

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara agraris, di mana sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian. Penggunaan pupuk dalam praktik pertanian di Indonesia menjadi isu krusial karena perannya dalam meningkatkan produktivitas tumbuhan serta dampaknya terhadap lingkungan. Baik pupuk organik maupun anorganik berkontribusi signifikan terhadap pertumbuhan tumbuhan dan hasil panen. Namun, penggunaan pupuk sintetis yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti degradasi lahan dan pencemaran lingkungan (Amrullah *et al.*, 2021). Selain itu, keterbatasan sumber pangan masih menjadi tantangan akibat menurunnya kualitas lahan pertanian, yang sebagian besar disebabkan oleh penggunaan pupuk kimia secara intensif.

Penggunaan pupuk kimia secara berlebihan berdampak negatif pada kesuburan tanah dan keseimbangan ekosistem mikroba. Idealnya, pupuk harus efektif dalam menyediakan nutrisi bagi tumbuhan dan tidak merusak lingkungan. Namun, kenyataannya pupuk kimia sering kali mengganggu mikroflora tanah, yang pada akhirnya berdampak buruk pada kesuburan tanah dan hasil tumbuhan (Shen *et al.*, 2022). Sebagai solusi, penggunaan pupuk organik menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan karena mampu memperbaiki kandungan unsur hara makro dan mikro serta struktur tanah, sehingga dapat mengurangi dampak negatif dari pupuk anorganik (Chennappa *et al.*, 2018; Fatimah *et al.*, 2022).

Pupuk organik mempunyai unsur hara makro dengan kandungan Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K). Dan unsur hara mikro, seperti besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn) keduanya merupakan nutrisi penting yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah kecil dan harus tersedia di lahan pertanian (Bahri *et al.*, 2020). Pupuk organik tersedia dalam bentuk padat dan cair. Pupuk organik cair (POC) lebih mudah diserap tumbuhan dan berfungsi meningkatkan pembentukan klorofil dan bintil akar pada tumbuhan polong-polongan serta kaya akan kalium yang penting untuk kelangsungan hidup tumbuhan (Bachtiar *et al.*, 2018).

Pembuatan pupuk organik dapat menggunakan beberapa mikroorganisme yang berfungsi untuk mempercepat proses pembuatan pupuk organik cair (POC). Contoh POC yang dapat digunakan yaitu Mikroorganisme lokal air dari cucian beras (air leri), larutan yang mengandung banyak bakteri menguntungkan (EM4) dan PGPR (Kusuma, 2013).

PGPR adalah kelompok bakteri tanah yang berasosiasi daerah perakaran tumbuhan (rizosfer). PGPR mampu mendukung pertumbuhan dan kesehatan tumbuhan termasuk meningkatkan produktivitas tumbuhan. Beberapa mekanisme PGPR dalam memacu pertumbuhan dan kesehatan tumbuhan antara lain produksi hormon tumbuh menghasilkan hormon tumbuhan (IAA, penambat nitrogen, pelarut fosfat, peningkatan unsur hara (Shaileendra Singh, 2015; Mehmood *et al.*, 2018; Zhou *et al.*, 2016). Peningkatan pengambilan unsur hara oleh tumbuhan, toleransi terhadap cekaman abiotik, dan pertahanan terhadap fitopatogen (Al Banna & Arifuddin, 2021).

Nitrogen untuk tumbuhan berasal dari bakteri yang mengikat nitrogen bebas (N_2) dan mengubahnya menjadi amonia (NH_3), sehingga dapat diserap. Nitrogen adalah unsur hara makro yang penting untuk metabolisme protein, reaksi metabolisme, dan struktur sel tumbuhan (Madigan *et al.*, 2019). Bakteri pemicu pertumbuhan tumbuhan (PGPR) menghasilkan hormon IAA, yang membantu pembesaran sel, perkembangan akar, dan pembentukan jaringan tumbuhan (Kurniati, 2018). Bakteri seperti *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Stenotrophomonas maltophilia* diketahui mampu menghasilkan IAA (Aziz & Nazir, 2015; Parvin *et al.*, 2015; Patel & Saraf, 2017; Li *et al.*, 2018). Prosesnya melibatkan pengubahan triptofan menjadi IAA melalui beberapa reaksi enzimatis.

Selain itu, PGPR berperan dalam melarutkan fosfat yang terikat di tanah melalui produksi asam organik seperti asam sitrat, glutamat, dan suksinat, sehingga fosfat menjadi tersedia bagi tumbuhan (Pane, 2022). Akar bambu menjadi habitat potensial bagi PGPR, termasuk *Pseudomonas fluorescens* yang mampu meningkatkan kelarutan fosfat dan melindungi tumbuhan dari patogen (Pratiwi, 2017). Bakteri pelarut fosfat juga menghasilkan asam asam organik seperti asam sitrat, asam glutamat dan asam suksinat serta bereaksi dengan unsur Al^{2+} atau Fe^{2+}

yang menghasilkan senyawa kompleks yang stabil serta melepaskan ion fosfat yang terikat menjadi tersedia bagi tumbuhan (Yulistiana *et al.*, 2020).

Penggunaan PGPR berbasis bahan alami seperti akar putri malu, air kelapa, dan akar bambu terbukti efektif (Manurung *et al.*, 2023). Akar bambu mengandung enzim lignoselulase. Bakteri yang terdapat di titik eksudat akar bambu yaitu *Pseudomonas fluorescens* digunakan sebagai penghasil asam salisilat dan fitoaleksin dengan cara mengkolonisasi akar sehingga mampu menginduksi ketahanan tumbuhan (Hartono *et al.*, 2021). Selain itu, juga terdapat bakteri dari genus *Bacillus* yang terdapat di akar bambu (Susanti *et al.*, 2015; Sholihah, 2016; Mehmood *et al.*, 2018).

Penelitian sebelumnya juga berhasil mengidentifikasi 80 konsorsium bakteri endofit dari berbagai tumbuhan, seperti bambu (*Bambusa bambos*), Sebanyak 17 konsorsium bakteri endofit tersebut diketahui aman bagi tumbuhan dan mamalia, serta memiliki kemampuan memproduksi enzim kitinase, enzim protease, HCN, melarutkan fosfat (P), dan menambat nitrogen (N) (Ankardiansyah *et al.*, 2016). Penelitian lainnya pada jenis bambu lain (*Bambusa blumeana*) menemukan enam spesies bakteri yang berperan dalam produksi hormon, pergantian nutrisi, dan bertindak sebagai agen PGPR (Hardiansyah, 2020). Oleh karena itu, bambu perakaran diduga memiliki sistem yang mampu memacu pertumbuhan, yang terlihat pada bambu jenis (*Gigantochloa apus*), yang menghasilkan isolasi bakteri sebanyak tiga spesies dengan manfaat fiksasi nitrogen (N) dan penekanan pathogen (Kaushal *et al.*, 2020). Penelitian lebih lanjut pada bambu berkayu (*Cephalostachyum pingbianense*) menemukan 12 konsorsium bakteri endofit yang berperan dalam meningkatkan fiksasi nitrogen (N) dan degradasi karbohidrat (Li *et al.*, 2022).

Namun, meskipun banyak penelitian yang telah dilakukan pada berbagai jenis bambu, penelitian mengenai PGPR dari akar *Bambusa spinosa* Roxburgh masih terbatas. Spesies bambu ini tumbuh di berbagai kondisi tanah, termasuk tanah miskin nutrisi (Kumari, 2017), sehingga rizosfernya potensial sebagai habitat mikroorganisme yang toleran terhadap stres lingkungan. Isolasi dan karakterisasi PGPR dari *Bambusa spinosa* Roxburgh berpotensi menemukan strain bakteri yang

lebih tahan terhadap kondisi ekstrem dan efektif sebagai agen biokontrol terhadap patogen.

Oleh karena itu, isolasi dan karakterisasi PGPR akar dari *Bambusa spinosa* Roxburgh dapat memberikan peluang untuk menemukan strain bakteri yang lebih resisten terhadap kondisi lingkungan ekstrem dan efektif sebagai agen biokontrol spesifik terhadap patogen tertentu.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana karakteristik koloni bakteri PGPR yang diisolasi dari akar bambu (*Bambusa spinosa* Roxburgh)?
- 2) Apakah bakteri PGPR dari akar bambu (*Bambusa spinosa* Roxburgh) menghasilkan kemampuan penghasil auksin, penambat nitrogen dan pelarut fosfat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui karakteristik koloni bakteri PGPR yang diisolasi dari akar bambu (*Bambusa spinosa* Roxburgh)
- 2) Mengetahui bakteri PGPR dari akar bambu (*Bambusa spinosa* Roxburgh) menghasilkan kemampuan penghasil auksin, penambat nitrogen dan pelarut fosfat

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Akademis

Penelitian ini berkontribusi dalam menambah pengetahuan di bidang mikrobiologi pertanian terkait pemanfaatan (PGPR) sebagai agen pemupukan hayati. Mengasah keterampilan riset seperti isolasi bakteri.

1.4.2 Bagi Praktis, penelitian ini akan bermanfaat bagi:

1. Bagi Institusi

Penelitian dapat dimanfaatkan oleh petani untuk menggunakan bakteri PGPR dari akar bambu yang meningkatkan pertumbuhan tumbuhan secara alami, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

2. Bagi Penulis

Penelitian ini menambah wawasan penulis, sehingga mengetahui uji karakter dan kemampuan produksi penghasil auksin, penambat nitrogen dan pelarut fosfat pada (PGPR) dari akar bambu (*Bambusa spinosa* Roxburgh)

3. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat bahwa penelitian penggunaan PGPR sebagai biofertilizer meningkatkan produktivitas tumbuhan secara alami sebagai inovasi dalam bidang pertanian

