

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi sangat berkembang pesat, berbagai pihak seperti peneliti, akademisi, dan praktisi telah melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan fleksibilitas, akurasi, presisi, dan kemudahan penggunaan instrumen laboratorium secara teknis. Perancangan instrumen alat ukur untuk mendapatkan data hasil percobaan yang lebih akurat dan presisi, baik dalam skala laboratorium maupun skala lapangan. Perkembangan sains fisika dan teknologi telah memicu perkembangan bidang fisika instrumentasi untuk peningkatan kualitas teknik dan hasil-hasil pengukuran besaran fisis sebagai bagian dari proses pelaksanaan penelitian menuju kualitas produk penelitian yang lebih baik. Untuk keperluan tersebut, maka instrumen baru yang dikembangkan dari instrumen lama untuk mengatasi beberapa kelemahan teknis dan non-teknis dalam proses pengukuran dirancang dengan tujuan untuk meningkatkan taraf ketelitian hasil ukur (Jamaludin, 2023).

Teknologi telah mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Ini tercermin dari pengembangan berbagai perangkat canggih yang bertujuan untuk mempermudah tugas-tugas manusia. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat, perkembangan teknologi pun berlangsung dengan cepat. Salah satu contohnya adalah *Internet of Things* (IoT), sebuah konsep teknologi baru yang berpotensi menjadi populer di masa mendatang. IoT memungkinkan penyambungan antara berbagai perangkat fisik seperti sensor suhu, kelembaban, pH tanah, ultraviolet dan lainnya ke internet

secara terus-menerus, serta pengendalian dari jarak jauh melalui perangkat *smartphone* (Suhendar *et al.*, 2020).

Perubahan iklim telah menjadi topik yang hangat diperbincangkan akhir-akhir ini karena dampaknya yang telah terasa pada berbagai aspek kehidupan manusia. Indonesia, meskipun kaya sumber daya alam, mengalami tingkat kerusakan lingkungan yang cukup tinggi. Kerusakan lingkungan ini diduga menjadi kontributor utama terhadap perubahan iklim. Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan iklim di Indonesia termasuk aktivitas manusia seperti urbanisasi, deforestasi, industrialisasi, serta aktivitas alam seperti pergeseran kontinen, letusan gunung berapi, perubahan orbit bumi terhadap matahari, noda matahari, dan El-Nino (Almeida *et al.*, 2023).

Perubahan iklim ini telah menimbulkan dampak yang signifikan, termasuk kenaikan suhu udara di seluruh wilayah Indonesia, dengan laju yang lebih rendah dari pada wilayah subtropis. Wilayah selatan Indonesia mengalami penurunan curah hujan, sementara wilayah utara mengalami peningkatan curah hujan. Perubahan pola hujan ini mengakibatkan perubahan durasi musim hujan, yang dapat menyulitkan upaya peningkatan indeks pertanaman (IP) di wilayah selatan jika tidak didukung oleh varietas tanaman yang berumur pendek dan rehabilitasi jaringan irigasi. Di sisi lain, peningkatan hujan pada musim hujan dapat meningkatkan peluang penanaman di wilayah utara, namun kondisi lahan yang tidak semuanya baik. Perubahan tren ini memiliki dampak yang signifikan terutama dalam sektor pertanian (Suhendar *et al.*, 2020).

Pengaturan iklim dalam rumah kaca atau *greenhouse* untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Iklim buatan yang tepat, seperti suhu, kelembaban udara, pH tanah dan intensitas cahaya yang

dikendalikan secara efisien, dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan mengoptimalkan hasil pertanian. Namun, pengendalian iklim manual dalam *greenhouse* sering kali memerlukan upaya yang intensif dan rentan terhadap kesalahan manusia.

Teknologi otomatisasi dan penggunaan sensor menjadi solusi yang menarik. Sensor dapat mengukur dan memantau kondisi lingkungan di dalam *greenhouse* secara akurat dan *real-time*, seperti suhu, kelembaban udara, pH tanah dan intensitas cahaya. Data yang dikumpulkan oleh sensor ini dapat digunakan sebagai acuan untuk mengambil tindakan pengaturan iklim yang tepat, sehingga meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas pertanian.

Inovasi teknologi pertanian, menggunakan konsep *Internet of Things* (IoT) sangat memudahkan penggunaan sistem monitoring yang efektif dan efisien untuk tanaman cabai rawit. Teknologi ini melakukan kontrol dengan aktuator, yang dapat membantu petani dalam merawat tanaman cabai rawit. Pemanfaatan teknologi IoT dalam pertanian semakin masif dilakukan pada era saat ini, yang menjadikan tanaman cabai rawit tidak akan terkendala dengan jarak, sehingga pemilik tanaman dapat melakukan monitoring terhadap tanaman cabai (Nalendra *et al.*, 2020).

Selain itu, penerapan teknologi otomatisasi dalam *greenhouse* yang dikombinasikan dengan *Internet of Things* (IoT), di mana sensor dapat terhubung ke jaringan internet. Hal ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian iklim *greenhouse* dari jarak jauh, memungkinkan petani atau pengelola *greenhouse* untuk mengakses informasi dan mengambil tindakan yang diperlukan dengan cepat dan efisien.

Penerapan teknologi otomatisasi dan penggunaan sensor dalam *greenhouse* untuk mengukur dan mengontrol lingkungan, meningkatkan efisiensi pengaturan iklim lingkungan, mengoptimalkan pertumbuhan tanaman, dan meminimalisir kesalahan manusia yang mungkin terjadi. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pertanian yang berkelanjutan dan efisien (Jamaludin, 2023).

Seiring dengan pertumbuhan sektor pertanian pada tahun 2021 dan 2022, diperlukan solusi inovatif untuk memonitor kualitas tanah. Pemanfaatan alat sensor di lapangan dengan penyimpanan data di *Cloud* menjadi metode yang berkembang pesat saat ini. Implementasi alat monitoring dengan sensor pH dan kelembaban untuk tanaman cabai menjadi langkah efektif dalam mendeteksi perubahan kondisi tanah dan membantu petani mengatasi kendala pertumbuhan, termasuk memberikan rekomendasi pestisida jika diperlukan (Talli, 2023).

Kualitas tanah menurut pandangan yang terdapat dalam Al-Quran. Seperti yang disebutkan dalam Surat Al-A'raf ayat 58, Al-Quran memberikan petunjuk mengenai pentingnya menjaga kualitas tanah.

وَالْبَدُّ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ
لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

Artinya: Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.

Surat Al-A'raf ayat 58 dari Al-Quran menggambarkan tanah yang baik sebagai tanah yang subur, memungkinkan tanaman untuk tumbuh dengan baik. Kondisi tanah yang subur memainkan peran penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman, dengan kandungan mineral yang mencukupi menjadi faktor kunci. Faktor-faktor seperti mineral, pH

tanah, kelembaban, lapisan humus, dan keberadaan biota telah teridentifikasi sebagai pengaruh utama terhadap kesuburan tanah. Kesuburan tanah ini, sebagaimana diungkapkan dalam ayat Al-A'raf tersebut, dianggap sebagai sumber rezeki bagi manusia karena mendukung pertumbuhan tanaman yang subur (Zuhaida, 2018).

Intensitas cahaya matahari, termasuk sinar UV, memainkan peran penting dalam pertumbuhan tanaman. Sinar UV-C, meskipun berbahaya bagi manusia, dapat memiliki efek positif pada tanaman dengan membantu mengendalikan pertumbuhan jamur dan bakteri yang dapat merusak tanaman. Namun, paparan sinar UV-B yang berlebihan dapat berbahaya bagi tanaman karena dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan tanaman dan mengganggu proses fotosintesis. Oleh karena itu, penting untuk memahami dan mengendalikan paparan sinar UV-B agar tidak berlebihan untuk menjaga kesehatan dan pertumbuhan tanaman. Dengan pemahaman yang baik tentang intensitas cahaya matahari, petani dapat mengatur paparan sinar UV yang diterima tanaman untuk memastikan pertumbuhan yang optimal (Meyer *et al.*, 2021). Intensitas sinar ultraviolet merupakan faktor kunci dalam upaya peningkatan hasil panen menjadi lebih baik. Sebagaimana yang di jelaskan pada Al-Quran Surat An-Nur ayat 35.

اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۚ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۚ
 الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا
 يُضِيءُ وَلَوْ أَلَمْ نَمْسَسْهُ نَارٌ ۚ نُورٌ عَلَى نُورٍ ۗ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ ۚ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ ۗ
 وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya: Allah (pemberi) cahaya (pada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya-Nya seperti sebuah lubang (pada dinding) yang tidak tembus yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam tabung kaca (dan) tabung kaca itu bagaikan bintang (yang berkilauan seperti) mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang diberkahi, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di timur dan tidak

pula di barat, yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis). Allah memberi petunjuk menuju cahaya-Nya kepada orang yang Dia kehendaki. Allah membuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia. Allah Maha Mengetahui segala sesuatu.

Tumbuhan zaitun tumbuh di wilayah yang tidak panas atau dingin, tetapi di antara kedua jenis wilayah tersebut, yaitu wilayah dengan iklim sedang. Dalam ilmu geografi, iklim sedang dianggap sebagai iklim yang terletak di antara iklim tropis atau subtropis dan iklim dingin. Konsep Timur dan Barat mengacu pada arah yang bersifat relatif atau abstrak. Sebenarnya, arah Timur dan Barat tidak memiliki titik pasti yang menentukan. Garis khayal yang dikenal belakangan ini hanya digunakan untuk menentukan koordinat wilayah di bumi. Matahari terbit setelah malam gelap dengan tujuan untuk melengkapi perumpamaan keadaan yang dijadikan analogi, sehingga cahaya yang muncul di tengah kegelapan dapat menghilangkan kegelapan di daerah yang diinginkan menjadi terang. Tujuan dari perumpamaan ini adalah untuk menjelaskan alat-alat yang mengelilingi lampu agar perumpamaan tersebut dapat diterima secara sempurna dengan pemisahan perumpamaan sebagaimana informasi yang akan datang, bukan hanya untuk bulan (Viera Valencia & Garcia Giraldo, 2019).

Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) adalah salah satu komoditas pertanian hortikultura yang mengalami peningkatan harga yang signifikan di pasaran. Pada tahun 2023, harga cabai rawit mengalami kenaikan sekitar 43,28%, dengan kisaran harga di pasaran mencapai Rp.48.020,00 -Rp.50.624,00 per kilogram. Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan harga cabai rawit termasuk fenomena El Nino yang mengakibatkan kemarau yang berkepanjangan

dan kekeringan di berbagai wilayah. Kondisi ini menyebabkan gagal panen bagi para petani cabai rawit (Hasyim asari, 2023).

Produksi cabai rawit di Indonesia mencapai 1,39 juta ton pada tahun 2021, menurut Badan Pusat Statistik (BPS). Jumlah ini mengalami penurunan sebesar 8,09% dari tahun sebelumnya yang mencapai 1,5 juta ton. Penurunan ini merupakan yang pertama kalinya dalam lima tahun terakhir.

Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) umumnya tumbuh di kawasan dataran rendah-menengah. Untuk mencapai kondisi pertumbuhan yang optimal, tanaman cabai memerlukan paparan intensitas cahaya matahari minimal selama 10-12 jam setiap harinya. Idealnya, suhu yang cocok untuk proses perkecambahan benih cabai berkisar antara 25-30°C, sementara untuk pertumbuhannya berkisar antara 24-28°C. Sehingga, suhu normal yang diperlukan oleh tanaman cabai sekitar 18-30°C dan untuk nilai *relative humidity (RH)* yang diperlukan yaitu $\pm 80\%$ (Ali, 2017). Selain itu, faktor pH tanah juga memegang peranan penting, dengan nilai pH yang ideal untuk pertumbuhan tanaman cabai berkisar antara 6-7 (Lestari *et al.*, 2023).

Tanah tempat tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) tumbuh memiliki sifat yang bervariasi, termasuk perbedaan pH tanah. Faktor-faktor seperti tekstur tanah, komposisi mineral, dan tingkat keasaman alami dapat mempengaruhi pH tanah secara signifikan. Metode pengukuran pH tanah konvensional sering kali memerlukan alat yang mahal dan kompleks, serta memerlukan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasil yang akurat. Hal ini dapat menjadi hambatan bagi petani dalam memantau dan mengontrol pH tanah secara teratur. Selain itu, sinar UV yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman, termasuk lapisan ozon yang semakin menipis dapat

memperkuat dampak sinar UV berbahaya. Sehingga, memantau dan mengontrol intensitas sinar UV menjadi tantangan tambahan, terutama dalam lingkungan pertanian konvensional yang terbuka dan tidak memiliki penutup atau sistem perlindungan yang canggih.

Pengaruh intensitas sinar UV terhadap pertumbuhan dan profil fitokimia tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) menunjukkan bahwa paparan UV-B dapat mempengaruhi produksi senyawa fenolik pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*). Selain itu, modifikasi karakteristik cahaya, termasuk intensitas dan spektrum, turut mempengaruhi profil fitokimia cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) menandakan peran signifikan intensitas cahaya dalam produksi zat bioaktif. Selain itu, dampak penyinaran lampu LED pada cabai pasca panen, mempengaruhi zat bioaktif, dan komposisi asam amino. Sehingga, menekankan peran intensitas cahaya dalam kualitas nutrisi cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*). Dalam hal ini, disarankan untuk menggunakan lampu tumbuh LED dengan spektrum penuh untuk tanaman cabai rawit, dengan rekomendasi penggunaan selama 10-12 jam per hari. Maka dari itu, aspek nutrisi dan pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*), dengan pemahaman bahwa intensitas cahaya, termasuk sinar UV, memainkan peran kunci dalam proses ini untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Rinaldy *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pH tanah yang tidak sesuai dapat menghambat penyerapan nutrisi oleh tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) dan menyebabkan gangguan pertumbuhan. Serta, paparan sinar UV yang berlebihan juga dapat merusak jaringan tanaman dan mengurangi hasil panen. Sehingga, monitoring dan kontrol terhadap pH dan paparan sinar UV sangat penting untuk memastikan pertumbuhan optimal dan hasil panen yang maksimal.

Oleh sebab itu, kadar pH dan intensitas sinar UV-B pada tanaman cabai perlu dikendalikan hal ini bertujuan untuk mengatur tingkat kesuburan tanah dan mendeteksi paparan radiasi sinar UV-B. Maka, dibutuhkanlah suatu inovasi sistem pemantauan yang melibatkan penggunaan beberapa sensor, terutama sensor pH tanah dan sensor UV-B yaitu GY-ML8511, yang didukung oleh sensor LDR cahaya dan sensor suhu DHT11 untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*). Solusi yang ditawarkan adalah merancang alat yang mampu mengendalikan dan memonitoring kadar pH tanah dan intensitas sinar UV-B pada tanaman cabai dan dilengkapi *Internet of Things*. Pendeteksian dilakukan oleh sensor pH tanah dan GY-ML8511 dimana hasil pendeteksian nilai kadar pH tanah tersebut akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Mega2560. Apabila nilai kadar pH >7 maka *relay* akan secara otomatis mengaktifkan pompa untuk menyemprotkan cairan pH *down* (HNO_3) dan ketika nilai kadar pH <6 maka *relay* akan secara otomatis mengaktifkan pompa untuk menyemprotkan cairan pH *up* (KOH). Selain itu, pendeteksian dilakukan oleh sensor GY-ML8511 untuk mendeteksi sinar UV-B, apabila berada pada indeks berbahaya yaitu >6 . Maka, motor DC menggerakkan plastik film anti UV-B. Serta dilengkapi dengan sensor LDR dan DHT 11 sebagai parameter pendukungnya. Selanjutnya alat ini juga dilengkapi dengan sistem monitoring yang berbasis IoT dengan menggunakan aplikasi *Blynk* yang diproses oleh NodeMCU ESP8266 melalui komunikasi serial data, seluruh hasil pendekteksian ditampilkan pada aplikasi *Blynk*. Sehingga mempermudah pengguna monitoring jarak jauh. Oleh karena itu, penelitian ini membangun sistem monitoring pH tanah dan intensitas sinar ultraviolet (UV-B) pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) berbasis *Internet of Things*, dengan sistem

yang dapat dimonitor melalui *smarphone* melalui aplikasi *Blynk*. Adapun kebaharuan dari penelitian ini adalah dalam sistem monitoring intensitas sinar UV-B yang langsung dikontrol otomatis untuk mencegah radiasi sinar UV-B yang berbahaya bagi tanaman. Sehingga diharapkan dapat membantu petani cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) dalam mengoptimalkan pertaniannya.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan alat sistem monitoring yang terkait dengan pengukuran pH tanah dan intensitas sinar UV-B.
2. Varietas cabai yang digunakan adalah tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) .
3. Sensor yang digunakan adalah sensor pH tanah, sensor UV-B tipe GY-ML8511, sensor LDR, dan sensor DHT11.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana rancang bangun sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengukur pH tanah dan intensitas sinar UV-B pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) ?
2. Bagaimana data hasil monitoring pengukuran pH tanah dan intensitas sinar UV-B melalui aplikasi *Blynk*?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk merancang sebuah sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu melakukan pengukuran secara *real-time*

terhadap pH tanah dan intensitas sinar UV-B pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) .

2. Untuk mengetahui data hasil monitoring pengukuran pH tanah dan intensitas sinar UV-B pada aplikasi *blynk*.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang akan dilakukan terdiri dari dua manfaat, yaitu:

1. Manfaat Teoretis

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman dalam ilmu pengetahuan bidang fisika instrumentasi tentang penggunaan sensor pH tanah dan sensor ultraviolet dalam sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)* terhadap tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) .

2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi secara *real time* mengenai parameter fisis pada pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) ketika dilakukan pemantauan menggunakan sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan aplikasi *Blynk*.