

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian sangat bergantung pada penggunaan pupuk kimia untuk meningkatkan produktivitasnya. Tanaman membutuhkan nitrogen dalam bentuk nitrat, ion amonium, atau amonia. Nitrogen merupakan salah satu unsur hara utama bagi pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas tanaman karena berperan penting dalam sintesis berbagai senyawa organik vital, termasuk protein, asam nukleat, dan klorofil. Penggunaan pupuk kimia dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti degradasi tanah, penurunan kualitas air, serta hilangnya keanekaragaman hayati. Fan *et al.* (2023) menyatakan bahwa mengurangi penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dapat berperan penting dalam meningkatkan produksi pangan secara berkelanjutan.

Biofertilizer yang mengandung mikroorganisme telah terbukti mampu mengurangi penggunaan pupuk kimia, memperbaiki kualitas tanah, dan meningkatkan hasil panen (Hu *et al.*, 2024). Biofertilizer dapat diperoleh dari bakteri rhizobia yang ditemukan pada bintil akar tanaman legum. Rhizobia merupakan kelompok bakteri tanah yang mampu membentuk hubungan simbiosis dengan tanaman legum. Rhizobia menginduksi pembentukan bintil akar untuk melakukan fiksasi nitrogen dari atmosfer (Tariq *et al.*, 2024). Rhizobia mengalami transformasi menjadi bakteroida di dalam bintil akar yang memiliki kemampuan untuk mengonversi nitrogen menjadi amonia (Ghosh & Chakraborty, 2024).

Regulasi utama dalam proses pembentukan bintil akar dan fiksasi nitrogen dikendalikan oleh gen *nod* dan gen *nif* (Remigi *et al.*, 2016). Gen *nod* menghasilkan molekul sinyal berupa lipochitooligosakarida yang dikenal sebagai Nod factor (NF). Proses fiksasi nitrogen pada mikroba dilakukan oleh enzim yang disebut nitrogenase. Enzim nitrogenase tersusun atas beberapa subunit yang dikodekan oleh gen *nif* (Rahimlou *et al.*, 2021).

Kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merr.) merupakan tanaman legum yang serbaguna dan kaya nutrisi. Protein, asam amino, serat pangan, vitamin, mineral dan senyawa bioaktif merupakan beberapa kandungan kedelai hitam (He *et al.*, 2023). Kedelai hitam telah dimanfaatkan sebagai bahan pengobatan herbal dalam pengobatan tradisional selama ratusan tahun, terutama di negara-negara Asia. Berbagai manfaat kesehatan yang dapat diperoleh dari kedelai hitam antara lain sebagai antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, antikanker, dan antiobesitas (Ganesan & Xu, 2017). Kedelai hitam banyak dimanfaatkan dalam industri untuk produksi susu kedelai dan kecap (Desta *et al.*, 2022).

Kedelai menempati peringkat ketiga dalam tingkat konsumsi komoditas pangan utama di Indonesia setelah padi dan jagung. Produksi kedelai nasional belum mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri (Herlina *et al.*, 2019) akibat rendahnya produktivitas serta terbatasnya area tanam (Goenadi *et al.*, 2019). Produktivitas kedelai sangat dipengaruhi oleh interaksi simbiotiknya dengan rhizobia, karena keberhasilan pembentukan bintil akar dan fiksasi nitrogen biologis sangat bergantung pada spesifitas inang (Andrews & Andrews, 2017). Sebagian besar penelitian mengenai interaksi kedelai-rhizobia dilakukan tanpa membedakan varietas kedelai (Lai *et al.*, 2024; Churakov & Khizhnyak, 2021;

Shanti et al., 2021), sehingga informasi mengenai rhizobia yang berasosiasi dengan kedelai hitam masih terbatas. Isolat rhizobia yang diisolasi dari kedelai hitam hingga saat ini masih belum banyak diteliti, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai interaksi antara rhizobia yang diisolasi dari kedelai hitam dengan tanaman kedelai hitam serta potensinya sebagai biofertilizer untuk meningkatkan produktivitas kedelai di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi rhizobia dari bintil akar kedelai hitam untuk mengeksplorasi potensinya sebagai biofertilizer bagi tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik makroskopis dan mikroskopis isolat yang diperoleh dari bintil akar kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merr)?
2. Apakah gen *nodA*, *nodB*, *nodC*, *nodD*, *nifA*, dan *nifH* terdeteksi pada isolat kandidat rhizobia?
3. Bagaimana identitas kandidat isolat rhizobia berdasarkan analisis gen *16S rRNA*?
4. Bagaimana pengaruh inokulasi isolat rhizobia terhadap pertumbuhan tanaman kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merr)?
5. Bagaimana sifat pemacu pertumbuhan tanaman pada isolat rhizobia?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengisolasi serta melakukan karakterisasi makroskopis dan mikroskopis terhadap isolat yang diperoleh dari bintil akar tanaman kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merr).

2. Mendeteksi gen *nodA*, *nodB*, *nodC*, *nodD*, *nifA*, dan *nifH* pada kandidat isolat rhizobia
3. Mengidentifikasi kandidat isolat rhizobia berdasarkan analisis gen *16S rRNA*.
4. Menganalisis pengaruh inokulasi isolat rhizobia terhadap pertumbuhan tanaman kedelai hitam
5. Menguji sifat pemacu pertumbuhan tanaman isolat rhizobia.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai keberadaan gen *nod* dan gen *nif* pada rhizobia yang diisolasi dari kedelai hitam serta hubungannya dengan kemampuan pembentukan bintil akar dan peningkatan pertumbuhan tanaman kedelai hitam. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan data mengenai isolat rhizobia yang memiliki sifat pemacu pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai keragaman rhizobia tanah di Indonesia serta mendukung pemanfaatannya sebagai kandidat biofertilizer pada tanaman kedelai hitam untuk pengembangan sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.