

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai merupakan tanaman budidaya daerah Asia subtropik seperti Cina dan Jepang. Sebaran *G. soja* sendiri lebih luas, hingga ke kawasan Asia tropik. Kedelai adalah tumbuhan yang selalu peka terhadap pencahayaan. Dalam pencahayaan agak rendah batangnya akan mengalami pertumbuhan memanjang sehingga berwujud seperti tanaman merambat. Kedelai merupakan salah satu komoditas utama kacang-kacangan yang menjadi sumber protein nabati yang digemari masyarakat Indonesia (Lia, 2022).

Pemintaan kedelai di Indonesia terus menunjukkan peningkatan seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan pendapatan masyarakat (Marliah 2012). Besarnya permintaan kedelai belum diimbangi dengan produksi kedelai di dalam negeri. Hal ini menyebabkan sebagian besar kedelai di Indonesia harus diimpor dari luar negeri. Produksi rata-rata kedelai di Indonesia yang masih rendah disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya cara bercocok tanam yang kurang baik, proses fisiologis tanaman yang tidak sempurna, pemeliharaan yang tidak intensif, serta adanya serangan hama dan penyakit (Lia, 2022).

Rendahnya produksi kedelai di Indonesia disebabkan oleh banyak faktor antara lain: rendahnya mutu benih yang digunakan, pengolahan tanah yang kurang sempurna, pemupukan yang kurang efisien, pengendalian hama dan penyakit yang belum efektif, penyiangan yang kurang intensif, dan umumnya menggunakan varietas local. Penggunaan pupuk kandang dapat memberikan tambahan unsur hara kedalam tanah, yang mana hal ini dapat membantu tanah menjadi subur. Serta meningkatkan penggunaan pupuk menjadi efisiensi (Dachlan dkk, 2018).

Upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki karakteristik tanah, serta tetap menjaga keseimbangan lingkungan dapat menggunakan Fungi Mikoriza Arbuskular. Menurut Nurmasiyah *et al.*, (2013), FMA bersimbiosis mutualisme dengan akar tanaman membentuk hifa-hifa eksternal sehingga mampu mengambil hara P yang terfiksasi menjadi unsur yang tersedia bagi tanaman.

Pemberian pupuk kandang dapat memperbaiki kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman yang akhirnya mampu meningkatkan hasil produksi suatu tanaman. Bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik kimia tanah juga dapat meningkatkan jumlah dan aktifitas mikroorganisme tanah. Pemberian pupuk dimaksudkan untuk menambah kandungan unsur hara yang ada pada tanah, sehingga kebutuhan tanaman dalam menyerap unsur hara dapat sesuai kebutuhan yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang (Leki *et al.*, 2015).

Tanaman sangat membutuhkan unsur hara nitrogen dalam pertumbuhan pada akar, batang dan daun. Kebutuhan nitrogen pada kedelai juga dapat dipenuhi oleh fiksasi nitrogen simbiotik yang melibatkan bakteri *Rhizobium*. Bakteri *Rhizobium* memanfaatkan nitrogen yang tersedia di udara dan hidup bersimbiosis pada akar kacang-kacangan dengan membentuk bintil akar pada tanaman inangnya (Meitasari dan Wicaksono, 2018).

Keuntungan dari penggunaan inokulasi rhizobium selain dapat memenuhi kebutuhan nitrogen tanaman, juga tidak mencemari lingkungan, rhizobium juga berdampak positif terhadap struktur tanah. Kelompok bakteri yang bisa menyediakan hara bagi kedelai adalah rhizobium. kelompok bakteri ini dapat menginfeksi akar tanaman sehingga terbentuknya bintil akar. Bintil akar dapat mengambil nitrogen di atmosfer (Norviani, 2011).

1.2 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk kandang dan efektivitas pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max*).

1.3 Hipotesis Penelitian

1. Adanya pengaruh pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.
2. Adanya pengaruh pemberian pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.
3. Pengaruh interaksi pemberian pupuk kandang dan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.

1.4 Kegunaan Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S1 di Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara.
2. Sebagai bahan informasi bagi pihak yang membutuhkan dalam membudidayakan tanaman kedelai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai

Tanaman Kedelai (*Glycine max*) yang di tanaman menggunakan varietas detap-1 yang di budidayakan di lahan pertanian. Tanaman kedelai mempunyai kalsifikasi taksonomi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: <i>Glycine</i>
Species	: <i>Glycine max</i> L.

2.2 Morfologi Tanaman Kedelai

2.2.1 Batang Tanaman Kedelai

Batang pada tanaman kedelai dikenal dua tipe pertumbuhan batang, yaitu determinate dan indeterminate. Tanaman kedelai dengan pertumbuhan batang determinate memiliki ujung batang yang berakhir dengan rangkaian bunga, cabang-cabang batangnya tumbuh tanpa melilit, tetapi lurus tegak keatas (Recca, 2015).

2.2.2 Daun Tanaman Kedelai

Jarak daun kedelai selang-seling, memiliki tiga buah daun (trifoliate), petiola berbentuk panjang menyempit dan silinder, stipulanya terbentuk lanseolat kecil, dan stipel kecil, lembaran daun berbentuk oval menyirip, biasanya palea berwarna hijau dan pangkal berbentuk bulat. Ujung daun biasanya tajam atau tumpul, lembaran daun samping sering agak miring (Septiatin, 2012).

2.2.3 Bunga Tanaman Kedelai

Bunga tanaman kedelai termasuk bunga sempurna (hermaphrodite) yakni pada setiap kuntum bunga terdapat alat kelamin betina (putik) dan kelamin jantan (benang sari). Penyerbukan terjadi pada saat bunga masih menutup sehingga kemungkinan kawin silang alami amat kecil. Bunga yang terletak pada ruas-ruas cabang dapat menjadi polong yang diakibatkan oleh terjadinya penyerbukan secara sempurna. Tanaman kedelai mulai berbunga pada umur 35-39 hari (Astuti, 2002).

2.2.4 Polong Tanaman Kedelai

Polong kedelai pertama terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 1-10 buah dalam setiap kelompok. Pada setiap tanaman, jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50 bahkan ratusan. Ukuran dan bentuk polong menjadi maksimal pada saat awal periode pemasakan biji. Hal ini kemungkinan diikuti oleh perubahan warna polong dari hijau menjadi kuning kecoklatan pada saat masak (Yulien, 2014).

Astuti (2002), menyatakan hasil per hektar tanaman kedelai varietas Anjasmoro sekitar 2,25-2,30 ton/ha dan umur polong masak berkisar 82-92 hari dengan warna polong yang sudah tua yaitu berwarna coklat muda.

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

2.3.1 Intensitas Cahaya Matahari

Arifini (2008) mengemukakan Kedelai adalah tanaman berhari pendek, yaitu tidak mampu berbunga bila penyinaran melebihi 16 jam, dan cepat berbunga bila kurang dari 12 jam. Lama penyinaran matahari di Indonesia umumnya sekitar 12 jam. Di Indonesia kedelai berbunga pada umur 25–40 hari dan panen pada umur 75–95 hari, sedangkan di wilayah subtropika dengan panjang hari 14–16 jam kedelai berbunga umur 50–70 hari dan panen pada umur 150–160 hari. Lama penyinaran optimal adalah 10–12 jam, penyinaran kurang dari 10 jam atau lebih dari 12 jam menyebabkan pembungaan lambat, penurunan jumlah bunga, polong, dan hasil, tetapi ukuran biji tidak terpengaruh dan menjadi lebih kecil bila penyinaran (Taufik, dkk. 2012).

2.3.2 Suhu

Kedelai banyak dibudidayakan di lingkungan tropis dan subtropis, dapat tumbuh hingga ketinggian tempat 1000 m dpl. Daya adaptasi yang luas tersebut karena kedelai relatif tahan pada kondisi suhu rendah dan tinggi. Suhu udara yang paling sesuai adalah 20–25 °C. Kecepatan pertumbuhan mengalami penurunan pada suhu >35 °C maupun pada suhu (Taufik, dkk. 2012).

2.3.3 Tanah

Kedelai dapat tumbuh pada tanah bertekstur ringan hingga berat. Akan tetapi Beutler *et al.*, (2005), menunjukkan bahwa di Brazil pertumbuhan terhambat dan hasil kedelai turun mulai nilai ketahanan penetrasi tanah 0,85 Mpa dan berat isi tanah (BV) 1,48 kg/m³. Hal ini menunjukkan bahwa tanah yang padat kurang baik untuk kedelai.

Tanaman kedelai mempunyai daya adaptasi yang luas terhadap berbagai jenis tanah. Hal yang penting diperhatikan dalam pemilihan lahan penanaman tanaman kedelai yaitu tata air (irigasi dan drainase) dan tata udara (Aerasi), tanah bebas dari kandungan nematode, serta tingkat keasaman tanah (pH) 5,0-7,0 dengan lahan yang memiliki kedalaman lapisan olah tanah sedang sampai dalam lebih dari 30 cm. Tekstur tanah liat berpasir atau tanah gembur yang mengandung cukup bahan organik (Astuti, 2002).

2.4 Pupuk Kandang

2.4.1 Pupuk Kandang Sapi

Pupuk kandang/kotoran hewan yang berasal dari usaha tani pertanian antara lain adalah kotoran ayam, sapi, kerbau, dan kambing. Komposisi hara pada masing-masing kotoran hewan berbeda tergantung pada jumlah dan jenis makanannya. Secara umum, kandungan hara dalam kotoran hewan lebih rendah daripada pupuk kimia. Oleh karena itu biaya aplikasi pemberian pupuk kandang (pukan) ini lebih besar daripada pupuk anorganik (Hartatik dan Widowati, 2006).

Pupuk kandang sapi umumnya memiliki kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang lebih rendah dibandingkan pupuk kandang ayam, namun kelebihanannya terletak pada kemampuan memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation (CTC).

Pupuk kandang sapi memiliki beberapa manfaat utama dalam budidaya tanaman, yaitu (1) Memperbaiki struktur tanah : meningkatkan porositas, aerasi, dan kemampuan menahan air. (2) Menambah bahan organik tanah : memperkaya kandungan karbon organik yang penting bagi kehidupan mikroorganisme tanah. (3) Meningkatkan kesuburan tanah: menyediakan unsur hara secara perlahan dan berkelanjutan. (4). Mendukung pertumbuhan akar dan mikroba tanah: membantu aktivitas mikroorganisme simbiotik seperti Rhizobium. Penggunaan pupuk kandang sapi sangat dianjurkan dalam sistem pertanian organik maupun terpadu. Dalam budidaya kedelai, pupuk ini sering digunakan sebagai dasar (pupuk dasar) karena dapat memperbaiki kondisi awal media tanam sebelum penanaman.

2.4.2 Pupuk Kandang Ayam

Pupuk kandang ayam merupakan jenis pupuk organik yang berasal dari kotoran ayam, baik ayam petelur maupun ayam pedaging. Pupuk ini dikenal memiliki kandungan unsur hara yang cukup tinggi, terutama nitrogen (N), sehingga sangat efektif untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Pupuk kandang ayam memiliki manfaat, yaitu : (1) Menyediakan unsur hara esensial (terutama N dan P) yang diperlukan tanaman. (2) Meningkatkan kesuburan tanah, baik secara kimia maupun mikrobiologis. (3) Mendukung pertumbuhan awal tanaman, seperti tinggi tanaman dan jumlah daun. (4) Memperbaiki aktivitas mikroorganisme tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara. Dalam budidaya kedelai dan tanaman pangan lainnya, pupuk kandang ayam sering digunakan sebagai pupuk dasar atau kombinasi dengan pupuk hayati.

Berdasarkan hasil penelitian Elisman (2001) diketahui pupuk kandang ayam dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah sehingga tanah menjadi lebih gembur. Sementara Baherta (2009) menjelaskan kandungan kotoran ayam dalam setiap tonnya adalah 10 kg N, 8 kg P₂O₅, dan 4 kg K₂O. Jumlah pemberian pupuk kandang ayam rata-rata yang biasa diberikan di Indonesia berkisar 20-30 ton/ha (Yuliana, dkk. 2015).

Hasil dari dekomposisi bahan organik seperti N, P, K, Ca, S, dan Mg yang sebelumnya teresimilasi dengan bahan tersebut dan secara langsung dapat meningkatkan pH selain itu bahan organik juga meningkatkan kemampuan tanah menyangga kation karena akhir dekomposisi bahan organik menghasilkan suatu senyawa kompleks yang disebut humus (Sabran dan Wahyudi, 2015).

2.5 Pupuk Hayati

2.5.1 Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA)

Salisbury dan Ross (1995) Menyatakan Mikoriza adalah suatu struktur sistem perakaran yang termasuk sebagai manifestasi adanya simbiosis mutualisme antara fungi (Myces) dan perakaran (Rhiza) tumbuhan tinggi. Mikoriza, suatu bentuk asosiasi mutualisme antara fungi (Myces) dan perakaran (Rhiza) tumbuhan tingkat tinggi, memiliki spektrum yang sangat luas baik segi tanaman inang, jenis fungi, mekanisme asosiasi, efektivitas, mikrohabitat maupun penyebarannya. Dalam fenomena ini jamur menginfeksi dan mengkoloni akar tanpa menimbulkan nekrosis sebagaimana biasa terjadi pada infeksi jamur patogen dan mendapatkan pasokan nutrisi secara teratur dari tanaman. Fungi tidak merusak atau membunuh tanaman inangnya tetapi memberi suatu keuntungan kepada tanaman inang (host) dimana tanaman inang menerima hara mineral, sedangkan fungi memperoleh senyawa karbon dari hasil fotosintesis tanaman inangnya (Malik, 2016).

Tisdale *et al.*, (1990), menyatakan nitrogen dalam tanaman berupa asam amino, asam nukleat, enzim-enzim, bahan-bahan yang menyalurkan energi seperti klorofil, NADPH, dan ATP. Tanaman yang sedang tumbuh sangat membutuhkan nitrogen untuk membentuk sel-sel baru. Bila tanaman kekurangan nitrogen, akan menghentikan proses pertumbuhan dan reproduksi. Gardner *et al.*, (1991), menambahkan warna pucat pada tanaman yang kekurangan nitrogen berasal dari terhambatnya pembentukan klorofil selanjutnya pertumbuhan akan berjalan dengan lambat karena klorofil dibutuhkan untuk pembentukan karbohidrat dalam proses fotosintesis. Warna pucat karena kekurangan nitrogen biasanya terjadi lebih dahulu pada daun-daun tua terutama pada tulang-tulang daun. Warna coklat kekuningan

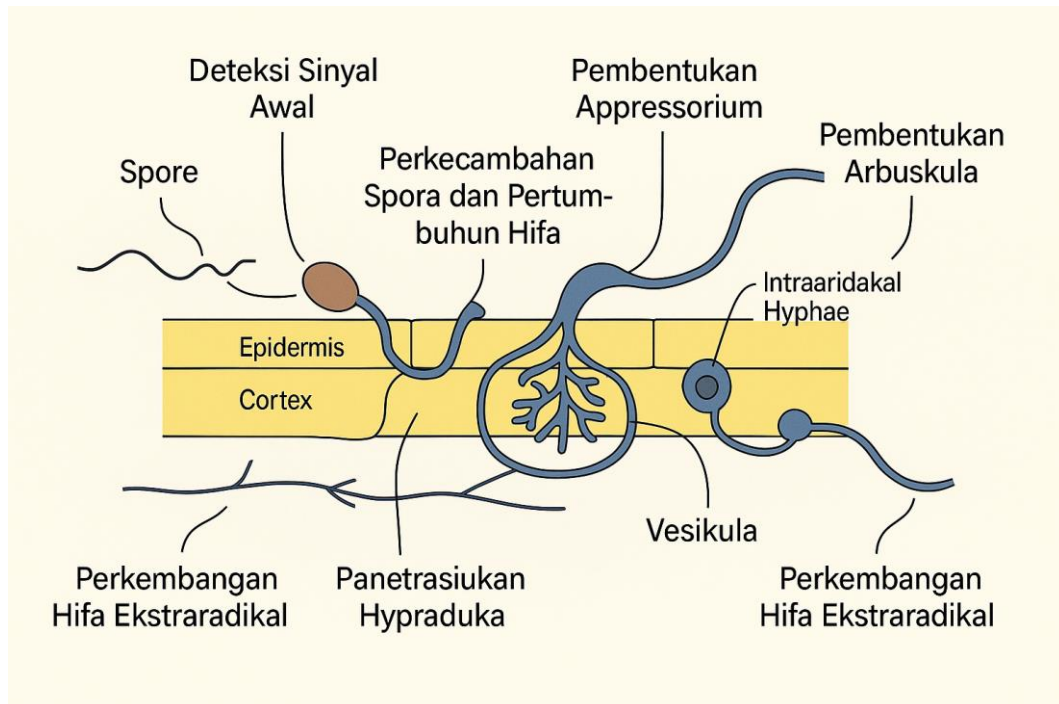
tampak sepanjang tulang daun pada bagian ujung daun tua dan terus meluas (Indriyani *et al.*, 2011).

Evelin *et al.*, (2009), Menyatakan aplikasi FMA dapat mengatasi cekaman salinitas melalui berbagai mekanisme seperti meningkatkan serapan hara, menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman, serta merubah sifat fisiologi dan biokimia tanaman inang. Inokulasi FMA juga dapat meningkatkan proses fisiologi tanaman inang seperti peningkatan kapasitas absorpsi unsur hara oleh tanaman dengan peningkatan tekanan hidrolik akar dan mempertahankan tekanan osmotik dan komposisi karbohidrat (Ardiansyah *et al.*, 2014).

Prasetya (2011), mengungkapkan penerapan pertanian berwawasan lingkungan dalam rangka meningkatkan produktivitas lahan dapat dilakukan dengan penggunaan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA). FMA merupakan asosiasi simbiotik antara fungi dengan akar tanaman yang membentuk jalinan interaksi yang kompleks. FMA berperan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia tanah maupun biologi tanah, meningkatkan serapan hara, memacu pertumbuhan akar tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, melindungi tanaman dan melepaskan fosfat yang terfiksasi (Khairuna *et al.*, 2015).

2.5.2 Proses Infeksi Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA)

Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) adalah jamur tanah yang bersimbiosis dengan akar tanaman, termasuk kedelai (*Glycine max*), membentuk hubungan mutualisme. Infeksi FMA membantu tanaman meningkatkan serapan hara (terutama fosfor), air, serta meningkatkan ketahanan terhadap cekaman lingkungan.



Gambar 2.1 Proses Infeksi Fungi Mikoriza Arbuskular Pada Akar Tanaman Kedelai.

(1). Akar tanaman kedelai melepaskan senyawa strigolakton ke dalam tanah yang mendorong perkecambahan dan pertumbuhan hifa FMA. Sebaliknya, jamur menghasilkan sinyal seperti Myc-factors yang dikenali oleh reseptor akar. (2). Spora FMA berkecambah membentuk hifa yang tumbuh menuju permukaan akar, tertarik oleh sinyal kimia dari akar. Tahap ini merupakan fase awal kolonisasi. (3). Ketika hifa mencapai permukaan akar, jamur membentuk struktur penempel bernama appressorium pada epidermis akar. Struktur ini menjadi titik masuk utama FMA ke jaringan akar. (4). Jamur menembus sel epidermis akar tanpa merusaknya, lalu menyebar melalui hifa intraradikal ke sel korteks akar. Jalur penetrasi bisa antarsel (apoplasmik) atau melalui sel. (5). Di dalam sel korteks, jamur membentuk arbuskula – struktur bercabang mirip pohon – yang menjadi pusat pertukaran nutrien: fosfor (P), zinc (Zn), dan air dari jamur ditukar dengan karbon (C) dari tanaman hasil fotosintesis. (6). Beberapa spesies FMA membentuk **vesikula**, yaitu

struktur menyerupai kantung yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan lemak/glikogen serta sebagai alat reproduksi dan kelangsungan hidup jamur. (7). Hifa juga tumbuh ke luar akar (hifa ekso-radikal) untuk menjelajah tanah dan menyerap hara dari luar zona perakaran biasa. Ini memperluas jangkauan penyerapan tanaman.

2.5.3 Bakteri Rhizobium

Hamdi (2002) menyatakan Bakteri penambat nitrogen yang terdapat didalam akar kacang-kacangan adalah jenis bakteri Rhizobium. Bakteri ini masuk melalui rambut-rambut akar dan menetap dalam akar tersebut dan membentuk bintil pada akar yang bersifat khas pada kacang-kacangan. Belum diketahui sepenuhnya bagaimana Rhizobium masuk melalui rambut-rambut akar, terus ke dalam badan akar dan selanjutnya membentuk bintil-bintil akar. Untuk menambat nitrogen, bakteri ini menggunakan enzim nitrogenase, dimana enzim ini akan menambat gas nitrogen di udara dan merubahnya menjadi gas amoniak dan kemudian asetylen menjadi ethylen. Gen yang mengatur proses penambatan ini adalah gennif (Singkatan nitrogen -fixation). Gen -gen nif ini berbentuk suatu rantai, tidak terpecah kedalam sejumlah DNA yang sangat besar yang menyusun kromosom bakteri tetapi semuanya terkelompok dalam suatu daerah. Hal ini memudahkan untuk memotong bagianuntai DNA yang sesuai dari kromoson Rhizobium dan menyisipkannya ke dalam mikroorganisme lain (Koryati, dkk. 2022).

Adisarwanto (2006) menyatakan bahwa tanaman kedelai membutuhkan nitrogen dalamjumlahyang banyak untuk pertumbuhan dan produktivitasnya. Kedelai memiliki kemampuan menggunakan nitrogen bebas di udara untuk dijadikan sumber nitrogen bagi tanaman, kemampuan ini dikarenakan adanya

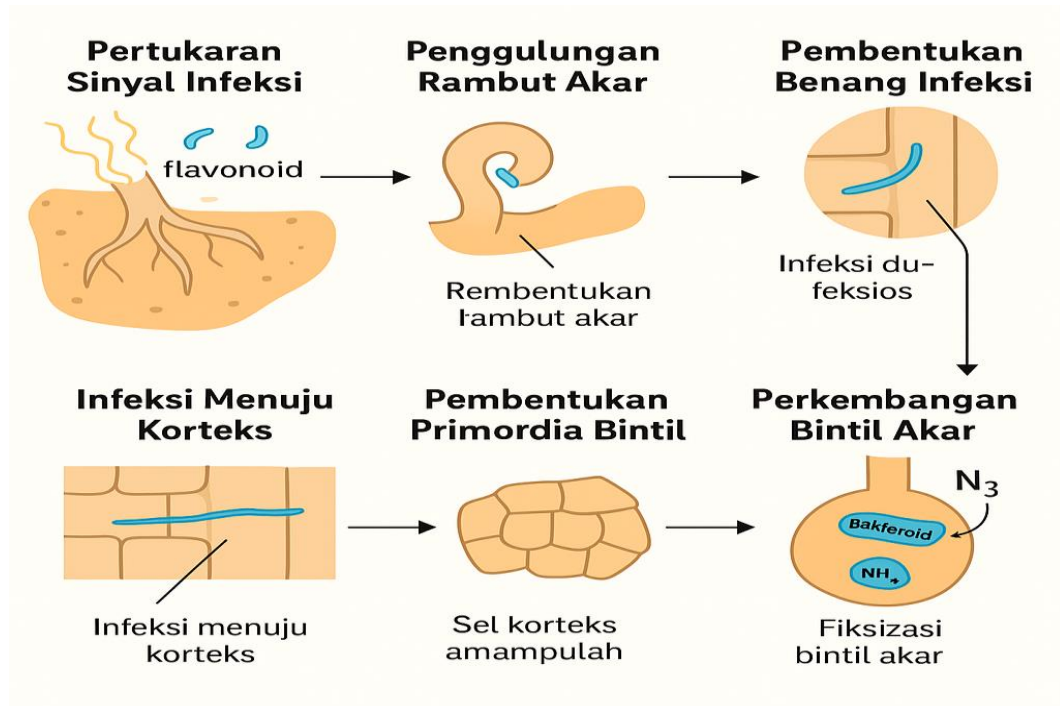
simbiosis mutualisme dengan bakteri Rhizobium. Bakteri ini tidak tersedia apabila tanah yang digunakan untuk budidaya belum pernah ditanami kedelai. Selain itu untuk pembentukan bintil akar yang efektif diperlukan kesesuaian Rhizobium dengan tanaman legumnya (Avranza, 2023).

Tanah pasir selain miskin akan hara fosfor juga miskin hara N. Nitrogen yang tersedia dalam tanah dalam bentuk NO_3^- dan NH_4^+ seringkali hilang terlarut karena tidak terikat pada struktur tanah. Kondisi seperti ini dapat diperbaiki lewat mekanisme pengikatan nitrogen udara dalam tanah atau dalam pori makro tanah pasir. Inokulasi Rhizobium pada tanaman leguminosae dapat membantu ketersediaan unsur hara N dalam tanaman yang ditumbuhkan pada tanah pasir (Saptiningsih, 2007).

Penelitian Manasikana *et al.*, (2019), menjelaskan tentang inokulasi Rhizobium pada tanaman leguminosa termasuk salah satunya yaitu tanaman kedelai tidak selalu memberikan hasil yang baik, tidak selalu memberikan pengaruh yang nyata pada pertumbuhan tanaman, bahkan sering mengalami kegagalan. Ada beberapa faktor yang kemungkinan menyebabkan hal ini terjadi, antara lain yaitu rendahnya kemampuan bakteri inokulan untuk bersaing dengan bakteri indigenus (bakteri alami) dalam menginfeksi akar. Faktor lain yang mempengaruhi perkembangan dan aktifitas Rhizobium di dalam tanah yaitu kandungan bahan organik, kelembaban, aerasi, suhu, kemasaman tanah, suplai hara organik, jenis tanah dan presentase pasir serta liat.

2.5.4 Proses Infeksi Bakteri Rhizobium Pada Akar Tanaman Kedelai

Rhizobium adalah bakteri gram-negatif dari famili Rhizobiaceae yang bersimbiosis secara mutualistik dengan tanaman leguminosa (seperti kedelai) untuk fiksasi nitrogen (N_2). Prosesnya kompleks dan melibatkan komunikasi molekuler antara tanaman dan bakteri.



Gambar 2.1 Proses Bakteri Rhizobium dalam membentuk bintil akar pada akar tanaman kedelai.

(1). Akar kedelai melepaskan senyawa flavonoid ke tanah, Rhizobium merespons dengan menghasilkan faktor Nod sebagai sinyal balik. (2). Rambut akar menggulung sebagai respons terhadap faktor Nod, Rhizobium menempel pada titik gulungan. (3). Rhizobium masuk ke dalam rambut akar melalui saluran infeksi, Benang infeksi tumbuh menuju korteks akar. (4). Benang infeksi menembus sel korteks akar. (5). Sel korteks mengalami pembelahan membentuk primordia bintil akar. (6). Bakteri berdiferensiasi menjadi bakteroid di dalam bintil. (7). Terjadi proses fiksasi nitrogen: mengubah N_2 menjadi NH_3 yang dapat diserap tanaman.

2.5.5 Perbedaan Pupuk Mikoriza dan Rhizobium

Pupuk mikoriza merupakan pupuk hayati yang mengandung jamur mikoriza, umumnya dari kelompok Glomeromycota seperti *Glomus* sp. atau *Rhizophagus intraradices*. Mikoriza membentuk hubungan simbiosis dengan akar tanaman, terutama dengan tanaman non-leguminosa, tetapi juga dapat bersimbiosis dengan tanaman leguminosa seperti kedelai. Jamur mikoriza membentuk struktur khusus di dalam sel akar tanaman berupa arbuskula dan vesikula. Fungsi utamanya adalah meningkatkan penyerapan unsur hara dari tanah, khususnya fosfor (P) dan beberapa unsur mikro seperti seng (Zn) dan tembaga (Cu). Mikoriza juga dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap kekeringan dan serangan patogen.

Sementara itu, pupuk Rhizobium mengandung bakteri simbiotik dari genus *Rhizobium* atau *Bradyrhizobium*, yang secara khusus bersimbiosis dengan tanaman leguminosa seperti kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau. Bakteri ini menginfeksi akar tanaman dan membentuk bintil akar (nodul) yang menjadi tempat terjadinya fiksasi nitrogen, yaitu proses pengikatan nitrogen bebas dari atmosfer menjadi amonia (NH_3) yang dapat digunakan oleh tanaman. Fiksasi nitrogen ini membantu tanaman memperoleh sumber nitrogen secara alami, sehingga dapat mengurangi kebutuhan pupuk nitrogen anorganik.

perbedaan utama antara keduanya terletak pada jenis mikroorganisme yang digunakan, tanaman inang, serta fungsi utamanya: mikoriza membantu penyerapan fosfor, sedangkan *Rhizobium* membantu fiksasi nitrogen.