

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Mangrove tersebar secara global terdiri dari dua zona yaitu barat dan timur. Zona barat terdiri dari kawasan hutan mangrove pesisir Afrika di Atlantik, Amerika Utara, dan Selatan yang juga terdiri dari kepulauan Galapagos, zona timur melambangkan Afrika bagian timur, negara-negara Asia Tenggara seperti Kepulauan Indonesia, Australia, dan Selendia Baru, serta Asia Selatan seperti India dan Pakistan. Luas koordinasi hutan mangrove yaitu 32°LU dan 38°LS dengan luas sekitar 1.400.000 ha dan tersebar dalam 112 negara (Basha, 2018).

Mangrove adalah kawasan hutan yang berada di daerah dekat pesisir pantai. Indonesia memiliki hutan mangrove dengan luas mencapai 20% dari total luas hutan mangrove yang ada di dunia (Spalding *et al.*, 2010). Mayoritas vegetasi pohon hutan mangrove dapat beradaptasi secara fisiologis dengan salinitas yang relatif tinggi, struktur, dan komposisi tanah yang lunak serta terpengaruh oleh pasang surut air laut (Islamiah D.N, 2019).

Ekosistem mangrove diketahui memiliki peranan penting terhadap lingkungan pesisir, biologi, dan juga bagi kesehatan lingkungan (Baran, 1999). Secara ekologis mangrove berperan dalam menyerap karbon, remediasi polutan, pencegahan abrasi, intrusi, dan juga pencegahan badai (Wiryanto *et al.*, 2017). Selain itu, mangrove juga berfungsi sebagai habitat pertumbuhan dan perkembangan fauna perairan (Matatula, 2019). Ekosistem mangrove memiliki ciri-ciri yang berbeda dengan ekosistem yang lain, yaitu dibatasi oleh variasi

spatio-temporal dalam faktor abiotik, seperti suhu, salinitas, nutrisi, eutrofikasi, dan polusi. Kondisi tersebut yang membuat mangrove menjadi *hotspot* bagi keberagaman mikroba. Mikroorganisme pada ekosistem mangrove berperan dalam siklus biogeokimia dan memberi tanaman serta hewan dengan sumber nutrisi utama (Mamangkey *et al.*, 2021). Bakteri adalah salah satu mikroorganisme yang hidup di ekosistem mangrove.

Keberadaan bakteri memaparkan multifungsi interaksi biotik terhadap stabilitas ekosistem mangrove baik sebagai produsen maupun konsumen. Bakteri sebagai produsen secara spontan dapat mendegradasi serasah mangrove sebagai sumber nutrisi karbon, sulfur, nitrogen, dan fosfor yang diasimilasi oleh tanaman mangrove (Mamangkey *et al.*, 2021). Mangrove menjadi rumah bagi berbagai mikroorganisme yang tahan terhadap kondisi yang ekstrem (Retnowati *et al.*, 2017).

Mikroorganisme dapat berupa fungi maupun bakteri yang dapat ditemukan diberbagai tempat seperti tanah, air, udara, tumbuhan, hewan bahkan dapat ditemukan pada tubuh manusia. Allah SWT menciptakan mikroorganisme dengan beragam fungsi dan manfaat yang dimilikinya. Sebagaimana yang disebutkan dalam surat Al-An'am, ayat 59:

﴿وَعِنْدَهُ مَفَاتِحُ الْغَيْبِ لَا يَعْلَمُهَا إِلَّا هُوَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَمَا تَسْقُطُ مِنْ وَرَقَةٍ إِلَّا يَعْلَمُهَا وَلَا حَبَّةٍ فِي ظُلْمَتِ الْأَرْضِ وَلَا رَطْبٍ وَلَا يَابِسٍ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ﴾

“Kunci-kunci yang ghaib ada pada-Nya; tidak ada yang mengetahuinya selain Dia. Dia mengetahui apa yang ada di darat dan apa yang ada di laut. Tidak ada sehelai daun pun yang gugur

yang tidak diketahui-Nya. Tidak ada sebutir biji pun dalam kegelapan bumi dan tidak pula sesuatu yang basah atau kering, melainkan tertulis dalam kitab yang nyata (Lauhulmahfuz)”.¹

Ayat diatas menjelaskan bahwa Dia memiliki kunci semua yang gaib, dan tidak ada seorangpun yang memiliki pemahaman yang lengkap dan jelas tentangnya. Dia mengetahui apa yang telah, sedang, dan akan terjadi di darat dan di laut jika tidak diketahui-Nya dan ditulis dalam Kitab yang nyata. Alam semesta diciptakan Allah SWT, dengan segala sesuatu yang ada didalamnya, dari yang paling kecil dan halus hingga yang paling besar. Hal kecil tersebut dimaksudkan yaitu Allah SWT juga menciptakan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, virus, dan lain sebagainya.

Mikroorganisme mangrove terdiri dari bakteri dan fungi dengan persentase yang signifikan yaitu 91%, kelimpahan alga dan protozoa yang relatif rendah yaitu 7% dan 2%. Bakteri dan jamur dianggap sebagai pengurai utama dalam ekosistem. Ada beberapa faktor yang menyebabkan perubahan keanekaragaman bakteri dalam hutan mangrove. Komunitas bakteri mangrove mempertahankan pola temporal yang jelas banyaknya *Actinobacteria* di musim hujan dan *Gammaproteobacteria* di musim panas (Behera *et al.*, 2017). Umumnya komunitas bakteri mampu mengubah bahan organik kompleks dari tanaman mati menjadi nutrisi sederhana, sehingga dapat meningkatkan kualitas vegetasi mangrove. Vegetasi mangrove sendiri menyediakan nutrisi dan kondisi yang optimal untuk kolonisasi mikroba (Palit *et al.*, 2022).

¹ Al-Qur'an Kemenag, Q.S. Al-An'am: 59. Diakses dari <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/6?from=59&to=165>, pada tanggal 16 Oktober 2023, pukul 21.18 WIB.

Keberadaan bakteri dapat ditemukan di sekitar perakaran (Islamiah D.N, 2019). Akar dari tanaman mangrove mampu berfungsi sebagai mikrohabitat untuk memperoleh dan menyerap nutrisi yang dihasilkan oleh bakteri rizosfer (Holguin *et al.*, 2001). Ekosistem mangrove menyediakan habitat bagi organisme lain yang didukung oleh keberadaan berbagai kelompok bakteri. Eksplorasi kelompok bakteri di lingkungan mangrove memberikan peluang besar untuk menemukan enzim baru dan metabolit lainnya (Luo *et al.*, 2020).

Kualitas ekosistem mangrove sangat dipengaruhi oleh kondisi kesehatan tanaman mangrove karena tanaman tersebut memiliki daya tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Kondisi fisikokimia pada ekosistem mangrove seperti salinitas, ketebalan lumpur, dan kemiringan pantai menjadi salah satu faktor lingkungan dalam mempengaruhi keberadaan suatu ekosistem mangrove (Matatula, 2019). Hal tersebut menyebabkan terjadinya seleksi alam terhadap keberadaan mikroba yang terdapat dalam sedimen mangrove (Subagiyo *et al.*, 2017).

Bakteri penambat nitrogen adalah bakteri rizosfer yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan penggunaan nitrogen (N) yang tersedia. Amonia yang diserap oleh bakteri akan diubah menjadi ion nitrat (NO_2) dan dilepaskan ke lingkungannya (Saputri *et al.*, 2021). Beberapa mikroorganisme dapat melarutkan fosfat dari tanah yang tidak bisa larut membuatnya tersedia untuk pertumbuhan tanaman. Banyak mikroorganisme tanah dan rizosfer yang dapat melepaskan fosfat dari total fosfat tanah melalui mineralisasi dan solubilisasi di alam. Mikroba pelarut fosfat (*phosphate-solubilizing microbes/PSM*), termasuk spesies bakteri dan fungi memiliki

kemampuan untuk meningkatkan ketersediaan hayati fosfat dalam tanah agar dapat digunakan oleh tanaman (Timofeeva *et al.*, 2022).

Bakteri tanah baik secara langsung maupun tidak langsung, berfungsi mendorong pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria/PGPR*). Mekanisme langsung mencakup pelarutan fosfat, produksi hormon, fiksasi nitrogen, dan penurunan polutan. Mekanisme tidak langsung mencakup pengendalian fitopatogen dengan mengatasi sumber daya seperti asam amino, gula, besi, atau dapat juga menghasilkan antibiotik ataupun enzim litik. Persaingan untuk mendapatkan besi adalah mode selektif yang kuat dalam mengontrol populasi mikroba di rizosfer. PGPR juga dapat menghilangkan zat besi mikroflora asli dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Meskipun zat besi sangat umum keberadaannya di alam, tingkat kelarutan Fe^{3+} sangat rendah pada pH 7, menjadi penyebab sebagian besar organisme menghadapi kesulitan dalam mendapatkan jumlah zat besi yang cukup dari lingkungannya (Zulkifli *et al.*, 2020).

Menurut Zerrouk *et al.*, (2019) PGPR memiliki kemampuan dalam menghasilkan *Indole Acetic Acid* (IAA) yang memiliki kemampuan untuk mendorong pertumbuhan proliferasi sel, dan diferensiasi sel. Menurut Maulina & Darmayasa (2018) genus *rhizobacteria* PGPR terdiri dari *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, dan *Serratia*. Bakteri PGPR juga dapat hidup di berbagai kondisi lingkungan, salah satunya adalah tanah salin (Khoi Nghia *et al.*, 2017). Tanah salin adalah tanah dengan kadar garam yang sangat tinggi di dalam larutan tanahnya. Tanah tersebut didominasi oleh garam natrium (Na), kalium (Ca), dan

magnesium (Mg) dalam bentuk klorida dan sulfat. Hal ini dapat menyebabkan kurangnya jumlah ketersediaan N, P, Mn, Cu, Zn, dan Fe dalam tanah. Selain itu terdapat tekanan osmotik yang tinggi, pergerakan air dan udara yang lemah, serta rendahnya aktivitas mikroba tanah. Lahan salin biasanya tersebar di sekitar pantai, lahan beririgasi, lahan yang kelebihan pupuk, dan lahan dengan berkadar garam alami yang tinggi (Suliasih & Widawati, 2016).

Saputri *et al.*, (2021) melaporkan bahwa 2 isolat bakteri rizosfer mangrove yang ditemukan di Kuala Singkawang memiliki kemampuan untuk memfiksasi nitrogen. Remijawa *et al.*, (2020) juga melaporkan bahwa tanah mangrove yang berada di Pantai Noelbaki, Nusa Tenggara Timur mampu memproduksi enzim ekstraseluler. Berdasarkan hal tersebut, maka bakteri rizosfer mangrove ini dapat digunakan sebagai agen hayati dalam memacu pertumbuhan tanaman yang mampu mengurangi pemakaian pupuk kimia karena bersifat lebih ramah lingkungan. Selain itu, penelitian mengenai isolasi dan karakterisasi bakteri rizosfer mangrove yang berasal dari Pintu Kota, Sulawesi Utara belum pernah dilakukan.

B. Batasan Masalah

Penulis membuat pembatasan masalah bertujuan agar mempermudah penulis dan menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian. Pada penelitian ini fokus bahasannya mengenai batasan pada sampel penelitian, yakni hanya diambil dari rizosfer mangrove yang berada di Pintu Kota Sulawesi Utara. Selanjutnya batasan pada isolat bakteri, yakni hanya isolat bakteri yang memiliki morfologi yang berbeda. Batasan yang terakhir yaitu dalam pengujian isolat

bakteri yang menunjukkan kemampuan isolat dalam menghasilkan unsur hara dan hormon yang berfungsi meningkatkan pertumbuhan pada tanaman jagung.

Isolat bakteri dapat menghasilkan unsur hara yang meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu seperti fosfat, nitrogen, kalium, enzim amilase, selulase, protease, dan katalase. Sementara itu, hormon yang mampu meningkatkan pertumbuhan pada tanaman yaitu *Indole Acetic Acid* (IAA) mampu meningkatkan ukuran tanaman, jumlah akar adventif, dan jumlah akar rambut (Ribeiro dan Cardoso, 2012). Dalam penelitian ini juga dilakukan pengujian salinitas dengan tujuan untuk mengetahui toleransi pertumbuhan isolat bakteri pada kondisi ekstrim.

C. Rumusan Masalah

Penulis mengisolasi bakteri rizosfer mangrove yang dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan, sehingga penelitian ini lebih terarah. Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana keberagaman isolat bakteri dari rizosfer mangrove Pintu Kota?
- b. Bagaimana karakteristik morfologi dari isolat bakteri rizosfer mangrove yang berasal dari Pintu Kota Sulawesi Utara?
- c. Bagaimana potensi bakteri rizosfer mangrove Pintu Kota sebagai pemacu pertumbuhan tanaman?
- d. Bagaimana pertumbuhan tanaman ketika diaplikasikan formula dari bakteri rizosfer mangrove Pintu Kota?
- e. Bagaimana perbedaan formula isolat bakteri rizosfer mangrove Pintu Kota pada tanaman ?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Menjelaskan keberagaman bakteri rizosfer mangrove Pintu Kota.
- b. Menjelaskan karakteristik bakteri rizosfer mangrove Pintu Kota.
- c. Menjelaskan potensi yang dimiliki oleh bakteri rizosfer mangrove Pintu Kota sebagai pemacu pertumbuhan tanaman.
- d. Menjelaskan pertumbuhan tanaman ketika diaplikasikan formula dari bakteri rizosfer mangrove Pintu Kota.
- e. Menjelaskan perbedaan kombinasi formula isolat bakteri terpilih pada pengaplikasiannya sebagai pemacu tumbuh tanaman.

E. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Hasil dari penelitian ini diharapkan akan menambah pengetahuan baru tentang biologi, mikrobiologi, dan interaksi mikroba dengan tumbuhan.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dalam isolasi dan karakterisasi bakteri rizosfer.
- c. Penelitian ini diharapkan akan menjadi referensi tambahan tentang bakteri rizosfer mangrove yang mendorong pertumbuhan tanaman.