi dan akibatnya dalam kehidupan ⇒ Menjelaskan revolusi bulan dan fase peredaran bulan dalam sekali revolusi

- ⇒ Mendeskripsikan terjadinya gerhana bulan dan jenisnya
- ⇒ Mendeskripsikan terjadinya gerhana matahari dan jenisnya

B. Strategi dan Media Pembelajaran

Strategi : pendekatan PAIKEM (seeing how it is)

Media : animasi gerak bumi dan bulan pada powerpoint

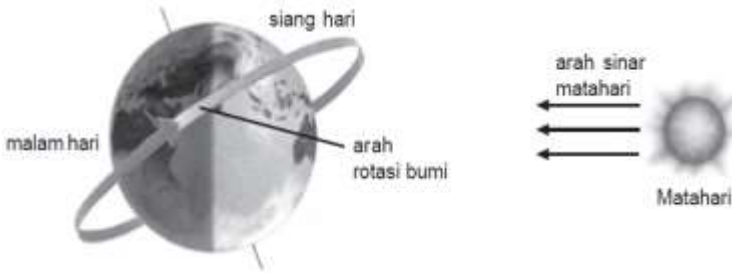
1. Rotasi Bumi

Rotasi bumi adalah perputaran bumi pada porosnya. Bumi berputar dari Barat ke Timur. Bumi memerlukan waktu 24 jam untuk satu kali berotasi. Rotasi bumi menyebabkan gejala alam yang dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari. Berikut ini akibat dari rotasi bumi.

a. Terjadinya Siang dan Malam

Siang dan malam terjadi karena bumi beredar mengelilingi Matahari sambil berputar pada porosnya. Seiring dengan putaran bumi, maka masing-masing bagian bumi bergantian dalam memperoleh sinar matahari. Ketika bagian bumi mendapat cahaya matahari, daerah tersebut mengalami siang hari. Sebaliknya, bagian bumi lain yang

tidak mendapat sinar matahari mengalami malam hari (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Rotasi bumi mengakibatkan terjadinya siang dan malam

b. Terjadinya Gerak Semu Harian Matahari

Matahari terlihat seolah-olah bergerak dari Timur, melintasi langit dan pada senja hari matahari terbenam di ufuk sebelah Barat. Pergerakan matahari seperti ini bukanlah gerak matahari yang sebenarnya, akan tetapi terjadi akibat adanya perputaran bumi pada porosnya (rotasi) selama sehari semalam. Peristiwa pergerakan matahari semacam ini dinamakan *gerak semu harian matahari*. Gerak semu harian matahari mengakibatkan perubahan posisi matahari setiap harinya. Matahari terlihat terbit di timur dan tenggelam di barat. Padahal gerak semu

ini teramati karena *bumi yang berotasi dengan arah sebaliknya, dari barat ke timur*. Kesan semu muncul dari sudut pandang pengamat di bumi bahwa mataharilah yang bergerak mengelilingi.

c. Terjadinya perbedaan waktu

Akibat rotasi bumi dari arah barat ke timur akan terjadi peristiwa siang dan malam. Peristiwa tersebut menyebabkan adanya perbedaan waktu. Bumi membutuhkan waktu 24 jam untuk melakukan satu putaran. Tepatnya 23 jam 56 menit 4 detik. Sekali rotasi, Bumi menempuh 3.600 bujur selama 24 jam. Artinya 15 derajat (bujur) ditempuh selama empat menit. Dengan demikian, tempat-tempat yang berbeda 15 derajat akan berbeda waktu empat menit.

Indonesia juga mengalami perbedaan waktu. Oleh sebab itu, dibuatlah sistem pembagian waktu. Indonesia dibagi menjadi tiga daerah waktu, yaitu Waktu Indonesia Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA), dan Waktu Indonesia Timur (WIT). Setiap daerah memiliki selisih waktu 1 jam dengan daerah lainnya.

2. Revolusi Bumi

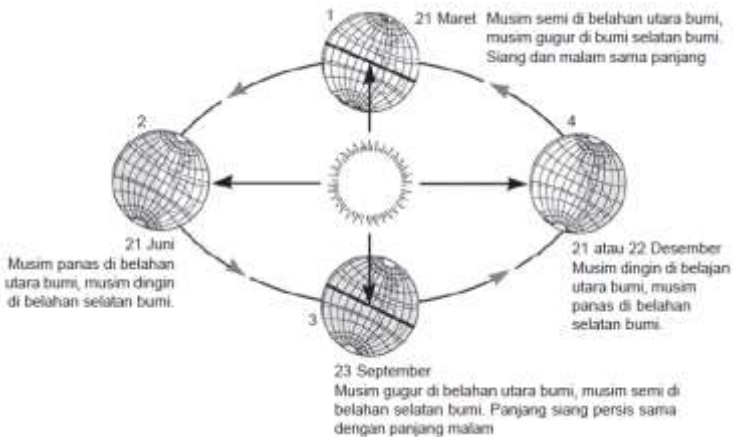
Revolusi bumi adalah peredaran Bumi mengelilingi Matahari. Bumi melakukan rotasi bersamaan dengan melakukan revolusi. Arah gerak revolusi bumi sama dengan arah gerak rotasi bumi, yaitu dari Barat ke Timur. Bumi memerlukan waktu 365,25 hari atau satu tahun untuk sekali berevolusi. Ketika berevolusi, sumbu bumi miring dengan arah yang sama yaitu $23,5^\circ$ dari garis tegak lurus pada bidang edar (ekliptika). Sama halnya rotasi bumi, revolusi bumi juga menyebabkan gejala alam. Berikut ini akibat dari revolusi bumi.

a. Terjadinya perubahan musim

Perputaran bumi mengelilingi Matahari pada sudut tertentu adalah penyebab terjadinya pergantian musim. Di Bumi ini terdapat empat musim, yaitu musim semi, panas, gugur, dan dingin. Musim terjadi karena poros bumi selalu miring saat mengelilingi Matahari. Akibatnya, belahan bumi utara dan belahan bumi selatan selalu bergantian ketika condong menghadap Matahari. Saat belahan bumi selatan condong menghadap Matahari, di tempat itu

mengalami musim panas, sedangkan di belahan bumi utara mengalami musim dingin.

Perubahan musim terutama terjadi di belahan bumi utara dan selatan. Daerah di Bumi yang berada di sekitar khatulistiwa, seperti Indonesia, selalu menerima pancaran sinar matahari yang hampir sepanjang waktu. Akibatnya, di daerah khatulistiwa perubahan musim tidak terlalu dirasakan. Biasanya, di daerah khatulistiwa ini terjadi musim kemarau dan musim hujan. Perhatikan Gambar 3.2 dan Tabel 3.1.



Gambar 3.2 Pergantian musim di dunia

Tabel 4.1 Pergantian musim di dunia

Belahan	Musim			
	21 Des-21	21 Mar-21	21 Juni-23	23 Sept-21

Bumi	Mar	Juni	Sept	Des
Utara	Dingin	Semi	Panas	Gugur
Selatan	Panas	Gugur	Dingin	Semi

b. Terjadinya perubahan lamanya waktu siang dan malam di belahan bumi utara dan selatan

Revolusi bumi mengakibatkan belahan bumi utara dan selatan mengalami panjang waktu siang dan malam yang selalu berubah di sepanjang tahun. Perubahan ini terjadi karena sumbu bumi memiliki kemiringan sebesar $23,5^\circ$. Daerah khatulistiwa tidak mengalami hal ini, dimana panjang siangnya selalu mendekati 12 jam setiap hari.

1) Antara tanggal 21 Maret – 23 September

- a) Kutub utara mendekati matahari, sedangkan kutub selatan menjauhi matahari.
- b) Belahan bumi utara menerima sinar matahari lebih banyak daripada belahan bumi selatan.
- c) Panjang siang di belahan bumi utara lebih lama daripada di belahan bumi selatan.
- d) Ada daerah di sekitar kutub utara yang mengalami siang 24 jam dan ada daerah di sekitar kutub selatan yang mengalami malam 24 jam.

2) *Antara tanggal 23 September – 21 Maret*

- a) Kutub selatan lebih mendekati matahari, sedangkan kutub utara lebih menjauhi matahari.
- b) Belahan bumi selatan menerima sinar matahari lebih banyak daripada belahan bumi utara.
- c) Panjang siang di belahan bumi selatan lebih lama daripada di belahan bumi utara.
- d) Ada daerah di sekitar kutub utara yang mengalami malam 24 jam dan ada daerah di sekitar kutub selatan yang mengalami siang 24 jam

3) *Pada tanggal 21 Maret dan 23 Desember*

- a) Kutub utara dan kutub selatan berjarak sama ke matahari.
- b) Belahan bumi utara dan belahan bumi selatan menerima sinar matahari sama banyaknya.
- c) Panjang siang dan malam sama di seluruh belahan bumi.
- d) Di daerah khatulistiwa matahari tampak melintas tepat di atas kepala

c. *Terjadinya gerak semu tahunan matahari*

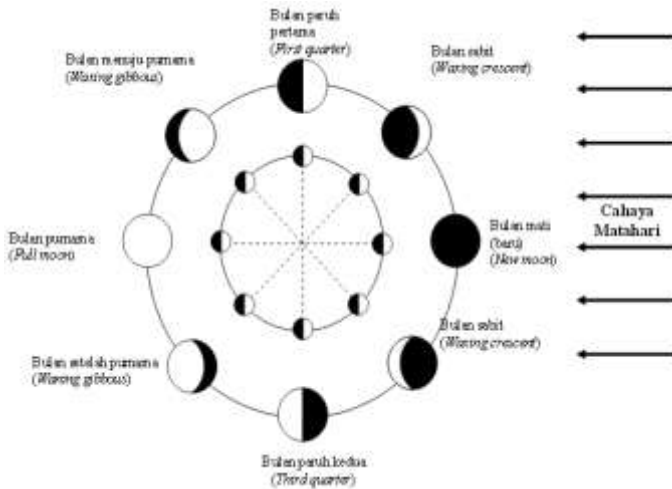
Pergeseran posisi matahari ke arah belahan bumi utara (22 Desember – 21 Juni) dan pergeseran posisi matahari dari belahan bumi utara ke belahan bumi selatan (21 Juni – 21 Desember) disebut gerak semu harian matahari. Disebut demikian karena sebenarnya matahari tidak bergerak. Gerak itu akibat revolusi bumi dengan sumbu rotasi yang miring.

3. Revolusi Bulan

Sama halnya seperti Bumi, Bulan juga selalu bergerak. Pergerakan Bulan dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu gerakan berputar pada porosnya, gerakan mengelilingi Bumi, dan gerakan bersama Bumi mengelilingi Matahari. Rotasi bulan adalah gerak perputaran Bulan pada porosnya. Waktu yang diperlukan Bulan untuk sekali berotasi adalah 29,5 hari atau satu bulan. Bulan berotasi dari Barat ke Timur. Rotasi Bulan tidak memberikan dampak apa pun terhadap kehidupan di Bumi.

Revolusi bulan adalah gerak perputaran Bulan dalam mengelilingi Bumi. Dalam mengelilingi Bumi, Bulan akan

akan tampak berbeda dari waktu ke waktu. Bagian Bulan yang tampak dari Bumi merupakan bagian permukaan Bulan yang terkena sinar Matahari. Dalam hal ini, luas bagian Bulan yang terkena sinar Matahari berubah-ubah. Dalam sekali revolusi, Bulan mengalami delapan fase. Apabila dirata-rata, setiap fase Bulan berlangsung selama lebih kurang 3 – 4 hari. Fase-fase peredaran bulan ditunjukkan seperti gambar berikut.



Gambar 4.3 Fase Peredaran Bulan

- 1) Hari pertama. Bulan berada pada posisi 0° . Bagian Bulan yang tidak terkena sinar Matahari

menghadap ke Bumi. Akibatnya, Bulan tidak tampak dari Bumi. Fase ini disebut Bulan baru.

- 2) Hari keempat. Bulan berada pada posisi 45° . Dilihat dari Bumi, Bulan tampak melengkung seperti sabit. Fase ini disebut Bulan sabit.
- 3) Hari kedelapan. Bulan berada pada posisi 90° . Bulan tampak berbentuk setengah lingkaran. Fase ini disebut Bulan paruh.
- 4) Hari kesebelas. Bulan berada pada posisi 135° . Dilihat dari Bumi, Bulan tampak seperti cakram. Fase ini disebut Bulan cembung.
- 5) Hari keempat belas. Bulan berada pada posisi 180° . Pada posisi ini, Bulan tampak seperti lingkaran penuh. Fase ini disebut Bulan purnama atau Bulan penuh.
- 6) Hari ketujuh belas. Bulan berada pada posisi 225° . Dilihat dari Bumi, penampakan Bulan kembali seperti cakram.
- 7) Hari kedua puluh satu. Bulan berada pada posisi 270° . Penampakan Bulan sama dengan Bulan pada

posisi 90° . Bulan tampak berbentuk setengah lingkaran.

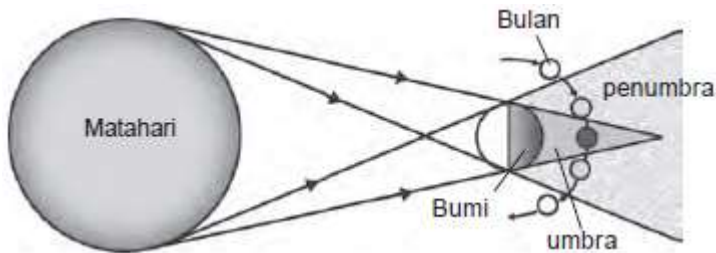
- 8) Hari kedua puluh lima. Bulan berada pada posisi 315° . Penampakan Bulan pada posisi ini sama dengan posisi Bulan pada 45° . Bulan tampak berbentuk seperti sabit. Selanjutnya, Bulan akan kembali ke kedudukan semula, yaitu Bulan mati. Posisi Bulan mati sama dengan posisi Bulan baru. Bedanya, Bulan baru menunjukkan fase awal, sedangkan Bulan mati menunjukkan fase akhir.

4. Gerhana Bulan dan Gerhana Matahari

Bumi beredar mengelilingi Matahari. Bulan beredar mengitari Bumi. Bumi dan Bulan bersama-sama beredar mengelilingi Matahari. Pergerakan Bumi dan Bulan ini menyebabkan terjadinya gejala alam yang disebut *gerhana*. Secara harfiah, gerhana dapat diartikan sebagai penggelapan cahaya suatu benda langit oleh benda langit lainnya. Ada dua (2) macam gerhana, yaitu gerhana Bulan dan gerhana Matahari.

a. Gerhana Bulan

Gerhana Bulan terjadi ketika posisi Matahari, Bumi, dan Bulan berada pada satu garis lurus. Posisi Bumi ada di antara Matahari dan Bulan. Akibatnya, Bulan tidak memperoleh sinar matahari, karena terhalang oleh Bumi. Gerhana Bulan terjadi pada malam hari. Coba perhatikan skema berikut ini.

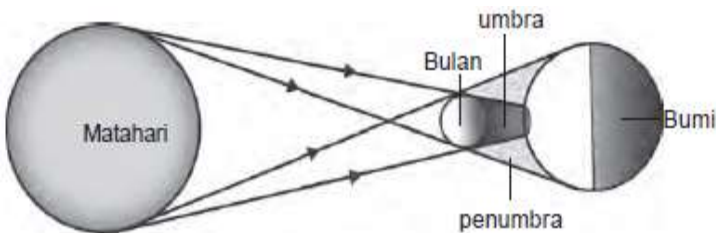


Gambar 4.4 Gerhana Bulan

Ada tiga tipe gerhana Bulan. *Pertama*, gerhana Bulan total, terjadi ketika Bulan masuk seluruhnya ke dalam kerucut umbra Bumi. *Kedua*, gerhana Bulan parsial, terjadi ketika hanya sebagian Bulan yang masuk ke dalam kerucut umbra Bumi. *Ketiga*, gerhana Bulan penumbra, terjadi ketika Bulan masuk ke dalam kerucut penumbra, dan tidak ada bagian Bulan yang masuk ke dalam kerucut umbra Bumi.

b. Gerhana Matahari

Gerhana matahari terjadi ketika Matahari, Bulan, dan Bumi berada dalam satu garis lurus. Kedudukan Bulan berada di tengah-tengah, di antara Matahari dan Bumi. Gerhana matahari terjadi pada siang hari. Posisi Bulan yang berada di tengah menyebabkan terhalangnya sinar matahari pada sebagian permukaan bumi untuk beberapa saat. Gerhana matahari terjadi ketika bulan sedang berada dalam fase bulan baru, ketika Bulan diapit oleh Matahari dan Bumi (Gambar 3.5).



Gambar 4.5 Gerhana Matahari

Gerhana Matahari dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu gerhana Matahari total, gerhana Matahari sebagian, dan gerhana Matahari cincin. Sebuah gerhana Matahari dikatakan sebagai gerhana total apabila saat puncak gerhana, piringan Matahari ditutup sepenuhnya oleh piringan Bulan. Pada saat itu, piringan Bulan sama besar

atau lebih besar dari piringan Matahari. Gerhana sebagian terjadi apabila piringan Bulan (saat puncak gerhana) hanya menutup sebagian dari piringan Matahari. Peristiwa ini dapat dialami oleh pengamat di Bumi yang berada di daerah penumbra.

Gerhana cincin terjadi apabila piringan Bulan (saat puncak gerhana) hanya menutup sebagian dari piringan Matahari. Gerhana jenis ini terjadi bila ukuran piringan Bulan lebih kecil dari piringan Matahari, sehingga ketika piringan Bulan berada di depan piringan Matahari, tidak seluruh piringan Matahari akan tertutup oleh piringan Bulan. Bagian piringan Matahari yang tidak tertutup oleh piringan Bulan, berada di sekeliling piringan Bulan dan terlihat seperti cincin yang bercahaya.



Latihan

1. Gerakan benda mengelilingi benda lain dinamakan...

- a. registrasi
 - b. revolusi
 - c. rotasi
 - d. resolusi
2. Salah satu akibat revolusi bumi mengelilingi matahari adalah...
- a. adanya efek Coriolis
 - b. adanya perbedaan percepatan gravitasi di beberapa tempat di bumi
 - c. terjadinya perubahan lama siang dan malam
 - d. adanya perbedaan waktu di beberapa tempat di bumi
3. Saat belahan bumi utara mengalami musim semi, belahan bumi selatan sedang mengalami musim...
- a. panas
 - b. dingin
 - c. gugur
 - d. semi
4. Gerhana matahari terjadi saat...

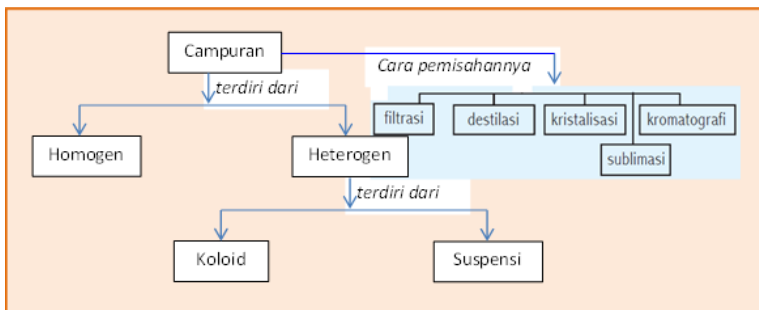
- a. bulan berada diantara bumi dan matahari
 - b. bumi berada diantara bulan dan matahari
 - c. matahari berada diantara bumi dan bulan
 - d. matahari, bumi dan bulan saling tegak lurus
5. Penanggalan yang dihitung berdasarkan revolusi bulan terhadap bumi adalah kalender...
- a. Julian
 - b. Masehi
 - c. Solar
 - d. Hijriah

5

CAMPURAN DAN LARUTAN

A. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sering ditemui beberapa produk yang merupakan campuran dari beberapa zat. Jika campuran tersebut memiliki komposisi merata di seluruh bagiannya (homogen), maka campuran tersebut dinamakan larutan. Untuk mempermudah memahami konsep campuran dan larutan, perhatikan peta konsep berikut:



Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari campuran dan larutan, yaitu:

Kompetensi Dasar

Membedakan campuran dan larutan melalui pengamatan
Tujuan Pembelajaran
⇒ Menggolongkan jenis campuran dalam kehidupan sehari-hari
⇒ Membedakan jenis larutan berdasarkan konsentrasi larutan
⇒ Mengetahui cara memisahkan campuran

B. Strategi dan Media Pembelajaran

Strategi : Metode Demonstrasi

Media : Air, Gula/Garam, Minyak, Susu, Pasir, Kopi, Tepung

1. Campuran

Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai campuran. Misal, air sungai, tanah, udara, makanan, minuman, larutan garam, larutan gula, dan lain sebagainya. Jadi, campuran adalah zat yang terbentuk dari beberapa jenis zat, yang sifat-sifat zat pembentuknya tetap (masih ada). Misalnya larutan gula, terbentuk oleh air dan gula, sifat gulanya masih ada dalam larutan, ditunjukkan rasa larutan manis.

Campuran dibagi menjadi dua jenis, yaitu campuran homogen dan campuran heterogen. Campuran homogen adalah campuran dua zat atau lebih, dimana semua zat

memiliki susunan yang seragam, sehingga sulit dibedakan antara komponen zat yang satu dengan yang lainnya. Beberapa contoh campuran homogen yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, yaitu cuka, sirup, dan panci *stainless steel*. Cuka dibuat dari campuran asam cuka pekat dengan air. Sirup terbuat dari campuran gula pasir, pewarna, dan air. Panci terbuat dari *stainless steel* atau baja tahan karat yang terbuat dari campuran besi, krom, dan nikel.

Campuran heterogen adalah campuran dua zat atau lebih, dimana zat penyusunnya tidak sama atau tidak seragam, sehingga masih bisa dibedakan antara partikel-partikel zat penyusunnya. Contoh campuran heterogen adalah campuran antara tanah dan batu kerikil, air kopi, campuran antara minyak dan air. Campuran heterogen dibedakan menjadi koloid dan suspensi. Suspensi merupakan campuran heterogen dua zat yang mengandung partikel padat, tampak keruh dan tidak stabil. Suspensi dapat dipisahkan dengan penyaringan. Contoh suspensi adalah campuran kapur dengan air. Koloid merupakan bentuk campuran heterogen dua zat yang tersebar merata

dalam mediumnya dan tidak dapat disaring dengan penyaring biasa, melainkan dengan penyaring ultra. Koloid umumnya keruh. Contoh koloid adalah susu.

2. Larutan

Larutan adalah campuran homogen yang terdiri dari dua atau lebih zat. Zat yang jumlahnya lebih sedikit di dalam larutan disebut zat terlarut atau solut, sedangkan zat yang jumlahnya lebih banyak daripada zat-zat lain dalam larutan disebut pelarut atau solven. Komposisi zat terlarut dan pelarut dalam larutan dinyatakan dalam *konsentrasi* larutan, sedangkan proses pencampuran zat terlarut dan pelarut membentuk larutan disebut *pelarutan* atau *solvasi*. Larutan encer adalah larutan yang mengandung sejumlah kecil solut dibanding solven. Sedangkan larutan pekat adalah larutan yang mengandung sebagian besar solut dibanding solven. Contoh larutan yang umum dijumpai adalah padatan yang dilarutkan dalam cairan, seperti garam atau gula dilarutkan dalam air. Gas juga dapat dilarutkan dalam cairan, misalnya karbon dioksida atau oksigen dalam air. Terdapat pula larutan padat, misalnya aloi (campuran logam) dan mineral tertentu.

Larutan dapat dibagi menjadi 3, yaitu:

- a) Larutan tak jenuh, larutan yang partikel-partikelnya tidak tepat habis bereaksi dengan pereaksi (masih bisa melarutkan zat), berarti larutan belum jenuh.
- b) Larutan jenuh, larutan yang partikel-partikelnya tepat habis bereaksi dengan pereaksi (zat dengan konsentrasi maksimal), berarti larutan tepat jenuh.
- c) Larutan sangat jenuh (kelewat jenuh), larutan yang tidak dapat lagi melarutkan zat terlarut, sehingga terjadi endapan.

3. Pemisahan Campuran

Pemisahan komponen-komponen penyusun campuran dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai karakteristik sifat zat-zat penyusunnya. Metode yang umum dipergunakan untuk memisahkan campuran, antara lain:

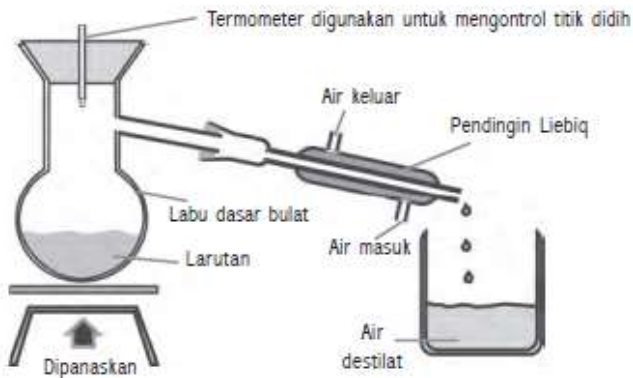
a) *Penyaringan (filtrasi)*

Filtrasi atau penyaringan adalah teknik penyaringan yang dapat digunakan untuk memisahkan campuran yang ukuran partikel zat-zat penyusunnya

berbeda. Misalnya, pemisahan pasir dengan kerikil dan pemisahan air dengan parutan kelapa. Partikel yang mempunyai ukuran lebih kecil akan lolos dari saringan, sedangkan yang berukuran besar akan tertahan pada saringan. Zat yang tertahan dan tertinggal di saringan disebut residu. Zat atau cairan yang dapat lolos dari saringan dinamakan filtrat.

b) Penyulingan (destilasi)

Penyulingan atau destilasi adalah proses pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan titik didih komponen-komponen penyusun campuran. Pemisahan campuran dengan cara penyulingan dilakukan dengan dua proses, yaitu penguapan yang diikuti pengembunan (Gambar 4.1).



Gambar 5.1 Penyulingan (destilasi)

Mula-mula campuran yang akan dipisahkan dipanaskan hingga di atas titik didih zat yang akan dipisahkan. Oleh karena zat yang akan dipisahkan memiliki titik didih yang lebih rendah daripada larutan, maka zat tersebut akan menguap terlebih dahulu. Uap yang terbentuk kemudian didinginkan, sehingga menjadi cairan. Cairan yang dihasilkan selanjutnya ditampung dalam suatu wadah sebagai distilat. Salah satu contoh destilasi terbesar saat ini adalah proses pengolahan minyak bumi menjadi fraksi-fraksi minyak bumi, seperti LPG, bensin, minyak tanah, solar, pelumas, dan aspal.

c) *Kristalisasi*

Zat padat tidak dapat dipisahkan dari larutan dengan cara disaring. Zat padat, seperti gula dan garam yang terlarut dalam air dapat dipisahkan dari larutannya dengan cara penguapan dan terjadi kristalisasi. Kristalisasi ini banyak dilakukan oleh para petani garam. Pada proses penguapan, larutan dipanaskan sampai zat pelarutnya (air) menguap dan meninggalkan kristal-kristal zat terlarut (garam).

d) Sublimasi

Sublimisasi adalah perubahan zat dari wujud padat ke gas. Pemisahan campuran dengan sublimisasi dilakukan jika zat yang dapat menyublim (misalnya kapur barus) tercampur dengan zat lain yang tidak dapat menyublim (misalnya pasir). Untuk memisahkan kapur barus dengan pasir dapat dilakukan dengan proses sublimasi. Ketika campuran kapur barus dan pasir dipanaskan, kapur barus akan menguap, sedangkan pasir tidak. Uap kapur barus akan segera mengkristal ketika menemui daerah yang cukup dingin. Dengan demikian kapur barus murni dapat diperoleh kembali.

e) Kromatografi

Pemisahan campuran dengan cara kromatografi didasarkan pada perbedaan kecepatan merambat antara partikel-partikel zat yang bercampur pada medium tertentu. Contoh pemisahan secara kromatografi adalah rembesan air pada dinding yang menghasilkan garis-garis dengan jarak tertentu. Tinta hitam merupakan campuran beberapa warna. Pemisahan warna hitam menjadi warna-warna penyusunnya dapat dilakukan dengan kromatografi.



Latihan

1. Berikut adalah contoh campuran, kecuali...
 - a. emas 22 karat
 - b. tinta
 - c. air mineral
 - d. karbon
2. Cat, pasta gigi, dan jeli adalah...
 - a. larutan, campuran homogen, campuran heterogen
 - b. campuran homogen, campuran heterogen, campuran heterogen
 - c. campuran homogen, campuran homogen, campuran heterogen
 - d. campuran heterogen, campuran homogen, campuran homogen
3. Jika kita memasukkan gula ke dalam air panas akan terbentuk...
 - a. unsur
 - b. koloid

- c. campuran
 - d. senyawa
4. Sifat komponen penyusun campuran adalah...
- a. sesuai dengan sifat masing-masing
 - b. tersusun dari beberapa unsur
 - c. berbeda dengan aslinya
 - d. terbentuk melalui reaksi kimia
5. Cara penyaringan yang dapat dilakukan untuk membuat air tawar dari air laut adalah...
- a. filtrasi
 - b. destilasi
 - c. kristalisasi
 - d. sublimasi

6

SUHU DAN KALOR

A. PENDAHULUAN

Dalam bab ini ada dua konsep yang akan dibahas, yaitu suhu dan kalor. Suhu dan kalor merupakan dua konsep yang berbeda, namun saling berkaitan. Untuk mempermudah memahami konsep suhu dan kalor, perhatikan peta konsep berikut:



Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari suhu dan kalor, yaitu:

Kompetensi Dasar

Memahami hubungan antara suhu, sifat hantaran, perubahan benda akibat pengaruh suhu melalui pengamatan, serta mendeskripsikan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari

Tujuan Pembelajaran

- | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">⇒ Menjelaskan pengertian suhu⇒ Menjelaskan pengertian kalor⇒ Menjelaskan hubungan antara suhu dan kalor⇒ Mendeskripsikan perubahan wujud zat akibat pengaruh kalor⇒ Mendeskripsikan perpindahan kalor |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

B. Strategi dan Media Pembelajaran

Strategi : Pendekatan PAIKEM (Make A Match)

Media : Kartu Soal Dan Jawaban Terkait Konsep Suhu Dan Kalor

1. Suhu dan Kalor

Suhu dan kalor bersifat abstrak, dapat dirasakan, namun tidak dapat dilihat secara langsung. Pengertian suhu sangat berbeda dengan pengertian kalor. Namun kedua konsep tersebut saling terkait. Suhu merupakan ukuran yang menyatakan derajat panas atau dingin sebuah benda. Sementara, kalor adalah energi yang mengalir dari satu benda ke benda lain karena adanya perbedaan suhu.

Secara alamiah kalor selalu mengalir dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Kalor akan berhenti mengalir apabila suhu kedua benda sama dan stabil pada keadaan akhir. Keadaan akhir

yang stabil ini disebut kesetimbangan termal. Tinggi atau rendahnya suhu merupakan indikator banyak atau sedikitnya kalor pada sebuah benda. Benda yang suhunya tinggi memiliki jumlah kalor yang banyak, sedangkan benda yang suhunya rendah memiliki jumlah kalor yang sedikit.

Derajat panas atau dingin dari sebuah benda dapat diukur hanya dengan menyentuhkan tangan pada benda tersebut. Namun, cara tersebut tidak dapat memberikan hasil pengukuran yang akurat. Artinya, pengukuran suhu harus dilakukan dengan menggunakan alat ukur agar hasilnya akurat. Alat ukur suhu yang dapat memberikan hasil akurat adalah termometer.

Termometer dibuat berdasarkan sifat termometrik bahan, yaitu kepekaan bahan terhadap perubahan suhu. Pembuatan skala pada termometer diawali dengan menetapkan dua titik tetap sebagai acuan, yaitu titik tetap bawah dan titik tetap atas. Titik beku air sebagai titik tetap bawah dan titik didih air sebagai titik tetap atas. Selanjutnya, jarak antara dua titik tetap dibagi menjadi satuan derajat. Hingga saat ini, setidaknya ada empat skala

termometer yang umum digunakan dalam pengukuran suhu, yaitu:

a. Termometer Skala Celcius

Skala Celcius merupakan skala yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Skala ini ditetapkan oleh seorang ahli fisika berkebangsaan Swedia bernama Anders Celcius (1701 - 1744). Ia menetapkan titik beku air sama dengan 0 derajat sebagai titik tetap bawah, dan titik didih air sama dengan 100 derajat sebagai titik tetap atas. Di antara jarak kedua titik tersebut dibagi menjadi 100 satuan derajat. Skala Celcius memiliki satuan derajat Celcius yang ditulis $^{\circ}\text{C}$.

b. Termometer Skala Fahrenheit

Skala Fahrenheit ditetapkan oleh Gabriel Daniel Fahrenheit (1686 - 1736), seorang ilmuwan fisika berkebangsaan Jerman. Ia menetapkan titik beku air sama dengan 32° dan titik didih air sama dengan 212° . Di antara jarak kedua titik tetap tersebut dibagi menjadi 180 satuan derajat. Penulisan nilai suhu, misalnya 100 derajat

Fahrenheit, cukup ditulis 100°F . Skala Fahrenheit banyak dipakai dinegara-negara Eropa dan Amerika.

c. Termometer Skala Reamur

Skala Reamur ditetapkan oleh Rene Antoine Ferchault de Reamur, yang pertama mengusulkannya pada 1731. Titik beku air adalah 0 derajat Reamur, titik didih air 80 derajat, serta memiliki 80 satuan derajat. Penulisan nilai suhu skala Reamur, misalnya 40 derajat Reamur, ditulis 40°R . Skala Reamur digunakan secara luas di Eropa, terutama di Perancis dan Jerman, tapi kemudian digantikan oleh Celcius. Saat ini skala Reamur jarang digunakan kecuali di industri permen dan keju.

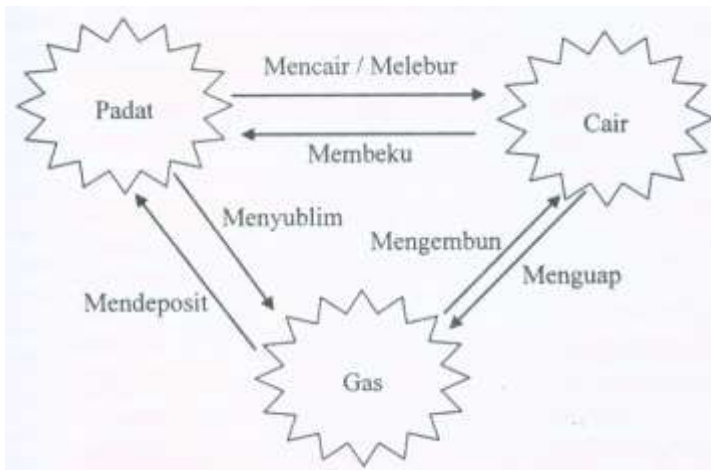
d. Termometer Skala Kelvin

Lord Kelvin (1824 - 1907) adalah ilmuwan berkebangsaan Inggris yang menetapkan skala Kelvin. Skala Kelvin ditetapkan berdasarkan perhitungan bahwa ada suhu minimal di alam ini. Hal tersebut didukung oleh teori kinetik partikel bahwa pada suhu nol mutlak, partikel-partikel semua zat praktis tidak bergerak. Suhu nol mutlak tersebut sama dengan $-273,15^{\circ}\text{C}$, biasanya

dibulatkan menjadi -273°C . Pada skala Kelvin, titik beku air adalah 273 K dan titik didihnya 373 K. Skala Kelvin ditulis K.

2. Perubahan Wujud

Selain kalor dapat digunakan untuk mengubah suhu zat, juga dapat digunakan untuk mengubah wujud zat. Perubahan wujud suatu zat akibat pengaruh kalor dapat digambarkan dalam skema berikut:



Gambar 6.1 Pengaruh kalor terhadap perubahan wujud

- Melebur/mencair*, merupakan perubahan wujud zat dari padat menjadi cair. Pada saat mencair diperlukan

kalor, namun pada peristiwa ini tidak terjadi kenaikan suhu.

- b. Membeku*, merupakan perubahan wujud zat dari cair menjadi padat. Pada saat membeku dilepaskan kalor, dan pada peristiwa ini terjadi penurunan suhu.
- c. Menguap*, merupakan perubahan wujud zat dari cair menjadi gas. Pada saat menguap diperlukan kalor, dan pada peristiwa ini terjadi kenaikan suhu yang cukup besar.
- d. Mengembun*, merupakan perubahan wujud zat dari gas menjadi cair. Pada saat mengembun dilepaskan kalor.
- e. Menyublim*, merupakan perubahan wujud zat dari padat menjadi gas. Pada saat menyublim diperlukan kalor
- f. Mengkristal/mendeposit*, merupakan perubahan wujud zat dari gas menjadi padat. Pada saat mengkristal dilepaskan kalor.

3. Perpindahan Kalor

Ada tiga cara perpindahan kalor, yaitu:

a. *Konduksi*

Konduksi adalah hantaran kalor yang tidak disertai dengan perpindahan partikel perantaranya. Pada hantaran kalor ini yang berpindah hanyalah energinya, tanpa melibatkan partikel perantaranya. Misalnya, salah satu ujung batang besi dipanaskan. Akibatnya, ujung besi yang lain akan terasa panas. Pada batang besi yang dipanaskan, kalor berpindah dari bagian yang panas ke bagian yang dingin. Jadi, syarat terjadinya konduksi kalor pada suatu zat adalah adanya perbedaan suhu.

b. *Konveksi*

Konveksi adalah hantaran kalor yang disertai dengan perpindahan partikel perantaranya. Contoh dari peristiwa konveksi adalah perpindahan kalor pada zat cair yang dipanaskan, ventilasi kamar, cerobong asap, dan kipas angin. Umumnya konveksi terjadi pada gas dan zat cair.

3. *Radiasi*

Radiasi adalah hantaran kalor yang tidak memerlukan medium perantara, seperti kalor dari matahari yang sampai ke bumi, kalor api unggun yang

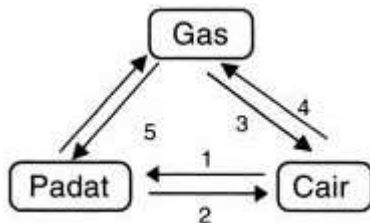
sampai pada orang yang ada di sekitarnya, pendingin rumah, dan efek rumah kaca.



Latihan

1. Suhu nol mutlak adalah suhu ketika...
 - a. es batu melebur
 - b. air garam membeku
 - c. uap air mengembun
 - d. molekul atau partikel penyusun suatu zat tidak bergerak
2. Aliran kalor secara alamiah dari satu benda ke benda lainnya bergantung pada...
 - a. energi masing-masing benda
 - b. suhu masing-masing benda
 - c. wujud benda
 - d. tekanan masing-masing benda
3.Jika suhu suatu benda dinaikkan menjadi dua kali semula, maka kalor yang dimilikinya menjadi...
 - a. dua kali semula
 - b. empat kali semula
 - c. setengah kali semula

- d. seperempat kali semula
4. Perubahan wujud zat yang melepaskan kalor pada diagram berikut adalah...



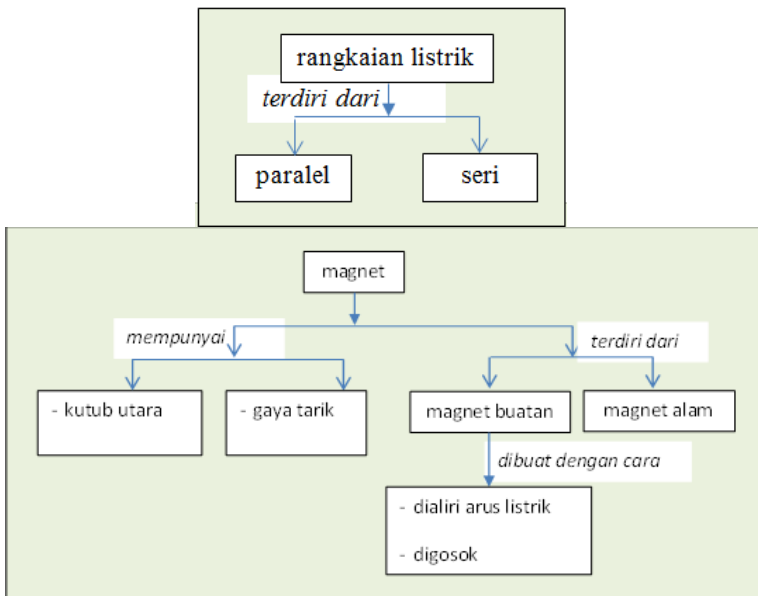
- a. 1 dan 3
- b. 2 dan 4
- c. 1 dan 5
- d. 3 dan 5
5. Berikut ini yang merupakan peristiwa perpindahan kalor secara radiasi...
- menghilangkan rasa dingin di depan api unggun
 - logam yang dipanasi bagian ujungnya
 - terjadinya angin darat pada malam hari
 - terjadinya angin laut pada siang hari

7

RANGKAIAN LISTRIK DAN MAGNET

A. PENDAHULUAN

Dalam bab ini ada dua konsep yang akan dibahas, yaitu rangkaian listrik dan magnet. Rangkaian listrik dan magnet merupakan dua konsep yang berbeda. Untuk mempermudah memahami konsep rangkaian listrik dan magnet, perhatikan dua peta konsep berikut:



Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari rangkaian listrik dan magnet, yaitu:

Kompetensi Dasar
Mengenal rangkaian listrik sederhana dan sifat magnet serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari
Tujuan Pembelajaran
⇒ Menganalisis rangkaian listrik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari
⇒ Menyelidiki gejala kemagnetan
⇒ Mendemostrasikan cara membuat magnet

B. Strategi dan Media Pembelajaran

Strategi : Metode Demonstrasi

Media : Baterai, Kabel, Lampu, Magnet, Paku, Bahan Feromagnetik, Paramagnetik, Diamagnetik

1. Rangkaian Listrik

Arus listrik dapat dianalogikan dengan arus air. Pada arus air, medium yang mengalir adalah air. Pada arus listrik, medium yang mengalir terdiri dari muatan-muatan yang tidak bisa dilihat dengan kasat mata. Muatan-muatan tersebut bergerak dari satu daerah ke daerah lainnya. Jika

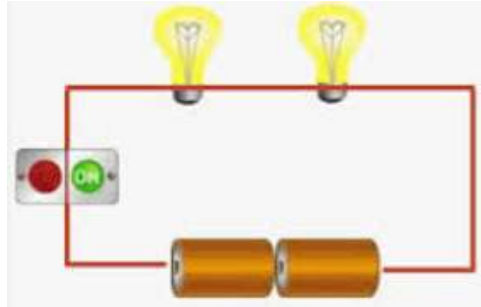
gerak tersebut berlangsung di dalam sebuah lintasan penghantar yang tidak memiliki pangkal dan ujung (tertutup), maka lintasan tersebut dinamakan rangkaian listrik.

Rangkaian listrik merupakan sarana untuk menghantarkan energi dari satu tempat ke tempat lain. Rangkaian listrik terdiri dari berbagai komponen listrik, seperti baterai, lampu, dan saklar yang dihubungkan dengan sebuah konduktor, sehingga arus listrik dapat mengalir melaluinya.

a. Rangkaian seri

Rangkaian seri terdiri dari dua atau lebih beban listrik yang dihubungkan ke sumber lewat satu rangkaian (Gambar 6.1). Rangkaian listrik seri adalah suatu rangkaian listrik, di mana input suatu komponen berasal dari output komponen lainnya. Hal inilah yang menyebabkan rangkaian listrik seri dapat menghemat biaya (digunakan sedikit kabel penghubung). Selain memiliki kelebihan, rangkaian listrik seri juga memiliki suatu kelemahan, yaitu jika salah satu komponen dicabut atau rusak, maka komponen yang lain tidak akan berfungsi

sebagaimana mestinya. Dalam rangkaian seri, arus yang lewat sama besar pada masing-masing elemen yang tersusun seri.



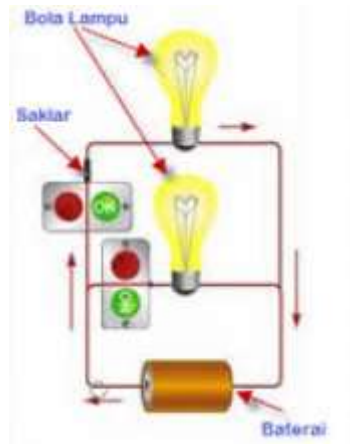
Gambar 7.1 Rangkaian listrik seri

Contoh paling sederhana penerapan rangkaian listrik seri dalam kehidupan sehari-hari adalah:

- 1) Lampu hias pohon Natal model lama (yang baru pakai rangkaian elektronik & lampu LED) merupakan rangkaian seri beberapa lampu (12V di-seri 20 pcs) sehingga dapat menerima tegangan sesuai dengan jala-jala (220V).
- 2) Sakelar/switch merupakan penerapan rangkaian seri dengan beban.

b. Rangkaian paralel

Rangkaian paralel adalah salah satu rangkaian listrik yang disusun secara berderet (paralel). Lampu yang dipasang di rumah umumnya merupakan rangkaian paralel. Rangkaian listrik paralel adalah suatu rangkaian listrik, di mana semua input komponen berasal dari sumber yang sama. Semua komponen satu sama lain tersusun paralel (Gambar 6.2). Hal inilah yang menyebabkan susunan paralel dalam rangkaian listrik menghabiskan biaya yang lebih banyak (kabel penghubung yang diperlukan lebih banyak). Selain kelemahan tersebut, susunan paralel memiliki kelebihan, yaitu jika salah satu komponen dicabut atau rusak, maka komponen yang lain tetap berfungsi sebagaimana mestinya.



Gambar 7.2 Rangkaian listrik paralel

Contoh paling sederhana penerapan rangkaian listrik paralel dalam kehidupan sehari-hari:

- 1) Distribusi listrik PLN ke rumah-rumah adalah paralel.
- 2) Stop contact merupakan rangkaian paralel dengan jala-jala.

Rangkaian elektronika umumnya merupakan kombinasi dari berbagai rangkaian seri dan rangkaian paralel. Suatu cabang rangkaian paralel bisa saja terdiri dari berbagai komponen yang terhubung secara seri. Sebaliknya, ada juga rangkaian seri yang tersusun dari berbagai rangkaian paralel. Berbagai sumber arus listrik juga bisa dihubungkan secara seri ataupun secara paralel, bergantung pada kebutuhannya.

2. Magnet

Istilah Magnet berasal dari bahasa Yunani yaitu *magnítis líthos* yang berarti batu magnesia. Magnesia adalah nama sebuah wilayah di Yunani di mana

terkandung batu magnet. Pada saat ini, suatu magnet adalah suatu benda yang dapat menimbulkan gejala berupa gaya tarik maupun gaya tolak terhadap jenis logam tertentu, misalnya: besi dan baja. Besarnya gaya tarikan atau tolakan-tersebut tergantung dari kekuatan magnet itu sendiri. Gaya magnet digambarkan dengan garis-garis gaya yang melingkupi sebuah magnet dengan arah dari kutub U (utara) menuju kutub S (selatan). Daerah atau ruangan di sekitar magnet yang masih dapat merasakan adanya gaya magnet disebut medan magnet

Magnet memiliki dua kutub, yaitu kutub Utara dan kutub Selatan. Meskipun sebuah magnet besar telah dipotong-potong menjadi beberapa bagian magnet kecil, potongan magnet tersebut akan tetap memiliki dua kutub yaitu kutub Utara dan kutub Selatan. Berdasarkan kenyataan itu, dikembangkanlah teori magnet yang disebut teori magnet elementer. Dalam teori ini dikatakan bahwa:

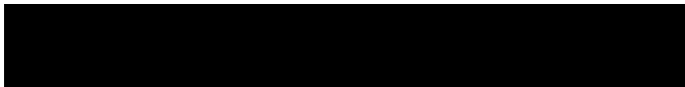
1. Setiap benda tersusun atas magnet-magnet elementer. Magnet elementer adalah magnet kecil atau atom

magnetik yang masih memiliki kutub magnetik, yaitu kutub Utara dan kutub Selatan.

2. Pada benda magnet, susunan magnet elementernya teratur kutub-kutubnya dan satu arah



3. Pada benda bukan magnet, susunan magnet elementernya tidak teratur kutub-kutubnya dan tidak satu arah.



Magnet sendiri berdasarkan asalnya dibedakan menjadi dua, yaitu magnet alam dan magnet buatan. Mayoritas magnet yang ada saat ini adalah magnet buatan, yang sengaja dibuat oleh manusia untuk keperluan tertentu. Berdasarkan bisa dan tidaknya suatu bahan dibuat magnet, maka bahan dapat dikelompokkan menjadi dua.

a. Bahan magnetik

Bahan magnetik, yaitu bahan yang dapat dibuat magnet dan dapat merasakan adanya gejala kemagnetan.

Contohnya besi, baja, nikel, kobalt, dan aluminium. Bahan magnetik dapat juga dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

- 1) Ferromagnetik, yaitu benda yang dapat merasakan gejala kemagnetan dengan kuat atau dapat ditarik dengan kuat oleh magnet, dan bahan ini dapat dibuat magnet. Contoh: besi, baja, nikel, dan kobalt.
- 2) Paramagnetik, yaitu benda yang dapat merasakan gejala kemagnetan dengan lemah atau dapat ditarik dengan lemah oleh magnet, dan bahan ini dapat dibuat magnet. Contoh: aluminium dan platina.

Jika dilihat dari teori magnet elementer, maka bahan magnetik adalah bahan yang memiliki susunan magnet-magnet elementer yang dapat disearahkan atau diatur.

b. Bahan bukan magnetik

Bahan bukan magnetik, yaitu bahan yang tidak bisa dibuat magnet dengan cara apa pun dan tidak bisa merasakan adanya gejala kemagnetan. Contoh: seng, emas, kayu, plastik, dan karet. Bahan bukan magnetik disebut diamagnetik, yaitu benda yang tidak dapat merasakan adanya gejala kemagnetan dan tidak dapat dibuat magnet. Jika dilihat dari teori magnet elementer,

maka bahan bukan magnetik adalah bahan yang memiliki susunan magnet-magnet elementer yang tidak dapat disearahkan atau tidak dapat diatur.

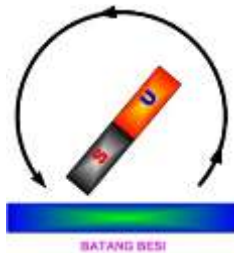
3. Magnet Buatan

Magnet buatan memiliki sifat sebagai magnet permanen (tetap) dan magnet sementara. Magnet permanen adalah suatu bahan yang memiliki sifat kemagnetan dalam waktu yang relatif lama atau sukar hilang sifat kemagnetannya. Ditinjau dari teori magnet elementer, magnet yang demikian ini susunan magnet elementernya sukar berubah arah, contohnya magnet dari bahan baja. Magnet sementara adalah suatu bahan yang memiliki sifat kemagnetan dalam waktu yang relatif pendek atau mudah hilang sifat kemagnetannya. Ditinjau dari teori magnet elementer, magnet yang demikian ini susunan magnet elementernya mudah berubah arah, contohnya magnet dari bahan besi lunak..

Untuk dapat membuat magnet dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

a. Menggosok

Bahan dari besi atau baja dapat dijadikan magnet dengan cara bahan tersebut digosok berulang-ulang dengan magnet tetap yang kuat. Penggosokan tersebut dilakukan dalam satu arah, misalnya ke kiri saja atau ke kanan saja. Pada ujung terakhir penggosokan terjadi kutub magnet yang berlawanan dengan kutub magnet yang digosokkan. Jika penggosokan dilakukan secara berulang-ulang dalam waktu yang lebih lama maka dapat dihasilkan magnet tetap.



Gambar 7.3 Membuat magnet dengan cara menggosok

b. Menginduksi

Bahan dari besi atau baja dapat dijadikan magnet dengan cara bahan tersebut didekatkan dengan magnet tetap yang kuat. Dengan jarak yang semakin dekat, maka

bahan sedikit demi sedikit akan terpengaruh menjadi magnet. Sifat kemagnetan yang timbul pada bahan tersebut, kemudian dinamakan dengan magnet induksi. Kutub magnet yang menginduksi dekat dengan bahan, akan membuat kutub magnet yang berlawanan. (Jika yang mendekati kutub Utara, maka ujung yang didekati menjadi kutub Selatan, demikian sebaliknya).

Gambar 7.4 Membuat magnet dengan cara menginduksi

c. Mengalirkan arus listrik

Bahan dari besi atau baja dapat dijadikan magnet dengan cara bahan tersebut dililit kawat penghantar yang dialiri arus listrik. Selama arus listrik mengalir, maka bahan yang dililit kawat penghantar akan menjadi magnet sedikit demi sedikit. Sifat kemagnetan yang timbul pada bahan tersebut, kemudian dinamakan dengan magnet listrik (elektromagnet).



Gambar 7.5 Membuat magnet dengan cara mengalirkan arus listrik

Sifat kemagnetan magnet buatan dapat hilang karena hal berikut:

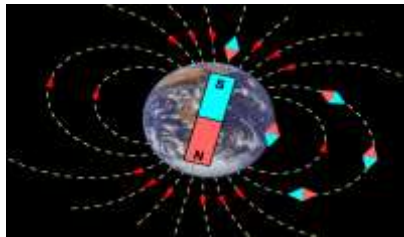
- a) Magnet yang dipanasi hingga berpijar, akibatnya magnet elementer tidak teratur arahnya, sehingga sifat kemagnetan menjadi berkurang bahkan hilang.
- b) Magnet dipukul dengan keras, akibatnya magnet elementer tidak teratur arahnya, sehingga sifat kemagnetan menjadi berkurang bahkan hilang.
- c) Penyimpanan magnet yang keliru, seperti magnet dimasukkan ke dalam kumparan yang dialiri arus listrik atau magnet disimpan dalam posisi kutub yang sejenis saling berdekatan/berdampian.

4. Kemagnetan Bumi

Jika magnet batang dapat bergerak bebas, magnet tersebut cenderung menunjukkan arah utara-selatan. Ujung magnet yang menunjuk ke arah utara disebut kutub utara magnet (U) dan ujung magnet yang menunjuk ke arah selatan disebut kutub selatan magnet (S). Hal itu menunjukkan bahwa ada medan magnet luar yang mempengaruhi jarum kompas. Medan magnet luar tersebut tidak lain adalah medan magnet yang berasal dari bumi.

Jadi dapat disimpulkan bahwa bumi mempunyai sifat magnet dengan kutub utara bumi merupakan kutub selatan magnet dan kutub selatan bumi merupakan kutub utara magnet. Karena bentuk bumi bulat, sumbu bumi dapat kita anggap sebagai magnet batang yang besar. Sampai sekarang, tidak ada seorang pun yang tahu mengapa bumi bersifat magnet. Kenyataannya, arah yang ditunjuk oleh jarum kompas tidak tepat arah utara-selatan. Akan tetapi, jarum kompas tersebut agak menyimpang dari arah utara-selatan. Sudut yang dibentuk oleh kutub utara magnet jarum kompas dengan arah utara bumi disebut deklinasi.

Selain membentuk sudut dengan arah utara-selatan bumi, jarum kompas juga membentuk sudut dengan garis horizontal. Artinya, jarum kompas tidak sejajar dengan bidang datar di bawahnya. Hal ini menunjukkan bahwa garis-garis gaya magnet bumi tidak sejajar dengan permukaan bumi. Sudut kemiringan yang dibentuk oleh jarum kompas terhadap garis horizontal disebut inklinasi. Besar inklinasi di setiap tempat tidak sama.

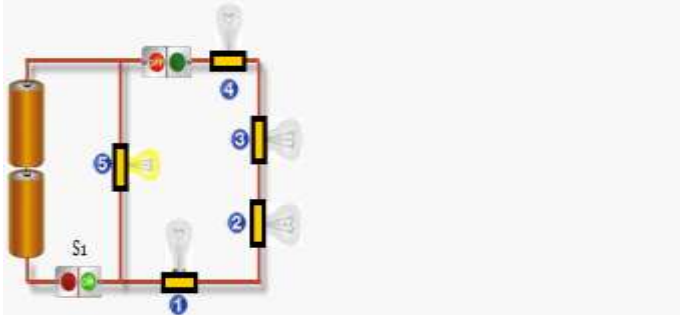


Gambar 7.6 Kemagnetan bumi



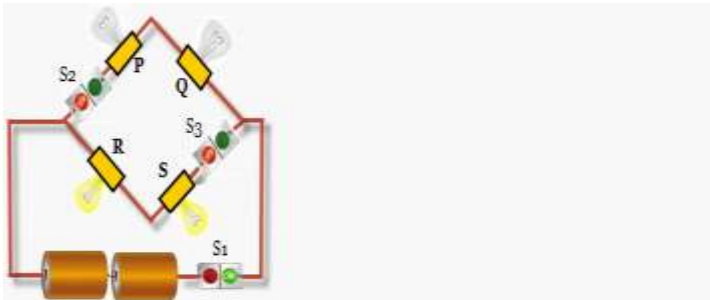
Latihan

1. Perhatikan rangkaian beberapa lampu di bawah ini !



Jika saklar S_1 disambung, yang akan terjadi adalah...

- semua lampu menyala
 - semua lampu padam
 - lampu 5 menyala, lampu 1,2,3,4 padam
 - lampu 5 padam, lampu 1,2,3,4 menyala
2. Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut!

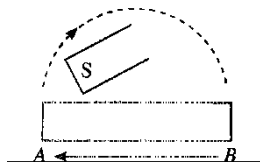


Saat saklar S_2 diputus, lampu yang padam adalah...

- lampu P

- b. lampu R dan S
- c. lampu S
- d. lampu P dan Q

3. Perhatikan gambar berikut:



Kutub yang ditunjukkan oleh A dan B adalah...

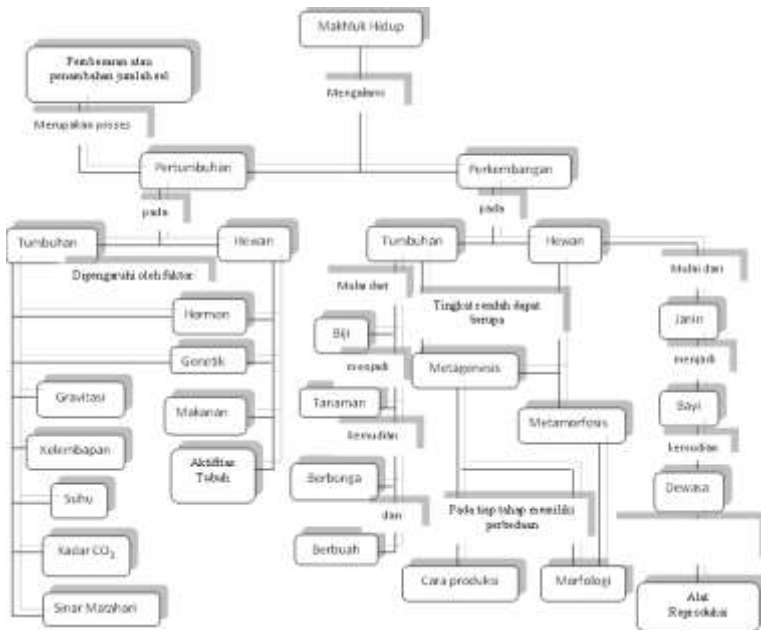
- a. utara dan selatan
 - b. selatan dan utara
 - c. utara dan utara
 - d. selatan dan selatan
4. Magnet yang bergerak bebas selalu menunjuk arah utara dan selatan Bumi, karena...
- a. di sekitar kutub-kutub Bumi terdapat kutub-kutub magnet Bumi
 - b. sifat kutub magnet selalu menunjuk arah utara dan selatan Bumi
 - c. magnet sekecil apapun selalu memiliki dua kutub
 - d. kutub-kutub magnet selalu menunjuk arah yang berlawanan
5. Mengapa ketika magnet batang ditaburi serbuk besi, serbuk besi lebih banyak menempel di bagian ujung magnet?
- a. serbuk besi merupakan bahan magnetik.
 - b. ujung magnet merupakan kutub magnet.
 - c. ujung magnet selalu ditarik oleh kutub magnet Bumi.
 - d. bagian tengah magnet netral

8

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN

A. PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan dibahas, yaitu siklus mahluk hidup yang terdapat pada gambar berikut ini;



Kompetensi Dasar

Mendeskripsikan perkembangbiakan makhluk hidup
Tujuan Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Menjelaskan pengertian Petumbuhan ⇒ Menjelaskan pengertian perkembangan ⇒ Membedakan antara proses pertumbuhan dan proses perkembangan makhluk hidup ⇒ Menjelaskan proses perkembangbiakan tumbuhan dan hewan

B. Strategi dan Media Pembelajaran

Tumbuh dan berkembang merupakan ciri makhluk hidup. Pertumbuhan merupakan proses yang tidak dapat balik lagi, dan merupakan penambahan ukuran suatu makhluk hidup sebagai akibat dari penambahan dan pembesaran sel dalam tubuh. Pembesaran sel terjadi karena bertambahnya zat yang masuk kedalam sel, sedangkan jumlah sel dalam tubuh bertambah karena terjadinya peristiwa pembelahan dari sel penyusun tubuh. Perkembangan merupakan proses pengembangan struktur dan fungsi sel dalam organ tertentu.

1. Pertumbuhan dan Perkembangan

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan hewan merupakan proses alamiah yang harus dijalani, namun dalam proses tersebut terdapat beberapa faktor yang

akan menunjang atau bahkan menghambat pertumbuhan dan perkembangan tersebut.

2. Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Tumbuhan saat berukuran kecil menjadi berukuran besar dan semakin banyak cabang, maka dikatakan sebagai pertumbuhan. Sedangkan ketika mulai tumbuh bunga maka dikatakan mengalami perkembangan. Perkembangan pada tumbuhan mencapai dewasa ditandai dengan adanya bunga dan buah pada tumbuhan berbunga 6.1. Perkembangan tumbuhan berupa tahapan perubahan mulai gambar 6.1. Bunga dari biji, menjadi tanaman kemudian berbunga dan berbuah.



Gambar 8.1

Sumber : dokumentasi penulis

Pertumbuhan berupa penambahan panjang batang dan akar disebut pertumbuhan primer, sedangkan pertumbuhan diameter batang disebut pertumbuhan

sekunder. Pada tumbuhan, pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar, diantaranya: makanan, gravitasi, cahaya, kelembaban, suhu dan kadar oksigen tempat tumbuhan itu berada. Faktor dalam, yaitu sifat bawaan dan hormon lebih menentukan bagaimana pertumbuhan terjadi.

Makanan berupa zat dan mineral yang terkandung dalam tanah merupakan faktor paling penting untuk pertumbuhan. Mineral yang diperlukan tumbuhan terdiri dari makronutrisi dan mikronutrisi. Mineral makronutrisi diantaranya: oksigen, karbon, hidrogen, nitrogen, kalium, kalsium, magnesium, fosfor dan sulfur. Fungsi utama mineral makronutrisi tampak pada tabel 6.1.

Tabel 6.1 Mineral makronutrisi dan fungsinya

Elemen	Fungsi
Oksigen	Penyusun utama materi organik
Karbon	Penyusun utama materi organik
Hidrogen	Penyusun utama materi organik
Nitrogen	Penyusun asam nukleat, protein, hormon dan koenzim
Kalium	Kofaktor fungsional dalam sintesis protein
Kalsium	Pembentuk dan penstabil dinding sel, pemelihara struktur membran dan

	permeabilitas, pengaktif beberapa enzim
Fosfor	Penyusun asam nukleat, fosfolipid, ATP dan beberapa koenzim
Sulfur	Penyusun protein dan koenzim

Mineral mikronutrisi diantaranya adalah klorin, besi, boron, mangan, seng, tembaga, molibdenum, dan nikel. Fungsi-fungsi mineral mikronutrisi ini terdapat dalam tabel 6.2

Tabel 6.2 Mineral mikronutrisi dan fungsinya

Elemen	Fungsi
Klor	Aktifator fotosintesis
Besi	Penyusun sitokrom dan aktivator beberapa enzim
Boron	Kofaktor sintesis klorofil
Mangan	Membentuk asam amino dan pengaktif beberapa enzim
Seng	Membentuk klorofil
Tembaga	Pembentuk beberapa enzim biosintesis redoks dan lignin
Molibdenum	Pengikat nitrogen
Nikel	Kofaktor enzim yang berfungsi dalam metabolisme nitrogen

Gravitasi mempengaruhi arah pertumbuhan. Arah pertumbuhan akar menuju pusat bumi disebut dengan geotropisme positif, sedangkan pertumbuhan akar yang berlawanan arah dengan pusat bumi disebut geotropisme

negatif. Geotropisme negatif terjadi pada akar bakau karena berbagai faktor sesuai dengan fungsi akar tersebut. Tumbuhan memerlukan cahaya untuk proses pertumbuhannya, karena tanpa cahaya tidak dapat terjadi proses fotosintesis. Namun selain itu adanya cahaya juga akan mempengaruhi kerja beberapa zat kimia yang ada dalam tumbuhan. Air sangat penting dalam proses pertumbuhan.

Air merupakan pereaksi pada hidrolisis bahan makanan cadangan. Air juga diperlukan untuk pemindahan cadangan makanan, gula, asam amino dan asam lemak bagian tumbuhan tempat pertumbuhan embrio. Keberadaan air ini sangat tergantung pada kelembaban tanah dan udara di sekitar tumbuhan tersebut. Enzim bekerja untuk memobilisasi makanan pada suhu tertentu, sehingga peran suhu sangat penting. Selain itu, suhu lingkungan yang terlalu tinggi membuat kelembaban berkurang dan proses pertumbuhan terganggu karena kekurangan air. Faktor lain yang penting untuk pertumbuhan adalah kadar karbon dioksida. Karbon dioksida merupakan bahan utama dalam fotosintesis, yang

akan menjadi bahan makanan untuk digunakan dalam pertumbuhan seluruh bagian tumbuhan tersebut. Hormon tumbuhan dihasilkan oleh jaringan tertentu yang akan diedarkan ke jaringan lain untuk memicu pertumbuhan. Hormon pada tumbuhan antara lain adalah auksin, giberelin, sitokinin, kalin dan asam traumalin. Asam traumalin atau sering juga disebut hormon luka berperang merangsang pertumbuhan di daerah yang luka pada tumbuhan. Hormon auksin diproduksi pada ujung batang dan akar. Auksin berperan meningkatkan pengambilan oksigen, sehingga meningkatkan suplai energi pada metabolisme tumbuhan. Auksin juga dapat mendorong dominasi apikal, sehingga tumbuhan tidak bercabang atau hanya bercabang sedikit. Hormon giberelin terdapat pada semua bagian tubuh tumbuhan, tetapi paling banyak terdapat pada biji muda. Giberelin mempengaruhi peningkatan pertumbuhan dan pembelahan. Giberelin dapat memperbanyak pertumbuhan tunas dan menghilangkan dominasi biji, karena dapat menghilangkan hambatan cahaya dan suhu. Giberelin bersama sitokinin

dapat digunakan dalam pertumbuhan buah tanpa biji, karena dapat memicu sel-sel karpel tanpa pembuahan. Hormon sitokinin mempunyai efek kerja berlawanan dengan auksin. Sitokinin merangsang pembelahan sel dan pembentukan tunas, terutama tunas samping. Sitokinin juga mempercepat pertumbuhan memanjang tapi tidak pada pertumbuhan membelok. Selain itu sitokinin juga dapat mempertahankan kesegaran jaringan, sehingga tumbuhan dapat tetap hijau. Hormon kalin dapat merangsang pertumbuhan organ-organ tertentu.

Berdasarkan organ yang dibentuknya, hormon ini dibedakan menjadi rizokalin, kaulokalin, filokalin dan antokalin. Rizokalin untuk merangsang pertumbuhan akar, kaulokalin untuk membentuk batang, filokalin untuk pembentukan daun dan antokalin untuk pembentukan bunga.

3. Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan

Proses perubahan telur menjadi ulat pada kupu kupu merupakan proses perkembangan, sedangkan perubahan dari ulat kecil menjadi ulat besar adalah pertumbuhan. (Gambar

6.2)



Gambar 8.2 Perkembangan hewan(a) ulat (b) telur
Sumber : dokumentasi penulis

Pertumbuhan pada hewan sama halnya dengan manusia ditentukan oleh faktor dalam, yaitu faktor genetik dan hormon yang dimiliki di dalam tubuhnya. Selain itu, terdapat faktor luar yang menunjang pertumbuhan tersebut diantaranya: makanan, lingkungan dan aktifitas fisik yang dilakukan orang tersebut. Setiap orang mewarisi sifat genetik yang diperoleh dari kedua orang tuanya. Tulang, kulit, rambut semua anggota tubuh memiliki ketentuan tumbuh sesuai kode genetik yang dimiliki. Sifat ini menentukan bagaimana proses pertumbuhan dapat terjadi pada seseorang. Misalnya jika seorang anak bertubuh tinggi, maka kemungkinan besar ibu, atau ayah, atau salah satu dari nenek-kakeknya memiliki badan tinggi, tapi jika orang tersebut memiliki genetik pendek, maka betapa besar pun

usaha berbadan tinggi tidak akan berhasil. Hormon sangat berpengaruh pada pertumbuhan manusia. Hormon yang berpengaruh pada pertumbuhan adalah hormon somatotrof. Kelebihan hormon ini akan menyebabkan pertumbuhan raksasa atau gigantisme, sedangkan kekurangan hormon ini akan menyebabkan kekerdilan atau krenetisme. Faktor luar juga memiliki peran besar terhadap pertumbuhan seseorang. Makanan merupakan faktor luar yang utama. Makanan yang menunjang pertumbuhan adalah yang mengandung protein yang banyak. Protein merupakan zat pembangun tubuh, pertumbuhan anak yang baik harus ditunjang makanan yang mengandung 20% protein, sedangkan orang dewasa hanya memerlukan 15 % saja. Protein diperlukan untuk pertumbuhan sel dan berfungsi menggantikan sel-sel yang rusak. Kekurangan protein dapat menyebabkan kelemahan fisik.

Lingkungan luar seperti kadar sinar matahari, dan keadaan alam yang akan memicu aktifitas tubuh juga akan berpengaruh pada pertumbuhan. Aktifitas tubuh seperti olah raga juga akan memicu metabolisme dan

pertumbuhan badan.

4. Metamorfosis dan Metagenesis

Pada hewan tertentu, terutama hewan invertebrata perkembangannya dari sel telur tidak langsung menjadi wujud yang sempurna dari individu tersebut, tetapi mengalami fase-fase tertentu sebelum berwujud sempurna. Perkembangan tersebut disebut dengan metamorfosis.



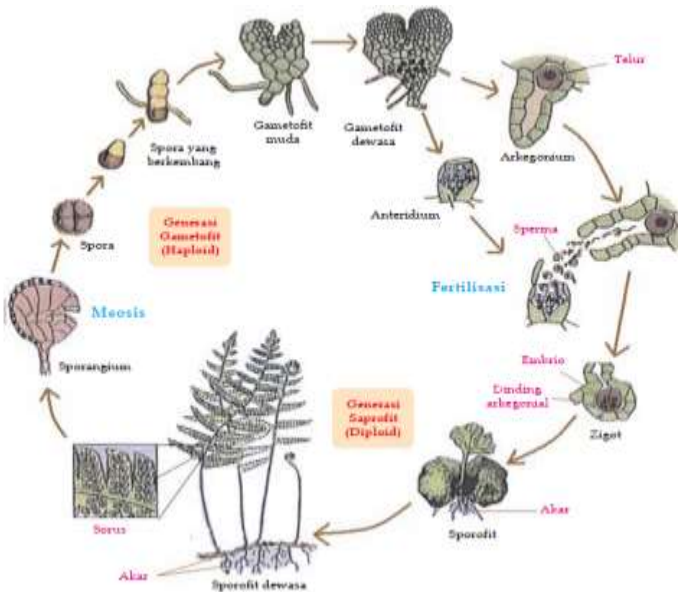
*Gambar 8.3 Metamorfosis Kupu-Kupu
Sumber : dokumentasi penulis*

Metamorfosis pada kupu-kupu tergolong metamorfosis sempurna, karena perubahan kupu-kupu melewati tahapan

telur, larva, kepompong, kupukupu. Kupu kupu dewasa bertelur, telur kupu-kupu kemudian menjadi larva atau sering disebut ulat, setelah cukup memperoleh cukup nutrisi ulat dewasa berubah menjadi kepompong dan setelah semua organ terbentuk sempurna maka kupu-kupu muda akan keluar dari kepompong. Metamorfosis sempurna terjadi juga pada lebah, lalat, nyamuk, dan kumbang.

Beberapa serangga tidak mengalami metamorfosis sempurna, karena tidak melalui empat tahap utama proses metamorfosis, seperti yang terjadi pada kecoa yang tidak mengalami tahap pembentukan kepompong. Metagenesis berbeda dengan metamorfosis. Metamorfosis menyangkut tahap perubahan suatu makhluk hidup dengan adanya perubahan morfologi saja, pada metagenesis bukan hanya terjadi perubahan morfologi dari makhluk hidup yang berbeda tetapi makhluk hidup tersebut memiliki cara reproduksi yang berbeda pada masing masing tahap. Misalnya pada tumbuhan paku. Pada tumbuhan paku dalam siklus hidupnya memiliki dua tahap perkembangan, yaitu generasi sporofit yang merupakan hasil perkembang biakan secara kawin dan

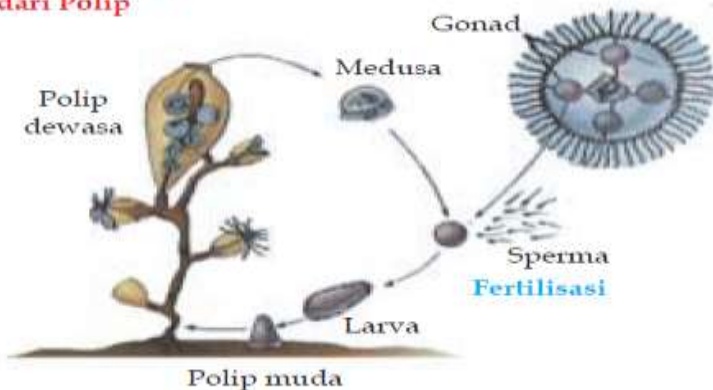
generasi gametofit yang berkembang biak secara kawin. Sporofit dewasa ditandai dengan sporofit tersebut sudah menghasilkan spora yang terkumpul dalam bentuk sorus. Spora kemudian berkembang menjadi gametofit. Gametofit tersebut akan menjadi dewasa dengan ditandai oleh terbentuknya anteridium yang akan menghasilkan sperma, dan arkegonium yang akan menghasilkan sel telur. Perkembangbiakan secara kawin kemudian terjadi dengan dibuahnya sel telur oleh sperma. Zigot hasil perkawinan kemudian berkembang menjadi sporofit. (Gambar 6.4)



Gambar 8.4 Metagenesis Paku
Sumber: emc.maricopa.edu

Metagenesis dapat juga dialami oleh beberapa jenis hewan seperti pada ubur-ubur dan beberapa hewan cianidra lainnya. Ubur-ubur mengalami dua tahap perkembangan dalam siklus hidupnya, yaitu tahap medusa yang berkembang biak secara kawin dan tahap polip yang berkembang biak secara tak kawin. Tahap medusa ditandai dengan bentuk ubur-ubur yang dapat bergerak bebas di air karena memiliki tentakel halus. Medusa dewasa membentuk gonad yang akan menghasilkan gamet. Gamet jantan atau sperma akan membuahi sel telur, dan zigot yang dihasilkan akan berubah menjadi larva. Larva akan menempel di dasar laut dan berkembang menjadi polip. Polip merupakan bentuk ubur-ubur yang tidak dapat bergerak. Polip kemudian menjadi dewasa dan akan menghasilkan sejumlah medusa. (Gambar 6.5).

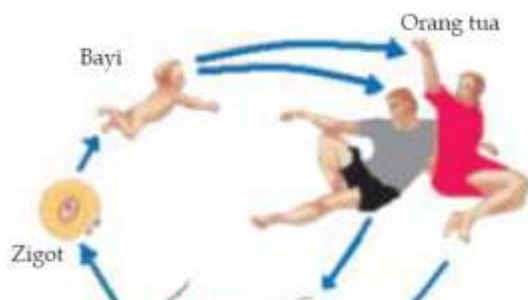
Perkembangan Medusa dari Polip



8.5 Metagenesis ubur-ubur
Sumber emc.maricopa.edu

5. Perkembangan pada Manusia

Manusia dalam proses hidupnya tidak hanya mengalami pertumbuhan ukuran badan tetapi mengalami perkembangan mental. Perkembangan manusia dimulai sejak dari tahap pembuahan dan menjadi zigot. (Gambar 6.6). Zigot berkembang menjadi janin dalam rahim, dan sejak dalam rahim pula perkembangan fisik dan mental manusia terjadi. Berbeda dengan pertumbuhan yang bersifat tidak bisa balik. Perkembangan manusia mempunyai bentuk seperti kurva dari saat bayi yang tidak bisa apa-apa, berkembang segala kemampuan tubuhnya dan kembali menjadi tidak bisa apa-apa pada saat tua dan pikun.



Gambar 8.6 Siklus Hidup Manusia
Sumber emc.maricopa.edu

Pertumbuhan badan dan perkembangan terjadi secara cepat dari sejak bayi hingga tahap remaja. Bayi yang baru lahir biasanya belum bisa melihat namun alat indra yang lain seperti pendengaran sudah berfungsi.

Perkembangan seseorang sangat dipengaruhi fungsi otak dan kerja hormon. Fungsi otak yang berkembang, tampak dari bayi yang awalnya hanya bisa menangis berkembang menjadi balita yang dapat diajak bicara dan menjadi orang dewasa dengan berbagai kemampuan. Perkembangan pada manusia tidak hanya dipengaruhi oleh faktor makanan dan hormon saja, tetapi juga dengan

banyaknya pengalaman seseorang.

Perkembangan merupakan suatu proses menuju kedewasaan yang tidak dapat diukur, namun tahap perkembangan seseorang dapat ditandai dengan beberapa perubahan pada fisik dan sikap seseorang. Pertumbuhan fisik yang merupakan ciri seorang anak sudah berkembang menjadi remaja adalah munculnya ciri kelamin utama (primer) dan ciri kelamin kedua (sekunder). Pada masa remaja mulai terjadi perubahan organ seksual pada seorang perempuan, ketika menginjak masa ini, ia akan memiliki payudara yang membesar, dan mencuatnya puting susu, pinggul membesar melebihi daripada bahu. Perubahan fisik remaja mulai menunjukkan perbedaan antara anak perempuan dan anak laki-laki. Pada anak perempuan selain badan bertambah tinggi, diikuti dengan pertumbuhan payudara, tumbuh bulu halus berwarna gelap di kemaluan yang kemudian menjadi keriting dan pada beberapa orang disertai dengan tumbuhnya bulu ketiak. Ciri utama perkembangan pada anak perempuan adalah mulai dialaminya menstruasi, yang menunjukkan bahwa organ

reproduksinya mulai aktif.

Pada laki-laki masa remaja ditandai dengan munculnya jakun, kulit menjadi lebih kasar, otot mulai tampak. Pada anak laki-laki selain pertumbuhan tinggi badan akibat pertumbuhan tulang-tulang, diikuti dengan membesarnya testis, tumbuhnya bulu halus yang lurus dan berwarna gelap yang kemudian menjadi keriting. Selain pada kemaluan, bulu di dada dan ketiak juga mulai tumbuh. Perubahan yang menandai aktifnya sistem reproduksi pada laki-laki adalah dengan dialaminya ejakulasi. Perubahan kedewasaan laki laki atau masa puber bisa tampak dari luar berupa perubahan suara dan rambut pada wajah tampak menebal.

Perubahan remaja dalam segi budaya dapat dilihat saat ia bergaul dengan teman-teman sebayanya, budaya yang ia terapkan adalah budaya budaya serapan dari luar negeri dan bukanlah budaya dalam negeri sendiri. Hal ini dapat terjadi karena sifat ke ego-annya lebih besar ketimbang dengan sifat kemandiriannya, hal ini dapat membuat rusak atau hilangnya budaya sendiri. Para

remaja lebih senang berpesta pora sebagai adat atau kebudayaan baru daripada saling menolong satu sama lain.



LATIHAN

1. Dari semua faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, yang merupakan faktor dalam adalah
 - a. Vitamin
 - b. Aktifitas fisik
 - c. Sinar matahari
 - d. Hormon
 - e. Oksigen

2. Tahap perkembangan makhluk hidup yang berbeda bentuk morfologi dan cara reproduksinya, disebut sebagai...
 - a. Metamorfosis
 - b. metamorfosis sempurna
 - c. metamorfosis tidak sempurna
 - d. Metagenesis
 - e. Mutasi

3. Metamorfosis dapat dialami oleh hewan berikut, kecuali.....
 - a. Hydra
 - b. Kecoa
 - c. Lebah
 - d. Katak
 - e. Lalat

4. Berikut adalah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan, kecuali...
 - a. Kadar oksigen
 - b. Kadar karbon dioksida
 - c. Kadar cahaya matahari
 - d. Suhu
 - e. Kelembapan

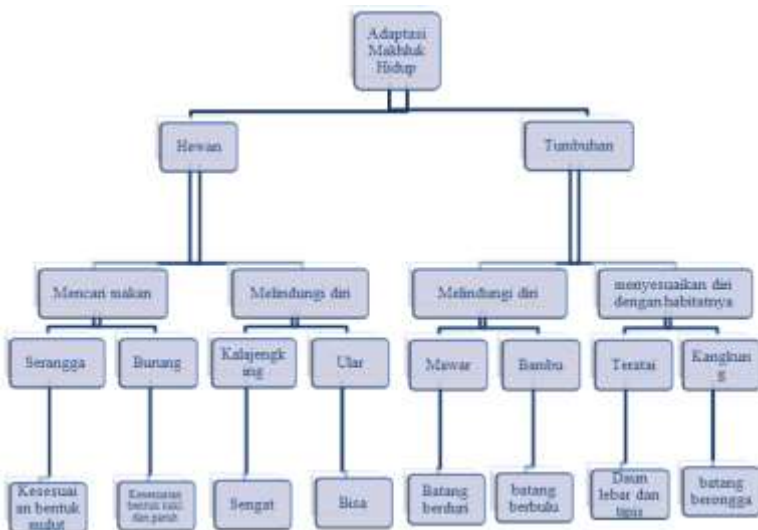
3. Metamorfosis tidak sempurna terjadi pada.....
 - a. kupu-kupu
 - b. Kecoa
 - d. Lalat
 - e. Nyamuk

c. Lebah

9 ADAPTASI

A. PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan dibahas, yaitu siklus makhluk hidup yang terdapat pada gambar berikut ini;



Kompetensi Dasar

Mengidentifikasi cara makhluk hidup menyesuaikan diri

dengan lingkungan
Tujuan Pembelajaran
⇒ Mengidentifikasi cara makhluk hidup menyesuaikan diri dengan lingkungan

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan hidupnya. Berdasarkan bentuknya, adaptasi diklasifikasikan menjadi 3, yakni: adaptasi Morfologi (bentuk tubuh), adaptasi Fisiologi (fungsi kerja tubuh), serta adaptasi tingkah laku (behavioral).

1. Adaptasi Morfologi

Adaptasi Morfologi adalah penyesuaian makhluk hidup melalui perubahan bentuk organ tubuh yang berlangsung sangat lama untuk kelangsungan hidupnya. Adaptasi ini sangat mudah dikenali dan mudah diamati karena tampak dari luar.

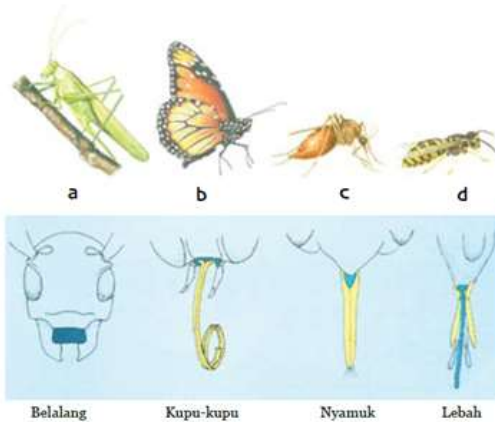
A. Adaptasi Hewan

Tujuan hewan beradaptasi dengan lingkungannya adalah untuk mencari makanan dan melindungi diri. Dengan demikian, hewan mampu bertahan hidup dan berkembang biak.

1. Adaptasi Hewan dengan Lingkungan dalam mencari makanan

a. Serangga

Perhatikan serangga-serangga pada Gambar 9.1 berikut ini.



Gambar 7.1
Bentuk mulut pada;
a) belalang;
b) kupu-kupu;
c) nyamuk; dan
d) lebah.

Bentuk mulut serangga bermacam-macam sesuai dengan jenis makanannya. Bentuk mulut serangga ada yang pengisap, penusuk, dan pengunyah-penjilat.

1) Mulut pengisap

Mulut pengisap pada serangga bentuknya seperti belalai yang dapat digulung dan dijulurkan. Contoh

serangga yang memiliki mulut pengisap adalah kupu-kupu. Kupu-kupu menggunakan mulut pengisap untuk mengisap madu dari bunga.

2) Mulut penusuk dan penghisap

Mulut penusuk dan penghisap pada serangga memiliki ciri bentuk yang tajam dan panjang. Contoh serangga yang memiliki mulut penusuk dan penghisap adalah nyamuk. Nyamuk menggunakan mulutnya untuk menusuk kulit manusia kemudian menghisap darah. Jadi, selain mulutnya berfungsi sebagai penusuk juga berfungsi sebagai pengisap.

3) Mulut penjilat

Mulut penjilat pada serangga memiliki ciri terdapatnya lidah yang panjang dan berguna untuk menjilat makanan berupa nektar dari bunga, contoh serangga yang memiliki mulut penjilat adalah lebah.

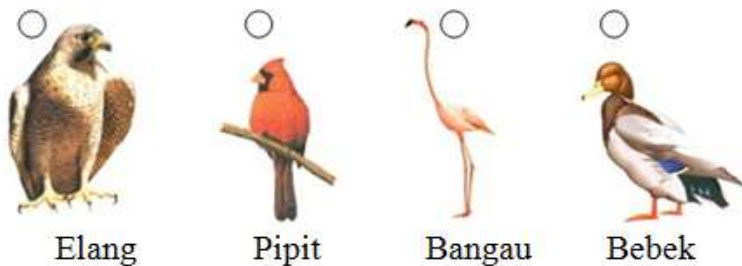
4) Mulut penyerap

Mulut penyerap pada serangga memiliki ciri terdapatnya alat penyerap yang mirip spons (gabus). Alat ini digunakan untuk menyerap makanan terutama yang

berbentuk cair. Contoh serangga yang memiliki mulut penyerap adalah lalat.

Pernahkah anda mengamati kaki burung atau bebek?

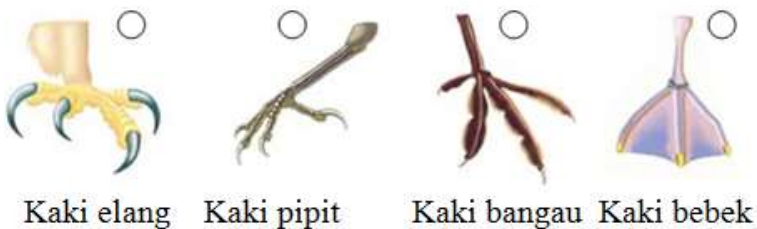
Perhatikan Gambar 7. 2 berikut.



Gambar 9.2 Berbagai Jenis Burung

1) Kaki Burung

Bentuk kaki burung sesuai dengan lingkungan tempat hidupnya (habitat) dan makanannya. Perhatikan Gambar 7.3.



Gambar 9. 3. Berbagai Bentuk Kaki Burung

Dari gambar 7.2 dan 7.3 dapat kita amati amati bahwa kaki burung berbeda-beda. Mengapa demikian? Seperti dijelaskan sebelumnya, kaki burung sesuai dengan habitat dan makanannya. Perhatikan uraian berikut. Kaki elang memiliki empat jari. Setiap jari memiliki kuku yang sangat kuat. Bentuk kaki seperti ini sesuai untuk mencengkeram mangsanya. Selain itu, bentuk tersebut sesuai untuk bertengger di pohon. Burung elang digolongkan ke dalam burung pencengkeram.

Kaki burung gelatik memiliki empat jari dan ukurannya kecil. Bentuk kaki seperti itu memudahkan gelatik untuk bertengger pada batang padi. Burung gelatik digolongkan ke dalam burung petengger.

Kaki bangau memiliki kaki yang panjang. Jari-jarinya memiliki sedikit selaput. Bentuk seperti ini memudahkan bangau untuk berjalan di atas lumpur ketika mencari makan.

Bebek memiliki kaki yang berselaput. Bentuk kaki seperti ini memudahkannya untuk berjalan di atas tanah berlumpur. Selain itu, kaki berselaput berfungsi untuk berenang. Bebek termasuk ke dalam burung perenang.

2) Paruh Burung

Apakah anda memelihara burung di rumah? Bagaimana bentuk paruhnya? Bentuk paruh burung sesuai dengan jenis makanannya. Perhatikan berbagai bentuk paruh pada Gambar 7.4



Gambar 9.4 berbagai bentuk paruh burung

Sumber: Andas Visual, 2003

Burung elang memiliki paruh yang besar dan runcing untuk merobek mangsanya. Ujung paruhnya berbentuk seperti kait yang tajam. Bentuk paruh tersebut sesuai untuk burung pemakan daging.

Burung pipit memiliki paruh yang pendek dan kuat. Bentuk paruh tersebut sesuai untuk memecah biji-bijian. Burung bangau memiliki paruh panjang dan besar.

Bentuk tersebut memudahkannya untuk mencari ikan di rawa-rawa atau daerah lumpur. Bebek memiliki paruh berbentuk pipih dan lebar. Bentuk ini sesuai untuk mencari makanan di dalam lumpur. Bebek biasanya mencari makanan berupa cacing di dalam lumpur.

2. Adaptasi Hewan untuk Melindungi Diri

Untuk mempertahankan hidupnya, hewan perlu beradaptasi untuk melindungi diri dari bahaya yang mengancamnya. Misalnya, kalajengking seperti terlihat pada Gambar 7.5 memiliki alat penyengat. Hewan-hewan tersebut mengeluarkan racun atau bisa untuk melindungi diri dari musuhnya. Kalajengking jika diganggu, ekornya akan melengkung ke atas dan ekor tersebut akan langsung menyengat musuhnya.

Sengat



Gambar 9.5. Kalajengking

Selain kalajengking dan kelabang, berikut cara beberapa hewan lainnya melindungi diri dari musuhnya.

a. Cecak dan Kadal

Perhatikan Gambar 6 Pernahkah anda melihat cecak atau kadal yang memutuskan sebagian ujung ekornya? Hal itu dilakukan untuk mengelabui pemangsanya. Jika ada pemangsa yang menyerang dan menangkap ekor cecak atau kadal, keduanya akan segera memutuskan ekornya. Bagian ekor yang putus akan bergerak-gerak untuk beberapa menit. Hal ini akan mengalihkan perhatian pemangsanya. Pada saat itu, cecak atau kadal akan segera menjauhi pemangsanya. Ekor cecak dan kadal akan tumbuh seperti semula dalam beberapa bulan.



gambar 9.6. Cecak dan kadal memiliki kemampuan memutuskan ekornya.

Sumber: www.upload.wikimedia.org

b. Ular

Banyak ular yang memiliki bisa. Bisa itu digunakan untuk melindungi diri dari musuhnya. Bisa merupakan zat racun yang dapat mematikan. Contoh ular berbisa adalah ular kobra dan ular derik. Namun, ada pula ular yang memiliki gigi taring (Gambar 7.7), tetapi tidak memiliki bisa. Contoh ular yang tidak berbisa adalah ular sanca.



Gambar 9.7 Ular memiliki taring
Sumber: Andas Visual, 2003

c. Bunglon



Gambar 9.8
Bunglon memiliki kemampuan mimikri

Pernahkah anda melihat bunglon? Bunglon adalah hewan yang hidup di pohon. Bunglon melindungi diri dengan cara mengubah warna tubuhnya, sesuai dengan warna lingkungan yang ditempatinya. Jika bunglon berada di tanah, warna tubuhnya akan seperti warna tanah. Jika bunglon di atas daun, warna tubuhnya akan seperti warna daun (Gambar 7.8). Perubahan warna bunglon ini disebut mimikri. Mimikri merupakan salah satu cara bagi makhluk hidup untuk berandaflase. Andaflase adalah suatu kemampuan hewan untuk

menyamarkan diri sehingga kehadiran hewan tersebut di lingkungan tidak jelas.

d. Kupu-Kupu

Sayap kupu-kupu memiliki bentuk, pola, dan warna yang dapat berfungsi untuk mengalihkan perhatian pemangsanya. Misalnya, corak sayapnya yang menyerupai bola mata burung hantu. Hal tersebut dapat membuat pemangsa menjauhi kupu-kupu. Peristiwa tersebut disebut mimikri. Untuk melakukan mimikri, suatu hewan memerlukan adanya model-model yang ditiru. Dalam hal ini, model yang ditiru kupu-kupu adalah bentuk mata burung hantu. Kadang-kadang ada kupu-kupu, yang memiliki sayap sewarna dengan tempat yang dihinggapinya



Sumber: www.utahbug.com

Gambar 9.9

Kupu-kupu memiliki kemampuan mimikri untuk meniru bentuk mata dari burung hantu dan duri bunga mawar.

e. Belalang Daun

Hewan lain yang memiliki kemampuan andaflase adalah belalang daun (Gambar 7.10). Belalang daun memiliki bentuk tubuh yang pipih, bersayap lebar dan tubuhnya berwarna hijau. Jika belalang daun hinggap di pohon atau daun, akan sangat sulit membedakannya dengan warna daun. Hal itu dilakukan untuk melindungi diri dari hewan pemangsanya, seperti burung.



Gambar 9.10. Belalang daun tersamar dengan daun karena warnanya yang hijau

f. Cumi-Cumi

Apakah anda pernah memakan cumi-cumi? Jika Ibu anda membersihkan cumi-cumi biasanya terdapat tinta hitam yang harus dibuang (perhatikan Gambar 7.11). Tahukah anda apakah fungsi tinta tersebut? Tinta hitam itu akan dikeluarkan cumi-cumi ketika dirinya terancam bahaya. Cumi-cumi dengan segera akan mengeluarkan tinta untuk mengaburkan pandangan musuhnya



Gambar 9.11

Cumi-cumi akan mengeluarkan tinta hitam apabila terancam bahaya. Sumber: Ensiklopedia Iptek, 2007

B. Adaptasi Tumbuhan dengan Lingkungannya

1. Cara Tumbuhan Melindungi Diri

Untuk apa tumbuhan melindungi diri? Tumbuhan melindungi diri dari gangguan hewan. Tumbuhan melindungi diri dengan berbagai cara. Cara tumbuhan melindungi diri bergantung pada jenis tumbuhan tersebut. Tumbuhan melindungi diri dengan cara memiliki duri, bulu racun, dan bau tidak sedap.



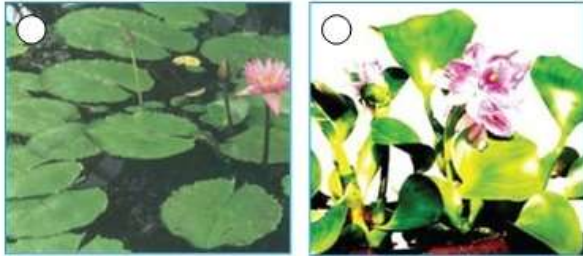
Gambar 9.12 Bunga mawar dan bambu
Sumber: <http://content.answer.org>;
<http://www.wayneforte.com>

Perhatikan Gambar 7.12. Mawar memiliki batang yang berduri. Pohon rotan dan pohon bambu memiliki bulu-bulu halus yang dapat mengakibatkan rasa gatal jika anda menyentuhnya. Mawar dan bambu merupakan tumbuhan yang beradaptasi dengan lingkungannya.

2. Cara Tumbuhan Menyesuaikan diri dengan Habitatnya

Bagaimana cara tumbuhan menyesuaikan diri dengan lingkungan atau habitatnya? Coba anda perhatikan tumbuhan kaktus ataupun mawar. Kaktus tumbuh di tanah kering dan berpasir. Kaktus memiliki akar panjang dan menyebar. Akar itu berfungsi menyerap air dan mineral dari tanah. Kaktus juga memiliki batang yang tebal dan berongga serta daunnya kecil-kecil. Tujuan batangnya yang berongga ini untuk menyimpan air. Tujuan daunnya kecil-kecil untuk mengurangi penguapan air yang terlalu banyak pada musim kering. Bagaimana dengan tumbuhan yang hidup di air? Pernahkah anda melihat bunga teratai atau tanaman kangkung? Bunga teratai memiliki daun yang lebar-lebar dan tipis (Perhatikan Gambar 7.13). Mulut daunnya banyak. Daun teratai yang tipis berguna untuk mengapung di permukaan air, sedangkan daunnya yang lebar berfungsi menangkap cahaya matahari lebih banyak sehingga penguapan air lebih banyak. tetapi juga memiliki akar panjang dan melekat di dasar air. Bentuk akar ini membantu teratai memperoleh mineral dari dasar air dan memancangkan dirinya agar tidak lepas.

Jika Ibu anda memasak kangkung, coba anda perhatikan batangnya. Apakah batangnya berongga? Batang yang berongga ini bermanfaat agar kangkung dapat terapung di atas air



Gambar 9.12 Bunga teratai dan eceng gondok

Begitu pula dengan eceng gondok. Eceng gondok dapat terapung di atas air karena tangkai daunnya yang menggebu berisi udara. Selain untuk mengapungkan tubuhnya, rongga udara tersebut juga berfungsi untuk bernapas. Menurut anda, apakah daun eceng gondok yang tipis memiliki fungsi yang sama dengan daun teratai?

2. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi Fisiologi adalah penyesuaian diri makhluk hidup melalui fungsi kerja organ bisa bertahan hidup. Adaptasi ini berlangsung di dalam tubuh, sehingga sulit untuk diamati. Beberapa contoh adaptasi fisiologi

a. Adaptasi Fisiologi pada Manusia

1. Jumlah sel darah merah orang yang tinggal di pegunungan lebih banyak jika dibandingkan dengan orang yang tinggal di pantai/dataran rendah.
2. Ukuran jantung para atlet rata-rata lebih besar dari pada ukuran jantung orang kebanyakan.
3. Pada saat udara dingin, orang cenderung lebih banyak mengeluarkan urine (air seni).

b. Adaptasi Fisiologi pada Hewan

Berdasarkan jenis makanannya, hewan dapat dibedakan menjadi karnivor (pemakan daging), herbivor (pemakan tumbuhan), serta omnivor (pemakan daging dan tumbuhan). Penyesuaian hewan-hewan tersebut terhadap jenis makanannya. antara lain terdapat pada ukuran (panjang) usus dan enzim pencernaan yang berbeda. Untuk mencerna tumbuhan yang umumnya mempunyai sel-sel berdinding sel keras, rata-rata usus herbivor lebih panjang daripada usus karnivor. Hewan Ruminansia (pemakan rumput), memiliki tipe pencernaan khusus untuk mencerna rumput-rumputan yang memiliki dinding sel. Hewan ini bisa mencerna makanan di lambung.

Ikan air laut menghasilkan urine yang lebih pekat dibandingkan dengan ikan sungai. Hal ini disebabkan kadar garam air laut lebih tinggi daripada kadar garam air tawar, sehingga menyebabkan ikan air laut kekurangan cairan. Akibatnya, kadar garam dalam darahnya menjadi tinggi sehingga mengurangi kepekatan cairan dalam tubuhnya, ikan mengeluarkan urine yang pekat. Kecepatan Metabolisme. Ketika berada di daerah dingin , kecepatan metabolisme hewan berdarah panas akan meningkat.

c. Adaptasi Fisiologi pada Tumbuhan

1. Tumbuhan yang penyerbukannya dibantu oleh serangga mempunyai bunga yang berbau khas.
2. Tumbuhan tertentu menghasilkan zat khusus yang dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan lain atau melindungi diri terhadap herbivor. Misalnya. semak azalea di Jepang menghasilkan bahan kimia beracun sehingga rusa tidak memakan daunnya. (zat alelopati).

d. Adaptasi Tingkah Laku

Beberapa jenis hewan ada yang menyesuaikan diri dengan lingkungan dengan cara mengubah tingkah laku. Cara ini selain untuk mendapatkan makanan juga untuk

melindungi diri dari musuh atau pemangsa. Perhatikan beberapa contoh hewan yang menyesuaikan diri dengan tingkah laku berikut ini!

1. Bunglon

Kalian tentu pernah melihat bagaimana bunglon dapat merubah warna kulitnya sesuai dengan warna tempat ia berada. Ketika berada di pohon yang berwarna coklat maka tubuh bunglon akan berrwarna coklat. Begitu juga ketika ia berada di pohon yang berwarna hijau maka tubuhnya akan berwarna hijau. Perubahan warna tubuh pada bunglon merupakan bentuk penyesuaian diri agar ia terlindung dari musuhnya. Perubahan warna kulit sesuai dengan warna lingkungannya seperti yang dilakukan oleh bunglon dinamakan mimikri.

2. Kalajengking

Kalajengking melindungi dirinya dari musuh dengan menggunakan sengatnya. Sengatnya ini mengandung racun yang dapat membunuh musuhnya. Selain kalajengking, hewan lain yang menggunakan zat racun untuk melindungi dirinya dari serangan musuh adalah, kelabang, lebah, dan ular.

3. Cumi-Cumi

Cumi-cumi melindungi diri dari musuhnya dengan cara menyemburkan cairan, seperti tinta ke dalam air. Hal ini menyebabkan musuh yang menyerangnya tidak dapat melihatnya dan ia dapat berenang dengan cepat untuk menghindari musuhnya tersebut.

4. Siput

Siput memiliki pelindung tubuh yang keras dan kuat yang disebut cangkang. Hewan jenis ini melindungi diri dari musuhnya dengan cara memasukkan tubuhnya ke dalam cangkang. Selain siput, kura-kura, dan penyu juga memiliki cangkang yang digunakan untuk melindungi diri dari musuhnya.

5. Cecak

Cecak merupakan contoh hewan yang ekornya mudah putus. Dalam keadaan bahaya, cecak mengelabui musuhnya dengan cara memutuskan ekornya. Kejadian ini dinamakan autotomi. Jika seekor cecak dikejar pemangsa, ekornya secara mendadak putus dan bergerak-gerak sehingga perhatian pemangsa akan tertuju pada ekor yang bergerak-gerak tersebut. Kesempatan itulah yang

digunakan cicak untuk menghindarkan diri dari kejaran predator.

6. Ikan paus

Paus adalah mamalia yang hidup di air. Seperti hewan mamalia yang lain, walaupun hidup di air paus bernapas menggunakan paru-paru. Padahal paru-paru tidak dapat mengambil oksigen dari air. Paus dan semua mamalia yang hidup di air, kurang lebih tiap tiga puluh menit muncul ke permukaan air untuk menghirup oksigen. Mungkin kalian pernah melihat bagaimana perilaku paus lewat siaran televisi. Ketika muncul ke permukaan air laut, paus mengeluarkan sisa pernapasan berupa karbondioksida dan uap air yang sudah jenuh dengan air sehingga terlihat seperti air mancur. Setelah itu paus menghirup udara sebanyak-banyaknya sehingga paru-parunya penuh dengan udara.

7. Hibernasi dan estivasi

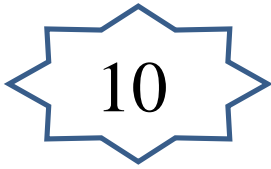
Pada musim dingin banyak hewan berdarah panas membutuhkan energi tambahan untuk menjaga suhu tubuhnya, tetapi makanan sangat langka. Untuk dapat bertahan maka beberapa hewan, misalnya tikus, landak,

beruang hitam dan lain-lain melakukan hibernasi, yaitu tidur panjang di musim dingin. Demikian pula untuk hewan yang hidup di daerah gurun yang sangat panas dan pada musim kemarau mempunyai perilaku tertentu yang yaitu melakukan estivasi yaitu tidur panjang di musim kemarau, supaya dapat bertahan hidup di daerah gurun. Misalnya pada kadal, katak, keong, dan lain-lain.



LATIHAN

1. Angsa merupakan hewan yang berhabitat di
2. Lingkungan tempat tinggal makhluk hidup disebut
3. Bentuk kaki burung berbeda-beda. Hal ini bergantung pada ..., ..., dan
4. Burung merpati merupakan hewan pemakan
5. Kelabang melindungi diri dari bahaya yang mengancamnya dengan dilengkapi oleh
6. Perubahan warna kulit pada bunglon sesuai dengan warna habitatnya disebut
7. Ketika dikejar mangsanya, cumi-cumi akan mengeluarkan
8. Tumbuhan yang hidup di tanah kering berpasir, berbatang besar, berdaun kecil, dan berakar panjang serta menyebar adalah
9. Buluh bambu jika disentuh akan menyebabkan rasa
10. Teratai, eceng gondok, dan kangkung merupakan tumbuhan yang berhabitat di

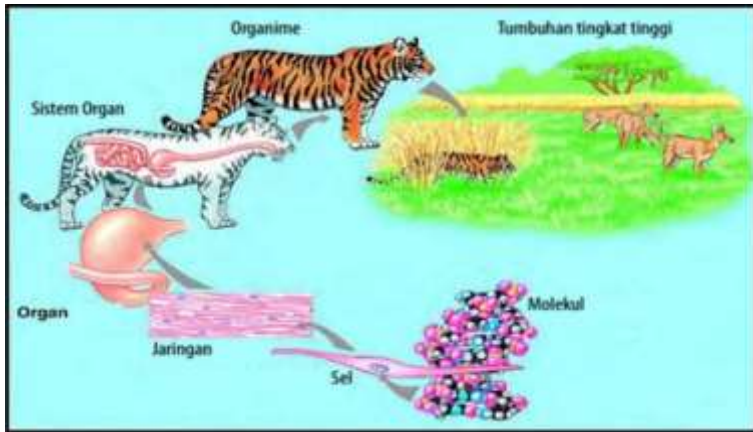


ORGANISASI KEHIDUPAN

Biologi adalah ilmu yang mempelajari segala hal tentang makhluk hidup dan kehidupannya. Kehidupan masing-masing makhluk hidup tersebut dipelajari dengan seksama melalui pemahaman suatu tingkatan organisasi yang terstruktur. Adapun dalam pembelajaran biologi tersebut, telah disusun suatu struktur tingkat organisasi kehidupan yang berlaku secara universal di seluruh dunia. Berikut ini kita akan membahas struktur tingkat organisasi kehidupan tersebut mulai dari yang terendah hingga yang tertinggi.

A. Tingkat Organisasi Kehidupan

Struktur organisasi kehidupan yang telah disusun oleh para ahli biologi mengenal 10 tingkatan. Tingkat terendah dimulai oleh molekul, dilanjut dengan sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, populasi, komunitas, ekosistem, dan bioma.



Gambar 10.1 Organisasi kehidupan dan tingkatannya



Gambar 10.2 Tingkatan Organisasi kehidupan

B. Tingkat Molekul

Setiap inti sel yang dimiliki makhluk hidup mengandung molekul organik yang berperan dalam mengendalikan struktur dan fungsi sel. Inti sel tersebut juga membawa rekam informasi genetik yang dapat diturunkan melalui proses reproduksi sel. Molekul organik tersebut berupa DNA (deoxyribonucleic acid asam deoksiribonukleat) dan RNA (ribonucleic acid asam ribonukleat). Keduanya berperan sebagai pengatur sintesis protein yang terjadi di dalam sel.

C. Tingkat Sel

Sel adalah unit kehidupan yang paling kecil. Berdasarkan jumlah sel penyusunnya, kita mengenal makhluk hidup dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu makhluk hidup uniseluler (terdiri dari satu sel) dan makhluk hidup multiseluler (terdiri dari banyak sel). Beberapa contoh makhluk hidup uniseluler misalnya protozoa, bakteri, dan alga. Mereka melangsungkan metabolisme tubuhnya di dalam satu buah sel saja. Sedangkan makhluk hidup multiseluler, seperti tumbuhan dan hewan disusun oleh

banyak sel yang masing-masing mempunyai bentuk dan fungsi yang berbeda-beda.

D. Tingkat Jaringan

Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama. Tubuh hewan misalnya terdiri atas beragam jenis jaringan seperti jaringan otot, jaringan darah, atau jaringan epidermis. Contoh makhluk hidup yang berada dalam tingkat organisasi kehidupan jaringan misalnya Porifera dan Coelenterata. Keduanya mempunyai lapisan sel pembentuk tubuh (diploblastik), yaitu lapisan terluar (ektoderm) dan lapisan terdalam (endoderm).

E. Tingkat Organ

Dalam tingkat organisasi kehidupan, organ dianggap sebagai suatu kumpulan jaringan yang mempunyai fungsi tertentu. Contoh organ dalam tubuh manusia misalnya jantung, paru-paru, dan lambung.

F. Tingkat Sistem Organ

Sistem organ disusun oleh beberapa organ yang saling berinteraksi satu sama lain dalam melaksanakan suatu fungsi di dalam tubuh. Sebagai contoh, sistem peredaran darah manusia, yang terdiri dari jantung dan pembuluh darah, berfungsi untuk mengedarkan darah ke seluruh tubuh. Sistem organ adalah tingkat organisasi kehidupan yang kemudian menyusun suatu individu tingkat tinggi.

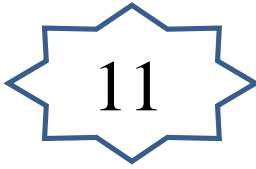
G. Tingkat Individu

Di tingkat individu, berlangsung mekanisme kompleks yang terjadi karena koordinasi dan regulasi bermacam-macam sistem organ. Tubuh manusia adalah satu contoh nyata tingkat organisasi kehidupan yang berupa individu.

H. Tingkat Populasi

Populasi adalah sekumpulan individu yang berada di waktu dan tempat yang sama. Di sekitar lingkungan kita terdapat bermacam-macam populasi, seperti populasi

pohon kelapa, populasi burung merpati, populasi rumput, populasi cacing tanah, populasi manusia, dan sebagainya.



A. Lahirnya Teori Atom

Kimia modern berdasarkan atas teori atom. Untuk memahami teori atom, Anda pertama harus mempelajari hukum-hukum fundamental termasuk hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, dan hukum perbandingan berganda. Hukum-hukum ini adalah dasar teori atom dan pada saat yang sama merepresentasikan kesimpulan yang ditarik dari teori atom. Namun, teori atom sendiri tidak lengkap. Kimia dapat menjadi sistem yang konsisten sejak teori atom dikombinasikan dengan konsep molekul. Di masa lalu, keberadaan atom hanyalah hipotesis. Di awal abad ke-20 teori atom akhirnya terbukti. Juga menjadi jelas bahwa atom terdiri atas partikel-partikel yang lebih kecil. Teori atom saat ini secara perlahan berkembang sejalan dengan perkembangan ini dan menjadi kerangka dunia material.

B. Lahirnya kimia

Kimia modern dimulai oleh kimiawan Perancis Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). Ia menemukan hukum kekekalan massa dalam reaksi kimia, dan mengungkap peran oksigen dalam pembakaran. Berdasarkan prinsip ini, kimia maju di arah yang benar. Sebenarnya oksigen ditemukan secara independen oleh dua kimiawan, kimiawan Inggris Joseph Priestley (1733-1804) dan kimiawan Swedia Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), di penghujung abad ke-18. Jadi, hanya sekitar dua ratus tahun sebelum kimia modern lahir. Dengan demikian, kimia merupakan ilmu pengetahuan yang relatif muda bila dibandingkan dengan fisika dan matematika, keduanya telah berkembang beberapa ribu tahun.

Namun alkimia, metalurgi dan farmasi di zaman kuno dapat dianggap sebagai akar kimia. Banyak penemuan yang dijumpai oleh orang-orang yang terlibat aktif di bidang-bidang ini berkontribusi besar pada kimia modern walaupun alkimia didasarkan atas teori yang salah. Lebih lanjut, sebelum abad ke-18, metalurgi dan farmasi sebenarnya didasarkan atas pengalaman saja dan

bukan teori. Jadi, nampaknya tidak mungkin titik-titik awal ini yang kemudian berkembang menjadi kimia modern. Berdasarkan hal-hal ini dan sifat kimia modern yang terorganisir baik dan sistematis metodologinya, akar sebenarnya kimia modern mungkin dapat ditemui di filosofi Yunani kuno. Jalan dari filosofi Yunani kuno ke teori atom modern tidak selalu mulus. Di Yunani kuno, ada perselisihan yang tajam antara teori atom dan penolakan keberadaan atom. Sebenarnya, teori atom tetap tidak ortodoks dalam dunia kimia dan sains. Orang-orang terpelajar tidak tertarik pada teori atom sampai abad ke-18. Di awal abad ke-19, kimiawan Inggris John Dalton (1766-1844) melahirkan ulang teori atom Yunani kuno. Bahkan setelah kelahirannya kembali ini, tidak semua ilmuwan menerima teori atom. Tidak sampai awal abad 20 teori ato, akhirnya dibuktikan sebagai fakta, bukan hanya hipotesis. Hal ini dicapai dengan percobaan yang terampil oleh kimiawan Perancis Jean Baptiste Perrin (1870-1942). Jadi, perlu waktu yang cukup panjang untuk menetapkan dasar kimia modern. Sebagaimana dicatat sebelumnya, kimia adalah ilmu yang relatif muda. Akibatnya, banyak

yang masih harus dikerjakan sebelum kimia dapat mengklaim untuk mempelajari materi, dan melalui pemahaman materi ini memahami alam ini. Jadi, sangat penting di saat awal pembelajaran kimia kita meninjau ulang secara singkat bagaimana kimia berkembang sejak kelahirannya.

C. Teori atom kuno

Sebagaimana disebut tadi, akar kimia modern adalah teori atom yang dikembangkan oleh filsuf Yunani kuno. Filosofi atomik Yunani kuno sering dihubungkan dengan Democritos (kira-kira 460BC- kira-kira 370 BC). Namun, tidak ada tulisan Democritos yang tinggal. Oleh karena itu, sumber kita haruslah puisi panjang “*De rerum natura*” yang ditulis oleh seniman Romawi Lucretius (kira-kira 96 BC- kira-kira 55 BC).



(a)



(b)

Gambar 4 Zat/Bahan Dan Sifat-Sifatnya

Gambar 4 Dunia atom Democritos. Sayang, kita tidak dapat menduga gambaran atom seperti yang dibayangkan oleh Democritos. Kimiawan Jerman telah menyarankan gambaran atom sebagaimana dibayangkan Democritos. (a) atom zat yang manis (b) zat yang pahit (direproduksi dari: F. Berr, W. Pricha, Atommodelle, Deutsches Museum, 1987.)

Atom yang dipaparkan oleh Lucretius memiliki kemiripan dengan molekul modern. Anggur (*wine*) dan minyak zaitun, misalnya memiliki atom-atom sendiri. Atom adalah entitas abstrak. Atom memiliki bentuk yang khas dengan fungsi yang sesuai dengan bentuknya. "Atom anggur bulat dan mulus sehingga dapat melewati kerongkongan dengan mulus sementara atom kina kasar dan akan sukar melalui kerongkongan". Teori struktural modern molekul menyatakan bahwa terdapat hubungan yang sangat dekat antara struktur molekul dan fungsinya. Walaupun filosofi yang terartikulasi oleh Lucretius tidak didukung oleh bukti yang didapat dari percobaan, inilah awal kimia modern. Dalam periode yang panjang sejak

zaman kuno sampai zaman pertengahan, teori atom tetap Inheretikal (berlawanan dengan teori yang umum diterima) sebab teori empat unsur (air, tanah, udara dan api) yang diusulkan filsuf Yunani kuno Aristotole (384 BC-322 BC) menguasai. Ketika otortas Aristotole mulai menurun di awal abad modern, banyak filsuf dan ilmuwan mulai mengembangkan teori yang dipengaruhi teori atom Yunani. Gambaran materi tetap dipegang oleh filsuf Perancis Rene Descartes (1596-1650), filsuf Jerman Gottfried Wilhelm Freiherr von Leibniz (1646-1716), dan ilmuwan Inggris Sir Issac Newton (1642-1727) yang lebih kurang dipengaruhi teori atom.

D. Teori Atom Dalton

Di awal abad ke-19, teori atom sebagai filosofi materi telah dikembangkan dengan baik oleh Dalton yang mengembangkan teori atomnya berdasarkan peran atom dalam reaksi kimia. Teori atomnya dirangkumkan sebagai berikut:

Teori atom Dalton:

- 1) partikel dasar yang menyusun unsur adalah atom. Semua atom unsur tertentu identik.
- 2) massa atom yang sejenis sama akan identik tetapi berbeda dengan massa atom unsur jenis lain.
- 3) keseluruhan atom terlibat dalam reaksi kimia.

Keseluruhan atom akan membentuk senyawa. Jenis dan jumlah atom dalam senyawa tertentu tetap. Dasar teoritik teori Dalton terutama didasarkan pada hukum kekekalan massa dan hukum perbandingan tetap¹, keduanya telah ditemukan sebelumnya, dan hukum perbandingan berganda² yang dikembangkan oleh Dalton sendiri. Atom Democritos dapat dikatakan sebagai sejenis miniatur materi. Jadi jumlah jenis atom akan sama dengan jumlah materi. Di pihak lain, atom Dalton adalah penyusun materi, dan banyak senyawa dapat dibentuk oleh sejumlah terbatas atom. Jadi, akan terdapat sejumlah terbatas jenis atom. Teori atom Dalton mensyaratkan proses dua atau lebih atom bergabung membentuk materi. Hal ini merupakan alasan mengapa atom Dalton disebut atom kimia.

E. Bukti keberadaan atom

Ketika Dalton mengusulkan teori atomnya, teorinya menarik cukup banyak perhatian. Namun, teorinya ini gagal mendapat dukungan penuh. Beberapa pendukung Dalton membuat berbagai usaha penting untuk mempersuasi yang melawan teori ini, tetapi beberapa oposisi masih tetap ada. Kimia saat itu belum cukup membuktikan keberadaan atom dengan percobaan. Jadi teori atom tetap merupakan hipotesis. Lebih lanjut, sains setelah abad ke-18 mengembangkan berbagai percobaan yang membuat banyak saintis menjadi skeptis pada hipotesis atom. Misalnya, kimiawan tenar seperti Sir Humphry Davy (1778-1829) dan Michael Faraday (1791-1867), keduanya dari Inggris, keduanya ragu pada teori atom. Sementara teori atom masih tetap hipotesis, berbagai kemajuan besar dibuta di berbagai bidang sains. Salah satunya adalah kemunculan termodinamika yang cepat di abad 19. Kimia structural saat itu yang direpresentasikan oleh teori atom hanyalah masalah akademik dengan sedikit kemungkinan aplikasi praktis. Tetapi termodinamika yang diturunkan dari isu praktis

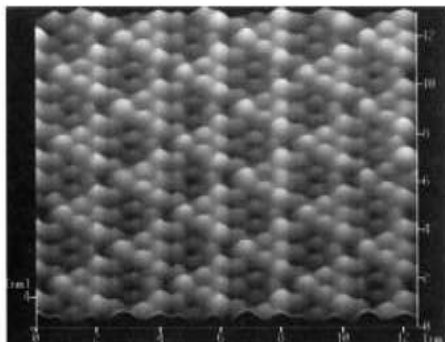
seperti efisiensi mesin uap nampak lebih penting. Ada kontroversi yang sangat tajam antara atomis dengan yang mendukung termodinamika. Debat antara fisikawan Austria Ludwig Boltzmann (1844-1906) dan kimiawan Jerman Friedrich Wilhelm Ostwald (1853-1932) dengan fisikawan Austria Ernst Mach (1838-1916) pantas dicatat. Debat ini berakibat buruk, Boltzmann bunuh diri. Di awal abad 20, terdapat perubahan besar dalam minat sains. Sederet penemuan penting, termasuk keradioaktifan, menimbulkan minat pada sifat atom, dan lebih umum, sains struktural. Bahwa atom ada secara percobaan dikonfirmasi dengan percobaan kesetimbangan sedimentasi oleh Perrin. Botanis Inggris, Robert Brown (1773-1858) menemukan gerak takberaturan partikel koloid dan gerakan ini disebut dengan gerak Brown, untuk menghormatinya. Fisikawan Swiss Albert Einstein (1879-1955) mengembangkan teori gerak yang berdasarkan teori atom. Menurut teori ini, gerak Brown dapat diungkapkan dengan persamaan yang memuat bilangan Avogadro.

$$D = (RT/N) \cdot (1/6\pi a \eta) \quad (1.1)$$

D adalah gerakan partikel, R tetapan gas, T temperatur, N bilangan Avogadro, α jari-jari partikel dan η viskositas larutan.

Inti ide Perrin adalah sebagai berikut. Partikel koloid bergerak secara random dengan gerak Brown dan secara simultan mengendap ke bawah oleh pengaruh gravitasi. Kesetimbangan sedimentasi dihasilkan oleh kesetimbangan dua gerak ini, gerak random dan sedimentasi. Perrin dengan teliti mengamati distribusi partikel koloid, dan dengan bantuan persamaan 1.1 dan datanya, ia mendapatkan bilangan Avogadro. Mengejutkan nilai yang didapatkannya cocok dengan bilangan Avogadro yang diperoleh dengan metoda lain yang berbeda. Kecocokan ini selanjutnya membuktikan kebenaran teori atom yang menjadi dasar teori gerak Brown. Tidak perlu disebutkan, Perrin tidak dapat mengamati atom secara langsung. Apa yang dapat dilakukan saintis waktu itu, termasuk Perrin, adalah menunjukkan bahwa bilangan Avogadro yang didapatkan dari sejumlah metoda yang berbeda berdasarkan teori atom identik. Dengan kata lain mereka membuktikan teori

atom secara tidak langsung dengan konsistensi logis. Dalam kerangka kimia modern, metodologi seperti ini masih penting. Bahkan sampai hari ini masih tidak mungkin mengamati langsung partikel sekecil atom dengan mata telanjang atau mikroskop optic. Untuk mengamati langsung dengan sinar tampak, ukuran partikelnya harus lebih besar daripada panjang gelombang sinar tampak. Panjang gelombang sinar tampak ada dalam rentang $4,0 \times 10^{-7}$ - $7,0 \times 10^{-7}$ m, yang besarnya 1000 kali lebih besar daripada ukuran atom. Jadi jelas di luar rentang alat optis untuk mengamati atom. Dengan bantuan alat baru seperti mikroskop electron (EM) atau *scanning tunneling microscope* (STM), ketidakmungkinan ini dapat diatasi. Walaupun prinsip mengamati atom dengan alat ini, berbeda dengan apa yang terlibat dengan mengamati bulan atau bunga, kita dapat mengatakan bahwa kita kini dapat mengamati atom secara langsung.



Gambar 5 Fotograf permukaan kristal silikon diamati dengan STM. Setiap blok seperti sel adalah atom silikon. Skala 2 nm. Direproduksi dengan izin dari Central mLaboratory, Hitachi & Co.

F. Komponen-komponen materi

1. Atom

Dunia kimia berdasarkan teori atom, satuan terkecil materi adalah atom. Materi didefinisikan sebagai kumpulan atom. Atom adalah komponen terkecil unsure yang tidak akan mengalami perubahan dalam reaksi Kimia. Semua atom terdiri atas komponen yang sama, sebuah inti dan electron. Diameter inti sekitar 10^{-15} – 10^{-14} m, yakni sekitar $1/10\ 000$ besarnya atom. Lebih dari 99

% massa atom terkonsentrasi di inti. Inti terdiri atas proton dan neutron, dan jumlahnya menentukan sifat unsur. Massa proton sekitar $1,67 \times 10^{-27}$ kg dan memiliki muatan positif, $1,60 \times 10^{-19}$ C (Coulomb). Muatan ini adalah satuan muatan listrik terkecil dan disebut muatan listrik elementer. Inti memiliki muatan listrik positif yang jumlahnya bergantung pada jumlah proton yang dikandungnya. Massa neutron hampir sama dengan massa proton, tetapi neutron tidak memiliki muatan listrik. Elektron adalah partikel dengan satuan muatan negatif, dan suatu atom tertentu mengandung sejumlah elektron yang sama dengan jumlah proton yang ada di inti atomnya. Jadi atom secara listrik bermuatan netral. Sifat partikel-partikel yang menyusun atom dirangkumkan di Tabel Sifat partikel penyusun atom.

	massa (kg)	Massa relatif	Muatan listrik (C)
proton	$1,672623 \times 10^{-27}$	1836	$1,602189 \times 10^{-19}$
neutron	$1,674929 \times 10^{-27}$	1839	0
elektron	$9,109390 \times 10^{-31}$	1	$-1,602189 \times 10^{-19}$

Jumlah proton dalam inti disebut nomor atom dan jumlah proton dan neutron disebut **nomor massa**. Karena

massa proton dan neutron hampir sama dan massa elektron dapat diabaikan dibandingkan massa neutron dan proton, massa suatu atom hampir sama dengan nomor massanya. Bila nomor atom dan nomor massa suatu atom tertentu dinyatakan, nomor atom ditambahkan di kiri bawah symbol atom sebagai *subscript*, dan nomor massa di kiri atas sebagai *superscript*. Misalnya untuk atom karbon dinyatakan sebagai ${}^{12}_6\text{C}$ karena nomor atom adalah 6 dan nomor massanya adalah 12. Kadang hanya nomor massanya yang dituliskan, jadi sebagai ${}^{12}\text{C}$. Jumlah proton dan elektron yang dimiliki oleh unsure menentukan sifat Kimia unsure. Jumlah neutron mungkin bervariasi. Suatu unsur tertentu akan selalu memiliki nomor atom yang sama tetapi mungkin memiliki jumlah neutron yang berbeda-beda. Varian-varian ini disebut isotop. Sebagai contoh hydrogen memiliki isotop yang dituliskan di tabel berikut. Tabel 5 Isotop-isotop hidrogen

simbol dan nama	jumlah proton	Jumlah neutron
${}^1\text{H}$ hidrogen	1	0
${}^2\text{H}$ deuterium, D	1	1
${}^3\text{H}$ tritium, T	1	2

Banyak unsur yang ada alami di alam memiliki isotop-isotop. Beberapa memiliki lebih dari dua isotop. Sifat kimia isotop sangat mirip, hanya nomor massanya yang berbeda.

2. Molekul

Komponen independen netral terkecil materi disebut molekul. Molekul monoatomik terdiri dari atom (misalnya, Ne). Molekul poliatomik terdiri lebih banyak atom (misalnya, CO₂). Jenis ikatan antar atom dalam molekul poliatomik disebut ikatan kovalen. Salah satu alasan mengapa diperlukan waktu yang lama sampai teori atom diterima dengan penuh adalah sebagai berikut. dalam teorinya Dalton menerima keberadaan molekul (dalam terminologi modern) yang dibentuk oleh kombinasi atom yang berbeda-beda, tetapi ia tidak menerima ide molekul diatomik untuk unsur seperti oksigen, hidrogen atau nitrogen yang telah diteliti dengan intensif waktu itu. Dalton percaya pada apa yang disebut “prinsip tersederhana”⁴ dan berdasarkan prinsip ini, ia secara otomatis mengasumsikan bahwa unsur seperti hidrogen

dan oksigen adalah monoatomik. Kimiawan Perancis Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) mengusulkan **hukum reaksi gas** yang menyatakan bahwa dalam reaksi gas, perbandingan volume adalah bilangan bulat. Teori atom Dalton tidak memberikan rasional hukum ini. Di tahun 1811, kimiawan Italia Amedeo Avogadro (1776-1856) mengusulkan unsur gas seperti hidrogen dan oksigen yang bukan monoatomik tetapi diatomik. Lebih lanjut, ia juga mengusulkan bahwa pada temperatur dan tekanan tetap, semua gas dalam volume tertentu mengandung jumlah partikel yang sama. Hipotesis ini awalnya disebut **hipotesis Avogadro**, tetapi kemudian disebut **hukum Avogadro**. Hukum Avogadro memberikan dasar penentuan massa atom relatif, yakni massa atom (disebut berat atom). Pentingnya massa atom ini lambat disadari. Kimiawan Italia Stanislao Cannizzaro (1826-1910) menyadari pentingnya hipotesis Avogadro dan validitasnya di *International Chemical Congress* yang diselenggarakan di Karlsruhe, Germany, di tahun 1860, yang diadakan untuk mendiskusikan kesepakatan

internasional untuk standar massa atom. Sejak itu, validitas hipotesis Avogadro secara perlahan diterima.

3. Ion

Atom atau kelompok atom yang memiliki muatan listrik disebut ion. Kation adalah ion yang memiliki muatan positif, anion memiliki muatan negatif. Tarikan listrik akan timbul antara kation dan anion. Dalam kristal natrium klorida (NaCl), ion natrium (Na^+) dan ion klorida (Cl^-) diikat dengan tarikan listrik. Jenis ikatan ini disebut ikatan ion.

G. Stoikiometri

1. Tahap awal stoikiometri

Di awal kimia, aspek kuantitatif perubahan kimia, yakni **stoikiometri** reaksi kimia, tidak mendapat banyak perhatian. Bahkan saat perhatian telah diberikan, teknik dan alat percobaan tidak menghasilkan hasil yang benar. Salah satu contoh melibatkan **teori flogiston**. Flogistonis mencoba menjelaskan fenomena pembakaran dengan istilah “zat dapat terbakar”. Menurut para flogistonis, pembakaran adalah pelepasan zat dapat terbakar (dari zat

yang terbakar). Zat ini yang kemudian disebut "flogiston". Berdasarkan teori ini, mereka mendefinisikan pembakaran sebagai pelepasan flogiston dari zat terbakar. Perubahan massa kayu bila terbakar cocok dengan baik dengan teori ini. Namun, perubahan massa logam ketika dikalsinasi tidak cocok dengan teori ini. Walaupun demikian flogistonis menerima bahwa kedua proses tersebut pada dasarnya identik. Peningkatan massa logam terkalsinasi adalah merupakan fakta. Flogistonis berusaha menjelaskan anomali ini dengan menyatakan bahwa flogiston bermassa negatif. Filsuf dari Flanders Jan Baptista van Helmont (1579-1644) melakukan percobaan "willow" yang terkenal. Ia menumbuhkan bibit willow setelah mengukur massa pot bunga dan tanahnya. Karena tidak ada perubahan massa pot bunga dan tanah saat benihnya tumbuh, ia menganggap bahwa massa yang didapatkan hanya karena air yang masuk ke bijih. Ia menyimpulkan bahwa "akar semua materi adalah air". Berdasarkan pandangan saat ini, hipotesis dan percobaannya jauh dari sempurna, tetapi teorinya adalah contoh yang baik dari sikap aspek kimia kuantitatif yang sedang tumbuh.

Helmont mengenali pentingnya stoikiometri, dan jelas mendahului zamannya. Di akhir abad 18, kimiawan Jerman Jeremias Benjamin Richter (1762-1807) menemukan konsep ekuivalen (dalam istilah kimia modern ekuivalen kimia) dengan pengamatan teliti reaksi asam/basa, yakni hubungan kuantitatif antara asam dan basa dalam reaksi netralisasi. Ekuivalen Richter, atau yang sekarang disebut ekuivalen kimia, mengindikasikan sejumlah tertentu materi dalam reaksi. Satu ekuivalen dalam netralisasi berkaitan dengan hubungan antara sejumlah asam dan sejumlah basa untuk mentralkannya. Pengetahuan yang tepat tentang ekuivalen sangat penting untuk menghasilkan sabun dan serbuk mesiu yang baik. Jadi, pengetahuan seperti ini sangat penting secara praktis. Pada saat yang sama Lavoisier menetapkan hukum kekekalan massa, dan memberikan dasar konsep ekuivalen dengan percobaannya yang akurat dan kreatif. Jadi, stoikiometri yang menangani aspek kuantitatif reaksi kimia menjadi metodologi dasar kimia. Semua hukum fundamental kimia, dari hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap sampai hukum reaksi gas semua

didasarkan stoikiometri. Hukum-hukum fundamental ini merupakan dasar teori atom, dan secara konsisten dijelaskan dengan teori atom. Namun, menarik untuk dicatat bahwa, konsep ekuivalen digunakan sebelum teori atom dikenalkan.

2. Massa atom relatif dan massa atom

Dalton mengenali bahwa penting untuk menentukan massa setiap atom karena massanya bervariasi untuk setiap jenis atom. Atom sangat kecil sehingga tidak mungkin menentukan massa satu atom. Maka ia memfokuskan pada nilai relatif massa dan membuat tabel massa atom untuk pertamakalinya dalam sejarah manusia. Dalam tabelnya, massa unsur teringan, hidrogen ditetapkannya satu sebagai standar ($H= 1$). Massa atom adalah nilai relatif, artinya suatu rasio tanpa dimensi. Walaupun beberapa massa atomnya berbeda dengan nilai modern, sebagian besar nilai-nilai yang diusulkannya dalam rentang kecocokan dengan nilai saat ini. Hal ini menunjukkan bahwa ide dan percobaannya benar.

3. Zat/Bahan

Semua bahan yang membentuk bumi merupakan contoh dari zat. Zat/bahan didefinisikan sebagai sesuatu yang mengambil ruang dan mempunyai massa. Massa menunjukkan jumlah zat dalam suatu objek. Untuk setiap objek, jumlah ini tetap dan tidak tergantung dimana objek itu berada. Berat merupakan suatu ukuran kekuatan objek dari massanya diketahui yang ditarik oleh gaya gravitasi bumi. Tidak seperti massa, berat tidak konstan, sangat tergantung dan dimana objek itu berada atau diletakkan. Misalnya dibulan, gaya gravitasinya hanya seperenam dari gaya gravitasi bumi jadi berat suatu benda di bulan hanya seperenam dari berat benda di bumi. Demikian juga di bumi, besarnya gaya gravitasi agak berbeda dari satu tempat ke tempat lain. Oleh sebab itu bila ingin menentukan jumlah suatu zat/bahan dalam penelitian, lebih baik menggunakan massa dari pada berat.

4. Sifat-Sifat Dari Zat

Dalam menggambarkan suatu sampel zat, akan dirinci sifat-sifat yang khas. Keadaan fisik dari zat yang berarti zat berupa zat padat, cair atau gas. Sifat ekstensif adalah sifat yang tergantung dari ukuran dari sampel yang

diperiksa. Misalnya massa atau volume. Bila ukuran sampel naik maka massa dan volumenya juga akan naik. Sementara itu sifat intensif tak tergantung dari ukuran sampel. Beberapa contoh adalah sifat-sifat fisik seperti warna, titik leleh, dan titik didih. Misalnya semua sampel dari tembaga murni pada suhu kamar berbentuk padat, mempunyai warna yang khas yang mudah dikenal dan akan meleleh pada suhu 1083°C .

Contoh soal, menghitung berat jenis atau rapatan.

- 1) Sebuah batang aluminium ditimbang massanya 14,2 g dan volumenya 5,26 mL. Berapa BJ (berat jenis) aluminium?
- 2) Sebuah logam tembaga mempunyai massa 3,14 g. Bila BJ tembaga $8,96\text{ g/cm}^3$. Berapa volume dari logam tersebut?

5. Sifat-Sifat Fisik Dan Kimia

Terdapat cara lain dalam menggolongkan sifat-sifat zat. Sifat-sifat fisik adalah keadaan yang dapat dilihat tanpa mengubah sifat-sifat kimia zat tersebut. Misalnya titik leleh air (es) akan meleleh pada 0°C . Ini merupakan sifat fisik dari air. Untuk mengukur titik leleh, digunakan

termometer untuk menentukan suhu waktu air padat (es) berubah menjadi air cair. Perubahan ini yang disebut perubahan fisik zat dan tak mengubah bentuk kimia air. Berat jenis adalah contoh lain dari sifat fisik zat. Sementara itu, sifat-sifat kimia adalah kecenderungan dari suatu zat untuk mengalami perubahan kimia tertentu. Misalnya, sifat kimia air adalah akan bereaksi secara hebat dengan natrium dan akan menghasilkan gas hidrogen dan suatu zat yang disebut natrium hidroksida.

H. Unsur, Senyawa Dan Campuran

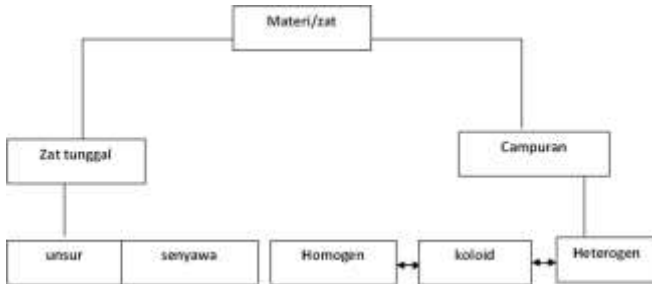
Unsur atau elemen adalah zat-zat yang tidak dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana oleh reaksi kimia biasa. Jadi merupakan sesuatu yang paling sederhana oleh reaksi kimia biasa. Unsur berfungsi sebagai zat pembangun untuk semua zat-zat kompleks mulai dari garam dapur sampai senyawa protein yang sangat kompleks. Unsur-unsur yang akan saling bergabung membentuk senyawa.

Senyawa adalah zat-zat yang terdiri dari dua atau lebih unsur untuk masing-masing senyawa individu selalu

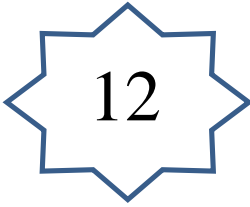
ada dalam proporsi massa yang sama. Misalnya, diketahui bahwa air terdiri dari dua atau lebih unsur dan untuk masing-masing senyawa individu selalu ada dalam proporsi massa yang sama. Yang mengandung perbandingan satu bagian massa hidrogen dengan delapan bagian massa oksigen. Unsur dan senyawa dianggap zat murni karena komposisinya selalu tetap. Sebaliknya campuran, komposisinya dapat berubah-ubah. Contohnya air dan natrium klorida adalah suatu senyawa yang mempunyai komposisi yang tetap dalam sampel manapun. Sementara itu garam dapat dilarutkan dalam air dalam berbagai macam kadar, sehingga memberikan campuran dengan berbagai komposisi.

Campuran homogen disebut larutan dan sifat-sifatnya selalu seragam. Dapat dikatakan bahwa larutan terdiri dari satu fasa. Oleh karena itu fasa dapat didefinisikan sebagai bagian dari sistem yang mempunyai suatu sifat dan komposisi yang sama. Sementara itu, **campuran heterogen** adalah tak rata.. Contohnya adalah minyak dan air. **Koloid**, merupakan batasan antara

campuran homogen dan campuran heterogen, misalnya emulsi, suspensi dan lain-lainnya.



Gambar 6 Diagram penggolongan materi/bahan



BIOKIMIA DASAR MOLEKUL YANG MELANDASI KEHIDUPAN

A. Biokimia

Biokimia adalah ilmu yang mempelajari berbagai molekul yang mendasari kehidupan. Dalam biokimia akan dijawab pertanyaan: unsur-unsur dan molekul kimia apa saja yang terdapat dalam jasad hidup, berapa jumlah dan bandingannya, apa fungsinya, bagaimana mereka berinteraksi satu sama lain dan bagaimana mereka bisa ada di sana dan sebagainya. Senyawa kimia yang utama terdapat dalam jasad hidup adalah senyawa organik karbon di mana atom karbon berikatan dengan karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen secara kovalen. Karena atom dapat mengikat sesama atom karbon dengan ikatan tunggal atau ikatan rangkap, terbuka kemungkinan terbentuknya struktur tulang karbon berantai lurus, bercabang, dan berbentuk siklik dengan banyak variasi. Ada 4 macam makro molekul yang terdapat dalam jasad hidup yaitu asam nukleat, protein, polisakarida, dan

rakitan lipida. Asam nukleat terdiri dari unit monomer nukleotida, sedangkan protein tersusun dari 20 macam asam amino dan polisakarida berupa rantai yang terdiri dari monosakarida. Berbeda dengan polisakarida yang merupakan rantai yang terdiri dari ulangan unit yang sama, protein dan asam nukleat merupakan makromolekul yang terdiri dari unit monomer yang tidak sama. Karena itu, untuk membuat makromolekul itu serupa dirakit, diperlukan pengarah yang tepat dalam hal ini disebut pengarah genetik.

Biomolekul yang terdapat didalam zat hidup berbeda dari senyawa kimia yang ada disekelilingnya (O_2 , CO_2 , N_2 , garam anorganik, ion-ion logam dan lain-lain), karena berat molekulnya jauh lebih besar dan strukturnya yang kompleks, meski pun unsure-unsur yang membentuknya tidak berbeda. Jasad hidup yang paling sederhana, yaitu jasad bersel satu, misalnya bakteri, terdiri atas berbagai senyawa kimia organik yang mempunyai berat molekul besar dalam jumlah banyak sekali dengan struktur kompleks. Sebagai contoh misalnya, bakteri *E.Coli*, diperkirakan mengandung 5.000 macam senyawa

kimia organik, termasuk di dalamnya 3.000 macam molekul protein dan 1.000 macam asam nukleat. Protein dan asam nukleat itu sendiri merupakan molekul besar dengan susunan yang rumit. Di dalam tubuh manusia diperkirakan ada 5.000.000 macam protein dan dari protein itu yang telah dikathui, tidak satupun yang mempunyai struktur sama dengan protein E.Coli meski fungsinya dapat sama. Dengan kata lain, setiap organism hidup mempunyai satu susunan tertentu dari protein dan asam nukleat.

Diperkirakan ada 1.200.000 spesies organisme di atas bumi kita ini, mulai dari organism bersel satu (bakteri) sampai multisel, manusia. Jika dihitung, maka didalam seluruh organism uitu terdapat kira-kira 10^{10} sampai 10^{12} macam protein dan 10^{10} asam nukleat. Kira-kira satu juta macam senyawa kimia organiktelah diketahui oleh manusia sampai sekarang. Dapatlah dibayangkan bahwa untuk mencoba mengisolasi, mengidentifikasi, dan mensintesa semua senyawa tersebut seakan-akan kita berputus asa, namun tidaklah demikian halnya. Kita telah mengetahui bahwa setiap molekul

protein terdiri atas senyawa sederhana yang merupakan molekul pembentuk, yaitu asam amino yang macamnya 20 buah. Asam amino tersusun, berikatan satu dengan lainnya, membentuk suatu rantai polimer panjang yang disebut molekul protein. Jadi, setiap jenis molekul protein dari 3.000 macam yang terdapat dalam E.Coli dibentuk hanya oleh 20 macam asam amino. Demikian juga molekul asam nukleat merupakan suatu rantai panjang yang terdiri atas beberapa satuan pembentuknya (*building block*), yaitu lima macam mononukleotida yang tersusun dalam urutan yang beraneka macam. Karbohidrat dan lipid (lemak) merupakan dua biomolekul lain yang merupakan komponen utama dalam sel hidup. Seperti juga protein dan asam nukleat, kedua biomolekul ini merupakan molekul besar yang dibentuk oleh satuan-satuan pembentuknya. Monosakarida merupakan satuan pembentuk karbohidrat (polisakarida) dan asam lemak merupakan pembentuk lipid.

Semua makhluk hidup terdiri dari sel dan sel merupakan unit fungsi terkecil suatu kehidupan. Konsep mengenai sel sebagai unit dasar kehidupan ini berkembang

secara berangsur-angsur mulai tahun 1665 sampai tahun 1850. Ketika ilmu biokimia berkembang dan melaju dengan pesat pada abad 20, ia mempengaruhi pula perkembangan biologi sel sehingga biologi sel masa kini tidak hanya mempelajari morfologi saja tetapi dihubungkan dengan berbagai penemuan biokimiawi yang melandasi hidupnya sebuah sel.

B. Protein, Asam Nukleat, Polisakarida, Dan Lipid

Molekul yang terdapat dalam jasad hidup disebut biomolekul. Molekul-molekul ini tunduk terhadap segala hukum kimiawi pada umumnya, tetapi mereka berinteraksi pula satu sama lain sesuai dengan prinsip-prinsip lain sebagai molekul yang mengisi kehidupan. Biomolekul utama terdapat di dalam sel merupakan molekul yang sangat besar, berupa molekul organik, yaitu protein, asam nukleat, polisakarida, dan lipid. Keempat molekul ini disebut makromolekul, dengan berat molekul yang tinggi.

Berat molekul protein berkisar berkisar antara 5000 sampai 1 miliar sedangkan asam nukleat berat molekulnya bias sampai beberapa triliun. Polisakarida

dapat mencapai miliaran sedangkan lipid berat molekulnya lebih rendah berkisar antara 750 sampai 1500. Tetapi, pada membran misalnya, lipid mengumpul satu sama lain membentuk suatu sistem yang dapat disamakan dengan makromolekul.

Protein mempunyai fungsi biologis yang sangat penting sesuai dengan namanya 'proteos' artinya yang utama. Di antara tugasnya yang sangat penting ialah sebagai enzim, yaitu sebagai katalisator berbagai reaksi dalam jasad hidup. Selain itu, protein juga berfungsi sebagai elemen struktur dalam sel dan jaringan serta pada membran sel sebagai pembawa senyawa tertentu masuk ke dalam dan ke luar sel. Asam nukleat, DNA, dan RNA merupakan senyawa yang berfungsi sebagai penyimpan, sebagai trans misi dan penterjemah sinyal genetik dalam biosintesis protein. Dalam hal ini, DNA bertindak sebagai informasi genetic sedangkan RNA menterjemahkannya kepada bentuk protein yang dikehendaki.

C. Karbohidrat

Karbohidrat bersama-sama dengan lemak dan protein memegang peranan dasar bagi kehidupan di bumi. Bukan saja sebagai sumber energi utama bagi makhluk hidup, tetapi juga sebagai senyawa yang menyimpan energi. Pada hewan atau manusia energi disimpan sebagai glikogen dan pada tanaman sebagai pati. Disamping kedua senyawa tersebut, ada pula karbohidrat pembentuk struktur, misalnya selulosa yang berperan sebagai komponen utama dinding sel tumbuhan, dan peptidoglikan yang terdapat di dinding sel bakteri. Selain terdapat pada dinding sel bakteri dan tumbuhan, polisakarida juga banyak terdapat pada dinding sel tumbuhan. Karbohidrat berasal dari pengertian atom karbon yang terhidrasi dengan rumus $(\text{CH}_2\text{O})_n$. Tetapi pengertian ini kurang tepat lagi karena banyak senyawa karbohidrat yang tidak mengandung atom hidrogen dan oksigen dengan perbandingan tertentu. 2:1 misalnya gula deoksiribosa.

D. Pembagian Karbohidrat

Karbohidrat tersusun sebagai polihidroksi aldehida atau polihidroksi keton atau zat yang dihidrolisis

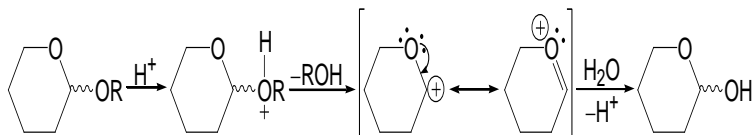
menghasilkan salah satu senyawa tersebut. Karbohidrat dapat dibagi dalam tiga kelompok, yaitu kelompok pertama, monosakarida; kedua kelompok oligosakarida atau disakarida; dan ketiga kelompok polisakarida. Monosakarida termasuk gula sederhana yang tidak dapat dihidrolisis menjadi bagian yang lebih kecil.

1. Reaksi-Reaksi Karbohidrat

a) Hidrolisis

Tautan glikosidik lebih mudah terputus dalam media asam. Beberapa glikosida labil dalam basa seperti glikosida fenolik atau flavonoid glikosida, glikosida dari enol yang terkonjugasi dengan gugus karbonil, serta glikosida yang komponen aglikonnya dapat menjalani eliminasi- β . Reaksi basa pada jenis ini dapat memiliki efek degradatif yang signifikan. Namun, sebagian besar glikosida stabil dalam basa, dan diperlukan kondisi yang agak drastis, seperti NaOH 10% pada 75°C, untuk menyebabkan pemutusan yang signifikan. Reaksi hidrolisis-asam diyakini mengikuti mekanisme seperti pada Gambar 1, dengan tahap hilangnya ROH dan

terbentuknya ion karbonium yang terstabilkan-resonansi merupakan tahap penentu laju.



Gambar 13.1 Reaksi hidrolisis pada karbohidrat

Hidrolisis dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti pH, suhu, konfigurasi anomerik, dan ukuran cincin glikosil. Misalnya, peningkatan suhu sangat meningkatkan laju hidrolisis glikosida (Tabel 1), sedangkan β -D-glikosida terhidrolisis lebih lambat daripada anomer- α -D-nya (Tabel 2). Cincin furanosida jauh lebih mudah terhidrolisis dibandingkan dengan piranosida, sebagaimana dicontohkan dengan mudah hilangnya unit L-arabinofuranosil dari hemiselulosa dan mudahnya tautan D-fruktofuranosida diputus oleh asam lemah. Hal ini disebabkan hidrolisis furanosida berlangsung bimolekuler (entropi pengaktifan negatif), sedangkan hidrolisis piranosida unimolekuler, sekalipun keduanya berlangsung dengan kinetika orde-pertama karena penggunaan sejumlah besar air.

Tabel 12.1

Glikosida dalam larutan H ₂ SO ₄ 0,5 M	Tetapan laju orde-pertama ($k \times 10^6 \text{ det}^{-1}$)		
	70°C	80°C	93°C
Metil α -D-glukopiranosida	2,82	13,8	76,1
Metil β -D-glukofuranosida	6,01	15,4	141,0

Tabel 12.2

Anomer- α -D		k^* ^a	Anomer- β -D		k^*
Kojibiosa	1→2	1,46	Soforosa	1→2	1,17
Nigerosa	1→3	1,78	Laminaribiosa	1→3	0,99
Maltosa	1→4	1,55	Selobiosa	1→4	0,66
Isomaltosa	1→6	0,40	Gentiobiosa	1→6	0,58

^a $k^* = k \times 10^3$; k = tetapan laju orde-pertama pada 80°C, dengan HCl 0,1 M.

Akibat kelabilan sukrosa terhadap hidrolisis, pada pemanasan bahan pangan bergula, seperti dalam karamelisasi atau pembuatan permen, sejumlah kecil asam pangan atau bahkan suhu tinggi dapat menyebabkan hidrolisis, yang membebaskan D-glukosa dan D-fruktosa. Gula-gula pereduksi ini kemudian mengalami dehidrasi yang pada akhirnya dapat menimbulkan bau dan warna yang tidak dikehendaki. Protein, jika ada, juga akan menghilangkan sebagian nilai nutrisi karena reaksi Maillard.

Amilosa pati, yang tautannya (1→4)- α -D, lebih rentan terhadap hidrolisis asam daripada selulosa, yang tautannya (1→4)- β -D. Namun, reaksi lambat dari selulosa yang taklarut paling tidak sebagian dikarenakan rapatnya pengemasan antarmolekul. Terdapat 3 metode hidrolisis pati, yaitu dengan asam, asam-enzim, atau enzim-enzim. Tingkat konversi pati menjadi D-glukosa (dekstrosa) diukur sebagai ekuivalen dekstrosa (DE), yaitu persentase gula pereduksi dalam sirup jagung, yang dihitung sebagai dekstrosa, berdasarkan bobot kering.

Pada metode konversi asam, campuran pati (30–40% dalam *slurry* berair) dan HCl (\pm 0,12%) dimasak pada 140–160°C selama 15–20 menit atau sampai diperoleh DE yang diinginkan. Kemudian pemanasan dihentikan dan campuran dinetralkan dengan *soda ash* dan diatur ke pH 4–5,5. Setelah itu, dilakukan sentrifugasi, penyaringan, dan pemekatan untuk memperoleh sirup jagung murni.

Metode konversi asam-enzim diawali dengan perlakuan asam seperti di atas, dan dilanjutkan dengan perlakuan enzim menggunakan α -amilase, β -amilase, dan

glukoamilase, bergantung pada produk akhir yang diinginkan. Pada produksi sirup jagung dengan DE 62, dilakukan konversi asam sampai DE 45–50, lalu campuran dinetralkan dan di-clarify sebelum ditambahkan enzim (biasanya α -amilase) yang melanjutkan konversi sampai DE sekitar 62. Enzim lalu dideaktivasi dengan pemanasan. Sirup jagung kaya-maltosa juga dikonversi dengan asam-enzim. Perlakuan asam berlangsung sampai DE sekitar 20, lalu setelah netralisasi dan clarification, ditambahkan β -amilase. Enzim dibiarkan bekerja sampai tercapai DE yang diinginkan, lalu dideaktivasi juga dengan pemanasan.

Metode konversi enzim-enzim didahului dengan gelatinisasi pati jagung untuk membuat polimer pati lebih aksesibel bagi enzim. Perlakuan awal pati tergelatinisasi dengan α -amilase (dan/atau gluko-amilase) dilanjutkan oleh perlakuan dengan enzim kedua, yang sifatnya bergantung pada jenis sirup jagung yang diinginkan. Sejak tahun 1970-an, pati jagung telah dapat dihidrolisis secara komersial menjadi D-glukosa yang hampir murni dengan menggunakan rangkaian α -amilase dan glukoamilase. Kemudian sebagian D-glukosa dikonversi ke D-fruktosa

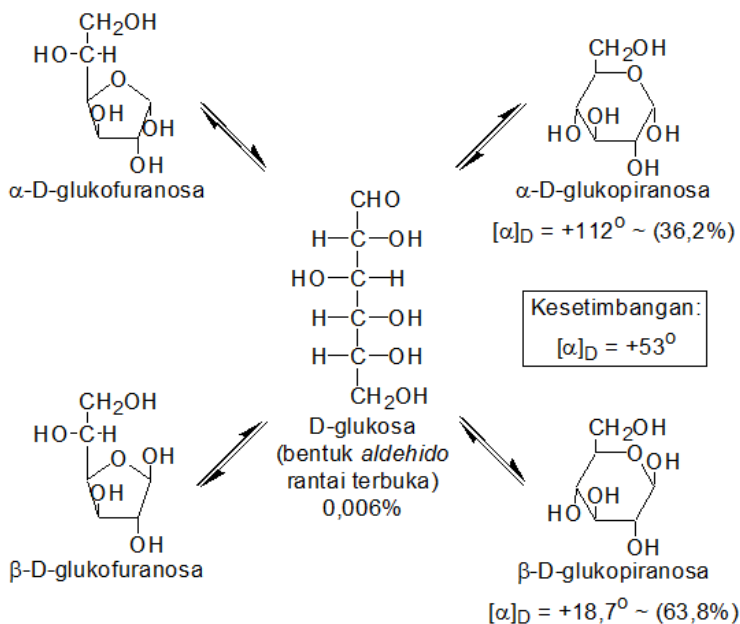
dengan D-glukosa isomerase, biasanya diimobilisasi pada suatu penyangga, sehingga diperoleh campuran kesetimbangan dari 54% D-glukosa dan 42% D-fruktosa, yang merupakan sirup jagung kaya-fruktosa (HFCS).

E. Reaksi Karbohidrat Asiklik

Meskipun gula, terutama gula pereduksi, biasanya digambarkan dalam bentuk cincin, bentuk rantai-terbuka tetap ada dalam jumlah sedikit dan diperlukan dalam sejumlah reaksi, seperti peralihan ukuran cincin, mutarotasi, dan enolisasi. Mutarotasi merupakan konversi satu anomer menjadi anomer lainnya, misalnya antara α - dan β -D-glukosa, menuju suatu campuran kesetimbangan dengan proporsi tertentu. Proses tersebut mudah diikuti secara polarimetri dan sangat dipercepat dengan penambahan katalis asam atau basa. Gambar 2 menunjukkan proses peralihan ukuran cincin dan mutarotasi untuk D-glukosa yang dilarutkan dalam air.

Dengan lebih banyak asam atau basa daripada yang diperlukan untuk menghasilkan mutarotasi gula pereduksi, terjadi fenomena lainnya, yaitu enolisasi. Proses ini

dikatalisis secara efektif oleh basa seperti $\text{Ca}(\text{OH})_2$, piridin, natrium aluminat, dan baru-baru ini, campuran asam borat dan trietilamina. (Pada pH 3–4, sebagian besar gula pereduksi stabil.) Reaksi berlangsung melalui bentuk rantai-terbuka untuk menghasilkan zat antara enediol sebagaimana diilustrasikan untuk D-glukosa pada Gambar 3, yang dikenal sebagai reaksi Lobry de Bruyn-Alberda van Ekenstein.



Gambar 12.2

F. Struktur Dan Morfologi Kromosom

Ukuran kromosom bervariasi dari satu spesies ke spesies yang lainnya. Panjang kromosom berkisar antara 0,2 sampai 0,5 μ dan berdiameter 0,2 sampai 20 μ . Pada umumnya makhluk dengan jumlah kromosom sedikit memiliki ukuran kromosom lebih besar daripada makhluk dengan jumlah kromosom lebih banyak. Pada umumnya kromosom tumbuhan lebih besar dibanding kromosom pada hewan. Kromosom akan tampak jelas pada inti sel pada waktu sel mengalami pembelahan. Pengamatan pada salah satu fase pembelahan yaitu pada fase profase, kromosom terdiri dari dua bagian yang sama disebut kromatid dan terletak satu paralel satu sama lain. Bagian yang membagi kromosom menjadi dua kromatid disebut sentromer yang tidak mengandung gen.

Bagian-bagian dari kromosom, yaitu sebagai berikut:

- 1) Kromonema, yaitu pita yang berbentuk spiral yang ada di dalam kromosom, istilah ini diberikan oleh Vejdovsky (1912)
- 2) Kromomer, yaitu penebalan-penebalan kromonema di beberapa tempat.
- 3) Sentromer, bagian kepala kromosom. Ketika sel membelah kromosom menggantung pada serat gelendong lewat sentromer membagi kromosom dalam dua tangan yang panjangnya berbeda-beda.
- 4) Lekukan kedua/sekunder, menjadi tempat terbentuknya nucleolus disebut juga mengatur nucleolus.
- 5) Telomer, bagian dari ujung-ujung kromosom yang menghalangi tersambungannya kromosom satu dengan lainnya.
- 6) Satelit, bagian yang merupakan tambahan pada ujung kromosom, tidak setiap kromosom memiliki satelit.



LATIHAN

1. Diantara besaran-besaran berikut ini yang termasuk besaran pokok adalah
 - B. Massa, intensitas cahaya, suhu
 - C. Intensitas cahaya, kecepatan, waktu
 - D. Gaya, berat, panjang
 - E. Panjang, Luas, detik
 - F. Jumlah zat, berat, massa
2. Alat yang dapat dipakai untuk mengukur volume batu adalah
 - A. Jangka kosong
 - B. Gelas Ukur
 - C. Mista Ukur
 - D. Gelas Berpancuran
 - E. Micrometer sekrup
3. Sebuah kubus dengan panjang rusuk yang 7 cm memiliki massa 1.372 kg. Maka massa jenis kubus itu adalah....
 - A. 0.196 kg/cm^3
 - B. 196 gr/cm^3
 - C. 29 gr/cm^3
 - D. 0.4 gr/cm^3
 - E. 4 gr/cm^3
4. Unsur yang paling banyak terdapat di alam adalah.....
 - A. Oksigen
 - B. Alumunium

- C. Hidrogen
 - D. Nitrogen
 - E. Posfor
5. Berikut ini merupakan perubahan kimia, kecuali.....
- A. Susu menjadi masam
 - B. Besi berkarat
 - C. Air mendidih
 - D. Kayu menjadi arang
 - E. Kertas dibakar
6. Pernyataan berikut di bawah ini yang paling tepat adalah.....
- A. Molekul terdiri dari dua atom atau lebih yang bergabung secara kimia
 - B. Molekul terdiri dari beberapa senyawa
 - C. Molekul adalah campuran dari beberapa zat
 - D. Mplekul tidak dapat dibagi lagi
 - E. Molekul adalah bagian terkecil dari zat yang tidak dapat dibagi lagi
7. Dari pernyataan di bawah ini yang termasuk unsure logam adalah.....
- A. Kalsium, mangaan, kobalt
 - B. Argon, posfor, neon
 - C. Klor, belerang, oksigen
 - D. Silikon, krypton, brom
 - E. Uranium, kalium, natrium
8. Benda di bawah ini bukan merupakan benda langit sebagai sumber cahaya, kecuali.....
- A. Matahari
 - B. Venus
 - C. Planet
 - D. Bumi
 - E. Pluto

9. Perbedaan lamanya siang dan malam akibat.....
- A. Rotasi bulan
 - B. Rotasi bumi
 - C. Revolusi bumi
 - D. Revolusi bulan
 - E. Revolusi planet
10. Planet yang tidak memiliki satelit.....
- A. Venus
 - B. Mars
 - C. Saturnus
 - D. Uranus
 - E. Bumi
11. Alat-alat teknik dibawah ini yang dibuat berdasarkan hokum Archimides adalah.....
- A. Dongkrak hidrolis
 - B. Pesawat pengangkat mobil
 - C. Rem Mobil
 - D. Kursi dokter gigi
 - E. Kapal laut

SOAL IPA TERPADU

Banten dan DKI Jakarta adalah dua provinsi yang berdekatan jaraknya. Jakarta dan Serang, ibukota masing – masing kedua provinsi itu, hanya berjarak sekitar 150 Km. Kedua provinsi masing-masing memiliki dua pelabuhan yang terdapat diteluk Jakarta dan teluk Banten. Teluk Banten dan teluk Jakarta merupakan laut yang telah mengalami pencemaran. Pesatnya pembangunan industri di sekitar kedua teluk tersebut telah mengakibatkan tingginya pencemaran. Pencemaran dapat disebabkan oleh

limbah domestik dan limbah industri maupun akibat aktivitas kapal laut yang melakukan bongkar muat barang di kedua teluk tersebut. Limbah industri menyumbang bagian paling besar pencemaran pada kedua teluk tersebut terutama pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat seperti air raksa, Kadmium, dan Mangan. Sebenarnya air laut dan laut yang memiliki kandungan garam yang tinggi pada konsentrasi pencemaran tertentu dapat melakukan proses siklus alam yang dapat memperbaiki keadaan lingkungan yang rusak menjadi keadaan semula atau dengan kata lain pada batas pencemaran tertentu mampu memperbaiki diri sendiri. Tetapi faktanya limbah yang dibuang sangat besar jumlahnya dan jenis limbah yang dibuangpun sangat beragam. Hal ini akan mengakibatkan terganggunya kehidupan laut terutama biota laut seperti ikan, bentos, plankton (fitoplankton dan zooplankton). Selain itu proses fotosintesis, terjadi pada bagian daun pada tumbuhan, dapat terganggu karena tertutupnya permukaan laut oleh limbah sehingga mengurangi penyerapan sinar matahari yang mengandung sinar UV yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Secara langsung ini akan mengurangi kemampuan hidup biota laut.

Jawablah pertanyaan dibawah ini berdasarkan wacana/ bacaan di atas.

12. Masuknya zat-zat asing atau yang berasal dari luar ke dalam lingkungan, dan melebihi ambang batas kemampuan lingkungan untuk mendaur ulang disebut.....

A. Fotosintesis

- B. Pencernaan
 - C. Siklus
 - D. Biodata
 - E. Limbah
13. Zat pencemar utama atau kontaminan utama pada air laut adalah.....
- A. Sampah
 - B. Limbah Organik
 - C. Limbah Industri
 - D. Limbah Minyak
 - E. Limbah domestik
14. Budi berkeinginan pergi ke Jakarta dari Serang, dia memperkirakan bahwa setelah 2 jam dia akan sampai di Jakarta. Jika jarak Serang – Jakarta adalah 150 Km. Maka kecepatan rata-rata yang harus ditempuh Budi dari Serang ke Jakarta dalam 2 jam adalah
- A. 60 Km/Jam
 - B. 70 Km/Jam
 - C. 75 Km/Jam
 - D. 80 Km/Jam
 - E. 85 Km/Jam
15. Proses fotosintesis terjadi pada tumbuhan yang memiliki klorofil yang terdapat pada bagian ..
- A. Batang
 - B. Daun
 - C. Dahan
 - D. Ranting
 - E. Akar
16. Proses Fotosintesis memerlukan energi utama yaitu berasal dari
- A. Air
 - B. Sinar Matahari

- C. Garam
 - D. Logam
 - E. Fitoplankton
17. Bagian dari sinar matahari yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk fotosintesis adalah
- A. Sinar gamma
 - B. Sinar alfa
 - C. Sinar laser
 - D. Sinar Ultra Violet
 - E. Sinar Radiasi
18. Biota laut yang terdapat pada wacana di atas adalah ...
- A. Ikan, bentos, plankton
 - B. Sinar matahari
 - C. Kadmium
 - D. Logam
 - E. Fitoplankton
19. Salah satu dari biota laut yang terdapat pada wacana di atas berupa hewan renik yang melayang-layang di bagian permukaan maupun bagian dalam air disebut.....
- A. Ikan plankton
 - B. Plankton
 - C. Fitoplankton
 - D. Zooplankton
 - E. Bentos
20. Air laut mengandung kadar garam yang tinggi , rumus senyawa kimia dari garam adalah..
- A. H_2O
 - B. $NaCl$
 - C. $Fe(OH)_3$
 - D. MnO_4

- E. SiO_2
21. Pencemaran teluk Banten dan Jakarta disebabkan oleh logam-logam berat berikut ini....
- A. Ca, K, Na
 - B. Hg, Cd, Mn
 - C. Mg, Fe, Cr
 - D. Ni, Cu, Ag
 - E. Ba, Pt, Ra.

A. Sistem Internasional dari Satuan-Satuan (Unit)

Bagian kunci untuk setiap pengukuran adalah satuan/unit yang berkaitan dengan pengukuran jumlah banyaknya (kuantitas). Misalnya untuk mengatakan panjang adalah sesuatu adalah ‘tiga’ tidak memiliki arti jika tidak memakai satuan. Satuan juag terdapat bebarapa versi, misal sistem satuan yang dipakai di Amerika Serikat dan Inggris berbeda. Pada tahun 1960, sidang umum mengenai berat dan ukuran, suatu badan internasional mengadopsi dan merekomendasikan untuk penggunaan diseluruh dunia versi modifikasi sebelumnya. Sistem ini disebut sistem internasional (disingkat SI dari bahasa

perancis le systeme international d'unites). Satuan SI didefinisikan tepat sekali, dalam kebanyakan hal yang berkaitan dengan fenomena fisika yang dapat diulang. Misalnya, meter didefinisikan sebagai jarak yang tepat dari jalan sinar dalam vakum dalam $1/299.792.458$ detik. Hanya satuan SI untuk massa, kilogram, didefinisikan sebagai suatu objek yang dibuat tangan manusia. Objek ini terdiri dari blok campuran platina-iridium yang disimpan pada International Bureau of Weight and Measures di Perancis.

1. Satuan Turunan/Satuan Yang Menggunakan Satuan Dasar SI

Satuan turunan menggunakan satuan dasar SI. Cara satuan dasar SI membentuk kombinasi tergantung dari dimensi dari kuantitas yang diukur. Contoh satuan luas, maka untuk benda merupakan hasil perkalian satuan untuk panjang dan satuan untuk lebar. Bila panjang dan lebarnya dinyatakan dalam satuan SI yaitu meter (m), maka luasnya dalam SI adalah m^2 (meter persegi).

Tabel 10.1 Tujuh satuan dasar SI

Kuantitas fisik	Nama satuan	Simbol
Massa	Kilogram	kg
Panjang	meter	m
Waktu	detik	S
Arus listrik	ampere	A
Temperatur	Kelvin	K
Intensitas cahaya	candela	Cd
Jumlah zat	Mol	mol

Seringkali, satuan dasar atau satuan turunan merupakan ukuran yang kurang sesuai digunakan pada pengukuran biasa. Satuan SI untuk isi/volume, misalnya adalah meter kubik (m^3), yang lebih besar dari yard kubik. Sistem internasional memerlukan jalan pemecahan masalah dengan menciptakan satuan yang lebih besar atau lebih kecil dengan cara memodifikasi satuan dasar dengan faktor desimal.

Tabel 2 Enam belas awalan SI

Faktor	Awalan	Simbol	Faktor	Awalan	Simbol
10^{18}	Eksa	E	10^{-1}	desi	d
10^{15}	Peta	P	10^{-2}	Senti	c
10^{12}	Tera	T	10^{-3}	Mili	m
10^9	Giga	G	10^{-6}	Mikro	μ
10^6	Mega	M	10^{-9}	Nano	n
10^3	Kilo	k	10^{-12}	Piko	p
10^2	Hekto	h	10^{-15}	Femto	f
10^1	Deka	d	10^{-18}	ato	a

Tabel 3 Modifikasi ukuran satuan SI dengan awalan.

Awalan	Faktor perkalian	Contoh	Simbol
Kilo-	$1000 (10^3)=1000$ meter	1 kilometer, kilogram	km, kg
desi	$1/10 (10^{-1})=0,1$ meter	1 desimeter	dm
Senti	$1/100 (10^{-2})=0,01$ meter	1 centimeter	cm
mili	$1/1000 (10^{-3})=0,001$ meter	1 milimeter	mm
mikro	$1/1.000.000 (10^{-6})=0,000\ 001$ meter	1mikrometer, mikrogram	μm , μg
nano	$1/1.000.000.000 (10^{-9})= 0,000\ 000\ 001$ meter/gram	1 nanometer, nanogram	nm, ng

2. Satuan Untuk Pengukuran Di Laboratorium

Dalam ilmu IPA pengukuran massa, panjang, volume dan temperatur merupakan hal yang sangat penting dan rutin dilakukan. Satuan yang biasa digunakan untuk ketiga besaran kuantitatif di atas berdasarkan gram (singkatan g) meter (m) dan liter (L). Gram itu sendiri yang adalah satu perseribu SI berdasarkan satuan

kilogram, merupakan satuan ukuran yang paling banyak digunakan di laboratorium. Untuk mengukur massa di laboratorium digunakan satuan ukuran yang lebih kecil yaitu sentimeter dan milimeter.

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

Atau:

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

Dengan demikian, $1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$. Sementara itu Liter didefinisikan oleh SI sebagai 1 desimeter kubik, yang sama dengan 1000 sentimeter kubik.

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$$

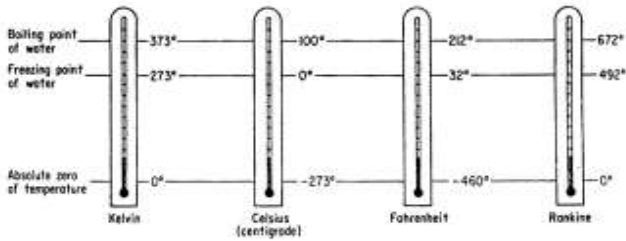
$$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\text{Ukuran } 1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3.$$

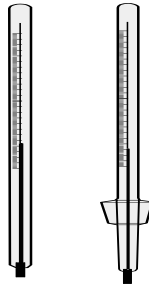
B. Temperatur

Dalam ketentuan formal, temperatur adalah suatu jumlah yang menunjukkan arah panas mengalir spontan; panas selalu bergerak dari sesuatu yang bertemperatur

lebih tinggi ke sesuatu yang bertemperatur lebih rendah. Temperatur biasanya diukur dengan termometer.



Gambar 2 Termometer pada berbagai skala pengukuran



Gambar 3 Termometer

Termometer terdiri dari tube/tabung yang mempunyai kapiler kecil yang dihubungkan pada satu ujungnya dengan bola gelas berdinding tipis yang terisi sejumlah cairan (biasa air raksa atau alkohol). Bila temperatur bola kaca naik, cairan mengembang dan menekan cairan kapiler samapi naik ke atas. Kenaikan cairan yang ada dikapiler sebanding dengan kenaikan

temperatur. Referensi temperatur yang digunakan adalah titik beku dan titik didih air. Untuk setiap zat yang murni seperti air, hanya ada satu temperatur (pada kondisi laboratorium pada umumnya) dimana kedua bentuk cair dan padat dapat berada pada temperatur yang sama. Temperatur ini disebut titik beku dan atau titik leleh.

Pada skala Fahrenheit, yang biasa digunakan di Amerika serikat, titik beku air diberi tanda pada temperatur 32 °F dan titik didih pada temperatur 212°F. Perbedaan antara kedua temperatur tersebut adalah 180 °F, jadi merupakan ukuran satuan derajat Fahrenheit. Dalam ilmu pengetahuan, skala temperatur yang digunakan adalah skala celcius. Skala celcius ditentukan berdasarkan 0°C sebagai titik beku air dan 100 °C sebagai titik didih air. 100 °C derajat celcius sama dengan 180 derajat Fahrenheit. Temperatur dalam derajat Celcius t (°C) sama dengan temperatur dalam derajat Fahrenheit t (°F) berdasarkan persamaan:

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9} [t_{(0^{\circ}\text{F})}] - 32$$

Satuan temperatur SI adalah kelvin (K). Ukuran satuan derajat pada skala kelvin sama dengan skala

celcius. Perbedaan antara kedua skala temperatur ini adalah pada letak titik nol. Pada skala Kelvin, air beku pada temperatur 273,15 K, jadi hubungan antara temperatur Celcius dan Kelvin adalah:

$$t_{(oC)} = t_{(oC)} + 273.15$$

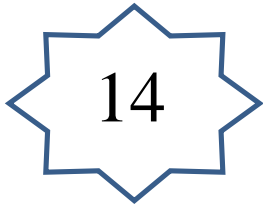
C. Ketepatan Dan Keakuratan

Dalam penguraian mengenai pengukuran kuantitas, kata-kata akurat dan tepat sering digunakan. Kata ketepatan menunjukkan berapa dekat kesamaan hasil pengukuran yang diperoleh dari jumlah yang sama. Sementara itu, akurat menunjukkan berapa dekatnya kesamaan hasil pengamatan kepada nilai yang sebenarnya. Pada umumnya, pengukuran yang lebih tepat akan menghasilkan pengukuran yang lebih akurat.



LATIHAN

1. Sebuah kursi mempunyai lebar 1437 mm. Berapa lebarnya dalam meter ?
2. Beberapa orang mempunyai tinggi 172 cm. Berapa tingginya dalam desimeter (dm) ?
3. Tuliskan angka dalam sentimeter kubik untuk $0,225 \text{ dm}^3$?



PENGENALAN ALAT LABORATORIUM DASAR DAN MANAJEMEN DAN KESELAMATAN KERJA DI LABORATORIUM

A. Pendahuluan

Laboratorium kimia, Biologi, Fisika merupakan suatu tempat yang dapat berfungsi sebagai sarana pendidikan, penelitian, pengujian mutu dan lain sebagainya. Setiap laboratorium memiliki ciri khas tersendiri baik dalam peralatan, tata letak ruang dan tingkat resiko kecelakaannya. Seperti laboratorium kimia lingkungan akan berbeda dengan laboratorium kimia instrumentasi , laboratorium kimia nuklir, laboratorium kimia fisik atau laboratorium kimia analitik, Laboratorium Botani berbeda dengan laboratorium Zoologi, Laboratorium fisika dasar akan berbeda dengan laboratorium fisika instrumentasi, tetapi secara umum memiliki tingkat bahaya dan resiko yang sama karena

menggunakan bahan yang sama, yaitu bahan kimia, biologi atau radiasi.

Laboratorium di perguruan tinggi berperan sebagai tempat latihan mahasiswa, sebagai fungsi penelitian dan melayani keperluan masyarakat dalam hasil analisis laboratoriumnya. Kecelakaan kerja di laboratorium, selain disebabkan oleh sebab-sebab umum, juga selalu sebagai akibat dari pemakaian bahan yang tidak tepat dan benar. Bahan di laboratorium, secara umum harus dianggap sebagai bahan yang berbahaya disebabkan oleh kandungannya.

Pada dasarnya, semua pekerjaan memiliki resiko bahaya kecelakaan kerja, seperti halnya pekerja bangunan, atau yang bersifat fisik lainnya. Begitu juga dengan pekerja di laboratorium seperti peneliti, dosen, operator laboratorium, memiliki resiko kecelakaan kerja di laboratorium. Resiko kerja di laboratorium sangat besar mengingat potensi bahaya yang dimiliki oleh bahan yang pada tingkat resiko tertinggi dapat menyebabkan kematian.

Ada beberapa pendapat mengenai terjadinya kecelakaan kerja. Pertama, bahwa suatu kecelakaan terjadi apabila dilakukan minimum dua kesalahan pada waktu dan tempat yang sama. Kedua, bahwa semua kecelakaan yang terjadi selalu didahului oleh beberapa tanda-tanda dan mengikuti hukum sebab akibat. Permasalahannya, bahwa tidak setiap dapat menangkap, mengamati dan menyadari sebab-sebab akibat dan tanda-tanda penyebab suatu kecelakaan. Di sinilah letak pentingnya mengidentifikasi tanda dan bertindak preventif dalam mencegah dan menghilangkan penyebab kecelakaan kerja, terutama di laboratorium kimia.

Berdasarkan pada tingkat resiko yang tinggi dalam penanganan kerja di laboratorium, maka resiko- resiko kerja ini harus diminimalkan dengan langkah-langkah yang terarah dan komprehensif. Beberapa langkah tersebut adalah:

1. Mempunyai sarana laboratorium yang baik seperti : listrik, air, gas, lemari pendingin, ruang asam dan mempunyai peralatan pemadam kebakaran.

2. Memiliki peraturan keselamatan kerja di laboratorium seperti : memakai jas lab, kaca mata pelindung, masker (topeng yang tembus pandang), respirator, pelindung kaki (sepatu) dan sarung tangan
3. Telah memahami prosedur kerja dan bahaya yang akan terjadi sebelum memulai pekerjaan di laboratorium, contoh untuk kemungkinan bahaya akan terjadi dalam pekerjaan destilasi adalah kebakaran dan terjadi ledakan.
4. Mengetahui sifat-sifat bahan-bahan kimia yang dipergunakan selama pekerjaan di laboratorium.

B. Penyebab kecelakaan kerja di laboratorium

Penyebab kecelakaan kerja yang banyak terjadi di laboratorium disebabkan oleh:

- 1) Sikap dan tingkah laku pekerja di laboratorium (Peneliti, Dosen, operator, laboran)
Pekerja menganggap remeh setiap resiko/kemungkinan bahaya yang akan terjadi, seperti mengabaikan pemakaian jas lab, kacamata pelindung

atau pelindung diri yang standar biasa dipakai di laboratorium.

2) Sarana laboratorium yang kurang memadai

Sarana laboratorium yang tersedia tidak memenuhi syarat sebagai sebuah laboratorium, seperti tidak adanya ruang asam, ventilasi ruangan yang tidak baik, tidak adanya alat pemadam kebakaran dan sebagainya.

3) Tidak adanya pengawas laboratorium

Peranan supervisor atau pengawas laboratorium sangat penting dalam mengawasi penanganan kerja-kerja di laboratorium, seperti berikut:

- a) Memberikan prosedur secara jelas sebelum pekerja di laboratorium di mulai;
- b) Memberikan supervisi dan teguran jika pekerja tidak memakai alat pelindung diri;
- c) Secara berkala memberikan asistensi dan penjelasan yang diperlukan dalam pekerjaan di laboratorium.

4) Perlengkapan perlindungan yang tidak memadai

- (a) Perlindungan mata yang tidak dipakai secara terus menerus, tidak sesuai standar, atau jenisnya yang tidak sesuai;
 - (b) Tidak memakai masker atau pelindung wajah yang memadai, atau tidak lengkap.
 - (c) Tidak memakai sarung tangan, atau sarung tangan yang dipakai tidak standar;
 - (d) Bahan pakaian yang tidak tahan api, atau tidak tahan bahan korosif;
- 5) Komunikasi yang tidak berjalan
- (a) Label dan tanda peringatan tidak diperhatikan;
 - (b) Tanda bahaya/sirene yang tidak dipahami;
 - (c) Tidak adanya prosedur penyelamatan bila terkena bahan kimia;
 - (d) Penggunaan bahan kimia berbahaya tanpa memberitahukan pekerja lainnya;
 - (e) Petugas penyelamat/ kesehatan yang kurang mendapat informasi tentang bahan kimia yang berbahaya.
- 6) Ventilasi yang tidak memadai

- (a) Penghisap udara dalam kondisi jelek, atau cerobong untuk uap zat kimia keluar mengalami kerusakan;
 - (b) Kualitas udara laboratorium jarang/tidak pernah dipantau;
 - (c) Gas berbahaya yang tidak terhisap keluar.
- 7) Masalah kesehatan pribadi
- (a) Makan dan minum, serta pemakaian kosmetika di laboratorium, atau menggunakan air di laboratorium sebagai sumber air minum;
 - (b) Meenggunakan alat-alat gelas kimia sebagai tempat makanan;
 - (c) Setelah bekerja di laboratoriu tidak membersihkan diri dengan baik.
- 8) Bahaya listrik
- (a) Kabel listrik dan penanganannya yang tidak rapi;
 - (b) Tidak adanya fasilitas pencegah muatan listrik statis.
- 9) Masalah penyimpanan bahan Bahan mudah menyala tidak disimpan dengan aman: jumlah terlalu banyak, wadah tidak aman, berkarat atau tak bernama, dan

tempat penyimpanan yang tidak aman dari kebakaran;

- (a) Botol bahan yang disimpan terlalu lama di rak laboratorium
- (b) Bahan yang disimpan ditempat terbuka atau disimpan di wadah tanpa penutup.

10) Tidak cukup perlengkapan dan petunjuk darurat keselamatan kerja

- (a) Tidak adanya alat komunikasi (telepon, faks dll)
- (b) Tidak ada prosedur penyelamatan kerja bila terjadi kecelakaan
- (c) Pintu darurat yang tidak terjaga sehingga tidak dapat digunakan.

1. Jenis-jenis kecelakaan di laboratorium

Jenis-jenis kecelakaan dalah sebagai berikut:

a) keracunan

Keracunan yang disebabkan oleh penyerapan bahan toksis seperti : Amonium, karbon monoksida, benzena, kloroform, dan lain-

lainnya. Keracunan dapat berakibat fatal ataupun menimbulkan gangguan kesehatan;

b) Iritasi

Iritasi terjadi akibat kontak dengan bahan kimia yang korosif seperti: Asam sulfat, asam klorida, natrium hidroksida, gas klor dan lain sebagainya. Iritasi dapat berupa luka atau peradangan pada kulit, saluran pernafasan dan mata.

c) Kebakaran dan luka bakar

Kebakaran dan luka bakar dapat terjadi karena tumpahan pelarut-pelarut organik seperti; eter, aseton, alkohol dan lain sebagainya. Hal yang sama dapat diakibatkan oleh peledakan bahan-bahan bersifat eksplosif seperti : peroksida dan perklorat.

d) Luka kulit

Luka kulit diakibatkan terkena pecahan alat gelas atau kaca, yang sering terjadi pada tangan dan mata.

e) Sengatan listrik

Sengatan listrik dapat mengakibatkan kematian, yang mungkin disebabkan kesalahan dalam pengoperasian alat.

2. Sarana penunjang keselamatan kerja di laboratorium

Beberapa sarana penunjang untuk mencegah terjadinya kecelakaan di laboratorium dapatlah dijalankan sebagai berikut ini:

a) Sarana laboratorium

Sarana laboratorium seperti air, ruang asam dan ventilasi udara, lemari pendingin (refrigerator), dan saluran pembuangan air;

b) Alat pemadam kebakaran

Alat pemadam kebakaran yang tersedia di laboratorium adalah; tabung gas, hidran air.

c) Alat pelindung diri

Alat pelindung diri yang dipergunakan di laboratorium adalah: jas laboratorium, kaca mata, masker, respirator, sepatu dan sarung tangan.

3. Pengenalan sifat dan jenis bahan kimia berbahaya serta cara penanganannya

Bahan-bahan kimia berbahaya banyak sekali dipakai di laboratorium kimia. Untuk itu kita harus mengenali sifat dan jenis bahan kimia tersebut supaya mudah dalam cara penanganannya. Bahan-bahan kimia berbahaya tersebut dikategorikan sebagai berikut:

a) Bahan-bahan kimia berbahaya

Bahan-bahan kimia berbahaya ini ada yang mengakibatkan keracunan, kebakaran, meledak dan lain-lain.

1) Bahan-bahan kimia beracun (toksis)

Sebenarnya semua bahan kimia beracun, tetapi bahanya terhadap kesehatan sangat tergantung pada jumlah zat tersebut yang masuk ke dalam tubuh. Bahan kimia dapat masuk ke dalam tubuh melalui 3 saluran, yaitu:

- (a) Peresapan melalui kulit, seperti nitro benzena, fenol, parathion, asam sianida dan lain sebagainya;

- (b) Peresapan melalui saluran pernapasan, umumnya bahan kimia yang berbentuk gas, seperti klorin, sulfit, asam sianida, karbon monoksida, peroksida dan lain sebagainya. Peresapan melalui pernapasan merupakan peresapan yang paling berbahaya, karena biasanya zat kimia/bahan kimia yang berbentuk uap akan terisap.
- (c) Melalui mulut atau tertelan, karena kesalahan atau makan dan minum pada waktu bekerja di laboratorium.

2) **Bahan-bahan kimia korosif**

Bahan-bahan kimia korosif terdapat dalam bentuk cair, padat, dan gas. Contoh bahan-bahan kimia korosif cair, seperti asam nitrat, asam sulfat, asam klorida, asam fosfat, asam fluorida dan lain sebagainya. Sedangkan bahan kimia korosif padat, seperti hidroksida dari natrium, kalium, kalsium, amonium karbonat, kalsium sianida, kalsium karbida, fenol, perak nitrat dan sebagainya. Contoh bahan kimia korosif gas, seperti formaldehida,

asam asetat, asam klorida, amonia, klor, brom, fosgen, nitrogen oksida dan lain sebagainya.

3) Bahan kimia mudah meledak

Bahan kimia mudah meledak atau eksplosif adalah bahan kimia yang tidak stabil atau reaktif. Peledakan terjadi karena reaksi amat cepat yang menghasilkan panas dan gas dalam jumlah yang besar. Contoh, senyawa seperti etanol, asetaldehida, aseton, dan asam asetat akan meledak jika dicampur dengan peroksida.

4) Bahan kimia mudah terbakar

Bahan kimia mudah terbakar dalam laboratorium dapat digolongkan :

Padat : belerang, fosfor merah, hidrida logam, logam alkali, dan lain-lain.

Cair : Alkohol, eter, benzena, aseton, pentana, petroleum eter dan lain-lain.

Gas : Hidrogen, asetilen, butana, dan lain-lain.

Cara penanganan bahan kimia mudah terbakar ini yaitu dengan menjauhi panas, api dan oksigen, jadi

dusahakan menghindarkan pertemuan panas dan bahan mudah meledak.

5) Bahan kimia oksidator

Bahan kimia oksidator adalah bahan kimia yang jika direaksikan dengan senyawa lain dapat menghasilkan oksiegen Contoh, permanganat, perklorat, pikromat, persulfat dan hidrogen peroksida.

6) Pengendalian dan pengawasan bahan kimia

- (a) Pemasangan label
- (b) Pemasangan tanda atau coding
- (c) Sistim penyimpanan

C. Manajemen keselamatan kerja di laboratorium perguruan tinggi

Manajemen keselamatan kerja dilaboratorium melibatkan banyak pengambil keputusan di kampus/ perguruan tinggi. Hal ini dikarenakan sistem manajemen keselamatan kerja sangat terkait dengan aspek keamanan dan perlindungan kerja bagi pekerja yang terlibat dalam pemakaian laboratorium di kampus/perguruan tinggi.

1. Pembantu rektor/ketua bidang penelitian/ laboratorium

- a) Membentuk suatu badan badan pemantau keselamatan kerja
- b) Menetapkan tanggung jawab masing-masing bagian dalam pemantau keselamatan kerja
- c) Menyebarkan semua rekomendasi dari badan keselamatan keseluruh satuan yang terkait.

2. Pejabat bidang keselamatan laboratorium

Merupakan pejabat yang bertanggung jawab atas terlaksananya prosedur keselamatan kerja sesuai aturan yang berlaku untuk menciptakan suasana kerja yang aman, yang berfungsi:

- a) memberikan setiap informasi tentang keselamatan kerja;
- b) mengadakan hubungan dengan pihak luar terkait : pemerintah dan polisi;
- c) membantu jurusan dilingkungan fakultas teknik atau MIPA menyiapkan petunjuk keselamatan kerja masing-masing sesuai dengan kebutuhan;

- d) Menyediakan anggaran dan merekomendasikan setiap rancangan konstruksi untuk keselamatan kerja;
- e) Mengadakan pelatihan dan seminar.

3. Kepala Laboratorium dan pekerja/peneliti di laboratorium

Kepala laboratorium bersama setiap staf, peneliti, dan semua pekerja laboratorium merupakan ujung tombak operasional keselamatan kerja di laboratoriumnya. Kepala laboratorium harus mengkoordinasikan personilnya untuk melaksanakan prosedur kerja yang aman dalam melakukan pekerjaan. Masing-masing personil yang terlibat dalam pekerjaan laboratorium harus memahami dan menginformasikan tentang segala yang mungkin dari setiap prosedur kerjanya.

D. Penanganan bahan kimia di laboratorium dan upaya pencegahan kecelakaan kerja di laboratorium

Penanganan dan upaya pencegahan dari suatu kecelakaan kerja di laboratorium secara umum adalah

bagaimana memahami dan mengerti prosedur-prosedur kerja di laboaratoriu dan cara-cara penganannya dan termasuk uapaya preventif yang harus dilakukan. Pada dasarnya upaya preventif dapat dilakukan dengan tarining/pelatihan yang meliputi:

1. Latihan simulasi prosedur penyelamatan;
2. Latihan evakuasi gedung;
3. Latihan simulasi kebakaran;
4. Penyelamatan dari bahaya uap dan gas
5. Pelatihan untuk kalangan mahasiswa: pelatihan di laboratorium, pelatihan di ruang kuliah
6. Pelatihan/training untuk staf, peneliti dan asisten di laboratorium: pelatihan dasar dan pelatihan tingkat lanjut.

E. Manajemen Peralatan Dan Bahan Praktikum

Laboratorium memegang peranan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan, terutama keilmuan yang sifatnya “Applied Science”. Pengetahuan tentang seluk beluk laboratorium sangat penting diketahui dan dimiliki oleh setiap orang yang terlibat dalam penelitian yang

berbasis laboratorium ataupun yang terlibat langsung dengan laboratorium dalam pekerjaannya. Manajemen laboratorium sangat penting dikuasai bagi setiap orang yang mengaplikasikan dan mendedikasikan ilmunya dalam penelitian yang berbasis laboratorium. Manajemen sangat relevan dengan pengaturan dalam mencapai tujuan dari fungsi dan efektivitas laboratorium.

Efektivitas dan efisiensi laboratorium akan optimal tercapai jika aspek fungsional ditunjang oleh aspek manajemen yang profesional. Dalam pengaturan manajemen, Laboratorium didasarkan atas standardisasi laboratorium ISO:9001 dan ISO 9004 tentang laboratorium dan manajemen mutu. Standardisasi laboratorium akan mengukuhkan peran efektivitas dan fungsi laboratorium sebagai laboratorium riset dan aplikasi.

Manajemen Laboratorium menyangkut banyak sekali aspek dan sistem manajemen seperti manajemen lingkungan, manajemen peralatan, manajemen kesehatan dan keselamatan kerja. Untuk mengetahui secara jelas fungsi manajemen laboratorium, maka manajemen pada

aspek pendahuluan mencakup pemahaman tentang fungsi dasar instrument dan alat laboratorium yang sangat urgen dalam mencapai tujuan efektivitas dan efisiensi laboratorium.

Manajemen sangat terkait erat dengan pengelolaan laboratorium yang pada dasarnya adalah mengatur sumber daya yang terdapat di dalam laboratorium agar dapat bekerja optimal mendukung fungsi efektivitas dan efisiensi laboratorium. Sumber daya laboratorium yaitu staf, peralatan, zat-zat kimia, jenis sampel, system pengelolaan limbah, system pengolahan data yang semuanya harus disinergikan dan diatur dengan manajemen laboratorium yang terarah, terencana dan terintegrasi.

F. Aplikasi Dasar Laboratorium

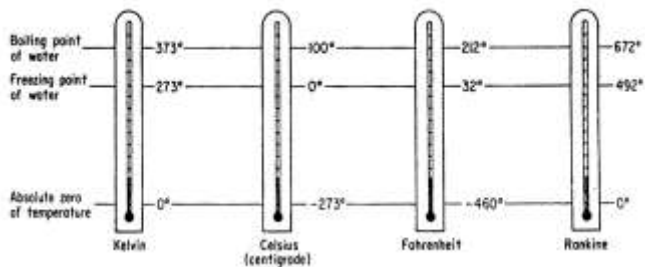
1. Mengukur Suhu

a) *Termometer Cairan*

Suhu diukur dengan instrumen yang menunjukkan intensitas kalor dalam suatu benda. Kalor akan mengalir dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke yang suhunya lebih rendah. *Termometer*

cairan, biasanya diisi dengan raksa, dikalibrasi pada titik beku air dan titik didih air ketika diukur pada tekanan 1 atm.

Terdapat 4 skala kalibrasi: Fahrenheit, Celsius (bagian perseratus), SI (Kelvin), dan Rankine. Mereka dihubungkan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Suhu terendah yang dapat diperoleh secara teoretis disebut suhu *nol mutlak*.



Gambar 1 Hubungan antara keempat skala suhu.

b) ***Pengubahan Antarskala***

Suhu dapat dengan mudah diubah dari satu skala ke yang lain:

$$\begin{aligned}
 ^\circ\text{C} &= (^\circ\text{F} - 32^\circ) \square 5/9 && \text{Contoh: } 212^\circ\text{F} = 5/9 \square (212 - 32) = 100^\circ\text{C}. \\
 ^\circ\text{F} &= (9/5 \square ^\circ\text{C}) + 32^\circ && \text{Contoh: } 100^\circ\text{C} = (9/5 \times 100) + 32 = 212^\circ\text{F}. \\
 \text{K} &= ^\circ\text{C} + 273 && \text{Contoh: } 20^\circ\text{C} = 20 + 273 = 293 \text{ K} \\
 ^\circ\text{R} &= ^\circ\text{F} + 460^\circ
 \end{aligned}$$

Untuk mengubah Fahrenheit ke SI (Kelvin, K), ubahlah dulu ke Celsius, sedangkan Celsius dapat diubah ke Rankine ($^{\circ}\text{R}$) melalui pengubahan ke Fahrenheit.

2. Kalibrasi Termometer

Kalibrasikan termometer laboratorium dengan menguji pada titik-titik standarnya.

0 $^{\circ}\text{C}$: Celupkan termometer dalam suatu campuran yang teraduk dengan baik dari es batu dan air suling. Termometer harus membaca 0 $^{\circ}\text{C}$.

100 $^{\circ}\text{C}$: Paskan termometer di atas permukaan gelas piala atau labu yang berisi air mendidih sedemikian rupa sehingga kolom raksa terpapar oleh uap. Termometer harus membaca 100 $^{\circ}\text{C}$ pada tekanan barometrik 760 mmHg (torr).

Termometer laboratorium jenis skala-panjang dikalibrasi dengan pencelupan seluruh kolom raksa dalam cairan atau uap.

a) *Koreksi Batang Termometer*

Dengan termometer raksa-kaca, kedalaman

pencelupan sangatlah penting, karena jumlah raksa di dalam batang signifikan ketika dibandingkan dengan jumlahnya di dalam bola. Karena alasan itu, termometer ditandai ‘pencelupan penuh’ atau ‘pencelupan sebagian’ dengan tanda yang jelas, untuk menunjukkan kedalaman pencelupan yang diperlukan agar pembacaan tepat. Jika termometer tidak dicelupkan ke tanda tersebut, akan terjadi galat pembacaan, dan mereka harus diperhitungkan dengan koreksi batang.

Catatan: Dalam penentuan titik-leleh atau titik-didih, *tidak* seluruh kolom raksa tercelup dalam uap atau cairan. Karena itu, harus dilakukan koreksi. Lihat Tabel 1.

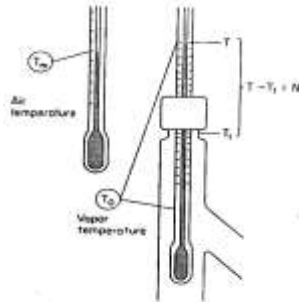
Tabel 1 Koreksi untuk benang raksa yang terpapar terhadap termometer (Celsius) yang tercelup seluruhnya*

		$(T_o - T_m)$ degrees																			
l	degrees	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
100	0.13	0.21	0.47	0.67	0.78	0.84	1.1	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3	2.5	2.6	2.8	3.0	3.1	3.1
110	0.17	0.34	0.51	0.69	0.86	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.4	2.6	2.7	2.9	3.1	3.2	3.4	3.4
120	0.19	0.37	0.55	0.75	0.94	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.7	3.7
130	0.20	0.41	0.61	0.81	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.7	3.9	4.1	4.1
140	0.22	0.44	0.65	0.87	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.4	4.4
150	0.23	0.47	0.70	0.94	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1	2.3	2.5	2.8	3.0	3.3	3.5	3.7	4.0	4.2	4.4	4.7	4.7
160	0.25	0.50	0.75	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.2	3.5	3.7	4.0	4.2	4.5	4.7	5.0	5.0
170	0.27	0.53	0.80	1.1	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	2.9	3.2	3.4	3.7	4.0	4.2	4.5	4.8	5.0	5.3	5.3
180	0.28	0.56	0.84	1.1	1.4	1.7	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	3.9	4.2	4.5	4.8	5.1	5.3	5.6	5.6
190	0.30	0.59	0.89	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.1	4.4	4.7	5.0	5.3	5.6	5.9	5.9
200	0.31	0.62	0.94	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.1	4.4	4.7	5.0	5.3	5.6	5.9	6.2	6.2
210	0.33	0.66	0.98	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6	3.9	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.4	6.4
220	0.34	0.69	1.0	1.4	1.7	2.1	2.4	2.7	3.1	3.4	3.8	4.1	4.5	4.8	5.1	5.5	5.8	6.2	6.5	6.9	6.9
230	0.36	0.72	1.1	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6	3.9	4.3	4.7	5.0	5.4	5.7	6.1	6.5	6.9	7.2	7.2
240	0.37	0.75	1.1	1.5	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.7	4.1	4.5	4.9	5.2	5.6	6.0	6.4	6.7	7.1	7.5	7.5
250	0.38	0.78	1.2	1.6	1.9	2.3	2.7	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.2	6.6	7.0	7.4	7.8	7.8

* Koreksi batang-yang-menyembul: Ketika sebuah termometer yang dikalibrasi untuk pencelupan seluruhnya digunakan dengan hanya sebagian batang yang tercelup, rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung suhu sebenarnya: $T_c = T_o + 0,000156l(T_o - T_m)$ dengan T_c ialah suhu terkoreksi, T_o suhu yang terbaca, l panjang dalam derajat dari kolom raksa yang tidak tercelup, dan T_m ialah suhu pada titik tengah benang yang menyembul. Agar lebih mudah, tabel menunjukkan koreksi $0,000156l(T_o - T_m)$ untuk digunakan pada berbagai nilai l dan $(T_o - T_m)$.

Pada suhu 0–100 °C, galat dapat diabaikan; di sekitar 200 °C, galat mungkin sebesar 3–5 °C;

dan di sekitar 300 °C, galat dapat mencapai 10 °C. Koreksikan nilai-nilai ini dengan menggunakan rumus berikut (lihat Gambar 2):



Gambar 2 Pengukuran untuk koreksi batang termometer.

Koreksi batang (dalam derajat) = $KN(T_o - T_m)$

dengan

N = panjang termometer yang menyembul (panjang yang tidak terpapar oleh uap cairan) dalam derajat; $T - T_1 = N$.

T_o = suhu yang terbaca pada termometer.

T_m = suhu rerata dari kolom yang menyembul (diperoleh dengan menempatkan termometer lain berdampingan dengan titik tengah bolanya).

K = tetapan, khas untuk jenis kaca dan suhu tertentu (lihat Tabel 2).

Tabel 2 Nilai-nilai K^*

Suhu (°C)	Kaca Lunak	Kaca Pyrex
0–150	0,000158	0,000165
200	0,000159	0,000167
250	0,000161	0,000170
300	0,000164	0,000174
350		0,000178
400		0,000183
450		0,000188

* Untuk termometer Fahrenheit, nilai rerata K ialah 0,00009.

Contoh:

Suhu yang terbaca pada suatu termometer ialah 250 °C. Berapa pembacaan suhu yang betul jika kolom yang menyembul dari termometer itu membaca dari 110 sampai 360 °C, dan jika termometer lain membaca suhu 50 °C?

Jawaban:

$$\text{Koreksi} = KN(T_o - T_m) = (0,000161)(360 - 110)(250 - 50) = 8,05 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\text{Suhu terkoreksi} = 250 + 8,05 = 258,05 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Jenis-jenis Termometer Cairan. Tersedia beraneka ragam termometer. Termometer cairan yang umum ialah yang berisi-raksa atau berisi-alkohol (lihat Gambar 3). Pada jenis yang kedua,

alkohol umumnya diwarnai merah untuk memudahkan pembacaan termometer. Pemilihan bergantung pada persyaratan tertentu mengenai skala, pembagian, kisaran, panjang batang dan desain termometer, ketelitian yang diinginkan, serta syarat pencelupan. Lihat Tabel 3 untuk sebagian daftar termometer yang muwakil.



Gambar 3 (a) Termometer untuk kegunaan-umum.
(b) Contoh termometer untuk kebutuhan khusus.

Termometer diferensial Beckmann (Gambar 4) tidak membaca suhu bahan. Ia hanya membaca selisih suhu untuk kisaran 5°C . Termometer diset dengan memanaskan ke suhu perkiraan dari bahan itu; kemudian perubahan suhu sampai $0,01^{\circ}\text{C}$ dapat diukur.



Gambar 4 Termometer diferensial Beckmann.

Tabel 3 Termometer yang muwakil*

No. ASTM	Uji	Kisaran suhu	Pembagian skala (derajat)	Pencelupan batang	Panjang (± 5 mm)
1C	Penggunaan umum	-20 s.d. +150 °C	1	76 mm	322
1F	Penggunaan umum	0 s.d. +302 °F	2	76 mm	322
2C	Penggunaan umum	-5 s.d. +300 °C	1	76 mm	390
2F	Penggunaan umum	+20 s.d. +580 °F	2	76 mm	390
3C	Penggunaan umum	-5 s.d. +400 °C	1	76 mm	413
3F	Penggunaan umum	+20 s.d. +760 °F	2	76 mm	413
5C	<i>Cloud and pour</i>	-38 s.d. +50 °C	1	108 mm	231
5F	<i>Cloud and pour</i>	-36 s.d. +120 °F	2	108 mm	231
6C	<i>Low cloud and pour</i>	-80 s.d. +20 °C	1	76 mm	232
6F	<i>Low cloud and pour</i>	-112 s.d. +70 °F	2	76 mm	232
7C	Penyulingan rendah	-2 s.d. +300 °C	1	Se seluruhnya	386
7F	Penyulingan rendah	+10 s.d. +580 °F	2	Se seluruhnya	386
8C	Penyulingan tinggi	-2 s.d. +400 °C	1	Se seluruhnya	386
8F	Penyulingan tinggi	+30 s.d. +760 °F	2	Se seluruhnya	386
9C	Pensky-Martens, <i>low range tag closed tester</i>	-5 s.d. +110 °C	0.5	57 mm	287
9F	Pensky-Martens, <i>low range tag closed tester</i>	+20 s.d. +230 °F	1	57 mm	287
10C	Pensky-Martens, <i>high range</i>	+90 s.d. +370 °C	2	57 mm	287
10F	Pensky-Martens, <i>high range</i>	+200 s.d. +700 °F	5	57 mm	287
11C	Nyala terbuka	-6 s.d. +400 °C	2	25 mm	308
11F	Nyala terbuka	+20 s.d. +760 °F	5	25 mm	308
12C	Gravitasi	-20 s.d. +102 °C	0.2	Se seluruhnya	420

* Tabel ini bukanlah daftar yang utuh, tetapi diberikan untuk menunjukkan sangat beragamnya termometer yang tersedia, dengan spesifikasinya.

Menyatukan Kembali Kolom Raksa. Jangan membuang termometer karena kolom raksanya telah memisah. Pemisahan terjadi karena guncangan mekanis dan termal. Kolom raksa yang terpisah menyebabkan *galat* dalam pembacaan termometer; namun, dalam beberapa kasus, raksa tersebut dapat disatukan kembali dan termometer itu terselamatkan. Selalu periksa termometer sebelum digunakan, untuk mendeteksi pemisahan dalam kapiler, bola,

dan reservoir serta untuk mendeteksi tetesan kecil yang terdispersi di atas *bore*.

Perhatian: Ingatlah bahwa termometer terbuat dari kaca; mereka, terutama bolanya yang tipis, rapuh dan mudah pecah. *Jangan dikenai guncangan mekanis yang dahsyat.*

Kolom raksa termometer dapat disatukan kembali dengan prosedur berikut. Gunakan salah satu atau semua prosedur ini atau kombinasi apapun dari mereka yang akan berhasil.

- 1) Celupkan bola termometer dalam campuran pembeku yang sesuai dari es kering dan aseton. Semua raksa akan tertarik ke dalam reservoir akibat penyusutan. Angkat dan hangatkan perlahan-lahan. Kolom akan menyatu kembali. Jika tidak berhasil, ulangi prosedur ini beberapa kali.
- 2) Ulangi prosedur 1, tetapi kali ini ketuk *dengan lembut* untuk melepaskan gelembung gas.
- 3) Tepuk termometer pada suhu kamar dengan memegang bola termometer (dengan lembut) pada tangan kanan, lalu memukulkan kepalan tangan Anda pada telapak tangan yang lain.
- 4) Balikkan termometer, ketuk perlahan-lahan sambil sebentar-sebentar memanaskan bolanya,

yang mendesak raksa ke arah bawah. *Turn right side up* dan ulangi prosedur ini. Terkadang kolom raksa akan bergabung jika terdapat kapiler yang cukup besar.

- 5) Ayunkan termometer dengan cepat membentuk lingkaran. Gaya sentrifugal dapat menyatukan kolom kembali. Jangan '*snap*' lengan Anda karena termometer dapat pecah. Gaya gerak melingkar memaksa jatuh bagian sebelah atas dari kolom.
- 6) Hangatkan *perlahan-lahan* di atas nyala Bunsen dengan bola berada pada ketinggian yang cukup di atas nyala itu. Panas memuaian raksa ke dalam ruang pemuaian sebelah atas. *Jangan mengisi melebihi reservoir pemuaian* karena termometer akan pecah.

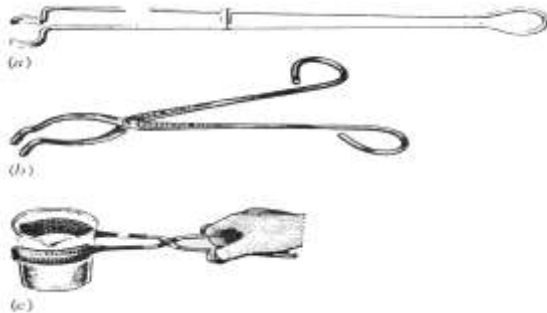
3. Pemanasan dan Pendinginan

a) Panduan Umum

1) *Bagaimana Menangani Alat Laboratorium yang Panas*

Alat kaca yang panas dapat menyebabkan luka bakar yang parah. Luka bakar ini sering bertambah parah ketika seseorang berupaya memegang alat kaca yang panas tanpa perlindungan yang memadai,

karena benda tersebut biasanya jatuh, pecah dan karena itu, memercikkan atau menyemburkan cairan yang panas dan korosif. Gunakan sarung tangan asbes atau gegep (*tong*) yang sesuai untuk mengeluarkan semua alat kaca dari panas. Gegep krus (*crucible*) selalu digunakan untuk memindahkan krus panas ke dalam dan keluar dari tanur *muffle* (Gambar 5a); gegep utilitas digunakan untuk menangani radas dan krus yang kecil (Gambar 5b); dan gegep gelas piala digunakan untuk memegang dan membawa gelas piala (Gambar 5c).



Gambar 5 (a) Gegep krus lentur dan panjang. (b) Gegep utilitas. (c) Gegep gelas piala.

(1) *Tips dalam Memanaskan dan Mendinginkan*

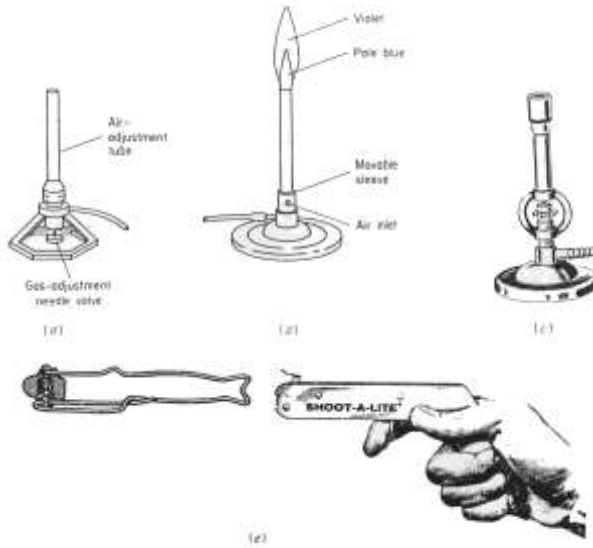
- (a) Selalu awasi proses penguapan dengan seksama. Bejana yang dipanaskan setelah penguapan berlangsung seluruhnya dapat retak atau meledak.
- (b) Jangan meletakkan alat kaca yang panas pada permukaan yang dingin atau basah; alat tersebut dapat pecah karena perubahan suhu seketika. Berhati-hatilah selalu.
- (c) Jangan memanaskan alat kaca yang banyak goresannya karena mungkin saja pecah.
- (d) Dinginkan alat kaca perlahan-lahan agar tidak pecah. Namun, ada alat kaca tertentu, misalnya Vycor, yang dapat dipindahkan dari panas merah ke air es tanpa pecah.
- (e) Luka bakar disebabkan oleh panas dan juga oleh radiasi ultraviolet atau inframerah. Batasi waktu pemaparan Anda ketika bekerja dengan sinar ekstravisual.
- (f) Ketika bekerja dengan bahan atsiri, selalu ingat bahwa pemuaiian dan terkurungnya pemuaiian menyebabkan peningkatan tekanan

dengan kemungkinan ledakan. Bahaya itu selalu ada dalam sistem tertutup, sekalipun tidak diberikan panas dari luar.

2) *Pembakar Gas*

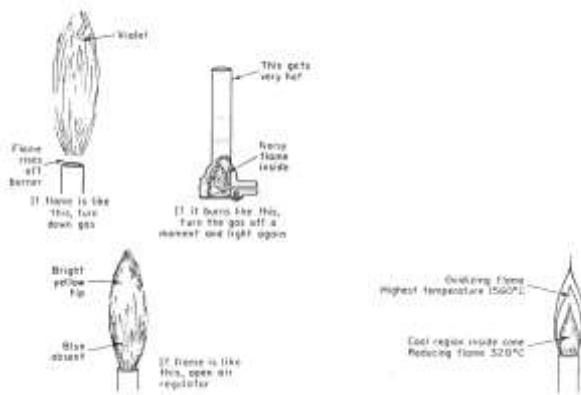
Pembakar di laboratorium ialah peralatan yang digunakan lebih sering daripada alat yang lain. Pelajari bagian-bagiannya (Gambar 6) dan ingat aturan-aturan sederhana untuk penggunaannya:

- a) Buka lebar keran gas pada pipa *inlet* gas.
- b) Buka sekrup pengatur gas pada pembakar sejauh yang bisa diputar.
- c) Tutup lubang udara dengan selongsong (*sleeve*) yang dapat digerakkan.
- d) Nyalakan pembakar dengan korek api atau *striker* (Gambar 6d).



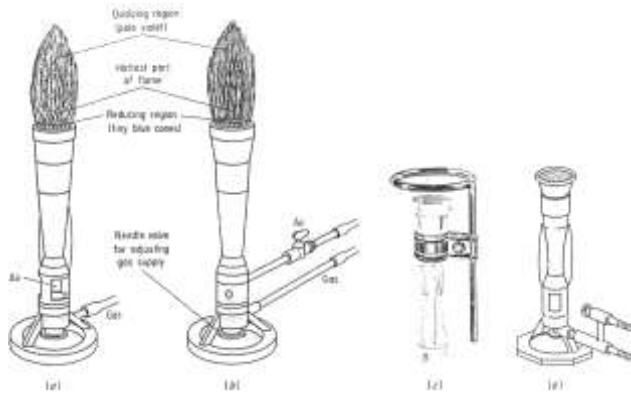
Gambar 6 (a) Pembakar Tirrill. (b) Pembakar Bunsen. (c) Pembakar Fletcher. (d) *Striker* nyala api yang bekerja-positif. Pergerakan cepat *flint* akan menyulut pembakar gas jenis apapun dan mencegah terbakarnya jari.

- e) Atur sekrup dan selongsong untuk menghasilkan nyala api non-luminous dengan kerucut biru sebelah dalam yang runcing (Gambar 7).



Gambar 7 Mengatur nyala api.

Ada berbagai macam pembakar yang digunakan di laboratorium. Bunsen, Tirrill, dan Fletcher (Gambar 6) merupakan yang paling umum. Ketika diperlukan nyala api yang sangat panas, pembakar Fisher (Gambar 8a) sangat berguna; nyala api yang lebih panas lagi dapat diperoleh dengan pembakar tiup (*blast burner*; Gambar 8b dan d). Penyangga halo (Gambar 8c) digunakan untuk pemanasan yang terarah dengan pembakar Fisher yang manapun.



Gambar 8 Pembakar yang menghasilkan nyala api yang sangat panas: (a) Pembakar api Fisher. (b) Pembakar tiup Fisher. (c) Penyangga halo. (d) Pembakar tiup Meker.

Untuk membantu Anda memilih pembakar yang tepat, Anda harus mengetahui jenis gas di laboratorium Anda; gas buatan, campuran, alam, atau tabung. Kemudian Tabel 4 akan memberi tahu Anda secara sekilas kisaran Btu dari setiap pembakar. Untuk pembakaran yang efisien gas di atas 800 Btu, gunakan pembakar yang dilengkapi dengan tutup penstabil atau dengan tutup penguat-panas khusus.

Tabel 4 Memilih pembakar yang tepat

Type of burner	Designed for gas of Btu rating											
	Artificial gas			Mixed gas			Natural gas			Cylinder gas		
	500	400	700	800	900	1000	1100	1200	1600	2000	2400	2500	3200
Bunsen	██████████			████████████████████						██████████		
Fletcher				████████████████████								
Tirill							██████████			████████████████████		
Micro	██████████			████████████████████						████████████████████		
Meker	██████████			████████████████████						████████████████████		

Sumber: Corning Glass Works.

3) Pemanasan dengan Pembakar Gas dengan Nyala Api-Terbuka

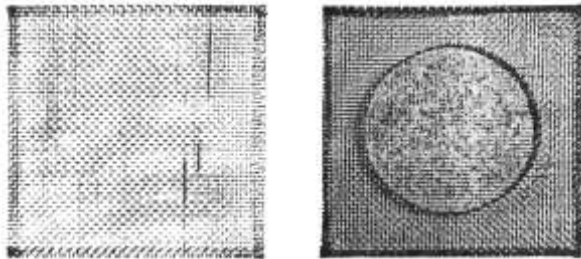
(a) Atur pembakar agar diperoleh nyala api kecil.

Pembakar akan memanaskan perlahan-lahan, tetapi yang lebih penting, ia akan memanaskan secara merata dan seragam. Panas yang seragam dapat menjadi faktor penting dalam beberapa reaksi kimia.

(b) Atur kedudukan cincin (*ring stand*) atau jepitan (*clamp*) yang menahan alat kaca, sedemikian rupa sehingga api mengenai kaca di bawah

permukaan cairan. Memanaskan di atas permukaan cairan sama sekali tidak membantu meratakan pemanasan larutan. Bahkan tindakan ini dapat menyebabkan guncangan termal dan memecahkan alat kaca.

- (c) Selalu gunakan kasa kawat (Gambar 9) ketika memanaskan alat kaca laboratorium dengan pembakar-gas Bunsen, Fisher, Meker, atau yang lainnya. Kasa mendistribusikan panas sehingga pemanasan seragam, dan menyebarkan nyala api untuk mencegah pemanasan alat kaca hanya pada 1 titik.



Gambar 9 Kasa kawat yang polos dan yang dengan asbes di bagian tengahnya.

- (d) Jangan memanaskan cairan terlalu cepat.

Pemanasan yang cepat dapat menyebabkan luapan, percikan, dan luka, selain hilangnya larutan.

Perhatian: Waspadalah akan suhu tinggi yang dapat dicapai ketika bekerja dengan peranti listrik dan pembakaran (lihat Tabel 5).

Tabel 5 Beberapa peranti suhu-tinggi yang tersedia di laboratorium

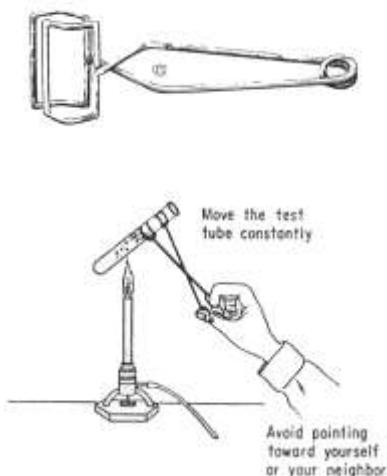
Peranti yang digunakan	Peskiraan suhu yang diperoleh (°C)
Peranti listrik:	
Pemanas resistans kawat Nichrome	1150
Batang resistans silikon karbida	1425
Induksi frekuensi-tinggi	1650
Basur listrik DC (elektrode karbon)	3000
Peranti pembakaran:	
Lampu alkohol	1350
Pembakar Bunsen (gas alam)	1225
Pembakar Meeker (gas alam)	1300
Lampu tiup (gas alam dan udara termampatkan)	1400
Other	
Gas alam + O ₂	1600
Asetilena + udara termampatkan	2300
Asetilena + O ₂	3100
Hidrogen + O ₂	2600
Hidrogen atomik (Langmuir)	4000

4) Pemanasan Cairan yang Tidak Mudah Terbakar

(a) Dalam Tabung Reaksi

- (1) Isikan tabung reaksi tidak lebih dari setengah penuh.
- (2) Pegang tabung reaksi dengan jepitan tabung reaksi (Gambar 10).
- (3) Arahkan mulut tabung reaksi *jauh* dari Anda dan dari siapapun di dekat Anda.
- (4) Tempatkan tabung reaksi dalam nyala api,

dan *gerakkan secara konstan*. Jika tabung tidak terus digerakkan, cairan akan menjadi sangat panas, dan akan terbentuk uap yang dapat menyemburkan cairan dengan hebat (Gambar 11).



Gambar 10 Jepitan tabung reaksi.

Gambar 11 Memanaskan cairan dalam tabung reaksi. Goyangkan terus-menerus tabung reaksi menyamping untuk mencegah meletupnya cairan.

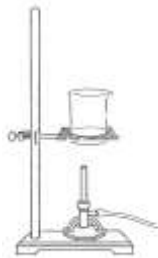
(b) *Dalam Gelas Piala atau Labu*

Metode 1:

(1) Tempatkan gelas piala di atas kasa kawat

yang bagian tengahnya asbes yang diletakkan di atas kaki tiga (*tripod*) atau dudukan cincin (Gambar 12).

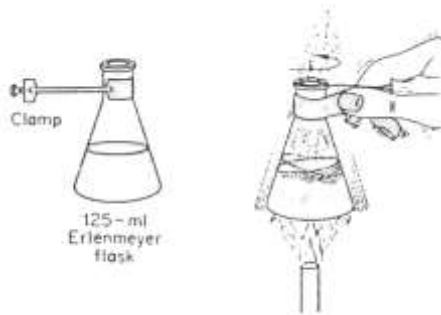
(2) Panaskan dengan pembakar-gas.



Gambar 12 Rangkaian untuk memanaskan larutan.

Metode 2:

Genggam leher labu seperti pada Gambar 13 dan panaskan.



Gambar 13 Memanaskan labu kecil.

5) Mendidihkan

Ketika suatu cairan mendidih, suhu harus sedikit di atas titik didihnya sebelum pembentukan gelembung mulai terjadi. Ketika gelembung terbentuk, mereka dapat hilang kembali (karena terlalu kecil) atau terus mengembang (karena cukup besar) dan muncul ke permukaan. Saat sejumlah cairan dipanaskan, suhunya dapat naik jauh melebihi titik didihnya tanpa terbentuk gelembung sama sekali. Hal ini disebut lewat-panas (*superheating*). Jika gelembung mulai terbentuk pada keadaan lewat-panas ini, ia dapat mengembang dalam sekejap dengan gaya ledakan yang dahsyat, yang dapat menggetarkan wadah alat kaca sedemikian hebatnya sehingga pecah dan hancur.

(a) Penggunaan Batu Didih dan Keping Didih

Untuk mencegah pemanasan berlebihan pada cairan, dapat digunakan batu didih atau keping didih, yang berperan sebagai gelembung

buatan. Tidak banyak batu didih yang diperlukan, tetapi harus cukup jumlahnya agar selalu terdapat beberapa batu didih di dasar, sekalipun ada yang terangkat.

Batu didih pada dasarnya ialah 99,6% silika murni, yang dilebur dan diikat membentuk batu yang memiliki sangat banyak ujung tajam untuk pelepasan gelembung uap. Mereka lembam secara kimia, dan ketika digunakan, mereka menghentikan letupan, mengurangi bahaya pecah, dan mempercepat penyulingan. Mereka memungkinkan pemisahan yang lebih tajam fraksi-fraksi dalam penyulingan, dan terutama efisien untuk pelumatan Kjeldahl. *Keping didih* merupakan kepingan mikropori yang lembam secara kimia, terbuat dari karbon atau bahan lain, yang digunakan untuk tujuan yang sama seperti batu didih. Pecahan tabung kaca yang bersih dapat digunakan sebagai keping didih.

Perhatian: Jangan menambahkan batu didih

atau keping didih ke dalam cairan panas. Sejumlah besar uap akan terbentuk dengan segera, menyebabkan *pembentukan buih*, *pemercikan*, dan *pelontaran* cairan yang dipanaskan dari labu itu. *Selalu dinginkan larutan Anda* sebelum menambahkan batu didih.

6) Memanaskan Cairan Organik

Pada praktiknya, semua cairan organik mudah terbakar. Semakin rendah titik didihnya, semakin mudah terbakar. Jika identitas cairan diketahui, periksa titik didihnya pada buku pegangan rujukan. Asumsikan *semua cairan organik mudah terbakar* sampai Anda mendapati sebaliknya.

Pilihlah sistem pemanasan bergantung pada (1) kemudahan cairan untuk terbakar, (2) bejana yang digunakan, dan (3) ada-tidaknya bahaya api dalam wilayah kerja.

Perhatian: Uap cairan yang mudah terbakar harus dijauhkan dari nyala api terbuka. Jangan memanaskannya dalam gelas piala atau labu terbuka

dengan pembakar gas. Uap yang lebih berat daripada air akan bergerak turun dan mengenai api.

(a) Metode 1

- (1) Panaskan penangas pasir atau minyak mineral yang sangat tinggi titik didihnya, dengan pembakar gas.
- (2) Matikan pembakar gas.
- (3) Benamkan gelas piala atau labu dalam penangas yang telah dipanaskan tersebut untuk memanaskan bahan.

(b) Metode 2

Jika suhu sampai 100 °C sudah memadai, gunakan penangas uap air (Gambar 14).

1. Tempatkan labu dalam penangas uap setelah melepaskan sejumlah cincin penyangga yang diperlukan untuk memberikan permukaan pemanas yang maksimum.
2. Alirkan uap air ke dalam inlet *atas*.
3. Hubungkan *outlet* bawah dengan saluran air untuk mengeluarkan embunnya.



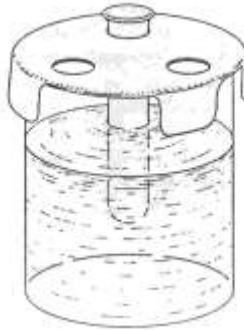
Gambar 14 Penangas air yang dipanaskan dengan uap atau dengan listrik digunakan untuk memanaskan larutan yang memerlukan suhu tidak melebihi 100 °C.

Catatan: Air mengembun dalam lintasan uap ketika penangas tidak digunakan. Keluarkan air itu terlebih dulu sebelum menghubungkan lintasan uap dengan penangas. Begitu penangas dipanaskan, aliran uap yang lambat akan menjaga suhu cairan di dalam wadah. Hindari aliran uap yang terlalu banyak; pengembunan dapat berlangsung di tempat lain di laboratorium dan menimbulkan masalah.

(c) Metode 3

Tabung reaksi yang berisi cairan-mudah-terbakar dapat dipanaskan dalam penangas air-panas. Penangas ini (Gambar 15) dapat dibuat dengan mudah dari aluminium lunak. Ia dapat

dibentuk dengan tangan, dan lubang-lubangnya dapat dipotong dengan bor sirkular atau pisau.

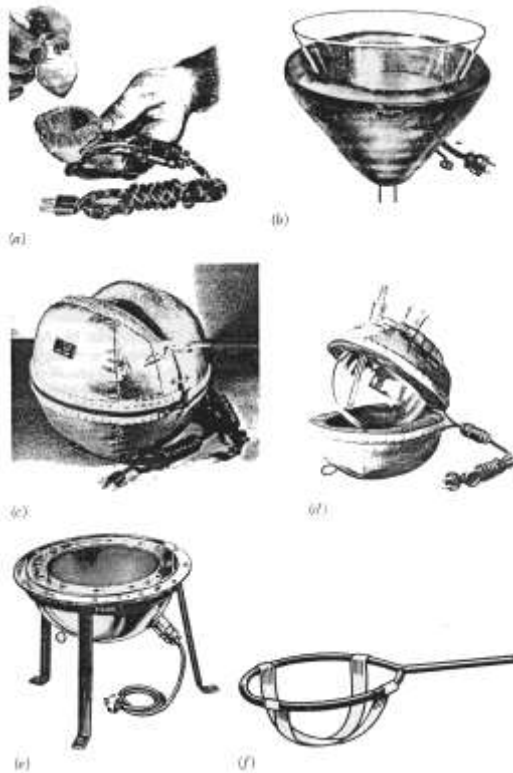


Gambar 15 Penangas air-panas tabung-reaksi.

7) Peranti Pemanasan Tanpa-Api

Selain penangas pasir dan penangas uap yang disebutkan di atas, terdapat metode lain untuk memanaskan cairan yang mudah terbakar.

Mantel pemanas (Gambar 16) memberikan transfer kalor yang aman dan sangat baik untuk memanaskan sebagian besar wadah, dan tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran. Panas diatur dengan trafo variabel.



Gambar 16 Mantel pemanas. (a) Mantel labu tersedia dalam berbagai ukuran dan bentuk. (b) Jenis corong. (c–f) Mantel asbes dengan berbagai desain, ukuran, dan penyangga.

(a) Mantel Pemanas

Mantel terdiri atas sebuah pemanas resistans-listrik terisolasi yang sederhana dan hanya

memerlukan catu daya (*power supply*) listrik. Namun, penggunaan trafo variabel atau pengendali otomatis dianjurkan untuk mencegah pemanasan berlebih dan untuk menghasilkan pengaturan suhu yang akurat. Dalam beberapa hal, mungkin sangat diperlukan penggunaan trafo variabel dan peranti otomatis bersama-sama untuk pengaturan yang sangat akurat. Instruksi untuk sambungan dan pengoperasian susunan ini tersedia.

Untuk keamanan, steker 3-gigi dari kabel pada mantel harus selalu dimasukkan ke dalam *ground outlet* untuk membumikan secara listrik peralatan itu. Karena bagian luar dari beberapa mantel merupakan isolator, mantel-mantel ini dilengkapi dengan kabel dua kawat.

Dengan perawatan dan kerja yang baik, mantel pemanas akan memberikan layanan yang lama dan efisien. Tumpahan bahan kimia, pemanasan berlebih, dan penyalahgunaan yang umum akan sangat memperpendek umur mantel. Pemeliharaan mantel secara terjadwal tidak diperlukan. Tentu saja, setiap

kerusakan yang terjadi pada mantel harus segera diperbaiki. Mantel sedapat mungkin harus dilindungi dari tumpahan bahan kimia dan atmosfer korosif.

Satu-satunya batasan dalam penggunaan mantel ialah batas atas suhu 450 °C untuk kain kaca pada sebagian mantel dan 650 °C untuk sebagian lainnya. Sebagian besar mantel dilengkapi dengan termokopel Constantan-besi untuk mengukur suhu kain. Pada kondisi normal, 650 °C tidak boleh dilampaui.

Dalam mantel bulat dengan kapasitas 12 L atau lebih, terdapat tiga sirkuit pemanas - dua pada belahan bagian bawah dan satu pada belahan bagian atas. Masukan kalor dalam setiap sirkuit harus diatur dengan trafo variabel yang cocok. Dua sirkuit di sebelah bawah menyediakan kalor untuk mendidihkan muatan cairan, sedangkan sirkuit sebelah atas mencegah pengembunan uap. Akan jarang diperlukan pengoperasian sirkuit sebelah atas pada lebih dari 60 atau 70 V. Untuk cairan yang mudah mendidih, sirkuit sebelah atas tidak perlu digunakan. Ketika labu penuh dengan cairan, kedua sirkuit bawah dapat

dioperasikan pada tegangan yang ditentukan. Jika permukaan cairan berada di bawah tanda setengah-jalan (dibuat-sendiri) pada labu, tegangan pada sirkuit No. 2 harus diturunkan ke 70 atau kurang. Hal ini akan mencegah pemanasan berlebih uap dan pemanasan berlebih kain kaca dalam sirkuit No. 2.

Prosedur:

- (1) Pilih mantel yang tepat yang pas betul dengan wadah.
- (2) Hubungkan alat ukur penunjuk-suhu dengan trafo.
- (3) Atur trafo sesuai yang diperlukan untuk menjaga suhu yang tepat dari labu cairan-reaksi.

Peringatan Dini dalam Menggunakan Mantel

Pemanas:

- (1) Jangan biarkan permukaan cairan dalam labu berada di bawah permukaan mantel. Kaca antara permukaan cairan dan permukaan mantel akan menjadi jauh lebih panas daripada bagian lainnya dari labu itu. Bahan yang memercik pada kaca ekstra-panas tersebut akan menjadi terlalu panas

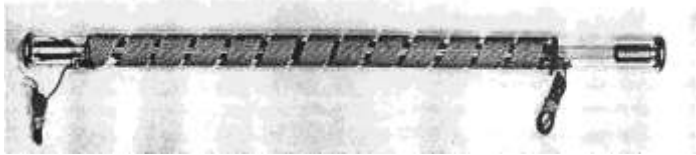
dan mungkin terurai atau jika tidak, menimbulkan masalah.

- (2) Selalu biarkan mantel mencapai panas kesetimbangannya. Mantel memanaskan secara perlahan. Jangan meningkatkan panas mantel terlalu cepat; Anda mungkin memberikan terlalu banyak panas.
- (3) Selalu keluarkan labu yang dipanaskan dengan mantel di atas permukaan meja. Anda mungkin perlu menghentikan pemanasan segera, dan sekadar mematikan listrik tidak begitu saja menghentikan pemanasan labu oleh mantel. Mantel memiliki kapasitas kalor yang tinggi. Ketika labu dikeluarkan, mantel dapat dipindahkan dengan cepat, untuk menghilangkan sumber kalor.

(b) Pita Pemanas

Pita pemanas lentur (Gambar 17) dibuat dari kawat resistansi terisolasi yang *finely stranded* yang dihubungkan dengan *electrical leads*. Mereka dibuat untuk 110 atau 220 V, dan mungkin diisolasi dengan kaca, karet, silikon, atau polimer lainnya. Pengaturan

suhu wajib dilakukan, dan dapat dilakukan dengan trafo variabel atau pengatur termostatik otomatis.



Gambar 17 Pita pemanas.

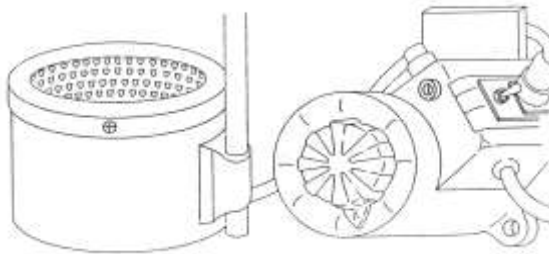
(c) Penangas Minyak yang Dipanaskan dengan Listrik

Penangas minyak yang dipanaskan dengan listrik menggunakan minyak mineral biasa yang aman digunakan sampai 200 °C. Cairan manapun yang terdaftar pada Tabel 6 dapat menggantikan minyak mineral, dengan keuntungan dan kekurangan masing-masing.

Tabel 6 Zat-zat yang dapat digunakan untuk penangas pemanasan

Medium	Titik leleh (°C)	Titik didih (°C)	Kisaran suhu penggunaan (°C)	Titik nyala (°C)	Komentar
Air	0	100	0-100	Tak ada	Ideal
Minyak silikon	-50	-	30-250	300	Agak kental pada suhu rendah
Trietilena glikol	-5	287	0-250	310	Nonkorosif
Trietilena glikol	18	290	-20 s.d. 260	160	Larut dalam air, tidak beracun
Gliserin	50	-	60-300	199	Mudah terbakar
Parafin	-	340	150-320	-	Umum digunakan
Dibutil ftalat					

Penangas ini diatur dengan sebuah trafo tegangan-variabel (Gambar 18), dan elemen pemanasnya ialah sebuah kumparan imersi, yang meminimalkan bahaya api. Karena diperlukan waktu yang cukup panjang agar penangas minyak mencapai suhu yang diinginkan, disarankan untuk memanaskan terlebih dulu unit itu secara parsial sebelum betul-betul diperlukan. Penangas juga mengurangi kemungkinan gosong, yang dapat terjadi ketika bejana reaksi dipanaskan dengan menggunakan api.



Gambar 18 Penangas minyak dengan sebuah trafo variabel.

Perhatian: Minyak mineral dapat ‘menyala’ dan terbakar menjadi nyala api di atas 200 °C, dan apinya tidak mudah dipadamkan. Minyak mineral pada akhirnya teroksidasi dan menghitam, dan air harus dijauhkan darinya. Air dalam minyak panas dapat menyebabkan percikan, dan luka bakar akibat minyak panas menyakitkan dan berbahaya. Penangas ini mungkin sangat berat, dan sebuah *jack* (Gambar 19a) dapat digunakan untuk mengatur tinggi penangas.

(d) Lempeng Pemanas (*Hot Plate*)

Terdapat beragam lempeng pemanas, masing-masing dirancang untuk pekerjaan khusus atau sebagai peranti pemanas umum (Gambar 19b–d). Semua alat dengan elemen pemanas yang terpapar tidak boleh digunakan untuk memanaskan pelarut organik yang mudah terbakar, dan perhatian harus

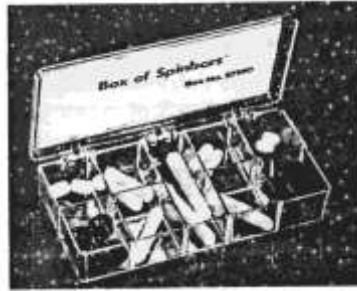
selalu diberikan ketika memanaskan pelarut-pelarut itu dengan lempeng pemanas yang memiliki elemen tertutup. Beberapa lempeng pemanas memiliki alat pengatur untuk mengubah kalor dengan kenaikan yang kecil, sedangkan yang lainnya hanya mengatur dari panas rendah ke pertengahan ke tinggi.

Beberapa lempeng pemanas memiliki pengaduk magnetik terpasang yang kecepatan putarannya dapat diatur. Magnet yang berputar di bawah wadah kaca memutar pengaduk magnetik berlapis-plastik (untuk mencegah pencemaran) yang ada di dalamnya (Gambar 20). Perputaran magnet batang sebelah dalam mencampur larutan, sehingga pemanasan dan pencampuran dapat dilakukan bersamaan. Magnet yang berputar juga menciptakan turbulensi dalam cairan, yang memecah gelembung besar dalam larutan yang mendidih, dan menghambat peletupan.



Gambar 19 (a) Sebuah *jack* bertenaga listrik dengan *remote control* untuk penggunaan dalam daerah berbahaya. Alat ini mengangkat sampai 100 lb setinggi 9 in. (b) Lempeng pemanas *heavy-duty* dengan suhu yang dapat diatur untuk memanaskan zat-zat yang tidak mudah terbakar. (c) Lempeng pemanas kumparan-terbuka dengan suhu yang dapat diatur untuk memanaskan zat-zat yang tidak mudah terbakar. (d) Lempeng pemanas dengan beberapa permukaan, pengaduk magnetik, serta laju pemanasan dan pengadukan yang

dapat diatur, untuk penggunaan dengan batang pengaduk magnetik.



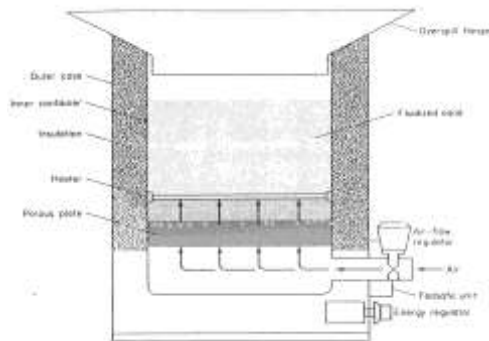
Gambar 20 Batang pengaduk magnetik berlapis-Teflon.

Peringatan Dini dalam Menggunakan Hot Plate:

1. Seluruh permukaan atas memanaskan dan tetap panas selama beberapa waktu setelah lempeng pemanas dimatikan. (*Ingatlah hal ini!*)
2. Pastikan bahwa kabel, steker, dan penghubung listrik dalam kondisi yang baik. Jangan menggunakan lempeng pemanas dengan kabel atau komponen listrik yang cacat. Anda dapat tersengat listrik; kebakaran juga dapat terjadi akibat hubungan arus pendek.

(e) *Penangas Alir (fluidized bath)*

Pada jenis penangas ini, terdapat sebuah unggun alir (*fluidized bed*) yang tersusun dari sangat banyak partikel padat yang terkemas longgar. Melalui unggun ini, suatu aliran gas, biasanya udara, dibuat mengalir secara vertikal ke atas (Gambar 21). Ketika terjadi pengaliran, setiap partikel bersirkulasi dengan bebas sehingga unggun terlihat memiliki sifat-sifat cairan. Ia memperlihatkan daya apung dan viskositas, dan menjadi medium transfer-kalor yang luar biasa. Suhu unggun alir dapat diatur dengan akurat pada kisaran yang lebar. Partikel aluminium oksida tidak memiliki titik leleh atau titik didih dan merupakan penangas suhu konstan yang ideal.



Gambar 21 Skema penangas alir.

Prosedur

1. Alirkan udara dan atur lajunya sampai unggun teralirkan.
2. Masukkan alat laboratorium ke dalam medium yang dialirkan itu sebagaimana diinginkan.
3. Atur pengatur pemanas sesuai keinginan. Penangas sekarang dapat dioperasikan.

(f) Pemanas Imersi

Berbagai jenis pemanas imersi digunakan di laboratorium. Pemanas imersi yang umum untuk penggunaan di laboratorium (Gambar 22a) bekerja pada 110 sampai 220 V, dari kapasitas 100 sampai 2000 W, dan biasanya dijalankan oleh suatu termostat imersi. Jenis ini hanya pemanas.

Suatu pemanas imersi cair dengan pengaturan suhu variabel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 22b digunakan untuk penangas pemanasan suhu-konstan.



Gambar 22 Pemanas imersi.

8) Peralatan Lain yang Digunakan untuk Pemanasan dan Pengeringan

(a) Tanur Muffle

Tanur *muffle* (Gambar 23) merupakan tanur yang dipanaskan dengan listrik, yang dirancang untuk bekerja secara terus-menerus pada suhu sampai 1200 °C (2200 °F). Suhu, yang diatur dengan memutar kenop pengatur, dibaca dari sebuah pirometer penunjuk yang biasanya dikalibrasi pada kedua skala suhu. Tanur ini digunakan untuk melelehkan logam dalam jumlah sedikit, untuk perlakuan dengan panas, dan untuk analisis kimiawi.



Gambar 23 Tanur *muffle* dengan *dial* penunjuk-suhu, pengatur suhu reostat yang dapat diatur, dan penutup pintu otomatis.

(b) Peniup Udara-Panas

Peniup udara-panas (Gambar 24) menghasilkan panas tanpa nyala api; suhunya bergantung pada rancangan dan daya peniup itu. Instrumen ini berguna untuk mengeringkan alat laboratorium yang basah, mengeringkan contoh, memanaskan tabung plastik yang akan dibentuk, dan untuk bermacam-macam pekerjaan yang lain. Suhu kerja tercapai dalam seketika, dan beberapa memiliki pengatur pipa penyemprot yang

mengarahkan dan menyebarkan udara yang dipanaskan.



Gambar 24 Peniup udara-panas.

(c) *Lampu Inframerah dan Oven*

Lampu inframerah (250 W) (Gambar 25) dapat menghasilkan seberkas panas yang terarah dengan radiasi dalam daerah inframerah-dekat. Mereka digunakan untuk mengeringkan contoh, memberikan panas yang dapat diatur (dengan mengubah-ubah jarak), dan dapat digunakan dalam sebuahudukan lampu portabel leher-angsa.



Gambar 25 Lampu inframerah.

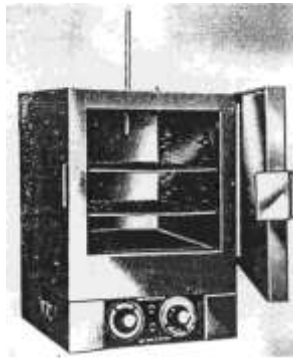
Oven inframerah menggunakan lampu inframerah 125-, 275-, dan 350-W untuk mengeringkan contoh dan menguapkan cairan. Rak dapat diatur untuk mengakomodasi wadah dengan berbagai ukuran dan untuk mengubah-ubah jarak wadah dari lampu.

(d) Oven yang Dipanaskan dengan Listrik

Oven digunakan pada semua laboratorium ilmiah dan pada prosedur produksi yang melibatkan pengeringan, pemanggangan, pemanasan awal, pemeraman, dan pengasapan serta untuk semua pengujian yang melibatkan penggunaan panas yang terkendali untuk periode waktu tertentu. Terdapat dua tipe umum: konveksi gravitasi dan konveksi mekanis.

Oven Konveksi-Gravitasi. Oven ini pada

dasarnya tersusun dari sebuah wadah terisolasi dengan elemen pemanas terletak di bagian bawah (Gambar 26). Udara yang dipanaskan naik melalui konveksi gravitasi.



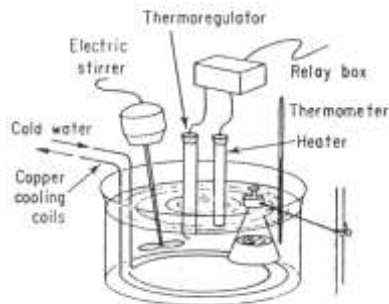
Gambar 26 Oven yang dipanaskan dengan listrik untuk mengeringkan contoh, memanggang, dan mensterilkan. Suhunya diatur secara otomatis dengan kisaran kira-kira $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan alat terhubung dengan sebuah sakelar nyala-mati dan lampu pilot.

Oven Konveksi-Mekanis. Oven ini memiliki sebuah sistem peniup mekanis, yang membuat unit itu lebih menguntungkan daripada jenis gravitasi. Udara bersirkulasi lebih cepat;

suhu dapat jauh lebih seragam di seluruh unit; dan terdapat toleransi pengaturan yang lebih baik dengan simpangan suhu yang lebih kecil. Oven konveksi-mekanis dapat melakukan semua fungsi sederhana dari unit konveksi-gravitasi; namun, mereka lebih mahal pada awalnya, memerlukan lebih banyak ruang, dan memerlukan pemeliharaan lebih karena strukturnya yang lebih rumit.

9) *Penangas Suhu Konstan*

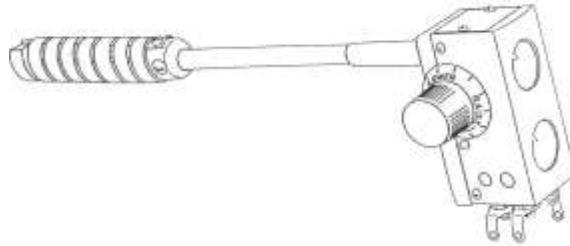
Penelitian yang memerlukan terjaganya suhu konstan untuk suatu prosedur menggunakan penangas suhu-konstan (Gambar 27).



Gambar 27 Penangas suhu-konstan.

10) Radas dan Kegunaan

- (a) Sebuah wadah kaca atau logam yang cukup besar merupakan penagasnya.
- (b) Tabung tembaga, yang melaluinya air dingin bersirkulasi sesuai kebutuhan, ialah komponen pendinginnya.
- (c) Pengaduk listrik atau pompa sirkulasi menyamakan distribusi kalor.
- (d) Sebuah termoregulator memungkinkan pengaturan suhu sampai sekitar $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Gambar 28).
- (e) Pemanas listrik, yang diaktifkan oleh termoregulator tersebut, memanaskan larutan sesuai kebutuhan.
- (f) Sebuah termometer membaca suhu.
- (g) Kisaran suhu ialah -15 sampai $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- (h) Minyak menggantikan air untuk suhu $100\text{--}250\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Gambar 28 Termoregulator jenis-kontak-listrik dengan rancangan kontak terbuka atau tahan-ledakan. Pencelupan dalam cairan membuka dan menutup kontak seiring berubahnya suhu. Pengaturan reostat memungkinkan *setting* suhu diubah-ubah.

11) Penangas Pendinginan

(a) Campuran Es-Garam

Ketika diperlukan suhu rendah dalam suatu prosedur untuk mengumpulkan gas, melakukan suatu reaksi, atau mengembunkan gas distilat yang atsiri, campuran es-garam yang disenaraikan dalam Tabel 7 dapat digunakan untuk mencapai suhu yang diinginkan. Faktor-faktor penentu dalam mencapai suhu akhir yang ditetapkan meliputi

1. Laju pencampuran.
2. Pemindahan kalor dari wadah.
3. Kehalusan es batu.

Tabel 7 Campuran untuk penangas pendinginan

Zat	Suhu awal (°C)	g/100 g H ₂ O	Suhu akhir (°C)
KCl	0 (es)	30	-10
NaCl	0 (es)	33	-21
MgCl ₂	0 (es)	85	-34
CaCl ₂ ·6H ₂ O	0 (es)	143	-55

(b) Es

Penangas es pada dasarnya penangas air-es. Potongan besar es buruk sentuhannya terhadap dinding bejana; karena itu, diperlukan air cair untuk membuat medium pendinginan efisien.

Labu termos atau wadah berisolasi-busa meminimalkan perpindahan kalor agar efisiensi penangas pendinginan maksimum.

(1) Es Kering

Es kering (karbon dioksida padat) memberikan suatu cara yang mudah untuk

mencapai suhu sangat rendah. Es kering dihancurkan dan dicampur dengan etanol, aseton, atau xilena. Ketika dicampur dengan etanol atau aseton, suhu yang dihasilkannya dapat mencapai $-72\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Perhatian: Es kering berbahaya. Tangani dengan hati-hati! Jangan dipegang dengan tangan atau jari telanjang. Ia akan menyebabkan “luka bakar” dingin yang parah.

(c) Nitrogen Cair

Nitrogen cair, pada suhu $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, dapat digunakan jika prosedur memerlukan suhu serendah itu. Namun, suhu yang dapat dicapai dengan es kering biasanya telah memenuhi kebutuhan laboratorium.

(d) Refrigerated Coolers

Unit yang mengandung komponen refrigerasi dapat memberikan suhu sangat rendah sesuai kebutuhan tanpa menggunakan es kering. Rancangan unit tersebut menentukan kisaran suhunya; setiap unit memiliki kapasitas

pendinginan tertentu. Kumparan dapat dicelupkan dalam cairan yang dipilih dengan benar; seperti etilena glikol atau minyak silikon, untuk memberikan suhu pendinginan yang dikehendaki pada peralatan laboratorium dengan bantuan pompa sirkulasi.

G. Penyaringan di Laboratorium

1. Pendahuluan

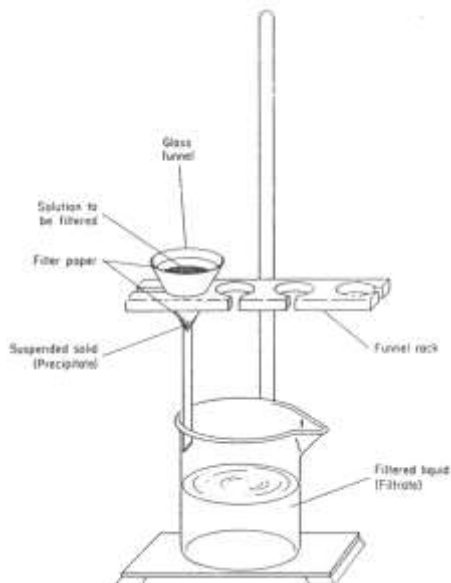
Penyaringan ialah proses pemisahan bahan; sering tetapi tidak selalu padatan, dari suatu substrat (cairan atau gas) yang di dalamnya ia tersuspensi. Proses ini bersifat fisis; reaksi kimia apapun adalah tidak disengaja dan biasanya tidak diinginkan. Penyaringan dilakukan dengan melewatkan campuran yang akan diproses melalui *media penyaringan*, yang dapat berupa penyaring permukaan dan penyaring kedalaman.

Dengan penyaring permukaan, penyaringan pada pokoknya merupakan proses pengeluaran (eksklusi): partikel yang lebih besar daripada dimensi pori atau mesh penyaring tertahan pada permukaan penyaring; semua

bahan lainnya lewat. Contohnya ialah kertas saring, membran, ayakan mesh, dan yang sejenis. Penyaring ini sering digunakan ketika padatan akan dikumpulkan dan filtrat akan dibuang. Penyaring kedalaman, di sisi lain, menahan partikel baik pada permukaannya maupun sepanjang ketebalannya; mereka lebih mungkin digunakan dalam proses industri untuk menjernihkan cairan untuk pemurnian. Lapik (*mat*) Celite adalah contohnya. Penyaringan paling lazim digunakan dalam salah satu dari empat cara berikut:

1. *Penyaringan padat-cair*: Pemisahan bahan partikulat padat dari suatu cairan pembawa.
2. *Penyaringan padat-gas*: Pemisahan bahan partikulat padat dari suatu gas pembawa.
3. *Pemisahan cair-cair*: Suatu kelas penyaringan khusus yang menghasilkan pemisahan dua cairan tak-saling-campur, salah satunya air, dengan bantuan media hidrofobik.
4. *Penyaringan gas-cair*: Pemisahan bahan bergas dari suatu cairan tempat ia biasanya, tetapi tidak selalu, larut.

Di dalam laboratorium, penyaringan umumnya digunakan untuk memisahkan pengotor padat dari suatu cairan atau larutan, atau untuk mengumpulkan suatu zat padat yang diendapkan atau direkristalisasi dari cairan atau larutan. Proses ini dapat dilakukan dengan bantuan gravitasi semata (Gambar 29) atau dapat dipercepat dengan menggunakan teknik vakum. Penyaringan vakum memberikan gaya tekanan udara pada larutan selain gaya gravitasi, dan karena itu, meningkatkan laju penyaringan.



Gambar 29 Rancangan penyaringan-gravitasi.

Efisiensi penyaringan bergantung pada pemilihan metode yang tepat, berbagai radas yang tersedia, penggunaan medium penyaringan yang paling cocok untuk proses tertentu, dan penggunaan teknik laboratorium yang tepat dalam melakukan manipulasi yang terlibat. Selama penyaringan (seperti disebutkan sebelumnya), cairan biasanya dipisahkan dari padatan dengan menuangnya melalui suatu penyaring, biasanya kertas saring. Cairan melalui kertas itu sedangkan padatannya tertahan. Meskipun cairan pembawa biasanya relatif non-reaktif, terkadang diperlukan penyaringan bahan dari cairan pembawa yang sangat basa atau asam atau pada kondisi sangat reaktif lainnya. Terdapat berbagai media penyaringan yang daripadanya dapat dipilih salah satu yang paling sesuai dengan tujuan khusus dan kondisi proses yang diberikan. Media penyaringan yang paling lazim ialah kertas, “kertas” atau lapik kaca-serat, krus Gooch, krus dan corong kaca masir (*sintered-glass* atau *fritted-glass*), krus porselen berpori, krus Monroe, dan membran Millipore®. Semuanya tersedia dalam

bermacam-macam porositas, dan penggunaan mereka akan dibahas lebih jauh di bab ini.

2. Metode Penyaringan

Terdapat dua metode penyaringan yang umum, yaitu gravitasi dan vakum (atau pengisapan). Selama penyaringan gravitasi, filtrat melalui medium penyaringan dengan gabungan gaya gravitasi dan gaya tarik kapiler antara cairan dan batang corong. Dalam penyaringan vakum, suatu beda tekanan dipertahankan melintasi medium penyaringan dengan mengevakuasi ruangan di bawah medium itu. Penyaringan vakum menambahkan gaya tekanan udara pada larutan terhadap yang diberikan oleh gravitasi, sehingga meningkatkan laju penyaringan. Pemilihan metode yang akan digunakan bergantung pada faktor-faktor berikut:

1. Sifat endapan.
2. Waktu yang akan dihabiskan untuk penyaringan.
3. Sejauh mana semua endapan perlu ditahan.
4. Sejauh mana pencemaran endapan oleh filtrat masih dapat diterima.

3. Media Penyaringan

a) Kertas

Terdapat beberapa jenis atau kelas kertas saring (Gambar 30) untuk keperluan khusus: ada kelas kualitatif, kelas kuantitatif rendah-abu atau bebas-abu, kelas yang diperkeras, dan bahkan “kertas” serat-kaca. Untuk suatu penyaringan tertentu, Anda harus memilih kertas saring yang cocok berkenaan dengan porositas dan residunya. Sebagian informasi ini diberikan pada Tabel 8.



Gambar 30 Kertas saring tersedia dalam aneka ukuran dan porositas.

Tabel 8 Kertas saring yang biasa digunakan*

W	S&S	RA	Porositas	Kecepatan	Kegunaan
<i>Kertas kelas-kualitatif atau biasa</i>					
4	604	202	Kasar	Sangat cepat	Endapan bergelatin
3	595	271	Medium	Medium	Endapan kristalin biasa
	602	201	Medium	Lambat	Endapan halus, digunakan dengan corong Büchner
<i>Kertas kelas-kuantitatif (kurang dari 0,1 mg abu)</i>					
41	589 pita biru	....	Kasar	Sangat cepat	Endapan bergelatin
40	589 pita putih	....	Medium	Cepat	Endapan kristalin biasa
42	589 pita hitam	....	Halus	Lambat	Endapan kristal terhalus

* Kode W: Whatman; S&S: Schleicher and Shüll; RA: Reeve Angel.

Kertas kelas-kualitatif menyisakan sejumlah cukup besar abu ketika dipijarkan (0,7–1 mg dari lingkaran 9-cm) dan karena itu, tidak cocok untuk digunakan dalam analisis kuantitatif yang di dalamnya endapan akan dipijarkan dan ditimbang. Mereka digunakan secara luas untuk menjernihkan larutan, menyaring endapan yang kemudian akan dilarutkan, serta melakukan pemisahan non-kuantitatif umum endapan dari larutan.

Kertas kelas-kuantitatif rendah-abu atau bebas-abu dapat dipijarkan tanpa meninggalkan abu. Residu yang tersisa dari sebuah lingkaran kertas saring rendah-abu berdiameter 11-cm bisa hanya 0,06 mg, sementara untuk kertas bebas-abu, hanya tersisa 0,05 mg atau kurang. Dalam sebagian besar prosedur

analitis, massa yang kecil ini dapat dianggap dapat diabaikan.

Kertas yang diperkeras dirancang untuk digunakan dalam penyaringan vakum dan diproses untuk memiliki ketahanan yang sangat baik saat basah serta permukaan bebas-serat-halus yang keras. Mereka juga tersedia dalam kelas rendah-abu atau bebas-abu sama seperti kelas biasa.

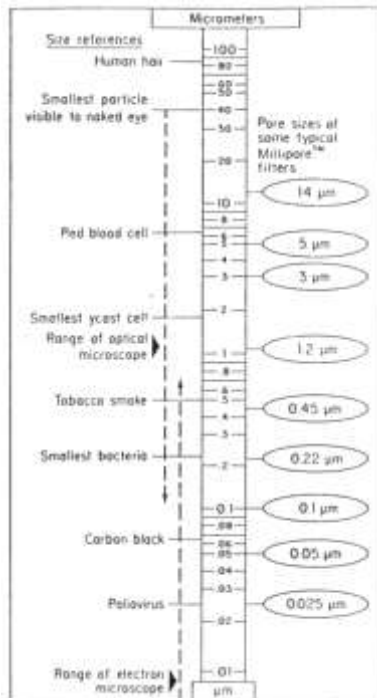
Kertas kaca-serat dibuat dari kaca borosilikat yang sangat halus dan digunakan dalam radas penyaringan Gooch, Büchner, atau yang serupa untuk memberikan kombinasi daya tahan yang sangat baik, penyaringan yang sangat cepat, dan kelembaman terhadap kerja kebanyakan pereaksi sampai tingkatan yang tidak didapati pada kertas selulosa yang manapun.

Semua kelas kertas saring dibuat dalam berbagai ukuran dan dalam beberapa tingkat porositas. Pilihlah porositas yang sesuai untuk endapan yang diberikan. Jika digunakan kertas yang terlalu kasar, kristal yang sangat kecil bisa lewat,

sedangkan kertas yang terlalu halus membuat penyaringan terlalu lambat. Tujuan utamanya ialah melakukan penyaringan secepat mungkin dan menahan endapan di atas kertas dengan kehilangan minimum.

b) Penyaring Membran

Penyaring membran ialah struktur polimerik (plastik) tipis dengan pori-pori yang luar biasa halus. Lembaran bahan sangat berpori ini tersusun dari ester selulosa atau bahan polimerik lain yang murni dan lembam secara hayati. Penyaring semacam ini dapat dibedakan dalam hal kemampuan mereka memisahkan semua bahan partikulat atau mikroorganisme yang lebih besar daripada pori-pori penyaring, dari gas atau cairan yang melaluinya. Dengan pemilihan penyaring yang benar, dapat dihasilkan filtrat yang ultrabersih dan/atau steril.



Gambar 31 Skala yang membandingkan ukuran pori-penyaring Millipore® dengan ukuran mikrob dan mikropartikel.

Penyaring membran tersedia dalam bermacam-macam ukuran pori dengan bahan yang berbeda-beda. Kisaran ukuran pori dan keseragaman ukuran pori dalam suatu penyaring yang khas ditunjukkan pada Tabel 9 dan Gambar 31.

Ketika cairan melalui suatu penyaring membran Millipore®, semua cemaran yang lebih besar daripada ukuran pori-penyaring tertahan di permukaan, tempat mereka mudah dianalisis atau dihitung. Hal ini sangat berlawanan dengan kerja penyaring ”kedalaman”, yang menahan cemaran tidak hanya di permukaan, tetapi juga di dalam matriks penyaringnya.

Tabel 9 Keseragaman penyaring Millipore®

Ukuran pori penyaring (µm)	Ukuran maksimum partikel "tegar" yang dapat lewat (µm)	Ukuran pori penyaring (µm)	Ukuran maksimum partikel "tegar" yang dapat lewat (µm)
14	17	0,65	0,68
10	12	0,60	0,63
8	9,4	0,45	0,47
7	9,0	0,30	0,32
5	6,2	0,22	0,24
3	3,9	0,20	0,25
2	2,5	0,10	0,108
1,2	1,5	0,05	0,053
1,0	1,1	0,025	0,028
0,8	0,85		

c) Alat Kaca Masir

Penyaringan padatan dapat dilakukan dengan corong yang dipaskan dengan suatu lempengan *kaca masir*. Kaca masir tersedia dalam porositas yang berbeda-beda, dan sebagian masalah yang dijumpai dalam menggunakan kertas saring diminimumkan

dengan menggunakan alat kaca-masir ini. Kelas-kelas alat kaca masir disenaraikan dalam Tabel 10.

Tabel 10 Kelas-kelas alat masir

Penamaan	Ukuran pori maksimum (μm)
Ekstra-kasar	170–220
Kasar	40–60
Medium	10–15
Halus	4–5,5
Sangat halus	2–2,5
Ultrahalus	0,9–1,4

Agar kebergunaannya optimum, alat masir harus dirawat dengan hati-hati. Adalah paling baik jika mengikuti instruksi pabrikan yang mungkin disertakan bersama alatnya. Paragraf dan tabel berikut memberikan suatu contoh instruksi semacam itu.

Pembersihan – Penyaring masir yang baru harus dicuci dengan pengisapan dengan HCl panas dan kemudian dibilas dengan air sebelum digunakan. Bersihkan semua penyaring masir segera setelah digunakan. Banyak endapan dapat disingkirkan dari permukaan penyaring dengan hanya membilasnya dari

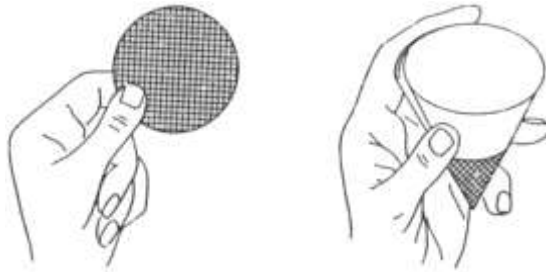
sisi berlawanan dengan air pada tekanan tidak melebihi 15 lb/in². Beberapa endapan cenderung menyumbat pori penyaring pasir, dan diperlukan pembersihan secara kimia. Larutan yang disarankan didaftarkan di bawah ini.

Bahan	Larutan pembersih
Bahan berlemak	Tetraklorometana Larutan pembersih pekat,
Bahan organik	panas
Residu raksa	Asam nitrat panas
Perak klorida	Amonia atau natrium hiposulfit

4. Aksesori Penyaringan

a) Penyangga Penyaring

Beberapa larutan yang akan disaring cenderung melemahkan kertas saring dan pada saat yang bersamaan, tekanan akan merobek kerucut kertas saring, dan menggagalkan penyaringan. Cakram tekstil tenunan tipis yang ditunjukkan pada Gambar 32 digunakan untuk menyangga ujung kerucut kertas saring itu.



Gambar 32 Penyangga kertas-saring.

Ketebalan mereka kira-kira sama dengan kertas saringnya, dan karena itu, memastikan hubungan yang rapat antara kertas yang diperkuat dan dinding corong. Mereka dilipat bersama dengan kertas saringnya ketika dibentuk menjadi kerucut, dan mereka mudah dilepaskan dari kertas saring yang basah setelah penyaringan selesai, jika diinginkan. Hal ini dilakukan apabila kertas saring dan endapan yang terkumpul akan diabukan.

b) Alat Bantu Penyaringan

Selama penyaringan, endapan bergom, bergelatin, flokulen, semikoloidal, atau partikulat yang sangat halus sering kali dengan cepat menyumbat pori-pori kertas saring, dan kemudian

menghentikan proses penyaringan. Penetapan analitis biasa memerlukan penjernihan positif pada laju penyaringan maksimum. Karena itu, ketika suatu penyaringan yang diperlukan terganggu atau terhenti oleh adanya partikel-partikel yang membandel, alat bantu penyaringan digunakan untuk mempercepat proses. Alat bantu ini terdiri atas tanah diatom dan dijual dengan nama dagang Celite® atau FilterAid; mereka merupakan bahan mirip-serbuk yang lembam dan amat sangat murni yang membentuk film atau kerak (*cake*) berpori pada medium penyaringan. Ketika digunakan, mereka dibuat bubur (*slurry*) atau dicampur dengan pelarut untuk membentuk pasta tipis, dan kemudian disaring melalui corong Büchner (dengan kertas sudah ada di atasnya) untuk membentuk film atau kerak berketebalan 3–4 mm. Bubur penyaringan yang menyusahkan kemudian disaring melalui kerak itu, dan endapan bergom, bergelatin, atau partikulat yang terbagi sangat halus akan terikat dalam kerak sehingga penyaringan selanjutnya berjalan hampir normal. Sebagai prosedur

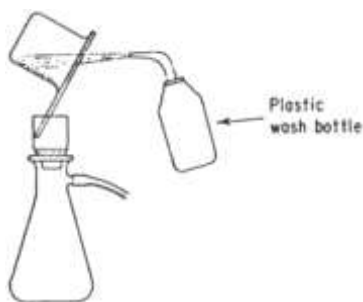
alternatif, alat bantu penyaringan ditambahkan langsung ke bubur yang menjadi masalah tadi dengan pencampuran yang baik. Penyaringan dipercepat dengan terbentuknya film atau kerak berpori pada medium penyaringan dan dihasilkan filtrat dengan kecerahan kristalin yang cemerlang. Semua bahan tersuspensi telah tertahan pada corong, dan penyaringan biasanya berlangsung cepat.

Keterbatasan Alat Bantu Penyaringan:

1. Tidak dapat digunakan ketika penyaringan bertujuan mengumpulkan produk padatan, karena endapan yang terkumpul akan mengandung pula alat bantu penyaringan. Alat bantu penyaringan dapat digunakan hanya jika filtratlah produk yang diinginkan.
2. Meskipun dapat digunakan dalam larutan asam-basa biasa karena sifatnya yang relatif lembam, alat ini tidak dapat digunakan dalam larutan basa kuat atau larutan yang mengandung HF.
3. Tidak dapat digunakan ketika zat yang diinginkan mungkin mengendap dari larutan.

c) Botol Pencuci

Dua jenis botol pencuci ialah (1) labu Florence (sekarang sulit dijumpai di laboratorium), yang bekerja pada tekanan tiupan (aliran air diarahkan dengan menggerakkan ujungnya dengan jari) dan (2) botol-pencuci plastik yang digunakan dengan cara diremas (Gambar 33).



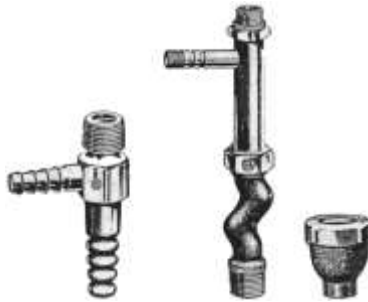
Gambar 33 Mencuci endapan ke dalam krus dengan sebuah “botol remas”.

Botol pencuci plastik polietilena memiliki semuanya, selain menggantikan botol pencuci labu Florence kaca tradisional. Botol ini tersedia dalam aneka warna untuk mengenali isinya, sehingga menghilangkan bahaya memilih botol yang salah.

Aliran botol dapat dipercepat dengan memotong sebagian ujungnya.

d) Pompa Penyaringan dan Aksesori

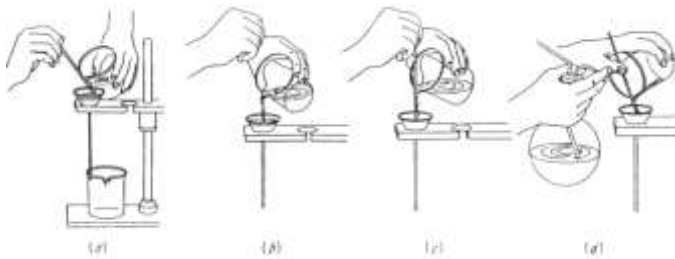
Sebuah pompa air (Gambar 34) digunakan untuk penyaringan isap, manipulasi vakum yang umum, dan pembersihan pipet. Aksesori digunakan untuk bergandengan dengan saluran-saluran air dan mencegah percikan pada air yang ada.



Gambar 34 Pompa penyaringan dan aksesori.

5. Manipulasi Sehubungan dengan Proses Penyaringan

Dengan penyaringan gravitasi maupun vakum, ada tiga pekerjaan yang harus dilakukan: *dekantasi*, *pencucian*, dan *pemindahan* (Gambar 35).



Gambar 35 Pekerjaan penyaringan-gravitasi yang menunjukkan teknik dekantasi dan pemindahan endapan.

a) Dekantasi

Ketika suatu padatan mudah menetap di dasar cairan dan hanya menunjukkan sedikit atau sama sekali tidak menunjukkan kecenderungan untuk tetap tersuspensi, ia dapat dipisahkan dengan mudah dari cairannya dengan menuangkan secara hati-hati cairan tersebut sedemikian rupa sehingga tidak ada padatan yang terbawa serta. Proses ini disebut *dekantasi*. Untuk mendekantasi cairan dari padatan,

1. Pegang wadah (gelas piala, tabung reaksi, dsb.) yang berisi campuran pada salah satu tangan, dan batang pengaduk kaca pada tangan yang lain (Gambar 35a).

2. Miringkan gelas piala sampai cairan hampir mencapai bibir (Gambar 35b).
3. Sentuhkan bagian tengah batang kaca pada bibir gelas piala dan bagian ujungnya pada sisi wadah tempat Anda hendak menuangkan cairan itu.
4. Lanjutkan pemiringan gelas piala sampai cairan menyentuh batang kaca dan mengalir melaluinya ke dalam wadah kedua. Batang kaca memungkinkan Anda menuang cairan dari gelas piala dengan cukup perlahan sehingga padatan tidak terbawa serta dan juga mencegah cairan mengalir kembali sepanjang dinding luar gelas piala (Gambar 35c).

b) Pencucian

Tujuan pencucian ialah untuk menghilangkan kelebihan fase cair dan setiap pengotor dapat-larut apapun yang mungkin ada di dalam endapan. Gunakan pelarut yang dapat-campur dengan fase cair, tetapi tidak melarutkan endapan dalam jumlah berarti.

Padatan dapat dicuci dalam gelas piala setelah dekantasi fase cair supernatan. Tambahkan sejumlah

kecil cairan pencuci dan campurkan dengan baik dengan endapan itu. Biarkan padatan turun ke dasar. Dekantasi cairan pencuci melalui penyaring. Biarkan endapan menetap di dasar, dengan gelas piala sedikit dimiringkan sedemikian rupa sehingga padatan terkumpul di sudut gelas piala di bawah *spout* (Gambar 36). Ulangi prosedur ini beberapa kali.



Gambar 36 Menyangga sebuah gelas piala dalam posisi miring untuk membiarkan endapan menetap di dasar sebelum didekantasi.

Beberapa kali pencucian dengan volume cairan yang sedikit lebih efektif dalam menghilangkan-

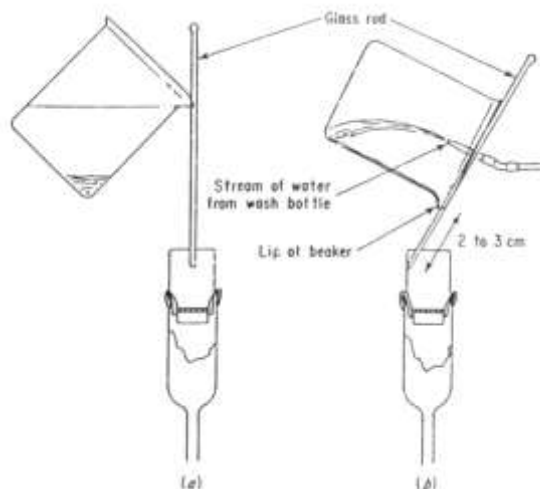
cemaran yang dapat-larut daripada satu kali pencucian menggunakan seluruh volume.

c) Pemindahan Endapan

Pindahkan sebagian besar endapan dari gelas piala ke dalam penyaring dengan menggunakan aliran cairan pencuci dari botol semprot (Gambar 35d). Gunakan batang pengaduk (Gambar 37) untuk mengarahkan aliran cairan ke dalam medium penyaringan. Kelumit terakhir endapan dipindahkan dari dinding gelas piala dengan menggosok permukaan tersebut dengan *policeman* karet yang dilekatkan pada batang pengaduk. Semua padatan yang terkumpul digabungkan dengan endapan dalam kertas saring (Gambar 38). Jika endapan akan dipijarkan, gunakan potongan kecil kertas bebas-abu untuk menggosok dinding gelas piala; kemudian tambahkan potongan-potongan ini ke dalam endapan dalam kertas saring.



Gambar 37 Batang pengaduk dengan *policeman* karet (sepotong tabung karet dengan ujung yang datar) digunakan untuk melepaskan kelumit padatan dari wadah dan untuk mempercepat pelarutan padatan ke dalam cairan, ketika digunakan sebagai pengaduk. Juga digunakan untuk mencegah tergoresnya bagian dalam bejana.



Gambar 38 (a) Dekantasi untuk penyaringan vakum.
 (b) Memindahkan porsi endapan terakhir.

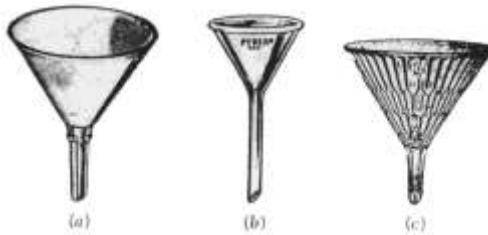
6. Penyaringan Gravitasi

Selama penyaringan gravitasi, filtrat melalui medium penyaringan di bawah gaya gravitasi dan gaya tarik kapiler antara cairan dan tangkai corong (Gambar 29). Prosedur yang paling umum melibatkan penggunaan kertas saring dan sebuah corong kerucut (lihat Gambar 39). Prosedur ini lambat, tetapi sangat disukai untuk analisis gravimetrik melebihi penyaringan vakum yang lebih cepat, karena terdapat daya tahan yang lebih baik terhadap partikel endapan yang halus serta kurang

mengoyak atau merobek kertas. Terlebih lagi, metode penyaringan gravitasi umumnya paling cepat dan paling disukai untuk menyaring endapan bergelatin karena endapan ini cenderung menyumbat dan memadati pori-pori medium penyaringan dengan jauh lebih mudah di bawah gaya tambahan yang dipasok selama penyaringan vakum.

Hindari penumpukan endapan di dalam kertas saring selama tahap awal proses penyaringan. Hal ini diperlukan agar penyaringan cepat, karena endapan akan tertarik ke dalam pori-pori kertas sehingga merintanginya lewatnya larutan dan menurunkan laju penyaringan. Disarankan untuk melakukan pengendapan di gelas piala selama dimungkinkan, karena alat ini memiliki sebuah *pour spout* untuk mempermudah penuangan cairan tanpa hilang. Endapan harus dibiarkan menetap di dasar gelas piala sebelum penyaringan dimulai. Fase cair supernatan, yang telah bebas dari sebagian besar endapan tersuspensi, kemudian dituangkan ke atas penyaring, menyisakan padatan yang diendapkan pada dasarnya tanpa gangguan. Bagian terbesar dari endapan tidak ditambahkan sampai

tahap terakhir penyaringan sebagai bagian dari proses *pencucian*.



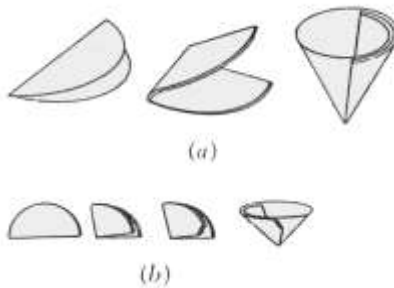
Gambar 39 Corong kaca. (a, b) Berbagai ukuran dan panjang tangkai. (c) Corong dengan konstruksi *heavy ribbed; raised ribs* pada permukaan sebelah dalam membantu penyaringan yang cepat.

a) Prosedur

Kecepatan penyaringan yang optimum dicapai dalam penyaringan gravitasi dengan pelipatan dan peletakan kertas saring secara benar di dalam corong (Gambar 40 dan 41). Jika kecepatan maksimum akan dipertahankan, ikutilah saran-saran yang diberikan di bawah ini:

1. Ambillah keuntungan maksimum dari gaya tarik kapiler untuk membantu menarik fase cair

melalui kertas. Gunakan corong bertangkai-panjang (Gambar 39b) dan pertahankan suatu kolom air kontinu dari ujung tangkai corong ke bawah permukaan kertas. Ujung corong harus menyentuh sisi bejana penerima filtrat; prosedur ini membantu penyaringan dan meminimalkan kehilangan filtrat yang mungkin disebabkan oleh percikan. Pengepasan yang akurat kertas saring yang telah dilipat membantu mempertahankan suatu perakat kedap-udara di antara corong dan sisi atas dari kertas saring yang basah.



Gambar 40 (a) Melipat kertas saring.

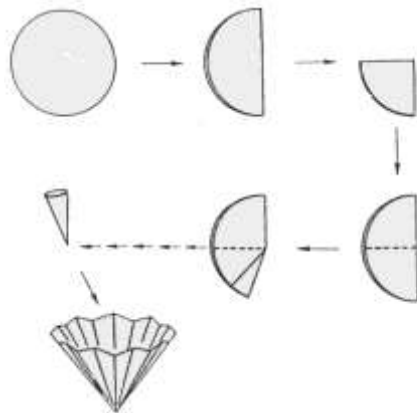


Gambar 41 Mendudukkan kertas saring.

(b) Metode alternatif dalam melipat kertas saring untuk digunakan menyaring dengan corong biasa. Lipatan kedua tidak tepat siku-siku. Perhatikan robekan, yang membuat kertas melengket dengan lebih baik pada corong.

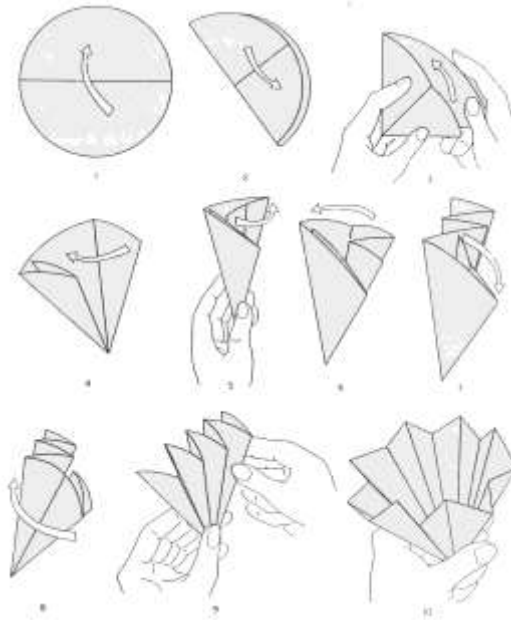
2. Paparlah sebanyak mungkin kertas saring untuk memberikan aliran cairan yang bebas melalui kertas itu. Jika Anda melipat kertas seperti ditunjukkan pada Gambar 40b, kertas tidak akan benar-benar berimpit dengan dinding corong dan cairan akan dapat mengalir di antara kertas dan kaca. Jenis pelipatan ini juga akan membantu mempertahankan perekat kedap-udara di antara sisi atas kertas saring dan corong. Cara lain untuk memapar sebagian besar permukaan kertas ialah dengan menggunakan *kertas saring bergalur*. Membuat galur pada kertas saring mempercepat penyaringan dalam dua cara. Ia memungkinkan sirkulasi udara yang bebas dalam bejana penerima dan mempertahankan penyamaan

tekanan. Uap pelarut yang terbentuk selama penyaringan larutan panas tertentu dapat memperbesar tekanan di dalam penerima sehingga menurunkan kecepatan penyaringan. Terdapat dua cara pelipatan potongan melingkar kertas saring menjadi kertas bergalur. Yang pertama ditunjukkan pada Gambar 42, yang kedua pada Gambar 43. Kertas saring bergalur dalam sebuah corong ditunjukkan pada Gambar 44. Kertas yang telah dibuat bergalur juga tersedia secara komersial.



Gambar 42 Melipat kertas saring bergalur. Lipat dua kertas saring, kemudian

lipatlah lipatan ini menjadi 8 bagian yang sama, seperti sebuah akordion. Kertas saring bergalur kemudian dibuka dan diletakkan di dalam corong.



Gambar 43 Metode lain untuk melipat kertas saring bergalur.



Gambar 44 Sebuah kertas saring bergalur di dalam corong.

3. Banyak endapan akan menyebar menaiki suatu permukaan yang dibasahi melawan gaya gravitasi; perilaku ini dikenal sebagai *merayap*, dan dapat menyebabkan hilangnya endapan. Karena alasan ini, pastikan untuk mengisiskan kerucut kertas saring dengan larutan tidak lebih dari tiga perempat penuh. Jangan pernah mengisinya penuh. Peringatan dini ini mencegah hilangnya endapan karena merayap maupun karena meluber. Selain itu, juga memberikan suatu daerah di dekat puncak kertas yang bebas dari endapan. Dengan memegang bagian yang “bersih” ini, Anda dapat melepaskan kerucut dari corong dan melipatnya untuk pemijaran tanpa

kehilangan atau pencemaran. Lihat Gambar 45 untuk cara terbaik menuang cairan supernatan ke dalam kertas saring.



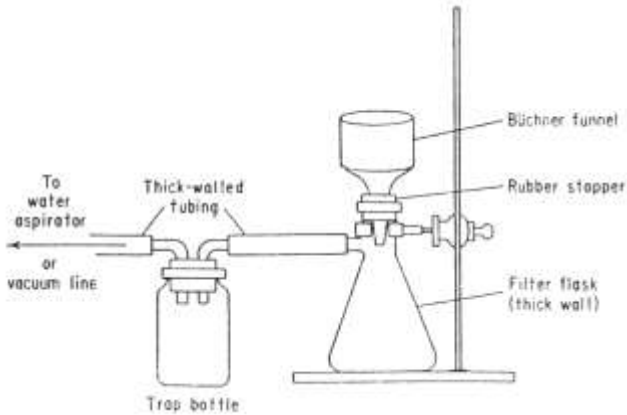
Gambar 45 Teknik penyaringan yang baik.

7. Penyaringan Vakum

Penyaringan vakum merupakan cara paling nyaman untuk mempercepat proses penyaringan, tetapi medium penyaringan harus menahan partikel yang sangat halus tanpa menyumbat. Vakum biasanya bersumber dari aspirator air meskipun pompa vakum, yang dilindungi oleh pemerangkap yang cocok, dapat pula digunakan. Karena selalu ada bahaya robohnya labu karena tekanan yang rendah, labu penyaring berdinding tebal harus digunakan, dan teknisi harus selalu waspada akan kemungkinan ledakan ke dalam (*implosion*).

a) Prosedur

Suatu susunan yang khas untuk melakukan penyaringan vakum ditunjukkan pada Gambar 46. Ilustrasi ini menunjukkan penggunaan corong Büchner yang di dalamnya harus diletakkan kertas saring yang dibasahi sebelum pengisapan dilakukan. Corong atau krus dipaskan pada sebuah labu penyaringan, yang lengan sampingnya dihubungkan dengan suatu sumber vakum, misalnya aspirator air. Sebuah botol pemerangkap-udara disisipkan di antara labu dan sumber vakum. Ketika vakum dinyalakan, beda tekanan antara medium penyaringan dan udara membantu mempercepat proses penyaringan.



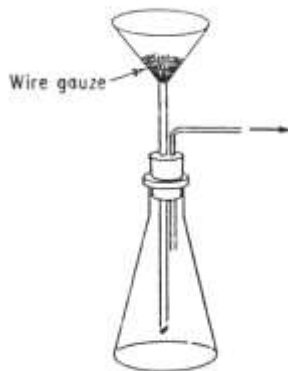
Gambar 46 Rangkaian penyaringan-vakum lengkap menggunakan corong Büchner.

Perhatian:

1. Kenakan kaca mata pelindung ketika rangkaian berada pada tekanan yang rendah.
2. Berhati-hatilah, tinggi cairan di dalam botol “perangkap keselamatan” tidak pernah setinggi tabung *inlet*.

Penyaringan vakum menguntungkan jika endapannya kristalin. Alat ini tidak boleh digunakan untuk endapan bergelatin karena tekanan tambahan akan memaksa partikel memasuki pori-pori medium penyaringan, dan sedemikian menyumbat mereka sehingga tidak ada cairan yang dapat lewat.

Penyaringan vakum dapat dilakukan dengan kertas saring atau dengan bermacam-macam krus. Kertas corong kerucut biasa mudah terkoyak pada bagian puncaknya ketika terkena tekanan tambahan dari vakum. Untuk memperkuat puncak kerucut ini, sering disisipkan sebuah *liner* logam kecil (lihat Gambar 47).



Gambar 47 Corong dengan sebuah kerucut kasa-kawat yang digunakan sebagai penyangga kertas saring.

b) Peralatan dan Media Penyaringan

(1) *Corong Büchner*

Corong Büchner (Gambar 48) sering digunakan untuk penyaringan vakum. Corong ini

tidak berbentuk kerucut, tetapi memiliki dasar yang datar dan berlubang-lubang. Sebuah lingkaran kertas-saring dengan diameter yang cukup untuk menutupi lubang-lubang diletakkan di atas dasar yang datar tersebut, dibasahi, dan ditempelkan dengan rapat ke dasar dengan menggunakan sedikit vakum.



Gambar 48 Corong Büchner. (a) Corong pengisapan Büchner. (b) Corong kosong Büchner dengan sebuah lempengan yang dapat digerakkan, tersedia dalam berbagai ukuran (14,5–308 mm).

Ketika digunakan corong Büchner, endapan dibiarkan menetap di dasar, dan fase cair pertamanya didekantasi dengan menuangnya menuruni sebuah batang pengaduk yang diarahkan ke bagian tengah kertas saring, dengan menggunakan vakum ringan sampai cukup banyak padatan yang

terkumpul di atas kertas untuk melindunginya dari robek. Vakum kemudian diperkuat, dan sisa endapan ditambahkan.

Endapan dapat dicuci dengan menambahkan sejumlah kecil cairan pencuci ke atas permukaannya, yang kemudian ditarik perlahan-lahan melalui padatan dengan vakum. Endapan tidak dapat dikeringkan atau dipijarkan dan ditimbang dalam corong Büchner.

Corong Büchner tidak dapat digunakan untuk analisis gravimetrik karena mereka tidak memungkinkan penyaringan cepat sejumlah besar endapan kristalin. Namun, mereka luar biasa berguna dalam pekerjaan sintesis. Endapan dapat dikering-udarkan dengan membiarkan mereka berada dalam corong dan menarik suatu arus udara dari ruangan melalui endapan tersebut dengan pompa vakum atau aspirator air. Kelumit terakhir air dapat dicuci dari endapan dengan pelarut yang atsiri dan dapat bercampur dengan air, yang sesuai.

Catatan: Larutan dari cairan yang sangat atsiri, eter, dan larutan panas tidak terlalu mudah untuk disaring dengan pengisapan. Pengisapan dapat menguapkan pelarut secara berlebihan, yang mendinginkan larutan itu cukup untuk menyebabkan pengendapan zat terlarut.

(2) *Liner Corong Kerucut Kasa-Kawat*

Jika tidak tersedia corong Büchner dan labu penyaringan, suatu radas yang berguna dapat disusun dan digunakan untuk penyaringan vakum. Sepotong kecil kasa kawat yang halus dibengkokkan menjadi berbentuk kerucut yang pas di dalam corong (Gambar 47). Kertas saring kemudian dibasahi dan ditekan ke sisi corong agar menempel dengan baik pada kaca. Gunakan vakum lembut agar kertas saring tidak berlubang. Mungkin diperlukan kertas saring dengan ketebalan-rangkap untuk mencegah robek. Bungkus labu dengan handuk sebelum menyalakan vakum.

(3) *Krus*

Krus Kaca Masir. Krus kaca dengan cakram kaca-masir yang digabungkan secara permanen pada ujung bawahnya tersedia dalam bermacam-macam porositas (Gambar 49). Dengan kehati-hatian, mereka dapat digunakan untuk analisis kuantitatif yang memerlukan pemijaran sampai suhu 500 °C.



Gambar 49 Corong dengan cakram kaca masir digunakan dalam penyaringan vakum apabila kertas saring dalam corong Büchner akan diserang.

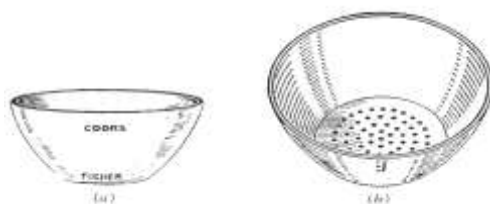
Krus Monroe dan Porselen Berpori. Krus porselen (Gambar 50) dengan cakram keramik berpori yang ditempelkan secara permanen di dasarnya digunakan dengan cara yang sama seperti krus kaca-masir, tetapi mereka dapat dipijarkan pada suhu luar biasa tinggi. Krus Monroe terbuat

dari platinum, dengan sebuah lapik platinum yang mengkilap berperan sebagai medium penyaringan.

Keuntungan krus ini adalah

1. Sangat lembam terhadap bahan kimia.
2. Dapat bertahan pada suhu pemijaran yang luar biasa tinggi.

Krus ini dan krus-krus lainnya didudukkan pada sebuah penyuai ketika penyaringan dilakukan (Gambar 51).



Gambar 50 (a) Krus porselen yang digunakan untuk pemijaran contoh dalam analisis. (b) Krus Gooch dengan dasar yang berlubang-lubang.



Gambar 51 (a) Penyuai karet untuk penyaringan isap. (b) Penyuai ketika digunakan dengan krus dalam labu pengisapan.

Krus Gooch. Krus Gooch ialah suatu *thimble* porselen dengan dasar yang berlubang-lubang. (Lihat Gambar 50b.) Medium penyaringannya bisa berupa lapik asbes atau cakram kertas kaca-serat. Lapik disiapkan dengan menuang bubur serat asbes yang tersuspensi dalam air ke dalam krus, dan melakukan pengisapan ringan.

Lapik asbes memungkinkan endapan dipijarkan secara kuantitatif ke suhu yang luar biasa tinggi tanpa bahaya reduksi oleh karbon. Dengan lapik kaca-serat, suhu pemijaran di atas 500 °C tidak dimungkinkan. Kedua media penyaringan ini tahan terhadap serangan oleh sebagian besar bahan kimia.

Media penyaringan yang digunakan dalam krus ini cukup rapuh. Sangat berhati-hatilah ketika menambahkan cairan, sedemikian rupa sehingga asbes atau kertas kaca tidak akan terganggu atau

robek, yang memungkinkan lolosnya endapan. Gunakan cakram porselen yang kecil dan berlubang-lubang di atas lapik asbes atau kertas kaca tersebut untuk membelokkan setiap aliran cairan yang dituang ke dalam krus.

Krus Platinum. Platinum berguna dalam krus untuk keperluan khusus. Sifat kimia yang berharga dari logam yang padat dan lunak ini meliputi ketahanannya terhadap serangan oleh sebagian besar asam mineral, termasuk asam fluorida; kelembamannya berkenaan dengan banyak lelehan garam; ketahanannya terhadap oksidasi, bahkan pada suhu tinggi; dan titik lelehnya yang sangat tinggi.

Berkenaan dengan keterbatasannya, platinum mudah larut ketika bersentuhan dengan aqua regia dan dengan campuran klorida dan bahan pengoksidasi pada umumnya. Pada suhu tinggi, ia juga dilarutkan oleh lelehan oksida, peroksida, dan sampai tingkat tertentu, hidroksida basa. Ketika dipanaskan dengan kuat, ia mudah mengaloi

dengan logam-logam seperti emas, perak, tembaga, bismut, timbel, dan zink. Karena kegemaran membentuk aloi ini, sentuhan antara platinum yang dipanaskan dan logam lain atau oksida mereka yang mudah tereduksi harus dihindari. Pelarutan lambat platinum menyertai sentuhan dengan lelehan nitrat, sianida, basa, dan klorida alkali-tanah pada suhu di atas 1000 °C; bisulfat sedikit menyerang logam pada suhu di atas 700 °C. Perubahan permukaan terjadi akibat sentuhan dengan amonia, klorin, klorida atsiri, belerang dioksida, dan gas yang memiliki persentase karbon yang tinggi. Pada panas merah, platinum mudah diserang oleh arsenik, antimoni, dan fosforus; akibatnya, logam menjadi *embrittled*. Pengaruh yang serupa terjadi pada sentuhan suhu-tinggi dengan selenium, telurium, dan pada tingkat lebih rendah, belerang dan karbon. Akhirnya, ketika dipanaskan di udara untuk waktu lama pada suhu lebih dari 1500 °C, kehilangan bobot yang berarti karena penguapan logam harus diperkirakan.

Aturan-aturan penggunaan alat platinum:

1. Gunakan peralatan platinum hanya dalam aplikasi yang tidak akan memengaruhi logam tersebut. Ketika sifat sistem diragukan, tunjukkan ketiadaan komponen yang berpotensi merusak sebelum memutuskan menggunakan alat platinum.
2. Hindari perubahan suhu yang dahsyat; perubahan bentuk wadah platinum dapat terjadi jika isinya memuai selama pendinginan.
3. Penyangga yang terbuat dari bahan keramik yang bersih dan *unglazed*, leburan silika, atau platinum itu sendiri dapat digunakan dengan aman dalam sentuhan dengan platinum pijar; gegep Nichrome atau baja nirkarat dapat digunakan hanya setelah platinum mendingin di bawah titik pijarnya.
4. Bersihkan alat platinum dengan bahan kimia yang tepat segera setelah digunakan; bahan pembersih yang dianjurkan adalah larutan asam kromat panas untuk penyingkiran bahan-

bahan organik, asam klorida mendidih untuk penyingkiran karbonat dan oksida-oksida basa, serta lelehan kalium bisulfat untuk penyingkiran silika, logam-logam, dan oksida mereka. Permukaan yang cerah harus dijaga dengan pengkilapan dengan pasir pantai.

5. Hindari memanaskan platinum pada kondisi yang mereduksi, terutama jika ada karbon. Secara khusus, (a) jangan biarkan bagian pereduksi dari nyala api pembakar bersentuhan dengan permukaan platinum, dan (b) arangkan kertas saring pada kondisi pemanasan paling lembut yang dimungkinkan dan dengan akses udara yang bebas.

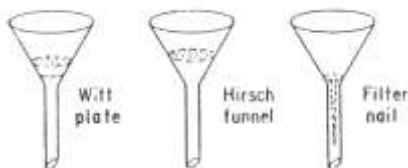
c) Corong Hirsch dan Corong-corong Lainnya

Corong Hirsch (Gambar 52), yang digunakan untuk mengumpulkan sejumlah kecil padatan, biasanya terbuat dari porselen. Dasar bagian dalam dari corong tersebut berupa lempengan datar dengan lubang-lubang di dalamnya yang menyangga kertas saring. Corong Büchner dan Hirsch dapat pula

berbahan kaca dengan lempengan kaca-masir. Corong-corong lain yang digunakan seperti Hirsch ialah Witt dan paku penyaringan (lihat Gambar 53).



Gambar 52 Penyaringan isap dengan corong Hirsch



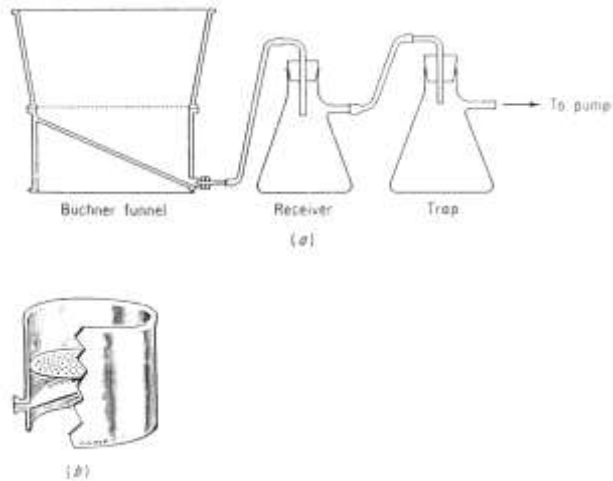
Gambar 53 Corong Hirsch dan corong-corong lainnya untuk mengumpulkan sejumlah kecil padatan.

Ketika menggunakan corong-corong ini, sebuah cincin karet membentuk segel antara corong dan labu penyaringan, yang dihubungkan dengan vakum atau aspirator. (Sumbat atau gabus karet dapat pula digunakan sebagai pengganti cincin karet untuk mengepaskan corong pada labu penyaringan.)

d) Penyaringan Vakum Skala Besar

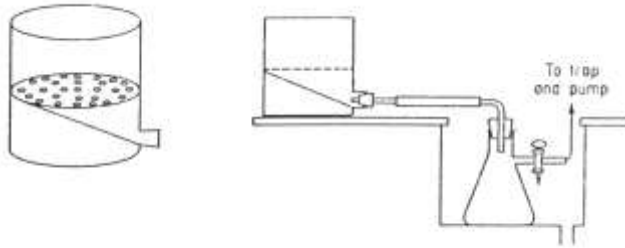
Sejumlah besar bahan dapat dengan mudah disaring-vakum dengan menggunakan corong

Büchner *table-top*. Filtrat dikumpulkan dalam sebuah labu vakum yang ditempatkan di samping penyaring pada permukaan meja (lihat Gambar 54).



Gambar 54 Penyaringan vakum dalam skala besar. (a) Rangkaian dengan corong Büchner *table-top*. (b) *Cutaway view* dari corong Büchner *table-top* (diameter dalam 56–308 mm).

Sebagai alternatif, labu vakum dapat diletakkan lebih rendah dari corong (Gambar 55).



Gambar 55 Rancangan alternatif untuk penyaringan vakum pada skala besar.

8. Penyaringan untuk Analisis Gravimetrik

Salah satu aplikasi terpenting penyaringan ialah dalam analisis gravimetrik, yang terkait dengan pengukuran massa; analisisnya karena itu, diselesaikan dengan prosedur “penimbangan”. Zat-zat yang ditimbang diperoleh (1) dengan membentuk suatu endapan taklarut dari komponen yang diinginkan; dari bobotnya, perhitungan persentase dapat dibuat, jika massa contoh awal diketahui, atau (2) dengan menyuling komponen atsiri; residu non-atsiri kemudian ditimbang. Bagian atsiri maupun non-atsiri dapat ditimbang, dan perhitungan dapat dilakukan dari data yang diperoleh.

Endapan yang cocok untuk prosedur analitis harus memiliki sifat-sifat berikut:

1. Harus relatif tidak larut, sampai tingkatan di mana setiap kehilangan endapan akibat kelarutannya tidak akan memengaruhi hasil secara berarti.
2. Harus mudah disaring. Ukuran partikel harus cukup besar agar tertahan oleh penyaring.
3. Kristalnya harus cukup murni, dengan cemar padat yang mudah disingkirkan.
4. Harus memiliki komposisi kimia yang diketahui, atau mudah diubah menjadi suatu zat yang diketahui komposisinya.
5. Tidak boleh higroskopik.
6. Harus stabil.

a) Pemeraman dan Pelumatan Endapan

Pemeraman (*aging*) dan pelumatan (*digestion*) sering membantu membuat endapan cocok untuk prosedur analitis.

Endapan yang baru saja terbentuk diperam dengan membiarkan mereka bersentuhan dengan cairan supernatan pada suhu kamar selama periode waktu tertentu. Sering terjadi perubahan pada permukaan: berkurangnya luas permukaan total atau

hilangnya daerah yang regang (terikan; *strained*) dan tidak sempurna. Kedua pengaruh ini disebabkan oleh rekristalisasi, karena partikel yang kecil cenderung lebih larut daripada yang besar, dan ion-ion yang terletak pada daerah yang regang dan tidak sempurna kurang terikat kuat daripada yang normal dan karena itu, cenderung kembali ke dalam larutan. Pada *pemeraman*, endapan ditimbun kembali dalam bentuk yang lebih sempurna. Perubahan ini menyebabkan berkurangnya ion-ion asing yang terjerap yang tentunya menguntungkan dan menghasilkan endapan yang lebih mudah disaring dan juga lebih murni.

Pemanasan selama proses pemeraman disebut *pelumatan*. Menaikkan suhu sangat mempercepat pelumatan. Endapan dibiarkan bersentuhan dengan supernatan pada suhu mendekati mendidih selama suatu periode waktu. Koloid yang menggumpal biasanya mengalami pemeraman yang cepat, khususnya pada pelumatan, dan sebagian besar cemarannya yang terjerap sering kali dapat disingkirkan.

b) Penyaringan dan Pemijaran

Pada akhirnya, zat yang diendapkan dan disiapkan untuk penyaringan sebagai langkah awal dalam suatu penetapan gravimetrik harus disaring, dikeringkan, dan ditimbang, artinya massa mereka harus ditetapkan secara akurat sedemikian rupa sehingga perhitungan analitis dapat dilakukan. Sejumlah endapan dikumpulkan dalam krus yang telah ditera (diketahui massanya) dan dikering-ovenkan sampai massanya konstan.

c) Penyiapan Krus

Semua krus yang digunakan untuk mengubah endapan menjadi bentuk yang cocok untuk penimbangan harus mempertahankan massa yang pada pokoknya konstan selama proses pengeringan atau pemijaran; Anda harus menunjukkan bahwa kondisi ini berlaku sebelum mulai bekerja.

1. Periksa apakah ada cacat pada setiap krus, terutama jika krus sebelumnya telah dikenai suhu tinggi.
2. Tempatkan sebuah krus porselen dalam posisi terbalik pada suatu permukaan yang keras dan

ketuk perlahan-lahan dengan pensil. Anda harus mendengar nada dering yang jernih yang menunjukkan krus utuh. Bunyi yang majal (*dull*) menjadi ciri krus yang retak dan harus dibuang.

3. Bersihkan krus dengan baik. Krus penyaringan dapat dibersihkan dengan nyaman dengan mencucinya dari belakang dengan pengisapan.
4. Buat krus berbobot konstan, dengan menggunakan siklus pemanasan yang sama seperti yang akan diperlukan untuk endapan. Disepakati bahwa selisih 0,2 mg antara pengukuran-pengukuran berurutan dianggap sebagai massa konstan.
5. Simpan di dalam desikator sampai diperlukan.

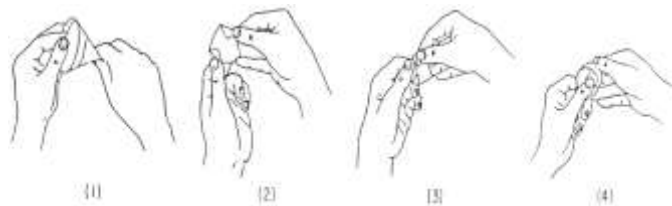
d) Penyiapan Kertas Saring

Lipat-dua kertas saring tepat di tengah; kemudian buatlah lipatan kedua sedemikian rupa sehingga sudut-sudutnya berjarak kira-kira 3 mm pada setiap dimensi. Robeklah potongan kecil segitiga dari sudut yang pendek untuk memungkinkan pendudukan yang lebih baik kertas saring di dalam corong.

Bukalah kertas itu sedemikian rupa sehingga terbentuk kerucut dan kemudian dudukkan perlahan-lahan di dalam corong dengan bantuan air dari botol pencuci. Tidak boleh ada kebocoran udara di antara kertas dan corong, dan tangkai corong harus terisi dengan suatu kolom cairan yang tidak patah, suatu kondisi yang meningkatkan secara nyata laju penyaringan.

e) **Pemindahan Kertas dan Endapan ke Krus**

Setelah penyaringan dan pencucian selesai dilakukan, pindahkan kertas saring beserta isinya dari corong ke dalam krus yang telah ditera (Gambar 56). Cukup berhati-hatilah dalam melakukan pekerjaan ini. Bahaya robek dapat sangat dikurangi jika dilakukan pengeringan sebagian sebelum pemindahan dari corong.



Gambar 56 Ini merupakan cara memindahkan kertas saring dan endapan ke dalam krus.

Pertama-tama, ratakan kerucut sepanjang sisi sebelah atasnya; kemudian lipat sudut-sudutnya ke arah dalam. Selanjutnya, lipat puncaknya ke atas. Akhirnya, turunkan kertas dan isinya ke dalam krus sedemikian rupa sehingga sebagian besar endapan ada di dekat dasar.

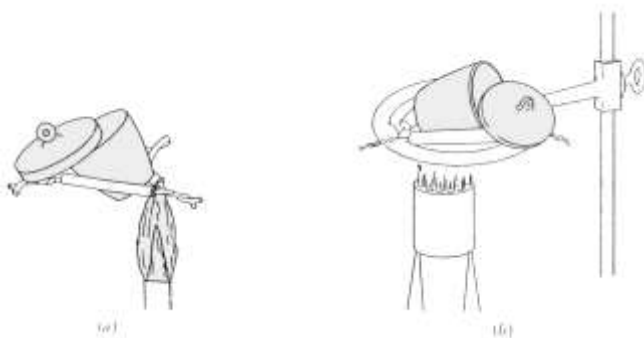
f) Mengabukan Kertas Saring

Jika tersedia lampu pemanas, tempatkan krus pada permukaan yang bersih dan non-reaktif; suatu bantalan asbes yang dilapisi oleh selembur aluminium cukup memuaskan. Kemudian posisikan lampu kira-kira 6 mm dari bagian atas krus, dan nyalakan. Pengarangan kertas akan berlangsung tanpa gangguan lebih lanjut; proses tersebut sangat dipercepat jika kertas dapat dibasahi dengan tidak lebih dari setetes larutan amonium nitrat pekat. Penyingkiran karbon yang tersisa dilakukan dengan sebuah pembakar.

Perhatian yang agak lebih besar harus diberikan pada proses ketika digunakan pembakar untuk mengabukan kertas saring. Karena pembakar dapat menghasilkan suhu yang jauh lebih tinggi, terdapat

bahaya dari uap yang keluar sedemikian cepatnya pada tahap awal pemanasan sehingga terjadi kehilangan endapan secara mekanis. Kemungkinan yang hampir sama muncul jika kertas dibiarkan terbakar. Akhirnya, sepanjang ada karbon, juga terdapat kemungkinan reduksi kimia pada endapan; hal ini merupakan masalah serius karena oksidasi kembali setelah pengabuan kertas tidaklah mudah.

Untuk meminimalkan kesulitan-kesulitan ini, krus diletakkan seperti diilustrasikan pada Gambar 57. Posisi krus yang dimiringkan memungkinkan akses udara yang mudah. Sebuah tutup krus yang bersih harus diletakkan di dekatnya, agar siap digunakan ketika diperlukan.



Gambar 57 Pemijaran endapan dengan akses ke udara. (a) Mulailah pemanasan perlahan-lahan dari tepi. (b) Jangan biarkan nyala api memasuki krus.

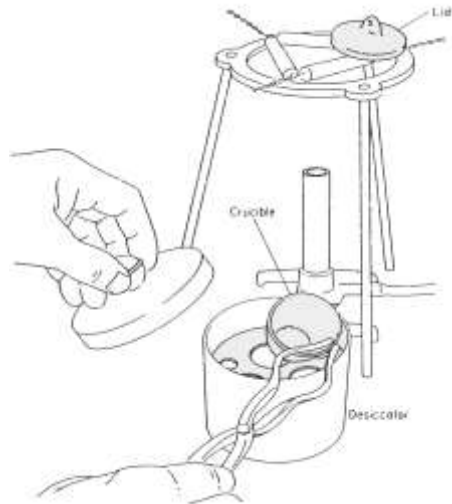
Catatan: Selalu letakkan krus atau tutupnya yang panas di atas kasa kawat – jangan pernah meletakkannya langsung di permukaan meja. Permukaan yang dingin dapat meretakkan krus, dan debu, cat, dsb. mudah menempel pada porselen sehingga mengubah massanya.

Pemanasan kemudian dimulai dengan nyala pembakar yang kecil. Nyala ini berangsur-angsur diperbesar seiring lepasnya uap dan mulai mengarangnya kertas. Timbulnya asap merupakan petunjuk intensitas pemanasan yang dapat diterima dengan aman. Biasanya asap ini akan tampak sebagai gumpalan (*wisp*) tipis. Jika volume asap yang dilepaskan meningkat dengan cepat, pembakar harus disingkirkan sementara; kondisi ini menunjukkan bahwa kertas hampir menyala. Jika, walaupun telah mengikuti peringatan dini, muncul nyala api, padamkan segera dengan tutup krus. (Tutup mungkin

berubah warnanya akibat pengembunan produk-produk berkarbon; hal ini pada akhirnya harus dihilangkan dengan pemijaran sedemikian rupa sehingga dapat diyakini bahwa tidak ada lagi partikel endapan yang *entrained*.) Akhirnya, ketika tidak ada pengasapan lebih lanjut yang terdeteksi, sisa karbon dihilangkan dengan menurunkan krus secara bertahap ke dalam nyala api penuh dari pembakar. Pemanasan yang kuat, selama diperlukan, kemudian dapat dilakukan. Berhati-hatilah, hindari memanaskan krus dalam bagian pereduksi dari nyala api.

g) Mendinginkan Krus ke Massa Konstan

Tempatkan krus beserta isi dan tutupnya yang masih hangat di dalam desikator, yang berisi desikan yang efektif, agar mendingin sebelum ditentukan massanya (Gambar 58). Prosedur ini memungkinkan Anda memperoleh pembacaan timbangan ke massa konstan, terutama dalam atmosfer yang lembap.



Gambar 58 Mendinginkan krus ke massa konstan.

h) Ringkasan

1. Oksidasi kertas dengan sempurna menjadi CO_2 dan H_2O .
2. Catat massa krus yang telah disiapkan sebelumnya.
3. Letakkan krus seperti pada Gambar 57a.
4. Naikkan suhu *perlahan-lahan* sampai semua residu karbon hitam terbakar habis.

5. Letakkan pembakar sedemikian rupa sehingga gas pereduksi dari nyala api tidak dipantulkan ke dalam krus (Gambar 57b).
6. Ubah posisi krus untuk memapar porsi segar ke suhu tertinggi dari pembakar.
7. Pemijaran akhir mengubah endapan menjadi oksida anhidrat: (a) Lepaskan tutup krus. (b) Pijarkan pada panas merah selama 30 menit dengan pembakar Fisher, Meker, atau pembakar suhu-tinggi lainnya; atau Anda dapat menggunakan tanur *muffle*.
8. Dinginkan krus di dalam desikator (Gambar 58).
9. Tentukan massa krus dingin.
10. Ulangi tahap 7–9 sampai tercapai massa konstan.

H. Analisis Gravimetrik

1. Penanganan Contoh di Dalam Laboratorium

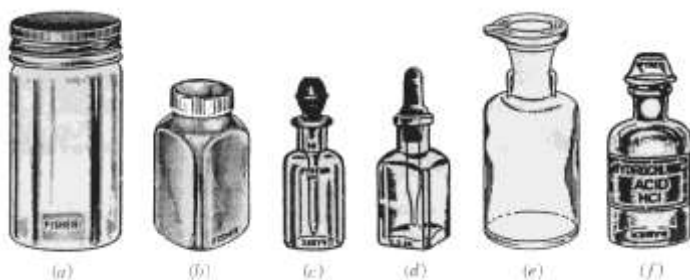
Teknisi dapat menganalisis suatu contoh yang telah disiapkan sebelumnya atau menyiapkan contoh baru

untuk diuji, dianalisis, atau dievaluasi. Setiap contoh harus diidentifikasi dan diberi label atau etiket seluruhnya sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan pertanyaan mengenai asal-usul atau sumbernya.

Beberapa informasi yang mungkin ada di dalam contoh tersebut ialah

1. Jumlah contoh.
2. Nomor identifikasi-eksperimen buku catatan laboratorium.
3. Tanggal.
4. Asal-usul, misalnya nama teknisi, dan nomor rujukan-silang.
5. Bobot atau volume.
6. Kode identifikasi wadah.
7. Apa yang hendak dilakukan dengan contoh, penetapan apa yang akan dilakukan, atau analisis apa yang diinginkan.

Wadah yang cocok ditunjukkan pada Gambar 59.



Gambar 59 (a) dan (b) Botol penyimpanan-padatan dan -cairan untuk bahan kimia dan contoh; berbagai desain, tutup, dan ukuran. (c–e) Botol penetes untuk mengeluarkan cairan dengan volume yang kecil. (f) Botol penyimpanan-cairan untuk asam, basa, pereaksi, dan garam di laboratorium.

2. Praperlakuan Contoh

Ketika tiba di laboratorium, contoh sering kali memerlukan perlakuan sebelum dianalisis, terutama jika berbentuk padatan. Salah satu tujuan praperlakuan ini ialah untuk menghasilkan bahan yang sedemikian homogen sehingga bagian kecil manapun yang diambil untuk analisis akan identik dengan bagian-bagian kecil yang lain. Hal ini biasanya melibatkan pengecilan ukuran partikel menjadi beberapa persepuluh milimeter dan pencampuran mekanis yang baik. Tujuan lain

praperlakuan ini ialah untuk mengubah zat ke suatu bentuk yang mudah diserang oleh pereaksi yang digunakan dalam analisis; dengan bahan refraktori (tahan-api) secara khusus, hal ini melibatkan penggilingan menjadi serbuk yang sangat halus. Akhirnya, contoh mungkin harus dikeringkan atau kadar airnya mungkin harus ditetapkan, karena faktor ini berubah-ubah bergantung pada kondisi udara dan juga keadaan fisik contoh.

3. Penghancuran dan Penggilingan

Dalam memperlakukan contoh padatan, terkadang diperlukan sejumlah tertentu penghancuran atau penggilingan untuk memperkecil ukuran partikel. Sayangnya, pekerjaan ini cenderung mengubah komposisi contoh, dan karena alasan ini, ukuran partikel harus dikurangi tidak lebih daripada yang diperlukan untuk kehomogenan dan agar mudah diserang oleh pereaksi.

Gilingan-bola atau -jar adalah jar atau wadah, biasanya terbuat dari porselen, yang dipaskan dengan sebuah tutup dan *gasket* yang dapat dikencangkan dengan aman ke jar itu. Jar diisi setengahnya dengan *flint pebbles* atau bola porselen atau logam, dan kemudian bahan yang

akan digiling ditambahkan secukupnya untuk menutupi *pebbles* atau bola dan rongga-rongga di antara mereka. Tutup jar dikencangkan dengan aman untuk menutup rapat-rapat gilingan tersebut, dan jar diputar pada suatu rangkaian pemutar. Lamanya waktu penggilingan bahan bergantung pada kehalusan yang diinginkan dan kekerasan bahan. Jar kemudian dikosongkan ke dalam sebuah kasa dengan mesh yang kasar untuk memisahkan *pebbles* atau bola dari bahan yang digiling.

4. Perubahan pada Contoh

Beberapa faktor dapat menyebabkan perubahan yang berarti pada komposisi contoh sebagai akibat penggilingan. Di antara faktor-faktor ini, kalorkah yang pembentukannya tak terelakkan. Kalor dapat menyebabkan hilangnya komponen-komponen atsiri dalam contoh. Selain itu, penggilingan memperbesar luas permukaan padatan dan karena itu, meningkatkan kerentanannya terhadap reaksi dengan udara. Sebagai contoh, telah diamati bahwa kadar besi(II) dari suatu batuan dapat berubah sebanyak 40% selama penggilingan

– jelas akibat langsung dari oksidasi besi oleh udara menjadi besi(III).

Sumber galat lainnya yang potensial dalam penghancuran dan penggilingan campuran berasal dari perbedaan kekerasan komponen-komponen suatu contoh. Bahan yang lebih lunak diubah menjadi partikel-partikel yang lebih kecil dengan lebih cepat daripada yang keras; kehilangan apapun dari contoh dalam bentuk debu karena itu, akan menyebabkan perubahan komposisi. Lebih lanjut, hilangnya contoh dalam bentuk fragmen-fragmen yang terbang harus dihindari, karena fragmen-fragmen ini cenderung terbuat dari komponen yang lebih keras.

Pengaruh Penggilingan pada Kadar Air. Sering kali, kadar air dan karena itu, komposisi kimia suatu padatan berubah cukup banyak selama penggilingan dan penghancuran. Perubahan kadar air yang terjadi bisa berupa penurunan, bisa pula peningkatan.

Penurunan kadar air terkadang diamati ketika seseorang menggiling padatan yang mengandung air esensial dalam bentuk hidrat; misalnya, kadar air gipsum, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, menurun dari 20 ke 5%. Tidak diragukan

lagi, perubahan ini merupakan hasil dari pemanasan yang terpusat selama penggilingan dan penghancuran partikel.

Kehilangan juga terjadi ketika contoh yang mengandung air teroklusi diperkecil ukuran partikelnya. Di sini, proses penggilingan mengoyak rongga sehingga air lebih terpapar dan dapat menguap. Yang mungkin lebih umum, proses penggilingan disertai dengan peningkatan kadar air, terutama karena bertambahnya luas permukaan yang terpapar ke udara. Peningkatan air yang terperap pun terjadi. Besarnya pengaruh ini cukup untuk mengubah secara berarti komposisi padatan. Misalnya, kadar air sekeping porselen dalam bentuk partikel kasar ialah nol, tetapi setelah digiling beberapa lama, kadar airnya didapati 0,62%. Penggilingan suatu batuan-hijau *basaltic* selama 120 menit mengubah kadar airnya dari 0,22 ke 1,70%.

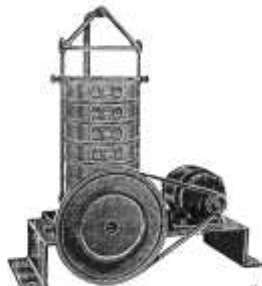
5. Penapisan

Penapisan (*screening*) bahan sedikit demi sedikit sering dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggilingan. Dalam pekerjaan ini, contoh yang telah digiling ditempatkan di atas ayakan kawat atau kain (Gambar 60) yang akan melewatkan partikel dengan

ukuran yang diinginkan. Partikel-partikel yang tersisa kemudian dikembalikan untuk digiling kembali; pekerjaan ini diulangi sampai seluruh contoh melewati kasa. Proses ini tentu saja akan menghasilkan pemisahan komponen-komponen berdasarkan kekerasannya, bahan yang paling kokoh akan menjadi yang terakhir melewati kasa; tentu saja penggilingan harus dilanjutkan sampai partikel yang terakhir telah lewat. Tentunya diperlukan pencampuran setelah penapisan. Ayakan dibuat untuk memenuhi spesifikasi American Society for Testing and Materials (ASTM). Terbuat dari baja nirkarat, perunggu, nikel, atau bahan lain, mereka tersedia dalam berbagai ukuran lubang ayakan.



(a)



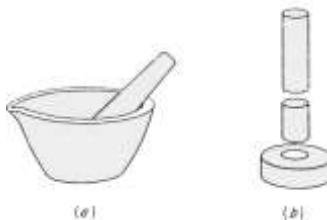
(b)

Gambar 60 (a) Ayakan (*Newark Wire-cloth Co.*).
(b) Penggoyang ayakan mekanis (*Fisher Scientific Company*).

6. Permukaan Penggiling

Galat yang serius dapat terjadi selama penggilingan dan penghancuran sebagai akibat pemakaian mekanis dan pengikisan permukaan penggiling. Karena alasan ini, hanya bahan-bahan terkeras seperti baja yang diperkeras, agate, atau boron karbida yang digunakan sebagai permukaan penggiling. Bahkan dengan bahan-bahan ini pun, pencemaran contoh kadang-kadang dijumpai.

Alu dan lumpang (Gambar 61), alat penggilingan yang paling kuno, masih memiliki kegunaan yang luas dalam laboratorium analitis. Alat ini sekarang tersedia dalam berbagai ukuran dan bentuk dan biasanya terbuat dari kaca, porselen, agate, *mullite*, dan bahan-bahan keras lainnya.



Gambar 61 Alu dan lumpang. (a) Lumpang porselen. (b) Alu agate.

Perhatian:

1. *Selalu bersihkan alu dan lumpang dengan baik sebelum maupun sesudah menggerus setiap contoh.*
2. *Jangan pernah menggerus dua bahan secara bersamaan kecuali jika secara khusus dikatakan untuk melakukan demikian.*

Ledakan-ledakan kecil dan sejumlah ledakan besar pernah terjadi, menyebabkan jari dan mata hilang atau terbakar, karena teknisi lalai terhadap kedua aturan sederhana ini.

7. Uji Nyala Api untuk Identifikasi Unsur

Teknisi sering melakukan uji pendahuluan pada suatu contoh untuk mengetahui keberadaan unsur-unsur umum tertentu. Uji ini dapat mencakup uji nyala api, yang mudah dilakukan sebagai berikut:

1. Buatlah sebuah kumparan kawat platinum atau Nichrome yang dililitkan pada batang kaca. Bersihkan dengan hati-hati dengan mencelupkannya ke dalam sedikit HCl pekat (dalam sebuah tabung reaksi), kemudian panaskan dalam nyala api biru dari

pembakar jenis-Bunsen sampai berwarna merah ceri. Jika kumparan kawat tersebut bersih, nyala api tidak akan berubah warna; jika nyala api menunjukkan warna apapun, ulangi proses ini sampai Anda yakin bahwa kumparan bebas dari cecaran apapun. Seringlah mengganti asam.

2. Tuangkan sejumlah kecil serbuk contoh pada sebuah kaca arloji yang bersih.
3. Panaskan kumparan kawat yang *bersih* ini sampai merah ceri dan celupkan ke dalam contoh. Sebagian serbuk akan melekat pada kumparan itu. Ketuk batang kaca perlahan-lahan untuk melepaskan setiap kelebihan contoh.
4. Tempatkan kembali kumparan kawat plus contoh ke dalam nyala api dan panaskan sekali lagi sampai merah ceri. Seperti ditunjukkan dalam Tabel 11, unsur-unsur tertentu akan memberikan warna yang khas pada nyala api.
5. Pastikan untuk membersihkan kumparan kawat dengan baik setiap mengganti contoh.

Tabel 11 Uji nyala api untuk unsur-unsur.

Warna nyala api	Unsur yang terindikasi
Biru	
Biru langit	Timbel, selenium, CuCl ₂ ; (dan semua senyawaan tembaga yang lain apabila dibasahi dengan HCl); CuBr ₂ menampakkan warna biru langit, kemudiannya diikuti oleh warna hijau.
Biru muda	Arsenik dan beberapa senyawaannya, selenium.
Biru kehijauan	CuBr ₂ ; arsenik; timbel; antimoni.
Hijau	
Hijau zamrud	
Hijau-biru	Senyawaan tembaga selain halida (apabila tidak dibasahi oleh HCl); senyawaan talium.
Hijau berkil	Fosfat yang dibasahi dengan asan sulfat, B ₂ O ₃ .
Hijau berkil	Senyawaan talium dan telurium.
Hijau-kuning	Barium, mungkin molibdenum; boeat (dengan H ₂ SO ₄).
Hijau pucat	Senyawaan antimoni dan amonium.
Hijau keputih-putihan	Zink.
Merah	
Carotiv	Senyawaan litium (ditamengi oleh barium atau natrium), tidak tampak ketika dilihat melalui kaca hijau, terlihat violet melalui kaca kobalt.
Scarlet	Senyawaan kalsium (ditamengi oleh barium), tampak kehijauan ketika dilihat melalui kaca kobalt and hijau melalui kaca hijau.
Crimson	Senyawaan strontium (ditamengi oleh barium), terlihat violet melalui kaca kobalt, kekuningan melalui kaca hijau.
Violet	Senyawaan kalium selain silikat, fosfat, dan boeat, rubidium dan sesium serupa. Warna ditamengi oleh litium dan atau natrium, tampak merah-ungu melalui kaca kobalt dan kaca hijau-kebiruan.
Kuning	Natrium, walaupun dalam jumlah yang sangat sedikit, tidak tampak jika dilihat melalui kaca kobalt.

I. Mengeringkan Kristal yang Terkumpul

1. Kristal yang Disaring Secara Gravitasi

Kristal hasil penyaringan-gravitasi yang terkumpul pada kertas saring dapat dikeringkan dengan metode berikut ini.

Perhatian: Pastikan untuk memberi label yang baik pada semuanya.

1. Lepaskan kertas saring dari corong. Buka kertas saring tersebut dan ratakan di atas sebuah kaca arloji yang ukurannya cocok atau sebuah piringan penguapan yang dangkal. Tutuplah kaca arloji atau piringan tersebut dengan sepotong besar kertas saring yang bersih dan kering (amankan agar tidak tertiuap angin) dan biarkan kristal kering-udara.

Perhatian: Zat yang higroskopik tidak dapat dikering-udarkan dengan cara ini.

2. Tekan keluar kelebihan air dari kristal tersebut dengan meletakkan kertas saring di atas kristal yang basah dan memberikan tekanan dengan benda yang tepat (Gambar 62).



Gambar 62 Menekan keluar kelebihan air dari kristal yang basah merupakan suatu metode yang dapat digunakan pada kristal yang disaring secara gravitasi maupun vakum, sebagaimana yang ditunjukkan di sini.

3. Gunakan spatula untuk bekerja dengan massa yang *pasty* di atas sebuah lempengan berpori (Gambar 63); kemudian biarkan mengering.



Gambar 63 Lempengan berpori menyerap kelebihan air.

4. Gunakan lampu inframerah portabel untuk menghangatkan contoh dan meningkatkan laju penyaringan. Pastikan suhu tidak melebihi titik leleh contoh.
5. Gunakan desikator yang diisi dengan desikan (Gambar 64).



Gambar 64 Desikator.

2. Desikator

Desikator ialah sebuah wadah kaca yang diisi dengan suatu zat yang menyerap air (*desikan*); alat kaca ini digunakan untuk memberikan atmosfer yang kering bagi benda dan zat. Desikator digunakan untuk mencapai dan mempertahankan udara berkelembapan rendah untuk penyimpanan contoh, endapan, krus, botol timbang, dan peralatan lainnya. Gunakan desikator sebagai berikut:

1. Lepaskan tutup desikator dengan menggesernya ke samping seperti pada Gambar 65.



Gambar 65 Melepaskan tutup desikator.

2. Letakkan benda yang akan dikeringkan pada lempengan *platform* porselen.
3. Lumasi kembali lingkaran kaca-asah dengan jeli minyak-bumi (*petroleum jelly*) atau gemuk silikon jika diperlukan.
4. Geser kembali tutup ke posisinya.

Perhatian: Krus panas tidak boleh langsung dimasukkan ke dalam desikator. Biarkan mendingin dulu di udara selama 1 menit. Jika tidak, udara di dalam desikator akan dipanaskan ketika desikator ditutup. Saat mendingin, akan terbentuk vakum sebagian, dan desakan seketika udara dapat menumpahkan contoh ketika desikator dibuka.

Catatan: Desikator vakum dilengkapi dengan lengan sampling, sedemikian rupa sehingga mereka dapat dihubungkan dengan vakum dan isinya akan terkena vakum dan bukan udara yang dikeringkan. Desikator jenis-vakum harus digunakan untuk mengeringkan kristal yang basah oleh pelarut organik. Desikator vakum tidak boleh digunakan untuk zat yang mudah menyublim.

Desikator harus dijaga kebersihannya dan muatan desikannya harus sering diperbarui kembali agar tetap efektif. Hal ini dilakukan sebagai berikut:

1. Lepaskan tutup dan lempengan penyangga porselen.
2. Tumpahkan desikan bekas ke dalam wadah yang sesuai.
3. Cuci dan keringkan desikator.
4. Isi kembali dengan desikan baru (Gambar 66).



Gambar 66 Mengisi desikator dengan desikan segar.

5. Gemuki kembali tutup kaca-asah.
6. Tempatkan kembali penyangga porselen.
7. Geser tutup ke posisinya pada desikator.

3. Kristal yang Disaring Dengan Vakum

Kristal yang disaring-vakum dapat dikeringkan dengan salah satu dari dua cara berikut:

1. Lepaskan kerak penyaringan dan gunakan prosedur yang disebutkan pada pengeringan kristal yang terkumpul secara gravitasi.
2. Setelah semua kristal terkumpul pada corong Büchner, corong ditutup dengan longgar dengan sebuah pinggan penguapan atau potongan kertas saring yang lebih besar (amankan dari tiupan angin.) Sistem vakum kemudian dipertahankan untuk menarik udara melalui kristal yang basah, yang akan mengering dalam waktu singkat.

Catatan: Lebih sedikit waktu yang akan diperlukan untuk mengeringkan kristal jika, sambil melanjutkan sistem vakum, penutup dilepaskan secara berkala dan kerak dicampurkan (hati-hati!) dan diratakan

dengan spatula sebelum tutup tersebut diamankan kembali.

4. Mengeringkan Kristal dalam Tabung Sentrifus

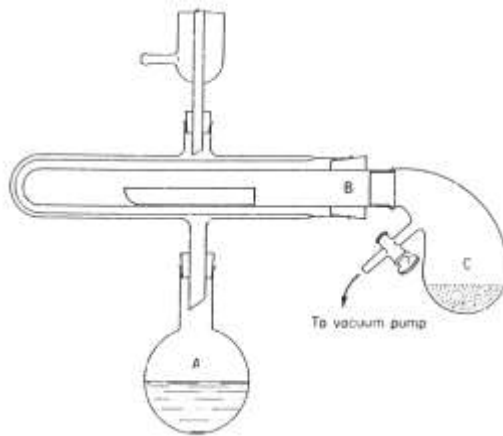
Ketika sejumlah sangat kecil kristal dikumpulkan dengan sentrifugasi, mereka dapat dikeringkan dengan mengenakan vakum dalam tabung sentrifus sambil menghangatkan dengan hati-hati tabung itu (Gambar 67). Prosedur ini mencegah kehilangan apapun dari sejumlah kecil kristal yang terkumpul, sebagaimana yang akan terjadi jika Anda mencoba memindahkan kristal keluar dari tabung dengan sebuah *policeman* karet.



Gambar 67 Mengeringkan kristal dalam sebuah tabung sentrifus.

5. Pistol Pengering Abderhalden

Beberapa zat menahan air dan pelarut lainnya sedemikian kuat sehingga mengeringkan mereka dalam desikator biasa pada suhu kamar tidak akan menghilangkan pelarut tersebut. Dalam hal ini, *pistol pengering* (Gambar 68) bekerja dengan sangat baik. Zat yang akan dikeringkan ditempatkan dalam sebuah perahu yang dimasukkan ke dalam pistol, yang kemudian dihubungkan dengan suatu sumber vakum. Dalam volume yang terkandung juga terdapat sebuah kantong untuk bahan penjerap yang efektif, seperti P_4O_{10} untuk air, KOH padat atau pelet NaOH untuk gas asam, atau lapisan tipis lilin parafin untuk penyingkiran pelarut organik. Suhu pengeringan zat ditentukan dari titik didih cairan yang merefluks.



Gambar 68 Radas (“pistol”) pengering-vakum Abderhalden. A, cairan yang dipanaskan dan merefluks; B, bilik pengeringan-vakum; C, desikan.

J. Meringkan Pelarut Organik

Air dapat dihilangkan dari cairan dan larutan organik dengan mencampurkan cairan tersebut dengan bahan pengering yang sesuai. Air dapat larut sampai jumlah tertentu dalam semua cairan organik, dan setiap pelarut organik yang telah digunakan dalam ekstraksi bersama air, yang tak-saling-campur dengan pelarut itu, akan mengandung air. Setiap pelarut organik akan melarutkan persentase air yang khas bagi dirinya sendiri. Misalnya, etil eter akan mengandung sekitar 1,5% air. Untuk

“mengeringkan” atau mendehidrasi pelarut organik, kita gunakan *bahan pengering*.

Catatan: Pemilihan bahan pengering harus dilakukan dengan hati-hati. Bahan pengering yang dipilih tidak boleh bereaksi dengan senyawa atau menyebabkan senyawa menjalani reaksi apapun, selain menghilangkan air. Bahan pengering yang paling baik adalah yang bereaksi paling cepat dan tidak-dapat-balik dengan air dan tidak bereaksi dengan ataupun memengaruhi dengan cara apapun pelarut atau zat terlarut yang larut di dalamnya.

Prinsip. Bahan pengering padat ditambahkan pada pelarut organik yang basah. Bahan ini menghilangkan air, dan kemudian padatan yang terhidrasi dipisahkan dari pelarut organik dengan dekantasi dan penyaringan.

Prosedur:

1. Tuangkan cairan organik ke dalam labu yang dapat ditutup. Tambahkan sedikit demi sedikit bahan pengering, dengan mengocok labu dengan kuat setelah setiap penambahan. Tambahkan bahan pengering sebanyak yang diperlukan.

2. Biarkan semalam atau selama waktu yang ditentukan sebelumnya.
3. Saring hidrat padat dari cairan tersebut dengan corong dan kertas saring.

Catatan: Ulangi jika perlu.

1. Efisiensi Pengeringan

Efisiensi pengeringan ditingkatkan jika pelarut organik dipapar berulang kali pada porsi-porsi segar dari bahan pengering, persis seperti menjadi lebih baiknya efisiensi ekstraksi dengan pemaparan berulang-ulang zat terlarut pada pelarut ekstraksi segar. Efisiensi pengeringan paling rendah ketika larutan yang basah dipapar pada seluruh bahan pengering secara bersamaan.

Beberapa bahan pendehidrasi sangat kuat dan berbahaya, terutama jika kadar air dari pelarut organik tinggi. Bahan-bahan ini hanya boleh digunakan setelah pelarut organik yang basah dikeringkan terlebih dulu secara kasar dengan bahan yang lebih lemah. Jika Anda ragu akan kelayakan menggunakan suatu bahan pendehidrasi khusus, selalu berkonsultasi dengan Asisten

Anda atau dengan ahli dalam bidang ini. (Lihat Tabel 12 dan 13.)

2. Klasifikasi Bahan Pengering

- a) Bahan-bahan yang membentuk senyawa dengan air hidrasi (hidrat dapat dikembalikan ke bentuk anhidrat dengan pemanasan yang sesuai untuk menghilangkan air): Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , CaCl_2 anhidrat, ZnCl_2 , NaOH , CaSO_4 , H_2SO_4 (95%), silika gel, CaO .

Catatan: Kelumit asam yang tersisa dalam produk reaksi cairan-organik basah turut terbawa bersama air ketika digunakan bahan pengering basa: Na_2CO_3 , NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Tabel 12 Intensitas bahan pengering

Intensitas tinggi	Intensitas sedang	Intensitas rendah
$\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2^*$	KOH	Na_2CO_3
Ayakan molekular	NaOH	Na_2SO_4
Logam natrium (Na)	K_2CO_3	MgSO_4
P_4O_{10}	CaSO_4	
H_2SO_4 (pekat)	CaO	
	CaCl_2	

* $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ ialah bahan pengering paling efektif yang tersedia, tetapi berisiko

menimbulkan ledakan dengan senyawa organik asam atau yang mudah dioksidasi.

Tabel 13 Sifat-sifat bahan pengering

Senyawa	Keasaman	Komentar
Kalsium sulfat	Netral	Umum digunakan; tersedia secara komersial sebagai Drierite [®] , sangat cepat.
Kalsium klorida	Netral	Bereaksi dengan senyawaan N dan O; cepat; digunakan untuk hidrokarbon dan R-X.
Magnesium sulfat	Netral	Umum digunakan; cepat (hindari senyawa yang peka terhadap asam).
Natrium sulfat	Netral	Umum digunakan; lembut, kapasitas tinggi; pengering kasar untuk larutan dingin.
Kalium karbonat	Basa	Digunakan dengan ester, nitril, keton, alkohol (tidak untuk digunakan dengan senyawa asam).
Natrium karbonat	Basa	Digunakan dengan ester, nitril, keton, alkohol (tidak untuk digunakan dengan senyawa asam).
Natrium hidroksida	Basa	Digunakan hanya dengan senyawa lembam; sangat cepat, kuat; baik untuk amina.
Kalium hidroksida	Basa	Digunakan hanya dengan senyawa lembam; sangat cepat, kuat; baik untuk amina.
Kalsium oksida	Basa	Digunakan untuk alkohol dan amina; lambat; efisien; tidak untuk digunakan dengan senyawa asam.
Tetrafosforus deoksida	Asam	Digunakan hanya dengan senyawa lembam (eter, hidrokarbon, halida); cepat; efisien.
Ayakan molekular 3Å, 4Å	Netral	Umum digunakan; intensitas tinggi, dikeringkan dulu dengan bahan yang biasa.
Asam sulfat	Asam	Sangat efisien; digunakan untuk hidrokarbon jenuh, hidrokarbon aromatik, dan halida; bereaksi dengan alkana dan senyawa basa.

b) Bahan-bahan yang membentuk senyawa baru melalui reaksi kimia dengan air: logam natrium, CaC₂, P₄O₁₀.

Perhatian: Bahan pengering ini sangat reaktif dan paling efisien. Gunakan dengan hati-hati. Mereka bereaksi dengan air menghasilkan berturut-turut NaOH, CaOH, dan H₃PO₄.

- (1) *Jangan menggunakan* mereka apabila bahan pengering itu sendiri atau produk yang dibentuknya akan bereaksi dengan senyawa atau menyebabkan senyawa itu sendiri mengalami reaksi atau penataan ulang.
- (2) *Gunakan untuk mengeringkan* hidrokarbon jenuh, hidrokarbon aromatik, eter.
- (3) Senyawa yang akan dikeringkan tidak boleh memiliki gugus fungsi, seperti $-OH$ dan $-COOH$, yang akan bereaksi dengan bahan pengering.
- (4) *Jangan mengeringkan alkohol* dengan logam natrium. *Jangan mengeringkan asam* dengan $NaOH$ atau bahan pengering basa lainnya. *Jangan mengeringkan amina* (atau senyawa basa) dengan bahan pengering asam. *Jangan menggunakan* $CaCl_2$ untuk mengeringkan alkohol, fenol, amina, asam amino, amida, keton, atau aldehida dan ester tertentu.

3. Menentukan Apakah Pelarut Organik “Kering”

Bahan pengering akan menggumpal, melengket ke dasar labu ketika suatu larutan “basah”. Mereka bahkan akan larut dalam larutan yang sangat basah jika jumlah bahan pengering yang ditambahkan tidak mencukupi. Larutan pelarut yang basah tampak keruh; larutan yang kering jernih. Jika larutan “kering”, bahan pengering padat akan terus bergerak dan mudah bergeser pada dasar labu.

K. Alat-alat Kaca di Laboratorium

1. Pendahuluan

Selama bertahun-tahun, pabrik telah membuat peralatan laboratorium dari kaca dengan sambungan kaca-asah (*ground-glass joints*) yang memiliki dimensi standar dan dirancang agar pas satu sama lain dengan sempurna. Rangkaian kaca-asah ini mampu (1) memberikan penutupan yang sempurna untuk tekanan vakum dan sedang, (2) menghilangkan sama sekali pencemaran oleh sumbat, (3) memperlebar batas suhu penggunaan alat ke atas, serta (4) memberikan rangkaian yang lebih rapi dan lebih profesional. Karena itu, fitur ini mengeliminasi penggunaan sumbat karet, plastik, dan perop sebagai

sambungan antara potongan-potongan peralatan yang berbeda.

Ukuran antar-sambungan (*interjoint*) dinyatakan dengan 2 angka. Angka pertama menunjukkan diameter perkiraan (dalam mm) dari tabung yang lebih besar, sedangkan angka kedua menunjukkan panjang permukaan-asah. Sambungan $\frac{19}{38}$ berdiameter sekitar 19 mm dan panjangnya kira-kira 38 mm (lihat Tabel 14). Penyuai (*adapter*) yang membesar atau mengecil memungkinkan pilihan desain dan ukuran sambungan yang tidak terbatas. Alat kaca antar-sambungan ditandai sebagai sambungan jantan atau betina, sambungan langsung, sambungan bola, atau kombinasi apapun yang diinginkan (lihat Tabel 15).

Tabel 14

Sambungan No.	Diameter luar tabung (mm)	Sambungan No.	Diameter luar tabung (mm)	Sambungan No.	Diameter luar tabung (mm)	Sambungan No.	Diameter luar tabung (mm)
5/20	5	14/35	12	34/45	32	55/50	52
7/25	6	19/38	17	40/50	37	60/50	57
10/30	8	24/40	22	45/50	42	71/60	68
12/30	10	29/42	27	50/50	47	103/60	100

Tabel 15

Bola/sendi No.	Bola/sendi No.	Bola/sendi No.	Bola/sendi No.
7/1	12/3	28/12	40/25
12/1	12/5	28/15	50/30
12/1,5	18/7	35/20	65/40
12/2	18/9	35/25	75/50
			102/75

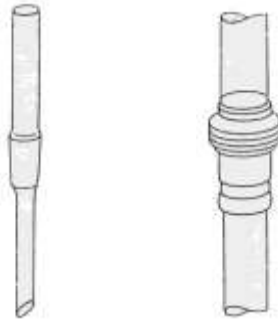
Beberapa keuntungan alat kaca sambungan-asah adalah sebagai berikut:

1. Karena tidak digunakan sumbat atau sambungan gabus, karet, atau plastik, pencemaran atau perubahan warna bahan kimia, seperti akibat gabus yang hancur, karet yang mengembang, atau plastik yang memasuki reaksi, dihindari.
2. Unit-unit dapat dirangkai dan dipisahkan berkali-kali dengan cepat untuk melakukan berbagai pekerjaan. Ini berbeda dari sumbat gabus, misalnya, yang harus dipilih, dibor, atau dipaskan dulu; karena itu, lebih menghemat waktu.
3. Bagian yang pecah segera dapat digantikan oleh duplikatnya yang standar dan sangat sama.
4. Tidak perlu digunakan tabung sempit seperti pada sumbat gabus dan karet, sehingga memungkinkan *full-width tubing*.

2. Peralatan Kaca-Asah

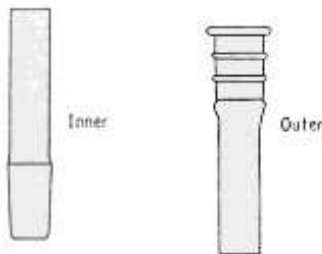
a) Sambungan dan Jepitan (Clamps)

Lihat Gambar 69 sampai 76.



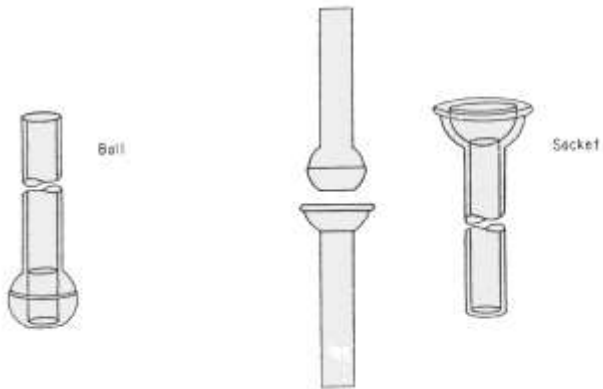
Gambar 69 Sambungan kaca-asah dengan berdekatan.

Gambar 70 Jepitan baja nirkarat untuk *drip tube* yang ditempelkan sambungan kaca-asah hanya pada ujung yang lebih kecil disekrup bersama-sama agar dari zone asah.

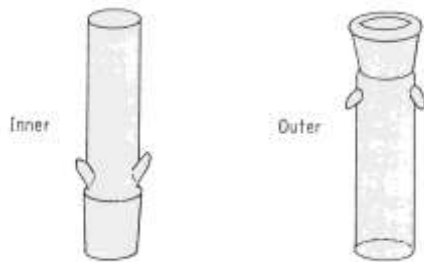


Gambar 71 Sambungan kaca-asah jantan,

Gambar 72 Sambungan kaca-asah betina,



Gambar 73 Sambungan kaca-asah bola-dan-sendi.

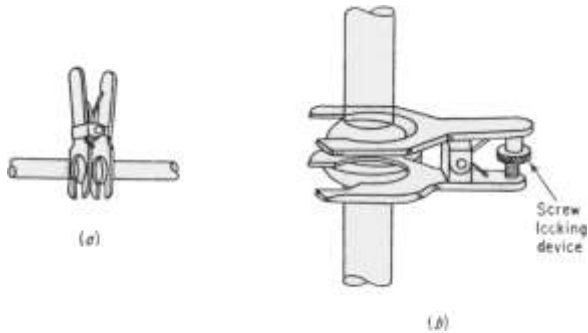


Gambar 74 Sambungan kaca-asah dengan kait-kait.



Gambar 75 Kait tegangan (*tension hooks*) untuk memegang sambungan kaca-asah bersama-

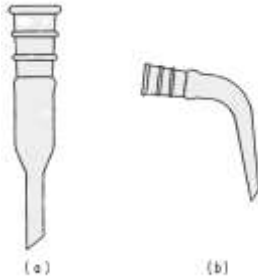
sama dengan kokoh (*tabs*, kait, dan pegas baja nirkarat).



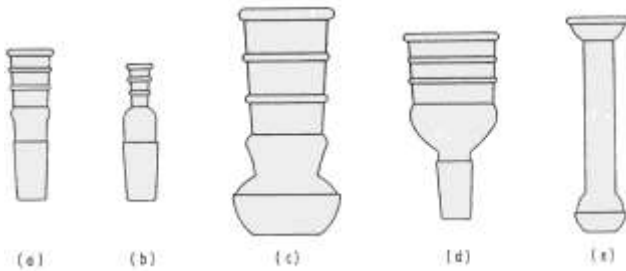
Gambar 76 Jepitan untuk sambungan bola-dan-sendiri. (a) Dirapatkan-oleh-pegas untuk ukuran yang lebih kecil. (b) Alat pengunci-sekrup untuk ukuran yang lebih besar. Angka ukuran menunjukkan diameter (dalam mm) dari bola yang sesuai dengan jepitan itu. (Angka ukuran: 7, 12, 12A, 18, 18A, 28, 35, 40, 50, 65, 75, 100).

b) Komponen

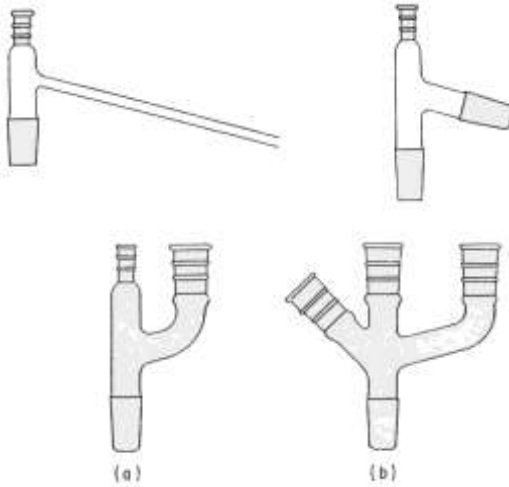
Lihat Gambar 77 sampai 91.



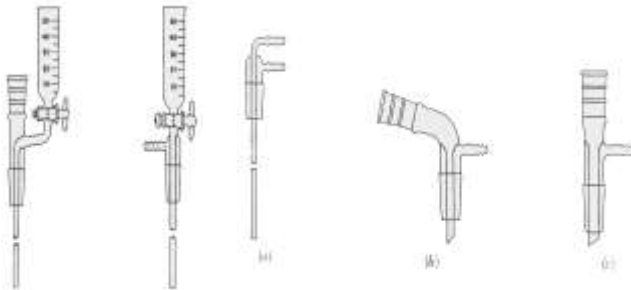
Gambar 77 Penyui *drip*: (a) Lurus. (b) Bersudut.



Gambar 78 Penyui yang khas: (a) Lurus. (b) Mengecil. (c) Gabungan – lurus ke bola. (d) Membesar. (e) Bola-dan-sendi.



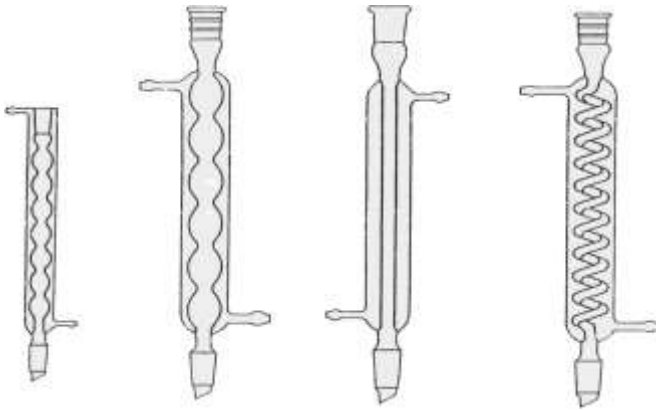
Gambar 79 Penyui dengan kepala untuk
Gambar 80 Penyui paralel. (a) Tiga-jalur
 penyulingan yang sederhana.
 (b) Empat-jalur.



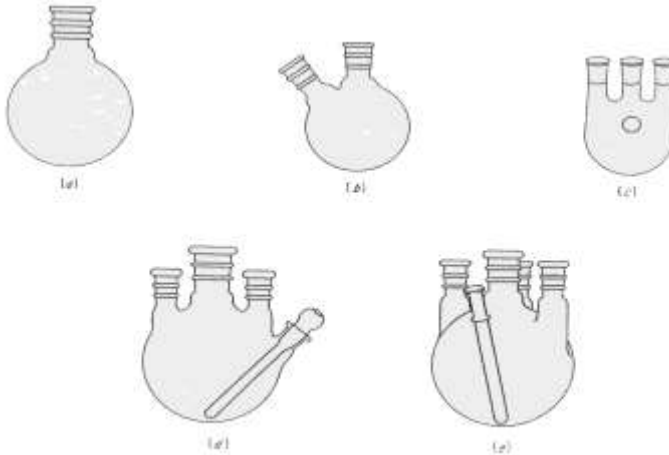
Gambar 81 Penyui dengan tabung
Gambar 82 (a) Penyui tabung-*inlet*-gas. pengisian yang
 berskala. (b) Penyui sambungan-vakum bersudut. (c)
 Penyui sambungan-vakum lurus.



Gambar 83 Kolom kromatografik kosong.



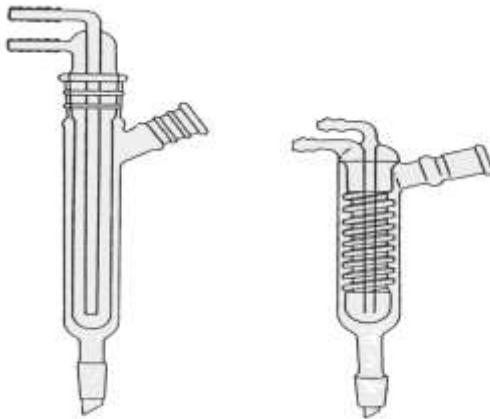
Gambar 84 Berbagai desain kondensor.



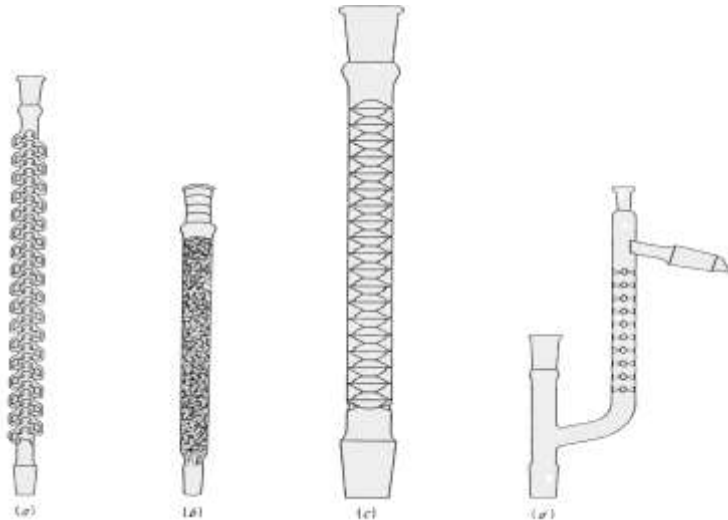
Gambar 85 Labu reaksi berdasar-bulat dengan mulut yang berbeda-beda. (a) Leher-tunggal standar. (b) Leher-dua bersudut. (c) Leher-tiga sejajar. (d) Leher-tiga dan sumur termometer. (e) Leher-empat dan sumur termometer.



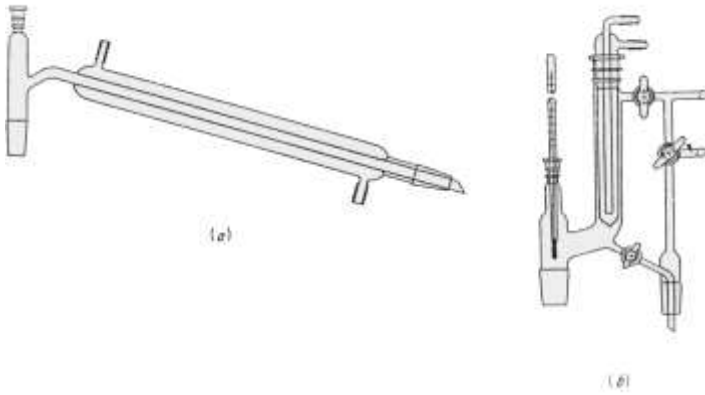
Gambar 86 Labu reaksi dengan tekukan (*indentation*) untuk meningkatkan turbulensi saat mencampurkan larutan.



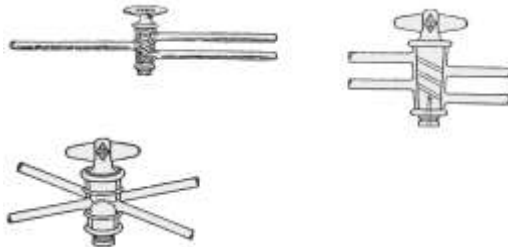
Gambar 87 Kondensor refluks terdapat dalam berbagai desain. Ini merupakan dua yang paling umum.



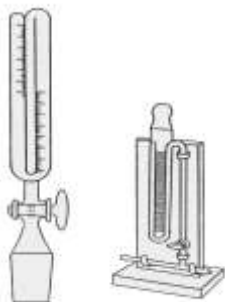
Gambar 88 Kolom penyulingan-bertingkat dengan penyulingan biasa atau vakum. (a) *Bubble cap*. (b) Spons kawat baja nirkarat. (c) Pengemasan layar Stedman. (d) Vigreux atau Claisen.



Gambar 89 Kepala untuk penyulingan. (a) Jenis Liebig atmosferik. (b) Jenis vakum atau atmosferik dengan banyak cerat yang memungkinkan isi distilat pada penerima dipindahkan tanpa menghentikan vakum. Nisbah refluks diatur oleh cerat itu.



Gambar 90 Cerat. (a) Tiga-jalur; memungkinkan cairan untuk disalurkan sesuai keinginan atau sama sekali dihentikan alirannya. (b) *Oblique-bore* empat-jalur dengan lubang udara ke dasar *plug*. (c) *V-bore* empat-jalur.



Gambar 91 Meteran vakum jenis-manometer yang digunakan untuk menunjukkan tekanan dalam suatu sistem tertutup.

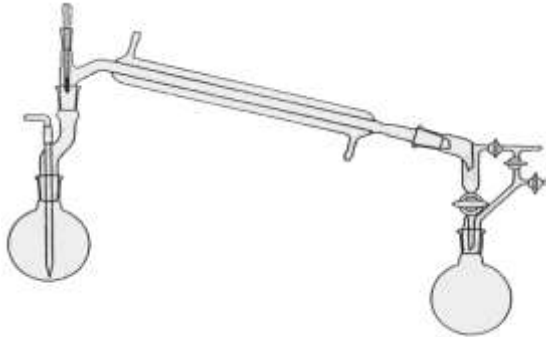
c) Rangkaian

Lihat Gambar 92 sampai 94.

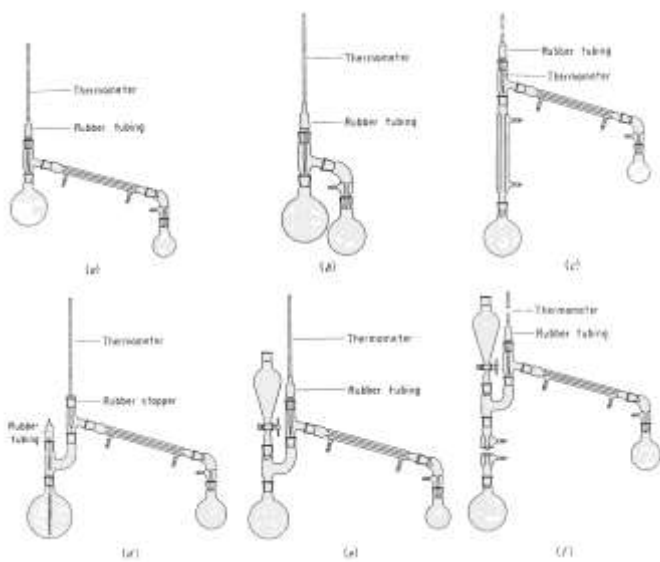


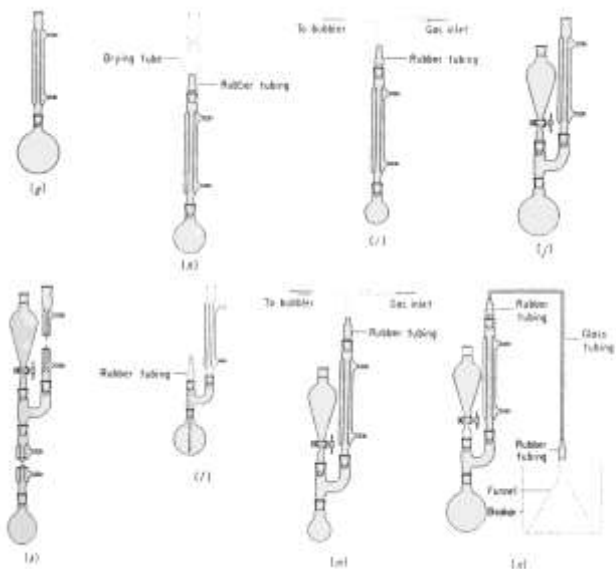
Gambar 92 Radas reaksi refluks dengan pengaduk, tabung *inlet-gas*,

termometer, dan corong untuk penambahan.



Gambar 93 Radas penyulingan sederhana untuk digunakan pada tekanan udara atau vakum. Distilat dapat dipisahkan menjadi fraksi-fraksi tanpa mengganggu penyulingan vakum.





Gambar 94 Saran “*how to*” untuk menggunakan rangkaian sambungan-kaca-asah: (a) Penyulingan sederhana, tekanan udara atau vakum. (b) Penyulingan padatan atau cairan yang kental atau bertitik didih-tinggi. (c) Penyulingan bertingkat, tekanan udara atau vakum (kolom sebaiknya dikemas dengan spons baja nirkarat). (d) Penyulingan uap, atau penyulingan vakum dengan *bubbler* kapiler gas. (e) Pemekatan pelarut atau ekstrak, tekanan udara atau vakum. (f) Pemekatan pelarut atau ekstrak, dengan penyulingan bertingkat, tekanan udara atau vakum (kolom sebaiknya dikemas dengan

spons baja nirkarat). (g) Refluks sederhana. (h) Refluks sederhana, udara kering. (i) Refluks, atmosfer lembam. (j) Penambahan dan refluks untuk cairan bertitik didih tinggi. (k) Penambahan dan refluks untuk cairan bertitik didih rendah. (l) *Inlet* dan refluks gas. (m) Penambahan dan refluks, atmosfer lembam. (n) Penambahan dan refluks dengan pemerangkapan gas yang dilepaskan. Saran untuk keamanan: (1) Ingatlah untuk memeriksa kembali rangkaian, terutama ketika menggunakan sistem tertutup. (2) Sediakan ventilasi yang memadai, khususnya ketika bekerja dengan pelarut atau bahan yang dapat menghasilkan uap toksik. (3) Pada umumnya, bahan yang digunakan mudah terbakar dan harus ditangani dengan hati-hati. (4) Dalam menangani alat kaca, ikuti petunjuk keamanan yang diberikan. (5) Pelajari lokasi peralatan keselamatan dan terbiasalah untuk menggunakannya dalam keadaan darurat.

3. Perawatan Permukaan Kaca-Asah

a) Pelumasan

Meskipun sambungan kaca-asah biasanya terhubung dengan baik tanpa penggunaan pelumas, umumnya disarankan untuk melumasi sambungan

agar tidak saling menempel dan karena itu, mencegah pecah. Pada beberapa kondisi reaksi, mungkin tidak perlu digunakan pelumas, tetapi pada sebagian besar kondisi, pelumas sebaiknya digunakan. Pelumasan memudahkan pemisahan alat bersambungan-asah dan mencegah kebocoran. Sambungan kaca-asah harus dijaga tetap bersih dan harus dibersihkan sebelum pelumasan. Debu, kotoran, dan bahan partikulat dapat menggores permukaan dan menyebabkan kebocoran.

Pemilihan pelumas. Pelumas harus tahan terhadap suhu tinggi, vakum tinggi, dan reaksi kimia. Pemilihan pelumas bergantung pada kondisi kerja yang digunakan. Beberapa pelumas yang dapat digunakan antara lain

1. *Pelumas silikon* untuk suhu tinggi dan vakum tinggi. Ia mudah larut dalam pelarut berklorin.
2. *Gliserin* untuk refluks atau ekstraksi dalam waktu lama. Bahan pelumas ini larut dalam air, tetapi tidak larut dalam bahan organik.

3. *Pelumas hidrokarbon* untuk penggunaan yang umum di laboratorium. Ia dapat larut dalam sebagian besar pelarut organik di laboratorium.

Melumasi Sambungan Kaca-Asah:

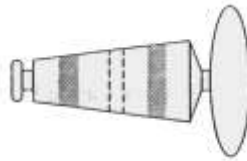
1. Lumasi *hanya* bagian atas dari sambungan sebelah dalam dengan sedikit pelumas.
2. Hindari melumasi bagian apapun dari sambungan yang dapat bersentuhan dengan uap atau cairan dan menyebabkan pencemaran oleh pelumas.
3. Pemilihan pelumas bergantung pada bahan yang digunakan dalam alat kaca, dan pengaruh yang dimiliki oleh kondisi reaksi dan bahan tersebut pada pelumas.
4. Sambungan yang dilumasi dengan baik tampak jernih, tanpa saluran-saluran kecil yang sempit (*striations*).
5. Pelumasan diperlukan ketika sambungan harus kedap-udara dan jika alat kaca berisi larutan yang sangat basa.

Melumasi Cerat. Cerat harus dilumasi dengan baik dengan pelumas cerat yang cocok. Pelumas yang terlalu banyak dapat menyumbat lubang atau ujung buret.

Perhatian: Gunakan pelumas cerat yang dianjurkan. Pelumas silikon tidak boleh digunakan. Permukaan asah *harus bersih*.

Prosedur:

1. Sebarkan 2 pita-melingkar pelumas mengelilingi cerat (Gambar 95).



Gambar 95 Melumasi cerat.

2. Masukkan cerat ke dalam buret dan putar beberapa kali. Pelumas akan menyebar dan sambungan akan betul-betul transparan.

4. Penyimpanan Alat Kaca

a) Dalam Laci

Alat kaca dapat disimpan dalam laci luncur. Untuk mencegah pecahnya kaca, perhatikanlah hal-hal berikut:

1. Jika banyak benda kaca dengan aneka bentuk (*shapes* dan *forms*) terkumpul dalam laci luncur, pecah mungkin terjadi.
2. Jika laci terlalu pendek, alat kaca dapat pecah ketika laci ditutup.
3. Jika laci macet, hentakan seketika dapat menyebabkan benda-benda kaca berbenturan satu sama lain dengan kerasnya.
4. Labu bulat, *bulb*, dsb., dapat bergulir di dalam laci. Mereka sebaiknya dibungkus dengan bantalan dan diamankan dengan bahan pengisi.
5. Berhati-hatilah ketika memindahkan atau menempatkan benda kaca dari atau ke dalam laci.

b) Di Atas Rak dan di Dalam Kabinet

Ketika menyimpan alat kaca di atas rak dan di dalam kabinet

1. Harus terdapat ruang yang cukup.

2. Tidak ada bagian dari benda yang boleh menyembul melebihi tepi rak.
3. Barang-barang harus ditempatkan sedemikian rupa agar tidak menggelinding keluar atau bergulir mengenai barang yang lain.
4. Labu berdasar-bulat sebaiknya didudukkan pada cincin gabus.
5. Barang-barang yang berat, besar, atau tidak praktis sebaiknya disimpan pada tingkat dasar.

c) Penyiapan untuk Penyimpanan Jangka-Panjang

Jika alat kaca laboratorium tidak akan digunakan untuk jangka waktu yang lama, lepaskan cerat buret, sambungan kaca-asah, dan sumbat labu untuk menghindari pelekatan. Bersihkan pelumas dari sambungan. Longgarkan sedikit tutup dan cerat Teflon[®] untuk memperpanjang umur bahan *sealant*.

Agar mudah disimpan dan digunakan kembali, sisipkan secarik kertas tipis di antara permukaan-permukaan kaca-asah. Jika tidak, sambungan asah

dapat saling menempel dan mungkin sangat sulit dipisahkan.

5. Merangkai Alat Kaca Sambungan-Asah

1. Rencanakan rangkaian Anda sedemikian rupa sehingga tempat kerja Anda tidak berantakan, dan semua komponen mudah diakses.
2. Gunakan sesedikit mungkin jepitan untuk menyangga radas dengan kokoh.
 - (a) Ketelitian sambungan kaca-asah memberi sedikit kelonggaran untuk ketidaksejajaran.
 - (b) Sambungan itu sendiri memberikan daya sangga dan ketegaran (*rigidity*) mekanis.
3. Sangga semua labu dengan cincin (Gambar 96) untuk kestabilan, sekalipun jepitan dapat menyangga leher labu itu.



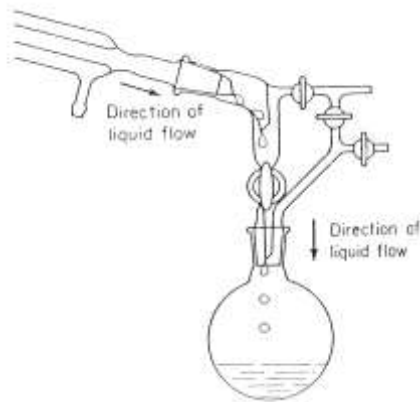
Gambar 96 Cincin penyangga; gunakan dengan penahan jepitan yang cocok untuk menopang bejana berdasar-bulat,

corong, dan radas lainnya pada dudukan atau bingkai penyangga. Tersedia dalam berbagai ukuran dan panjang batang.

4. *Selalu* rangkai radas dari bawah ke atas.

Catatan:

Rangkai alat kaca sedemikian rupa sehingga setiap aliran cairan selalu melalui sambungan sebelah dalam (jantan). Ia tidak boleh mengalir ke dalam sambungan (Gambar 97). Peringatan-dini ini menjaga permukaan sambungan tetap bebas dari cairan dan mencegah kemungkinan pencemaran oleh pelumas.

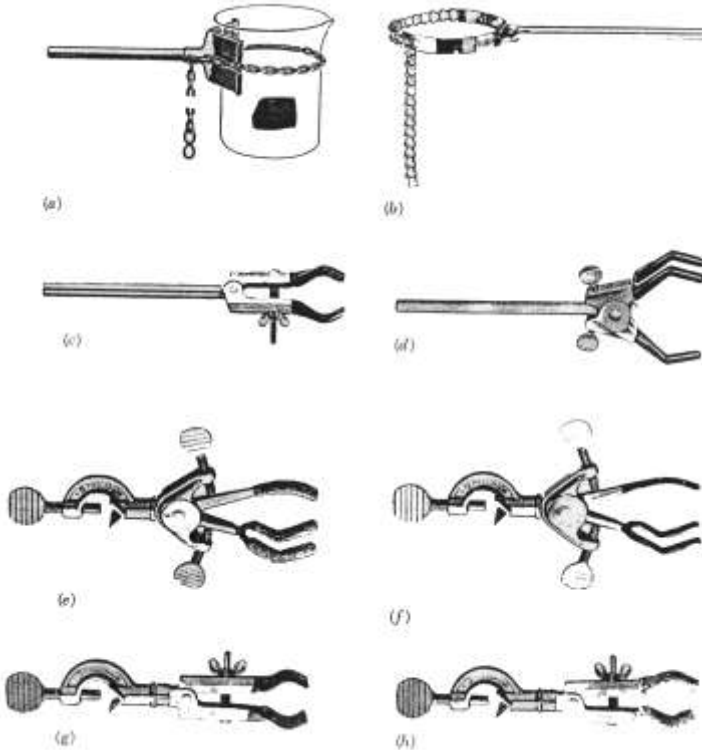


Gambar 97 Arah aliran cairan dalam rangkaian dengan sambungan yang dihubungkan dengan ujung *drip*.

- (a) Pasang semua jepitan secara longgar pada awalnya, kecuali jepitan yang di bawah. *Gunakan jepitan yang tepat dengan ukuran yang sesuai* (Gambar 98 dan 99).
- (b) Berangsur-angsur kencangkan jepitan-jepitan tersebut ketika radas menuju rangkaian utuh, untuk mengakomodasi radas itu.
- (c) *Pastikan penjajarannya tepat*, lalu akhirnya kencangkan semua jepitan.
Perhatian: Selalu gunakan dudukan cincin yang stabil, yang *tidak goyang*, atau gunakan sebuah jejaring bingkai yang kaku sebagai penyangga. (Lihat Gambar 100.)
- (d) Jangan meletakkan radas Anda membentuk suatu sudut. Amalan laboratorium profesional menuntut agar benda yang diposisikan vertikal betul-betul tepat vertikal.
- (e) *Jangan pernah memaksakan penjajaran radas kaca-asah*. Hal ini menyebabkan pecah, kebocoran, dan fungsi yang tidak semestinya dari radas itu.

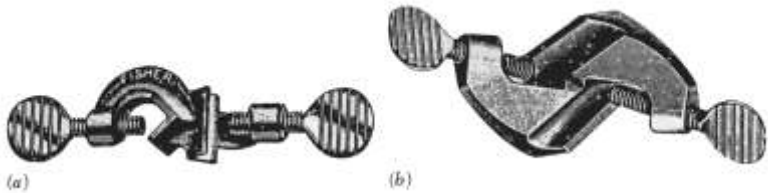
a) Keselamatan

1. *Selalu periksa kembali sistem Anda, terutama ketika Anda bekerja pada tekanan yang rendah atau dengan bahan yang amat sangat berbahaya.*



Gambar 98 Jepitan. (a) Jepitan gelas piala; ukuran rantai dapat disetel dengan tegangan pegas. (b) Jepitan jenis-sekrup dengan tegangan yang dapat disesuaikan. (c) Jepitan utilitas dengan

pegangan yang panjang. (d) Jepitan tiga gigi, dua-rahang, berlapis-vinil dengan pegangan yang panjang untuk memegang peralatan. (e) Jepitan tiga-gigi, dua-rahang, berlapis-asbes. (f) Jepitan tiga-gigi, dua-rahang, berlapis-vinil. (g) Jepitan berposisi-tetap dengan rahang berlapis-vinil. (h) Jepitan utilitas berposisi-tetap dengan rahang berlapis-asbes.



Gambar 99 Penahan jepitan melabuhkan batang ke batang yang lain dengan aman, menopang rangkaian, dan menahan jepitan untuk menopang rangkaian. Tersedia dalam arah sejajar (a) atau tegak-lurus (b).

2. *Selalu periksa sistem ventilasi Anda, terutama ketika Anda bekerja dengan gas beracun. Gunakan lemari asam jika perlu.*
3. *Jangan pernah menggunakan alat kaca yang retak atau pecah. Anda dapat kehilangan bahan*

Anda atau mungkin Anda terluka karena terkena bahan itu.



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Gambar 100 Penyangga. (a) Dasar penyangga yang bulat, diletakkan pada permukaan-daerah-kerja,

untuk menopang wadah berdasar-bulat; tersedia dalam suatu rentang ukuran. (b) Bingkai lentur yang dapat dirangkai dari batang-batang yang beragam panjangnya untuk memenuhi syarat sebagai penyangga radas. Memberikan dasar yang tunak tanpa menggunakan banyak dudukan penyangga. (c) Jepitan batang bersudut siku-siku. (d) Dasar penyangga batang-tunggal persegi panjang. Cukup kokoh pada tempat yang datar. (e, f) Kaki tiga memberikan penyangga yang kokoh bagi radas; mungkin memiliki dua batang vertikal. (g) Lempengan penyangga yang dijepitkan pada dasar penyangga atau bingkai penyangga dengan jepitan yang sesuai digunakan untuk menahan wadah berdasar-datar.

6. Bahan Baku Alat Kaca

Kaca bukanlah padatan kristalin sejati. Ia tidak memiliki titik leleh yang tajam dan dapat dibedakan. Ia lebih menyerupai suatu larutan padat atau cairan yang luar biasa kental, yang berangsur-angsur melunak ketika dipanaskan. Sifat kaca inilah yang membuat pengolahan-kaca mungkin dilakukan.

Alat kaca dari kapur-soda yang lunak tidak tahan-panas sebab titik lelehnya rendah (600–800 °C) dan

memiliki koefisien pemuaian yang besar. Jika dikenai perubahan suhu yang ekstrem secara mendadak, alat ini akan pecah atau retak. Namun, ia dapat digunakan dengan memuaskan untuk peralatan seperti labu volumetrik untuk menyimpan larutan, batang pengaduk, radas pengangkut-cairan dan -gas, serta wadah untuk reaksi dan pencampuran pada suhu-normal. Ia tidak dapat dipanaskan dengan nyala api terbuka atau dengan pemanas listrik. Ia dapat dikerjakan dengan pembakar Bunsen atau Tirrill dan diserang oleh basa.

Alat kaca laboratorium dari borosilikat yang keras, meleleh pada suhu tinggi (750–1100 °C), dan tahan-panas (misalnya, kaca merek Pyrex) harus digunakan kapanpun perubahan suhu secara mendadak dapat terjadi, misalnya untuk gelas piala yang mungkin didinginkan seketika, labu reaksi, serta kolom dan kondensor penyulingan. Ia harus digunakan setiap kali alat kaca dikenai nyala api langsung atau elemen pemanasan listrik. Ia dapat dikerjakan hanya dengan obor oksigen dan tahan terhadap serangan oleh basa. Lihat Tabel 16 untuk sifat-sifat kaca. Ketika memilih alat kaca, pilih jenis yang sesuai dengan kebutuhan Anda.

Tabel 16 Sifat-sifat kaca

Sifat	Jenis kaca	
	Pyrex ^a	Kimble Flint ^b
Koefisien pemuaian (0–300 °C)	$3,25 \times 10^{-8}/^{\circ}\text{C}$	$9,3 \times 10^{-8}/^{\circ}\text{C}$
Titik pelunakan (<i>softening</i>)	820 °C	700 °C
Titik pengerasan (<i>annealing</i>)	565 °C	526 °C
Titik regangan (<i>strain</i>)	515 °C	486 °C
Rapatan	2,23 g/cm ³	2,53 g/cm ³
Indeks bias	1,474 ^c	1,52

^a Corning 7740 Glass (Pyrex) ialah kaca borosilikat dengan kadar-basa-rendah yang bebas dari unsur-unsur kelompok magnesium-kapur-zink, logam berat, arsenik, dan antimoni. Ia memiliki keawetan kimia yang luar biasa. Kelarutan dapat diabaikan pada sebagian besar kondisi.

^b Kaca Kimble Standard Flint (R-6) ialah kaca kapur-soda superior yang dikembangkan terutama untuk bejana yang akan digunakan pada atau di dekat suhu ruang. Pada daerah suhu ini, reaksi dapat diabaikan antara kaca dan cairan yang dikandungnya.

^c Garis-D natrium.

7. Menangani Sumbat dan Cerat

a) Melonggarkan Sumbat dan Cerat yang ‘Macet’

Alat kaca dan botol pereaksi di laboratorium memiliki sambungan kaca-ke-kaca yang kadang-kadang ‘macet’. Untuk melonggarkan cerat, sumbat, atau sambungan kaca-ke-kaca apapun yang ‘macet’, Anda dapat menggunakan teknik-teknik berikut.

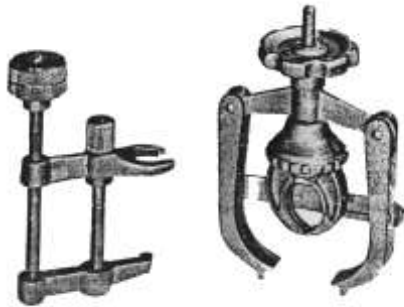
Perhatian: Ingatlah, *kaca itu rapuh*, dan akan pecah oleh hentakan termal atau mekanis yang hebat. *Berhati-hatilah dan tangani dengan lembut.* Jangan memberikan gaya yang terlalu kuat atau perlakuan yang kasar.

1. *Pengetukan perlahan-lahan.* Ketuk perlahan-lahan cerat atau sumbat yang macet dengan gagang *kayu* dari spatula. Ketuk sedemikian rupa sehingga arah gaya akan menyebabkan sumbat terlepas. Jika Anda mengetuk *terlalu keras*, sumbat akan pecah. Ketika mengetuk, pegang bendanya dengan tangan kiri dan ketuk perlahan dengan gagang kayu dari spatula yang

dipegang di tangan kanan. (Lakukan sebaliknya jika Anda kidal.) Selalu bekerja langsung di atas permukaan meja yang dilapisi oleh bahan berbantalan halus untuk mencegah pecahnya sumbat yang jatuh.

2. *Pemanasan.* Coba rendam sambungan yang macet dalam air panas. Jika tidak berhasil, hangatkan *housing* cerat atau *housing* sumbat dengan lembut dalam nyala api yang berasap (*smoky flame*) dari suatu pembakar-gas seperti pembakar Bunsen. Panas menyebabkan *housing* memuai. Putar secara konstan agar pemanasan merata. Ketika panas, ketuk perlahan dengan gagang spatula. Ulangi beberapa kali, agar *housing* memuai dan berkontraksi untuk melepaskan tutup yang macet.
3. *Perendaman.* Rendam rangkaian yang macet dalam gliserin encer yang panas dan air atau pelarut berklorin (CCl_4) dan gemuk.
4. *Jepitan pemisah-cerat.* Pasangkan jepitan ini (Gambar 101) pada cerat dan *housing* yang

macet dan putar *perlahan-lahan*; *the knurled nut* memberikan tekanan untuk memisahkan komponen-komponen itu.



Gambar 101 Jepitan untuk melepaskan cerat dan sumbat yang macet.

Perhatian: Berhati-hatilah dan gunakan jepitan pemisah-cerat dengan prosedur 1–3 atau kombinasinya.

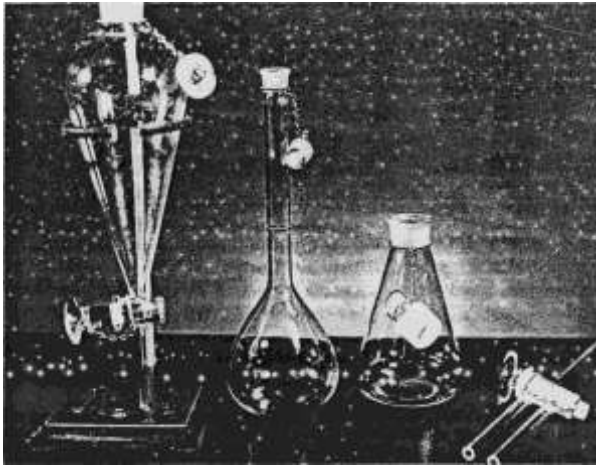
5. *Metode air soda.* Sambungan kaca-asah yang macet kadang-kadang dibebaskan dengan merendamnya dalam wadah air soda yang baru dibuka. Penetrasi cairan tampak dari terlihatnya cairan berwarna di antara sambungan-sambungan itu. Biarkan terendam cukup lama agar terjadi penetrasi maksimum. Kemudian

keluarkan, bilas kuat dengan air keran, dan keringkan – biarkan permukaan dalamnya basah. Hangatkan dengan lembut sambungan sebelah luar di atas nyala Bunsen yang berasap sambil terus-menerus diputar. Setelah timbunan karbon melapisi seluruh sambungan luar, keluarkan dari nyala api dan cobalah memutar komponen agar memisah (gunakan sarung tangan asbes untuk perlindungan terhadap kaca yang panas). *Jangan memaksakan*. Ulangi jika perlu.

Perhatian: Jangan pernah menyimpan pereaksi basa dalam buret, botol, dan labu yang bertutup-kaca-asah. Tutup kaca-asah atau cerat dapat menempel.

b) Peranti Pengaman-Cerat

Jika cerat hilang, pecah, atau hancur berkeping-keping, alat kaca mungkin tidak dapat digunakan lagi. Untuk menghindari kecelakaan seperti itu, selalu amankan cerat bersama dengan piranti pengaman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 102.



Gambar 102 Peranti untuk mengamankan tutup kaca dan sumbat.

L. Ekstraksi Zat Terlarut Menggunakan Pelarut Tak-Saling-Campur

1. Prinsip

Suatu zat terlarut mungkin dapat larut dalam banyak pelarut yang tidak saling bercampur (*immiscible*). Ketika larutan dari zat terlarut itu dalam salah satu dari dua pelarut yang tak-saling-campur dikocok kuat dengan pelarut yang lain, zat terlarut akan terbagi di antara kedua pelarut itu dengan cara sedemikian rupa sehingga nisbah

konsentrasi (dalam mol per liter) zat terlarut konstan. Nisbah ini disebut *koefisien distribusi*, dan nilainya tidak bergantung pada volume kedua pelarut dan konsentrasi total zat terlarut.

Jenis ekstraksi ini memindahkan suatu zat terlarut dari satu pelarut ke pelarut yang lain. Teknik ini dapat digunakan untuk memisahkan produk reaksi dari reaktan dan untuk memisahkan zat yang diinginkan dari zat-zat yang lain dalam larutan. Corong pisah digunakan untuk keperluan ini. *Pelarut-pelarut tak-saling-campur*, yaitu yang tidak dapat bercampur satu sama lain untuk mencapai kehomogenan dan akan saling memisahkan diri menjadi fase-fase terpisah, *harus digunakan*. *Pelarut saling-campur* (miscible), yakni yang dapat dicampurkan dalam segala nisbah tanpa memisah menjadi dua fase, *tidak dapat digunakan*.

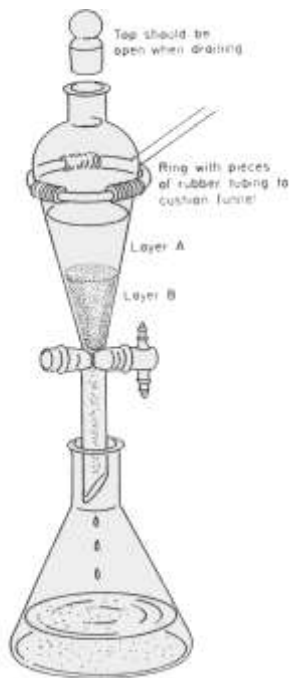
Catatan: Ekstraksi beberapa kali dengan porsi-porsi pelarut ekstraksi yang lebih sedikit lebih efektif ketimbang satu kali ekstraksi dengan volume yang besar.

Pilihan pelarut ekstraksi menentukan apakah zat terlarut tetap di dalam corong pisah atau terbawa di dalam

pelarut yang dikeluarkan. *Pelarut yang memiliki rapatan lebih besar akan berada di lapisan bawah.* Karena itu, pelarut ekstraksi yang kurang rapat tetap di dalam corong pisah, dan yang lebih rapat ditarik keluar.

2. Prosedur yang Menggunakan Pelarut Ekstraksi dengan Rapatan yang Lebih Tinggi

Gunakan corong pisah dengan dudukan cincin atau penyangga lainnya. (Lihat Gambar 103.)



Gambar 103 Prosedur ekstraksi yang memisahkan cairan-cairan tak-saling-campur dengan bantuan corong pisah.

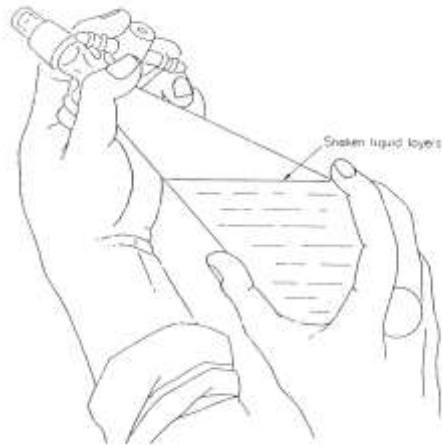
1. Gunakan corong pisah yang bersih; lumasi cerat (*barrel* dan *plug*)-nya dengan pelumas yang sesuai. (Rujuklah prosedur pelumasan cerat pada bab *Alat-alat Kaca di Laboratorium*)
2. Tuangkan larutan yang akan diekstraksi ke dalam corong, yang harus cukup besar untuk menampung sekurang-kurangnya dua kali volume total larutan dan pelarut ekstraksi.
3. Tuangkan pelarut ekstraksi, lalu corong ditutup.
4. Kocok corong *dengan lembut*.
5. Balikkan corong dan buka ceratnya perlahan-lahan untuk melepaskan tekanan yang terbentuk.
6. Tutuplah cerat sementara corong masih terbalik, dan kocok kembali.
7. Ulangi tahap 5 dan 6.
8. Tempatkan corong dalam suatu penyangga dudukan-cincin dan biarkan kedua lapisan cairan memisah. Lepaskan tutup corong.

9. Buka cerat perlahan-lahan dan keluarkan lapisan bawah.
10. Ulangi pekerjaan, diawali dari tahap 3, dengan pelarut ekstraksi yang baru, sesering yang diinginkan.
11. Gabungkan lapisan-lapisan bawah yang telah dikeluarkan.

3. Perhatian dan Teknik

1. Corong pisah sangat mudah pecah dan mahal (terutama jika berskala). Jika akan disangga pada suatuudukan cincin besi, lapis cincin itu dengan bantalan dari tabung karet yang dipotong membujur. Hal ini mencegah pecahnya corong akibat menyenggol cincin atau penyangga cincin ketika dikeluarkan atau dimasukkan.
2. Selalu pastikan bahwa cerat ada dalam posisi tertutup ketika corong dikembalikan ke posisi vertikal yang normal dan bahwa ia didudukan dengan aman, tidak mengambang dengan longgar.
3. Jagalah agar tutup selalu didudukan dengan aman pada corong. Ketika corong dikocok dengan kuat untuk mencampurkan kedua pelarut yang tak-saling

campur, tekanan di dalam corong meningkat akibat pengaruh saling menambahkan dari tekanan uap parsial masing-masing. Jika digunakan NaHCO_3 dan terdapat asam, tekanan juga dapat ditingkatkan oleh pelepasan gas CO_2 yang dihasilkan. Tekanan yang tinggi ini diturunkan ke tekanan udara dengan memegang corong dalam posisi terbalik dengan dua tangan; tangan yang satu menahan tutup dengan aman, dan tangan yang lain membuka cerat (Gambar 104). Prosedur pelepasan udara ini diulangi sebanyak yang diperlukan, sampai tidak ada lagi pembentukan tekanan yang terdeteksi. Keadaan ini ditandai oleh hilangnya bunyi “*whoosh*” dari uap yang meloloskan diri.



Gambar 104 Bagaimana memegang, menggoyang, dan mengalirkan udara dari sebuah corong pisah.

4. Kelumit bahan taklarut sering terkumpul pada antarmuka dari dua cairan yang taklarut. Sangat sulit untuk memisahkan lapisan-lapisan yang ada tanpa membawa serta sejumlah bahan ini. Namun, ia mudah disingkirkan dengan penyaringan setelah selesainya ekstraksi, atau bahkan pada tahapan selanjutnya, sambil mencuci atau mengeringkan ekstrak.

4. Prosedur Ekstraksi di Laboratorium

Prosedur ekstraksi digunakan untuk memisahkan, memurnikan, dan menganalisis zat; tiga metode utama diberikan di bawah ini.

a) Menggunakan Air

Air merupakan pelarut polar, dan zat-zat yang polar larut di dalamnya, misalnya garam-garam anorganik, garam dari asam-asam organik, asam dan basa kuat, senyawa berbobot molekul rendah, asam karboksilat, alkohol, senyawa polihidroksi, dan amina. Air akan mengekstraksi senyawa-senyawa ini dari pelarut organik tak-saling-campur apapun yang mengandung mereka.

b) Menggunakan Larutan Asam Berair Encer

Asam klorida encer (HCl 5–10%) akan mengekstraksi zat-zat basa seperti amina organik, senyawa heterosiklik bernitrogen, alkaloid, dsb. Senyawa basa ini diubah menjadi garam hidrokloridanya, yang larut dalam larutan berair dan karena itu, terekstraksi dari pelarut organik yang tak-saling-campur. Setelah ekstraksi dengan asam diselesaikan, pelarut organik diekstraksi dengan air

untuk menghilangkan asam apapun yang mungkin tersisa di dalam pelarut organik.

c) Menggunakan Larutan Basa Berair Encer

NaOH encer atau NaHCO_3 5% akan mengekstraksi zat terlarut yang asam dari suatu pelarut organik yang tak-saling-campur dengan mengubah zat terlarut tersebut menjadi garam natrium-nya, yang larut dalam air. Setelah ekstraksi dengan basa diselesaikan, pelarut organik diekstraksi dengan air untuk menyingkirkan basa apapun yang mungkin tertinggal dalam pelarut organik.

d) Ekstraksi Selektif

Prosedur ekstraksi dapat digunakan untuk memisahkan fenol dari asam karboksilat karena, meskipun fenol asam, asam karboksilat sekitar 10^5 kali lebih asam daripada fenol. Fenol tidak diubah menjadi garamnya oleh NaHCO_3 , sedangkan asam karboksilat diubah. Karena itu, ekstraksi dengan larutan NaHCO_3 akan mengekstraksi asam karboksilat sebagai garam. Ekstraksi dengan NaOH akan mengubah fenol maupun asam karboksilat menjadi

garam natriumnya, dan NaOH akan mengekstraksi keduanya ke dalam fase berair. NaOH merupakan basa yang cukup kuat untuk mendeprotonasikan fenol, sedangkan NaHCO₃ terlalu lemah.

5. Pertimbangan dalam Memilih Pelarut

- (a) Suatu zat cenderung melarutkan zat yang sejenis.
- (b) Pelarut organik cenderung melarutkan zat terlarut organik (lihat Tabel 17).

Tabel 17 Pelarut organik yang umum.

Lebih ringan dari air	Lebih berat dari air
Dietil eter	Kloroform
Benzena	Etilena diklorida
Eter minyak bumi	Metilena klorida
Ligroin	Tetraklorometana
Heksana	

- (a) Air cenderung melarutkan senyawa anorganik serta garam dari asam dan basa organik.
- (b) Asam-asam organik, yang larut dalam pelarut organik, dapat diekstraksi ke dalam larutan air dengan menggunakan basa (NaOH, Na₂CO₃, atau NaHCO₃).

Lihat Tabel 18 untuk informasi mengenai berbagai pelarut.

Tabel 18 Sifat-sifat berbagai pelarut yang digunakan untuk ekstraksi larutan berair.

Senyawa	Sifat-sifat
Dietil eter	Umumnya pelarut yang baik; menyerap 1,5% air; memiliki kecenderungan yang kuat untuk membentuk peroksida.
Metilena klorida Eter minyak bumi (pentana, heksana, dsb.)	Dapat membentuk emulsi; mudah dikeringkan. Mudah dikeringkan; pelarut yang buruk untuk senyawa polar.
Benzena Etil asetat	Cenderung membentuk emulsi. Baik untuk senyawa polar; menyerap sejumlah besar air.
2-Butanol	Baik untuk senyawa yang sangat polar; mudah mengering.
Tetraklorometana	Baik untuk senyawa nonpolar; mudah dikeringkan.
Kloroform	Mudah dikeringkan; cenderung membentuk emulsi.
Diisopropil eter	Cenderung membentuk peroksida.

a) Dietil Eter

Dietil eter ialah pelarut organik yang lazim digunakan karena

1. Mudah disingkirkan dari zat terlarut karena sangat atsiri.
2. Murah.
3. Merupakan pelarut yang daya larutnya luar biasa tinggi.

Namun, pelarut ini memiliki kekurangan seperti

1. Bahaya kebakaran.
2. Toksik.

3. Sangat larut dalam air.
4. Kemampuan untuk dipulihkan kembali yang buruk, karena keatsiriannya yang tinggi.
5. Bahaya ledakan karena terbentuknya peroksida.

6. Peroksida dalam Eter

Keamanan dalam menggunakan dietil eter dapat ditingkatkan dengan mendeteksi dan menghilangkan setiap peroksida yang terbentuk.

a) Deteksi Peroksida dalam Eter

Eter cenderung membentuk peroksida selama disimpan, dan peroksida ini dapat menyebabkan ledakan yang hebat dan menghancurkan. *Selalu* uji keberadaan peroksida dalam eter sebelum menyuling mereka, baik saat memekatkan larutan atau memurnikan eter. Salah satu yang mana saja dari tiga uji berikut ini dapat digunakan:

Uji 1. Ferotiosianat yang tidak berwarna berubah menjadi feritiosianat yang merah.

1. Siapkan pereaksi.

(a) Larutkan 9 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ dalam 50 mL HCl 18%.

- (b) Tambahkan sedikit zink granular.
 - (c) Tambahkan 5 g natrium tiosianat. Ketika warna merah menghilang, tambahkan lagi 12 g natrium tiosianat.
 - (d) Dekantasi supernatan yang jernih, dari sisa zink, ke dalam botol penyimpanan yang baru.
2. Tambahkan eter yang akan diujikan tetes demi tetes ke dalam pereaksi pada tabung reaksi. Larutan akan menjadi merah jika terdapat peroksida. Uji ini peka sampai 0,001%.

Uji 2. Metode 1: Iodida yang tidak berwarna berubah menjadi iodin yang kuning (cokelat).

1. Siapkan larutan KI berair 10%.
2. Tambahkan 1 mL larutan KI pada contoh eter yang akan diujikan. Biarkan campuran selama 1 menit.
3. Munculnya warna kuning menandakan peroksida.

Metode 2:

1. Siapkan larutan KI 10% dalam asam asetat glasial (100 mg KI/mL).

2. Tambahkan 1 mL cairan yang akan diujikan ke dalam 1 mL larutan.
3. Warna kuning menunjukkan konsentrasi peroksida yang rendah; warna coklat menandai konsentrasi peroksida yang tinggi.

Uji 3.

1. Siapkan suatu larutan uji yang mengandung proporsi zat-zat berikut (larutan 0,1%): 1 mg $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, 1 mL H_2O , dan 1 tetes H_2SO_4 encer.
2. Tambahkan beberapa tetes larutan yang mengandung peroksida pada larutan uji. Terbentuknya warna biru yang menandai keberadaan ion perkromat pada lapisan organik merupakan uji positif bagi peroksida.

b) Penyingkiran Peroksida dari Eter

Terdapat beberapa metode sederhana yang dapat digunakan:

1. Lewatkan eter melalui sebuah kolom yang mengandung alumina teraktivasi.
2. Simpan eter di atas alumina teraktivasi.

Perhatian:

Jangan sampai alumina mengering. Elusi atau cuci alumina dengan FeSO_4 berair 5%.

3. Kocok eter dengan larutan FeSO_4 pekat (100 g FeSO_4 + 42 mL HCl pekat + 85 mL H_2O).

Catatan: Beberapa eter menghasilkan aldehida ketika diperlakukan demikian. Singkirkan mereka dengan pencucian dengan KMnO_4 1%, dilanjutkan dengan ekstraksi dengan NaOH berair 5% untuk menghilangkan asam apapun yang terbentuk; lanjutkan sekali lagi dengan pencucian air.

4. Cuci eter dengan larutan natrium metabisulfit: natrium pirosulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Zat ini bereaksi secara stoikiometrik dengan eter.
5. Cuci eter dengan trietilenatetramina dingin (buat campuran 25% berdasarkan massa eter).
6. Dalam hal eter larut-air, refluks dengan CuCl 0,5% (berdasarkan massa) dan lanjutkan dengan penyulingan eter itu.

7. Pemulihan Zat Terlarut yang Diinginkan dari Pelarut Ekstraksi

Setelah ekstraksi, pelarut ekstraksi dan zat terlarut yang sekarang dikandungnya diproses untuk memulihkan *zat terlarut* yang diinginkan dan, jika mudah dilakukan, untuk memperoleh kembali pelarut ekstraksi tersebut karena alasan ekonomi.

a) Emulsi

Sering kali, ketika larutan berair diekstraksi dengan pelarut organik, atau larutan organik diekstraksi dengan larutan berair, terbentuk emulsi selain kedua fase yang terpisah dan dapat dibedakan. *Emulsi* merupakan suspensi koloidal pelarut organik di dalam pelarut berair atau suspensi pelarut berair di dalam pelarut organik sebagai tetesan-tetesan kecil (*minute droplets*). Keadaan ini terjadi ketika zat terlarut dapat berperan sebagai detergen atau sabun atau ketika terdapat zat terlarut yang kental dan bergom. Emulsi juga dapat terjadi jika corong pisah yang mengandung kedua pelarut itu dikocok dengan luar biasa hebatnya. Begitu terbentuk emulsi,

mungkin diperlukan waktu yang sangat lama sebelum komponen-komponen tersebut memisah.

b) Memecahkan Emulsi

Pembentukan emulsi dapat diminimalkan dengan memutar corong pisah dengan lembut dan bukan mengocoknya dengan hebat; atau corong dapat dibalikkan dengan hati-hati beberapa kali untuk mencapai ekstraksi.

Emulsi yang disebabkan oleh perbedaan rapatan yang terlalu kecil antara lapisan air dan organik dapat dipecahkan dengan penambahan pelarut organik rapatan-tinggi seperti tetraklorometana (karbon tetraklorida). Pentana dapat ditambahkan untuk menurunkan rapatan lapisan organik, jika diinginkan demikian, terutama ketika lapisan berair memiliki rapatan yang tinggi karena garam-garam yang terlarut. Larutan garam NaCl atau Na₂SO₄ jenuh akan meningkatkan rapatan lapisan berair. “*Salting out*” juga membantu memisahkan lapisan-lapisan itu. Dalam ekstraksi sederhana, koefisien distribusi pelarut pengestraksi dapat ditingkatkan dengan penambahan

suatu garam anorganik (NaCl atau Na_2SO_4) yang dapat larut ke dalam lapisan air. Garam larut dalam lapisan air dan menurunkan kelarutan cairan organik di dalamnya. Campuran cairan yang tak-saling-campur dalam corong pisah dapat membentuk *larutan homogen* pada pengocokan dan tidak dapat memisah menjadi dua lapisan yang terpisah dan dapat dibedakan. Kondisi ini dapat disebabkan oleh adanya suatu pelarut *mutual*, seperti alkohol atau dioksana. Dalam hal ini, tambahkan kristal NaCl atau Na_2SO_4 atau sejumlah kecil larutan jenuh dari garam-garam ini, dan kocok kembali. Biasanya, dua lapisan akan mulai memisah.

Salah satu atau beberapa di antara teknik-teknik berikut mungkin juga berguna untuk memecahkan emulsi:

- (1) Tambahkan beberapa tetes penghilang-busa silikon.
- (2) Tambahkan beberapa tetes asam encer (jika diperbolehkan).

- (3) Tariklah suatu aliran udara di atas permukaan dengan sebuah tabung yang dihubungkan dengan pompa air.
- (4) Tempatkan emulsi dalam tabung sentrifus yang cocok dan sentrifugasi sampai emulsinya pecah.
- (5) Saring secara gravitasi atau dengan corong Büchner (menggunakan aspirator atau pompa, untuk vakum yang lebih kuat).
- (6) Tambahkan beberapa tetes larutan detergen.
- (7) Biarkan emulsi selama beberapa waktu.
- (8) Tempatkan emulsi di dalam lemari es.

DAFTAR PUSTAKA

- Buku Pedoman, *Kuliah Kerja Nyata edisi sustainable Tahap II 2017*. LP2M IAIN SMH Banten.
- Arifin, B. 2008. Pengenalan alat laboratorium Dasar. Departemen Kimia IPB. Bogor.
- Brady, J. 1999. General Chemistry, principles & structure. Terjemahan Bina rupa aksara. Jakarta.
- Girindra, A. 1993. Biokimia I. PT gramedia pustaka utama. Jakarta.
- Mikrajudin Abdullah.2016. Fisika Dasar 1.
- Esler,William & Mary K. 1993. Teaching elementary science. Belmont California. Wadsworth Publshing company.
- Nono Sutarno dkk. 2006. Materi dan pembelajaran IPA SD. Universitas Terbuka Press.
- Herlen W. 1992. The Teaching of Science: studies in primary education.London: David fulton publisher.
- Gega, Peter C. 1994. How to teach elementary science. New York: Macmillan Publishing company.
- Takashi Ito. 2011. Kimia Dasar. Online publishing.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

PRAKTIKUM DASAR IPA BIOLOGI

PERCOBAAN I PENGENALAN MIKROSKOP

A. PENGANTAR

Karena panca indera manusia memiliki kemampuan yang terbatas, banyak masalah mengenai organisme yang ingin dipecahkan hanya dapat diperiksa dengan menggunakan alat-alat. Salah satu alat yang sering digunakan ialah mikroskop, yang memungkinkan seseorang dapat mengamati obyek dari gerakan yang sangat halus yang tidak dapat dilihat oleh kekuatan manusia biasa.

Ada beberapa macam mikroskop, diantaranya mikroskop monokuler. Mikroskop ini digunakan dengan satu mata, sehingga bayangan yang terlihat hanya memiliki panjang dan lebar serta hanya sedikit memberi gambaran mengenai tingginya. Obyek yang akan dilihat dengan mikroskop ini, hanya memiliki ukuran yang kuat, tipis sehingga dapat ditembus cahaya. Cara pengamatan ini menggunakan cahaya yang ditembuskan.

Bagian mikroskop Monokuler :

- a. Bagian optik : Lensa okuler perbesaran 5x, 8x, 15 x
Lensa objektif terpasang pada revolver perbesaran 10x, 40x, 100x
- b. Bagian Statis : Kaki, lengan, Meja obyek
Bagian Mekanis : Diafragma berfungsi mengatur cahaya yang keluar masuk Kondensor berfungsi mengatur kekuatan cahaya yang Masuk
- c. Bagian cermin : Datar apabila sangat terang Cekung apabila sangat redup, mengumpulkan cahaya

B. TUJUAN

- 1. Memperkenalkan bagian-bagian dari mikroskop monokuler dan cara penggunaannya.
- 2. Mempelajari cara menyiapkan bahan-bahan yang akan diamati di bawah mikroskop.

C. ALAT DAN BAHAN

- 1. Mikroskop monokuler
- 2. Gelas obyek

3. Gelas penutup
4. Jarum preparat
5. Kertas hisap/tissue paper
6. Potongan kertas bertuliskan huruf “a”
7. Mangkuk atau gelas air
8. Pinset
9. Pipet Tetes

D. PROSEDUR

- A. Keluarkan mikroskop, letakan hati-hati diatas meja
- B. Sebelum melanjutkan latihan praktikum harus sudah mengetahui bagia-bagian mikroskop dan memahami fungsinya serta cara menggunakan sebaik-baiknya.

E. Cara menggunakan mikroskop

1. Cahaya

- (a) Naikkan tabung dengan menggunakan pengarah kasar, sehingga lensa obyektif tidak membentur meja apabila revolver diputar

- (b) Putarlah revolver sehingga lensa obyektif yang berkekuatan rendah berada di bawah okuler.
- (c) Atur letak cermin sehingga cahaya akan melalui okuler dan nampak lapang pandang yang terang. Besarnya intensitas cahaya yang masuk dapat diatur dengan menggunakan diafragma, mengatur cahaya yang masuk.

2. Mempersiapkan preparat

Dalam praktek ini dapat digunakan preparat basah. Bahan yang akan diamati diletakkan di gelas obyek kemudian ditetesi dengan medium air. Selanjutnya tutuplah dengan gelas penutup dan usahakan agar tidak ada gelombang udara diantara gelas obyek dan gelas penutup. Caranya adalah sebagai berikut: pegang gelas penutup dengan posisi 45° terhadap gelas obyek, setelah itu sentuhlah tepi bawahnya pada permukaan tetesan air dan dengan perlahan-lahan rebahkan sehingga gelas penutup terletak di atas gelas obyek. Adanya gelembung udara akan menyulitkan pengamatan.

3. Mengatur Fokus Mikroskop

Naikkan tubus dengan pengatur kasar, sehingga jarak antara lensa obyektif dan permukaan meja mikroskop kira-kira 2 cm. Kemudian letakkan preparat di meja mikroskop sedemikian sehingga preparat yang akan diamati terletak ditengah lubang meja mikroskop. Sambil mengamati mikroskop dari samping, turunkan tubus dengan menggunakan pengarah kasar secara hati-hati sehingga jarak antara lensa obyektif dengan gelas penutup kira-kira 1 mm. Jagalah agar obyektif tidak mneyentuh gelas penutup. Intiplah melalui lensa okuler serta naikkan tubus dengan perlahan-lahan sehingga huruf diatas kertas nampak. Jika setelah tubus dinaikkan lebih dari 1 cm, huruf tersebut belum juga tampak, ini menunjukkan bahwa focus mikroskop sudah terlewati. Maka turunkanlah kembali tubus dengan hati-hati, kemudian naikkan tubus dengan pengatur kasar, sambil diintip melalui lensa okuler. Setelah bayangan huruf tampak, putarlah pengaruh renik agar focus mikroskop tercapai dengan tepat. Bayangan dapat diperjelas dengan pengatur diafragma.

2. Mengukur besarnya obyek

Dengan menggunakan mikroskop maka bayangan dari obyek akan diperbesar. Perbesaran tersebut dapat diketahui dari angka perbesaran yang ada pada obyektif dan okuler. Ukuran suatu benda di bawah pengamatan mikroskop dapat dikira-kira dengan membandingkan terhadap ukuran bidang pandang yang terbentuk lingkaran.

3. Pengamatan dan pertanyaan

Letakan potongan kertas berhuruf “a” pada gelas obyek, tetesi dengan air. Kemudian tutuplah dengan gelas penutup. Lalu amati preparat tersebut dengan lensa obyektif lemah.

1. Bandingkan letak bayangan dengan letak obyek yang diamati

Apakah letak bayangan sama atau terbalik?

Apakah bayangan tersebut merupakan bayangan cermin?

Gambarlah bayangan tersebut.

2. Sambil memandang ke dalam okuler, geserlah preparat dari kiri ke kanan. Kearnah mana bayangan bergeser?

Dan kearah mana bayangannya jika preparat tersebut digeser ke depan?

Putarlah revolver sehingga obyektif kuat berada di bawah okuler. Usahakan agar obyektif kuat tidak menyentuh gelas penutup. Jika bayangan kurang jelas, aturlah dengan memutar pengarah rurik dan jangan sekali-kali menggunakan pengarah kasar, mengapa?

3. Apakah penggantian obyektif lemah ke obyektif kuat mengubah bidang pandang menjadi luas atau sempit?
4. Apakah penggantian obyektif mengubah kedudukan bayangan?

PERCOBAAN II
PENGUNAAN MIKROSKOP DENGAN
MENGAMATI BAHAN-BAHAN HAYATI

A. Tujuan:

Mempelajari cara menyiapkan bahan-bahan hayati untuk diamati di bawah mikroskop khususnya mengamati butir pati (amilum).

B. Alat dan bahan

1. Alat :

- (a) Gelas obyek
- (b) Pippet tetes
- (c) Mikroskop monokuler
- (d) Jarum preparat

2. Bahan :

- (a) Kentang (*Solanum tuberosum*)
- (b) Ubi jalar (*Ipomoea batatas*)
- (c) Tepung beras (*Oryza sativa*)
- (d) Ketela pohon (*Manihot utilissima*)

C. Prosedur kerja :

1. Keriklah sekerat kentang/ubi jalar/ketela pohon dengan jarum preparat sehingga keluar cairannya
2. Teteskan cairan tersebut pada gelas obyek yang telah diberi satu tetes aquades. Tutup dengan gelas penutup. Hindari timbulnya gelembung udara pada gelas obyek. Kecilkan diafragma agar butir pati kelihatan kontras terhadap air yang mengelilinginya.
3. Amati dengan perbesaran kuat.

PERCOBAAN III

MENGENAL JARINGAN PADA ORGAN TUMBUHAN

A. TUJUAN :

Dengan mengamati langsung di bawah mikroskop, anda akan mempelajari struktur dan berbagai macam jaringan yang menyusun jaringan organ-organ tumbuhan.

B. TEORI

Jaringan adalah kumpulan sel yang berhubungan erat satu sama lain dan mempunyai struktur serta fungsi yang sama. Berbagai jaringan tersusun dan terorganisasi dalam bentuk organ. Pada tumbuhan yang mempunyai jaringan pembuluh (Tracheophyta), ada berbagai macam organ yaitu:

Akar : Untuk melekat di tanah dan untuk mengambil zat-zat nutrisi berupa air dan garam-garam yang terlarut.

Batang : Untuk memperkuat tubuh dan mengangkat air ke atas yang mengandung garam-garam terlarut.

Daun : Untuk melakukan fotosintesis dan mengatur penguapan serta pertukaran gas.

Alat-alat perbiakan yang berupa bunga, kerucut atau sporofli.

C. ALAT DAN BAHAN

1. Silet
2. Lap
3. Mikroskop
4. Gelasa Objek
5. Gelas penutup
6. Pinset
7. Gabus
8. Larutan aniline sulfat
9. Larutan sudan III
10. Akar jagung
11. Batang jagung
12. Batang coleus sp
13. Daun Ficus elastica

D. PROSEDUR

Irisan secara melintang akar jagung. Perhatikan cara mengirisnya, irisan harus tipis sekali dan benar-benar tegak lurus sumbu utama, jangan sampai miring, agar

dapat mengiris dengan tipis, mata pisau atau mata silet harus mengarah kehadapan anda dan silet ditarik satu arah menuju anda. Kemudian buatlah preparatnya dan amatilah di bawah mikroskop. Gunakan mediu aniline sulfat, maksudnya agar jaringan yang mengandung lignin (zat kayu) menjadi berwarna kuning, misalnya jaringan xylem. Preparat yang diiris terlalu tebal sel-selnya tampak betumpuk-tumpuk sehingga kurang jelas. Jika mengirisnya sudah benar-benar tegak lurus sumbu, maka bentuk selnya akan berbeda. Bnadingkanlah apa yang anda lihat dalam preparat yang anda buat dengan apa yang anada lihat dalam preparat jadi yang diperagakan, demikian juga bandingkan dengan lampiran. Amati ciri strukturnya dan letak masing-masing jaringan yang menyusun akar . Pelajari fungsi masing-masing jaringan yang menyusun akar.

1. Irislah secara melintang batang jagung, perhatikan cara mengirisnya, usahakan mengikuti petunjuk mengiris akar jagung. Bandingkan apa yang anda lihat dalam preparat jadi diperagakan, demiiian juga bandingkan dengan gambar lampiran.

2. Irislah secara melintang batang *Coleus* sp, selanjutnya lakukan langkah seperti petunjuk 1.
3. Buatlah preparat irisan melintang daun *Ficus elastica*. Karena tipis maka untuk membuat irisan daun *Ficus* sangatlah sukar. Cara yang sederhana untuk membuat irisan melintang adalah dengan pertolongan gabus. Bagian ujung gabus di belah dengan silet, kemudian sisipkan potongan kecil dari daun *Ficus* diantara belahan gabus peganglah gabus dengan tangan kiri dan sayatlah gabus dengan daun *Ficus* tipis-tipis. Arah sayatan hendaknya sesuai dengan arah menu ke anda.

Medium yang digunakan adalah aniline sulfat dan sudan III. Anilin sulfat untuk melihat jaringan pembuluh xylem (menjadi kuning), sedangkan sudan III untuk memberi warna lapisan kutikula yang terdapat pada lapisan luar jaringan epidermis (kutikula + sudan III merah). Selain itu sudan III akan memudahkan kita untuk mencari stoma. Stoma daun *Ficus* letaknya tersembunyi ke dalam (stoma cryptophora), sehingga pada tempat –tempat dengan

warna merah yang menjorok ke dalam itulah letak stoma.

PERCOBAAN IV

ANEKA RAGAM TUMBUHAN

A. TUJUAN :

Mengklasifikasikan dan mengidentifikasi berbagai macam tumbuhan

B. PENDAHULUAN

PTERIDOPHYTA (Tumbuhan Paku)

1. Sebagai tumbuhan berkormus (Akar, batang, daun)
2. Alat perkembangbiakan utama adalah sperma
3. Percabangan batang mengarpu, bercabang ke samping dengan kaliptra (tudung akar)
4. Daun yang mengandung sporangium disebut sporofil, yang tidak mengandung sporangium trofofil
5. Sporangium dapat terbentuk diketiak daun (sinangium), di daun (sorus indusium) atau diujung tunas (strobilus)
6. Spora dapat bersifat homospora atau heterospora

7. Sporofit (diploid) sebagai batang merayap dengan daun-daun
8. Sporangia terletak pada daun dan berkumpul didalam sorus, sorus dilindungi penutup yaitu indusium yang bentuknya bervariasi
9. Gametotif di sisi sebagian protallium (haploid)
Contoh : Suplir (*Adiantum tenerum*), Paku sarang (*Asplenium nidus*)

SPERMATOPHYTA (Tumbuhan Biji)

Tumbuhan spermatophyte dibagi menjadi 2 sub Divisi:

1. Gymnospermae (Tumbuhan Berbiji telentang)
2. Angiospermae (Tumbuhan berbiji tertutup)

Gymnospermae

1. merupakan tumbuhan berbiji telanjang
2. perhatikan biji-bijinya yang menempel dua-dua di setiap daun buah. Masing-masing daun bawah tetap terbuka, tidak membentuk buah sehingga bijinya “telanjang”
3. Daun buah dirangkai menjadi kerucut (konus)

4. Remaslah daunnya dan dicium baunya, bau ini berasal dari zat damar
5. Pada strobilus jantan, sprofil yang membentuk kantong seri tidak disusun seperti kerucut tetapi mirip ganda
6. Contoh: Pinus merkusii

Angiospermae

1. Terdapat bunga secara tunggal atau di dalam karangan
 2. Terdapat pembuluh kayu
 3. Bakal biji terapat dalam satu atau banyak sporofil (carpella) dan membentuk bakal buah
 4. Gynaecium sebagai alat kelamin betina dengan bagian-bagian :
 - (a) Stigma
 - (b) Stylus
 - (c) Bakal buah (Ovarium)
- Androcium sebagai alat kelamin jantan dengan bagian-bagian :
1. Anthera
 2. Filament

Gabungan antara Gynaecium dan Androcium disertai atau tidak dengan perianthium yang tumbuh pada axis secara umum disebut bunga (flos) Sub divisiop ini dibagi menjadi dua klas :

1. Dicotyledonae
2. Monocotyledonae

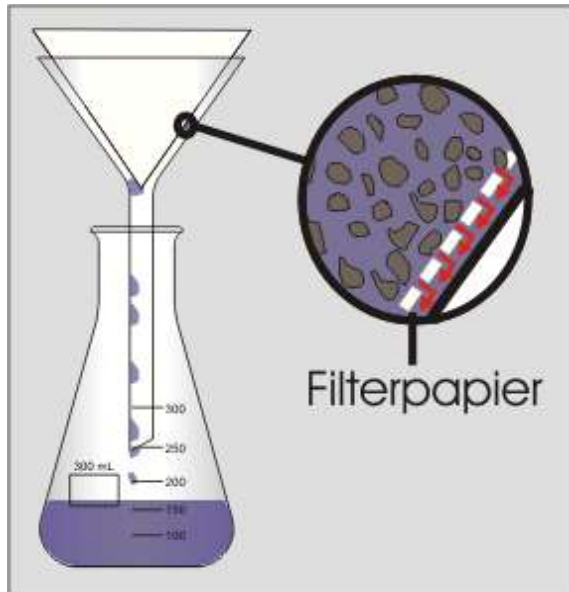
C. Alat dan Bahan

1. Daun paku
2. Biji pinus
3. Daun dan biji papaya
4. Daun dan biji padi
5. Alang-alang

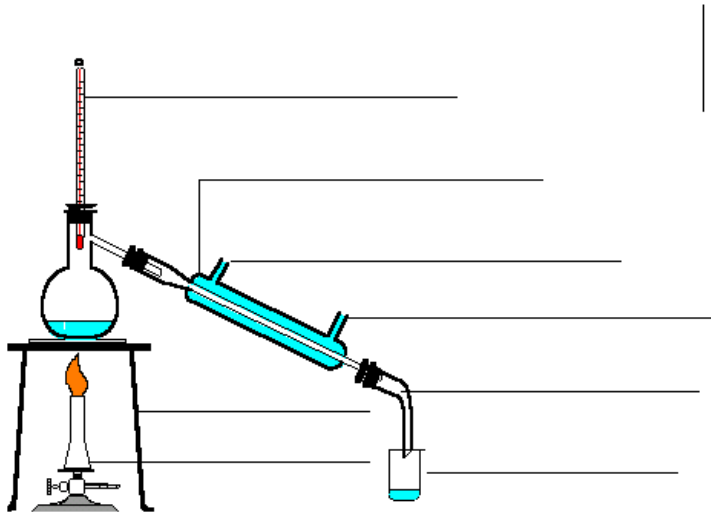
D. Prosedur:

1. Klasifikasikan berbagai tumbuhan kemudian dibuat dalam kriteria dan dimasukkan kedalam kotak matriks tumbuhan.
2. Klasifikasi dibuat secara urutan famili samapi spesies tumbuhan yang di amati.
3. Pengamatan harus dibuat secara cermat dan teliti.

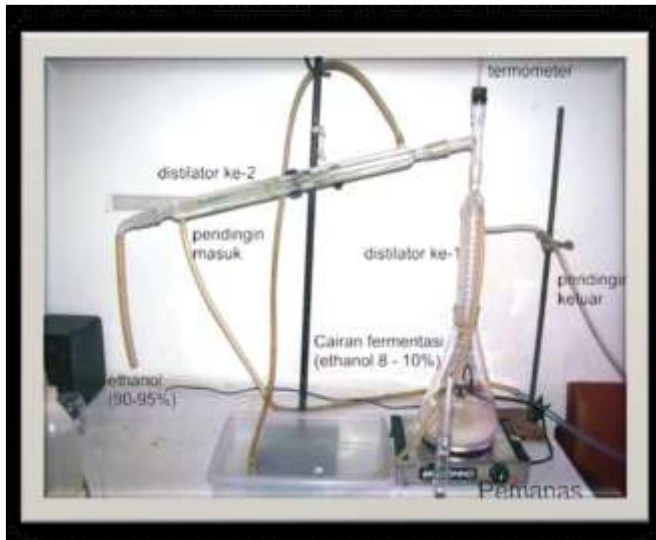
PERCOBAAN V
PEMISAHAN (DEMONSTRASI DAN PRE TEST)
Pre Test



1. Jelaskan Prinsip peralatan pemisahan kimia ini?
2. Sebutkan bagian bagian alat pada skema gambar diatas, jelaskan pula fungsinya
3. Jelaskan arti berikut:
 - a. Destilasi
 - b. Sublimasi
 - c. Ekstraksi
 - d. Kristalisasi
 - e. Filtrasi



4. Jelaskan prinsip alat destilasi diatas?



PERTEMUAN 4 **(PENJELASAN TEORI PRAKTIKUM)** **Teori Dasar**

A. Sifat kimia

Sifat kimia umumnya merujuk pada sifat suatu materi pada kondisi ambien atau sekitar, yaitu pada suhu kamar, tekanan atmosfer, dan atmosfer beroksigen). Sifat ini terutama timbul pada reaksi kimia dan hanya dapat diamati dengan mengubah identitas kimiawi suatu zat. Sifat kimia dapat digunakan untuk menyusun klasifikasi kimia.

Sifat kimia biasanya digunakan untuk menyatakan, antara lain:

1. elektronegativitas
2. potensial ionisasi
3. jenis ikatan kimia yang dibentuk, antara lain logam, ion, dan kovalen.

B. Sifat fisik

Sifat fisik adalah segala aspek dari suatu objek atau zat yang dapat diukur atau dipersepsikan tanpa merubah identitasnya. Sifat fisik dapat berupa sifat intensif atau ekstensif. Sifat intensif tidak tergantung pada ukuran dan jumlah materi pada objek, sedangkan sifat ekstensif bergantung pada hal tersebut. Sebagai tambahan, suatu sifat dapat pula berupa isotropik jika nilainya tidak tergantung arah pengamatan atau anisotropik jika sebaliknya. beberapa sifat fisik zat yang berhubungan dengan dunia pangan diantaranya viskositas dan titik leleh

C. Proses pemisahan

Dalam Kimia dan teknik kimia, **proses pemisahan** digunakan untuk mendapatkan dua atau lebih produk yang lebih murni dari suatu campuran senyawa kimia.

Sebagian besar senyawa kimia ditemukan di alam dalam keadaan yang tidak murni. Biasanya, suatu senyawa kimia berada dalam keadaan tercampur dengan senyawa lain. Untuk beberapa keperluan seperti sintesis senyawa kimia yang memerlukan bahan baku senyawa kimia dalam keadaan murni atau proses produksi suatu senyawa kimia dengan kemurnian tinggi, proses pemisahan perlu dilakukan. Proses pemisahan sangat penting dalam bidang teknik kimia. Suatu contoh pentingnya proses pemisahan

adalah pada proses pengolahan minyak bumi. Minyak bumi merupakan campuran berbagai jenis hidrokarbon. Pemanfaatan hidrokarbon-hidrokarbon penyusun minyak bumi akan lebih berharga bila memiliki kemurnian yang tinggi. Proses pemisahan minyak bumi menjadi komponen-komponennya akan menghasilkan produk LPG, solar, avtur, pelumas, dan aspal.

Secara mendasar, proses pemisahan dapat diterangkan sebagai proses perpindahan massa. Proses pemisahan sendiri dapat diklasifikasikan menjadi proses pemisahan secara mekanis atau kimiawi. Pemilihan jenis proses pemisahan yang digunakan bergantung pada kondisi yang dihadapi. Pemisahan secara mekanis dilakukan kapanpun memungkinkan karena biaya operasinya lebih murah dari pemisahan secara kimiawi. Untuk campuran yang tidak dapat dipisahkan melalui proses pemisahan mekanis (seperti pemisahan minyak bumi), proses pemisahan kimiawi harus dilakukan.

Proses pemisahan suatu campuran dapat dilakukan dengan berbagai metode. Metode pemisahan yang dipilih bergantung pada fasa komponen penyusun campuran. Suatu campuran dapat berupa campuran homogen (satu fasa) atau campuran heterogen (lebih dari satu fasa). Suatu campuran heterogen dapat mengandung dua atau lebih fasa: padat-padat, padat-cair, padat-gas, cair-cair, cair-gas, gas-gas, campuran padat-cair-gas, dan sebagainya. Pada berbagai kasus, dua atau lebih proses pemisahan harus dikombinasikan untuk mendapatkan hasil pemisahan yang diinginkan.

D. Prinsip proses pemisahan

Untuk proses pemisahan suatu campuran heterogen, terdapat empat prinsip utama proses pemisahan, yaitu:

1. Sedimentasi
2. Flotasi
3. Sentrifugasi
4. Filtrasi

Proses pemisahan suatu campuran homogen, prinsipnya merupakan pemisahan dari terbentuknya suatu fasa baru sehingga campuran menjadi suatu campuran heterogen yang mudah dipisahkan. Fasa baru terjadi / terbentuk dari adanya perbedaan sifat fisik dan kimiawi masing-masing komponen. Berbagai metode yang digunakan untuk terjadinya suatu fasa baru sehingga campuran homogen dapat dipisahkan adalah:

1. Absorpsi
2. Adsorpsi
3. Kromatografi
4. Kristalisasi
5. Distilasi
6. Evaporasi
7. Elektroforesis
8. Evaporation
9. Ekstraksi



E. Bahan-bahan yang dibutuhkan:

Alat destilasi ini sangat mudah untuk dibuat karena desainnya sangat sederhana dan tidak terlalu rumit. Akan tetapi, dengan alat yang sederhana ini dapat membantu kita dalam menjelaskan konsep destilasi secara efektif. Ketelitian sangat dituntut dalam pembuatan alat destilasi sederhana ini. Berikut ini langkah-langkah pembuatan alat destilasi sederhana dari barang bekas :

- 1) Persiapkan alat-alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan alat destilasi sederhana seperti selang ukuran 2 m, bohlam atau botol bekas minyak wangi,

botol bekas air mineral ukuran 600 ml atau 1500 ml, karet dari sandal bekas, 2 papan yang berukuran 50x40 cm dan ukuran 50x20 cm, botol kaca, sumbu kompor, cat kayu (bila perlu), spirtus, paku, gergaji, palu, kawat, malam, karet bekas ban sepeda, dan penghalus kayu.

- 2) Potonglah selang menjadi tiga bagian dengan ukuran 30 cm, 90 cm, dan 80 cm.
- 3) Potonglah botol bekas air mineral menjadi dua bagian. Bagian yang atas kita lubang
- 4) tutupnya sampai diameternya sama dengan diameter selang. Begitu juga bagian bawah kita buat dua lubang sejajar seukuran diameter selang.
- 5) Buatlah lingkaran dari sandal bekas sampai diameternya sama dengan diameter
- 6) potong bagian bawah botol bekas air mineral. Kemudian buatlah dua lubang pada karet sandal seukuran diameter selang.
- 7) Buanglah penutup bagian atas bohlam atau minyak wangi sehingga selang dapat dimasukkan.
- 8) Rangkailah alat tersebut berdasarkan ketentuan dibawah ini :
 - 1) Susunlah kedua papan yang telah dipersiapkan sehingga membentuk sudut sikusiku, papan yang berukuran lebih kecil diletakkan di bagian bawah.
 - 2) Pasanglah sandal yang sudah dilubangi pada botol air mineral bagian bawah dari potongan tadi,

sehingga tertutup rapat. Masukkan selang yang berukuran 30 cm ke lubang 1 dan sambungkan dengan corong potongan botol bekas airmineral bagian atas. Masukkan pula selang yang berukuran 90 cm ke lubang 3 yang digunakan sebagai saluran pembuangan. Masukkan selang yang berukuran 80 cm ke dalam bohlam atau botol minyak wangi bekas, kemudiannyaambungkan ke lubang 4 sehingga menembus lubang 2, yang nantinya digunakan sebagai saluran pengembunan.

- 3) Rekatkan potongan botol bekas air mineral bagian bawah tepat di tengah papan yang berukuran 50x40 cm dengan menggunakan karet ban bekas, sedangkan potongan botol bekas air mineral bagian atas di rekatkan di pojok kiri atas.
- 4) Letakkan wadah untuk menampung hasil proses destilasi tepat di bawah selang pengembunan, dan wadah penampung air tepat di bawah selang saluran pembuangan air.
- 5) Perhatikan gambar di bawah ini yang menjelaskan proses pembuatan alat destilasi beserta aplikasinya.

Contoh Praktik IPA Di SD/MI (180 Menit)

A. Pendahuluan



Tujuan belajar IPA di SD adalah agar siswa memiliki kemampuan mengembangkan pengetahuan dan pemahaman konsep-konsep IPA yang bermanfaat, dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, serta mengembangkan keterampilan proses untuk menyelidiki alam sekitar, memecahkan masalah, maupun membuat keputusan (KTSP SD).

Untuk mencapai tujuan tersebut, dalam proses pembelajaran, siswa dilatih menjadi ‘ilmuwan kecil’, yaitu belajar dengan cara melakukan proses ilmiah. Dalam proses ilmiah, siswa menerapkan metode ilmiah untuk memahami, mengembangkan, dan menemukan ilmu pengetahuan (Dahar, 1996). Fokus pada unit ini adalah

‘Siswa **melakukan percobaan** dan **menulis laporan percobaan**’

B. Tujuan

Setelah mengikuti sesi ini, peserta diharapkan mampu:

1. Memahami langkah-langkah pembelajaran yang mendorong siswa melakukan percobaan dan menulis laporannya;
2. Mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan pemodelan;
3. Merancang skenario pembelajaran yang mendorong siswa melakukan percobaan/pengamatan dan menulis laporannya.

Dalam proses ilmiah, peserta didik menerapkan metode ilmiah untuk memahami, mengembangkan, dan menemukan ilmu pengetahuan.

C. Sumber dan Bahan

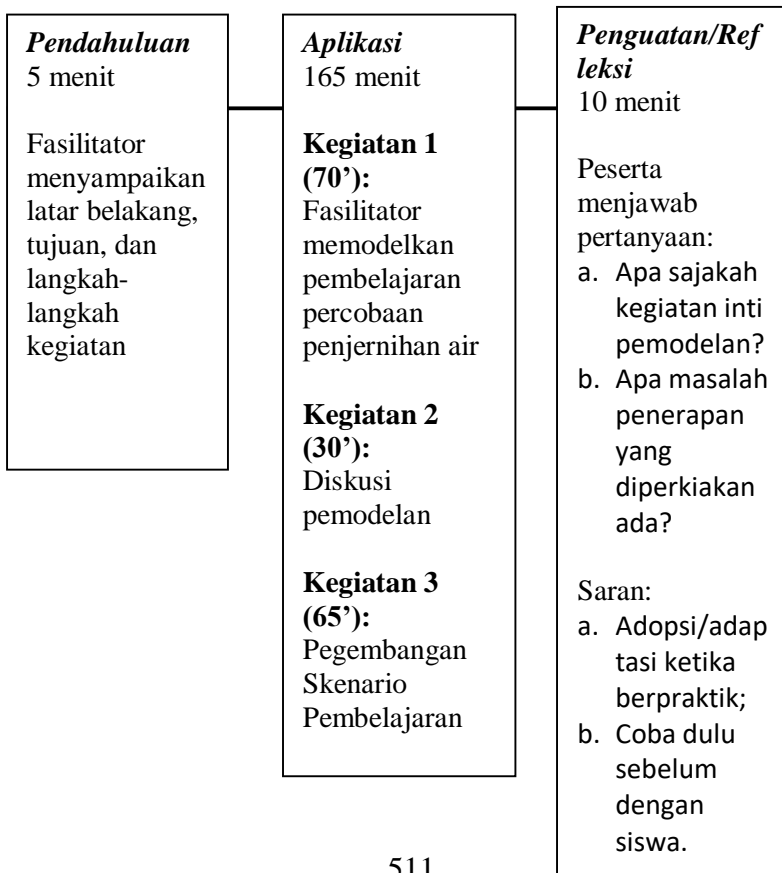
Sumber dan bahan yang disiapkan dalam melaksanakan unit ini adalah:

1. Tayangan *Power Point* unit 3c
2. Skenario pemodelan
3. KD IPA kurikulum yang digunakan
4. Alat dan bahan praktik untuk setiap kelompok (4-6 orang): Tiga botol besar (1,5 liter), satu botol besar air kotor, sembilan gelas plastik ukuran 350 ml, ijuk,

kerikil sedang, kerikil kecil, arang, pasir, kain katun/busa

5. ATK: Pisau/cutter, lem, gunting, kertas plano, kertas HVS putih, spidol warna ukuran besar dan kecil.

D. Garis Besar Kegiatan (180 menit)



Rincian Langkah-Langkah Kegiatan

Pendahuluan (5 menit)

1. Fasilitator menyampaikan latar belakang, tujuan, dan garis besar kegiatan sesi, serta fokus pembelajaran IPA pada unit ini yaitu “Siswa **melakukan percobaan** dan **menulis laporan** percobaan’
2. Fasilitator menjelaskan kepada peserta bahwa dalam kegiatan pemodelan mereka akan berperan sebagai siswa dan fasilitator sebagai guru.

Aplikasi (165 menit)

Kegiatan 1: Pemodelan Pembelajaran (70’)

A. Pengantar

1. Guru menjelaskan tema pembelajaran, yaitu tentang ‘Penjernihan Air Kotor’.
2. Guru menunjukkan *air kotor dalam botol* dan bertanya-jawab dengan siswa:
 - a. Apa yang kamu lihat dalam botol?
 - b. Apa ciri air kotor? (Jawab: warna dan bau)
 - c. Apa yang menyebabkan air kotor?
 - d. Bagaimana menjernihkan air kotor?

Catatan:

- *Pada kesempatan ini, penjernihan air akan dilakukan dengan cara penyaringan.*
- *Di tingkat SD/MI, istilah yang terlalu teknis seperti 'hipotesis' atau 'tujuan'. Tidak perlu digunakan. Kalimat sehari-hari seperti di bawah dapat digunakan.*
 - a. Apa yang ingin diketahui melalui percobaan ini?*
 - b. Apa yang akan dihasilkan?*

3. Guru menjelaskan bahwa kita akan melakukan percobaan IPA untuk menjawab pertanyaan: **Bagaimana menjernihkan air kotor?** dengan garis besar langkah kegiatan sebagai berikut:

- (1) Membuat alat penyaring
- (2) Menyaring air kotor (siswa mencatat hasilnya)
- (3) Membuat alat penyaring ke dua dengan susunan bahan berbeda dari alat penyaring sebelumnya
Demikian seterusnya hingga kita melakukan 3 kali penyaringan air kotor dengan 3 alat penyaring yang berbeda.
- (4) Membuat laporan

B. Pelaksanaan Percobaan

4. Bahan dan alat dibagikan kepada kelompok siswa (4 – 6 orang);

Catatan: Bahan penyaring (Ijuk, kerikil, pasir, dsb.) hendaknya dicuci sehingga bersih agar air hasil penyaringan TIDAK semakin kotor.

5. Guru memeriksa apakah tiap kelompok sudah memiliki alat dan bahan yang lengkap, yaitu:
 - a. 3 botol plastik besar (ukuran 1,5 liter)
 - b. 9 gelas plastik (6 untuk wadah air kotor dan 3 untuk menampung hasil penyaringan)
 - c. Bahan penyaring yang sudah dibersihkan (ijuk, kain, pasir, kerikil, dan arang)
 - d. 1 botol besar (ukuran 1,5 Liter) air kotor

Catatan: Jumlah alat dan bahan harus mencukupi agar semua siswa/kelompok memiliki kesempatan yang sama untuk melakukan percobaan.

6. Guru membagikan lembar kerja siswa 3C.1 (terlampir), meminta siswa untuk membaca (Beri WAKTU yang CUKUP), kemudian membahasnya bersama siswa sehingga siswa paham;
7. Guru meminta siswa melakukan langkah-langkah percobaan sebagai berikut:

(Langkah demi langkah dilakukan hingga selesai, baru dilakukan langkah berikutnya)

Catatan:

- a) *Pastikan BANYAK SETIAP jenis BAHAN untuk SETIAP ALAT PENYARING SAMA.*

b) *Penting bagi guru untuk mencoba sendiri percobaan tersebut sebelum dilaksanakan dengan siswa.*

a. Percobaan Pertama

1) Membuat **alat penyaring pertama**

dengan menyusun bahan penyaring dalam botol plastik. Memberi nomor 1 pada botol penyaring dan menyimpan alat penyaring tersebut sedemikian rupa sehingga berdiri;

2) Menyaring air kotor sebanyak 2 gelas plastik dan hasilnya dimasukkan kedalam gelas plastik yang lain. Memberi nomor 1 pada gelas plastik tersebut;

3) Mencatat hasil penyaringan misal sebagai berikut:

Kegiatan	Warna	Alat Penyaring (Gambar dan keterangan)
Penyaringan dengan alat 1	<i>Keruh kecoklatan, ada kotoran (pasir dan lumpur)</i>	
Penyaringan dengan alat 2		
Penyaringan dengan alat 3		

b. Percobaan kedua

- 1) Membuat **alat penyaring kedua** dengan menyusun bahan penyaring secara **berbeda** dari penyaring pertama. Memberi nomor 2 pada botol penyaring. Susunan bahan hendaknya hasil diskusi kelompok;
- 2) Menyaring lagi air kotor sebanyak 2 gelas plastik dan hasilnya dimasukkan kedalam gelas plastik yang lain. Memberi nomor 2 pada gelas plastik tersebut;
- 3) Mencatat hasil penyaringan pada format yang digunakan pada langkah (7) (a);

c. Percobaan ketiga

- 1) Membuat **alat penyaring ketiga** dengan menyusun bahan penyaring secara **berbeda** dari penyaring pertama dan kedua. Memberi nomor 3 pada botol penyaring. Susunan bahan hendaknya hasil diskusi kelompok;
- 2) Menyaring lagi air kotor sebanyak 2 gelas plastik dan hasilnya dimasukkan kedalam gelas plastik yang lain. Memberi nomor 3 pada gelas plastik tersebut;
- 3) Mencatat hasil penyaringan pada format yang digunakan pada langkah (7) (a) dan (7) (b).

8. Kesimpulan
 - a. Siswa diminta membandingkan air hasil penyaringan pertama, kedua, dan ketiga; demikian juga susunan bahan penyaringannya.
 - b. Siswa diminta menarik kesimpulan dari perbandingan: hasil penyaringan 1, 2, dan 3, terutama terkait **air hasil penyaringan** yang paling bersih dan **susunan bahan penyaringnya**.

Catatan:

Selama percobaan, guru mendampingi siswa untuk memastikan siswa menerapkan langkah dengan benar dan mencatat hasil percobaannya. Jika perlu, pandu mereka dengan pertanyaan pancingan untuk mengarahkan.

C. Penyusunan Laporan

INDIVIDU/PERSEORANGAN:

9. Guru menjelaskan kepada siswa format laporan 3C.2 (terlampir).
10. Guru meminta beberapa siswa untuk menceritakan secara **LISAN** terlebih dahulu masing-masing bagian laporan tersebut;
11. Setelah beberapa siswa dianggap mampu menceritakan secara lisan, siswa secara **INDIVIDU/PERSEORANGAN** diminta membuat laporan tertulis dengan urutan laporan seperti pada butir 8;

12. Siswa dalam kelompok diminta saling membaca laporan temannya dan memberikan usulan untuk perbaikan;
13. Siswa diberikan waktu untuk memperbaiki laporannya berdasarkan masukan dari teman;
14. Satu laporan terbaik dipilih guru kemudian siswa yang bersangkutan diminta membacakan di depan kelas dan siswa lain memberikan komentar.

Catatan: Bila komentar dari siswa tidak muncul, guru perlu memberikan pertanyaan pancingan, misal: apakah langkah percobaan jelas? Apakah hasilnya jelas?

15. Guru menulis susunan bahan penyaring yang menghasilkan air yang bersih yang dibuat salah satu kelompok di papan tulis, kemudian menanyakan kepada kelompok lainnya; *apakah ada susunan yang sama?*

Jika ada, bawa semua air hasil penyaringan tersebut ke depan kelas dan amati bersama apakah kejernihan airnya sama? Jika tidak sama, mengapa? Jelaskan/berikan penjelasan!

(Dilakukan secara klasikal untuk memancing siswa melakukan percobaan lagi pada waktu lain)

D. Kegiatan Penutup

16. Guru memandu refleksi pemahaman siswa tentang apa yang dipelajari dan refleksi belajar

mereka, dengan mengajukan pertanyaan berikut:

- a. Apa yang telah kalian pelajari hari ini? (Spesifik menyebut materi IPA nya)
- b. Apa yang masih belum dipahami?
- c. Bagaimana kamu belajar hari ini? (Misal, saya tidak punya tugas karena teman saya yang mengerjakan semua)

(Refleksi sebaiknya ditulis pada secarik kertas secara perseorangan dan dikumpulkan kepada guru – nantinya menjadi bahan refleksi mengajar guru)

(PEMODELAN SELESAI)

Kegiatan 2: Diskusi Pemodelan Pembelajaran (30')

1. Fasilitator membagikan skenario pemodelan untuk dibahas dalam kelompok (4-6 orang);
2. Fasilitator meminta peserta untuk mendiskusikan pemodelan pembelajaran tersebut berpandu pada pertanyaan:
 - a. Apa tujuan setiap langkah?
 - b. Apakah langkah tersebut dapat dilaksanakan dengan siswa? Kendala apa sajakah yang mungkin dihadapi?
 - c. Apakah penjelasan tentang laporan (langkah C. 9-10) cukup membantu siswa untuk membuat

laporan percobaan? Jika tidak/kurang, bantuan apa lagi yang perlu ditambahkan?

3. Kelompok diminta untuk melaporkan hasil diskusi dan kelompok lain memberikan tanggapan.

Kegiatan 3: Merancang Skenario Pembelajaran (65')

1. Peserta, secara berpasangan, diminta mengembangkan skenario pembelajaran dengan memilih topik/Kompetensi Dasar lain dan mengadaptasi langkah-langkah dalam pemodelan tadi;



Catatan untuk Fasilitator

1

- Skenario yang dibuat harus menjamin 2 hal:
 - a. Membantu siswa untuk melakukan PERCOBAAN/ PENGAMATAN;
 - b. Membantu siswa membuat LAPORAN.
- Skenario yang dibuat DAPAT disempurnaan dan digunakan dalam praktik mengajar.

2. Setiap pasangan secara bergantian memrepresentasikan hasil kerja kepada pasangan lain memberikan komentar berpandu pada pertanyaan:
 - a. Apakah skenario yang dibuat membantu siswa melakukan percobaan/ pengamatan?

- b. Apakah skenario membantu siswa membuat laporan percobaan?
3. Fasilitator meminta salah satu hasil skenario yang bagus untuk dibacakan di depan kelas, dan peserta lain menanggapi berpandu pada pertanyaan diatas

Penguatan/refleksi (10')

1. Fasilitator mengajukan pertanyaan berikut:
 - a. Apa sajakah kegiatan inti dari pembelajaran yang membantu siswa melakukan percobaan dan membuat laporan?
 - b. Jika diterapkan di kelas, kesulitan apakah yang mungkin akan dialami siswa? Apa upaya untuk mengatasinya?
2. Fasilitator meminta peserta untuk
 - a. mencoba sendiri terlebih dahulu setiap percobaan yang akan siswa lakukan dalam pembelajaran.
 - b. Memastikan setiap kegiatan percobaan yang dilakukan siswa dipandu guru dengan tahapan yang jelas.