

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Budidaya Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai dapat mengikat Nitrogen di atmosfer melalui aktivitas bakteri *Rhizobium* sp. Bakteri ini terbentuk di dalam akar tanaman yang diberi nama nodul atau bintil akar. Bintil akar tanaman kedelai umumnya dapat mengikat Nitrogen dari udara pada umur 10-12 hari setelah tanam, tergantung kondisi lingkungan tanah dan temperatur. Untuk menghasilkan 1 kg biji kedelai, tanaman menyerap 70-80 g Nitrogen dari dalam tanah (Aep, 2006).

Tanaman kedelai tumbuh optimum pada wilayah bercurah hujan 100-200 mm/bulan. Tanaman kedelai menghendaki temperatur 21-34°C, namun optimal pada 23-27°C. Tanah yang sesuai untuk bertanam kedelai adalah Alluvial, Regosol, Grumosol, Latosol, Andosol, tanah yang mengandung pasir kuarsa perlu diberi pupuk organik dalam jumlah yang cukup serta ketersediaan air dan hara harus diperhatikan. Ketinggian optimum untuk tanaman kedelai adalah tidak lebih dari 500 mdpl dan pH bagi tanaman kedelai sekitar 5,8-7,0 (Aep, 2006).

Menurut Kemal (2000) tahapan budidaya kedelai sebagai berikut:

#### 1. Pengolahan lahan

Tanaman kedelai biasanya ditanam pada tanah kering (tegalan) atau tanah persawahan. Pengolahan tanah bagi pertanaman kedelai di lahan kering sebaiknya dilakukan pada akhir musim kemarau, sedangkan pada lahan sawah, umumnya dilakukan pada musim kemarau. Sebelum dilakukan

penanaman, lahan kering yang digunakan diberi pupuk kandang 25 ton/h (Partoyo, 2005).

## **2. Penanaman**

Cara tanam yang terbaik untuk memperoleh produktivitas tinggi yaitu dengan membuat lubang tanam memakai tugal dengan kedalaman antara 1,5-2 cm. Jarak tanam yang digunakan adalah 15 cm x 15 cm pada lahan yang kurang subur. Setiap lubang tanam diisi sebanyak 3 – 4 biji dan diupayakan 2 biji yang bisa tumbuh.

## **3. Pemeliharaan**

### **a. Penyiraman**

Tanaman kedelai sangat memerlukan air saat perkecambahan (0-5 hari setelah tanam), stadium awal vegetatif (15-20 hari), masa pembungaan dan pembentukan biji (35-65 hari). Pengairan sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari.

### **b. Pemupukan**

Pada lahan yang kesuburannya rendah dosis pupuk Urea 50 kg/h, SP-36 75 kg/h, dan KCl 100 kg/h. Pupuk disebar secara merata di lahan, atau dimasukkan ke dalam lubang di sisi kanan dan kiri lubang tanam sedalam 5 cm.

### **c. Pengendalian hama dan penyakit**

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan pada waktu yang berbeda-beda tergantung jenis hama dan pola penyerangannya:

- (i). *Melano agromyza phaseoli*, ukuran hama 1,5 mm, cara

- pengendaliannya adalah dengan penyemprotan Surecide 25 EC atau Agrothion 50 EC.
- (ii). Kumbang daun tembukur (*Phaedonia inclusa*), gejala serangannya adalah larva dan kumbang memakan daun, bunga, pucuk, polong muda bahkan seluruh tanaman. Cara pengendaliannya adalah dengan penyemprotan Agrothion 50 EC atau Diazinon 60 EC pada tanaman setelah berumur di atas 20 hari.
- (iii). Cantalan (*Epilachana soyae*) pemakan daun dan merusak bunga. Cara pengendaliannya adalah dengan penyemprotan Agrothion 50 EC.
- (iv). Ulat polong (*Etiela zinchenella*) menyerang buah saat masih hijau, polong bagian luar berubah warna. Cara pengendaliannya adalah dengan penyemprotan Dursban 20 EC hingga 15 hari sebelum panen.
- (v). Kepala polong (*Riptortus linearis*). Gejalanya adalah polong bercak kehitaman dan menjadi hampa. Cara pengendaliannya adalah dengan penyemprotan Surecide 25 EC atau Azodrin 15 WSC.
- (vi). Lalat kacang (*Ophiomyia phaseoli*) menyerang tanaman muda yang baru tumbuh. Cara pengendaliannya adalah pemberian Furadan 36. Setelah satu minggu setelah benih berkecambah, dilakukan penyemprotan Azodrin 15 WSC dengan dosis 2 cc/liter air dan diulangi ketika tanaman berumur 1 bulan.
- (vii). Kepik hijau (*Nezara viridula*) menyerang polong dan biji sehingga

- mengempis dan kering dan biji dalam atau kulit polong berbintik coklat. Pengendaliannya dengan menyemprot Azodrin 15 WCS.
- (viii). Kepik coklat disemprot dengan Azodrin 15 WSC, Diazinois 60 EC atau Dursban 20 EC atau Bayrusil setiap 1-2 minggu, setelah tanam 50 hari.
- (ix). Ulat grayak (*Prodenia litura*) menyerang daun dengan gejala kerusakan pada daun. Cara pengendaliannya adalah dengan menyemprot Dursban 20 EC atau Azodrin 15 WSC sebanyak 2 kali seminggu setelah ditemukan telur.
- (x). Ulat penggerek polong, disemprot dengan insektisida Agrothion 50 EC, Dursban 20 EC, Azodrin 115 WSC, Thiodan 35 EC pada waktu pembentukan polong.

Upaya pengendalian penyakit pada tanaman kedelai:

- (i). Penyakit layu (*Sclerotium rolfsii*) menyerang tanaman umur 2-3 minggu dengan gejala daun menguning dan layu. Pengendaliannya adalah dengan menyemprotkan Dithane M 45 dengan dosis 2 gram/liter air.
- (ii). Penyakit *Anthracnose*, menyerang daun dan polong yang telah tua. Gejalanya adalah daun dan polong bintik-bintik kecil hitam, daun yang paling rendah rontok, polong muda yang terserang menjadi kosong dan isi polong tua menjadi kerdil. Pengendaliannya dengan menyemprotkan Antracol 70 WP atau Dithane M 45.
- (iii). Penyakit karat, menyerang daun, gejalanya daun tampak bercak dan

bintik coklat, dikendalikan dengan menyemprotkan Dithane M 45.

(iv). Penyakit busuk batang menyerang batang tanaman kedelai.

Gejalanya batang menguning kecoklat-coklatan dan basah, kemudian membusuk dan mati. Cara pengendaliannya dengan menyemprotkan Dithane M 45.

(v). Virus mosaik menyerang daun dan tunas. Gejalanya perkembangan dan pertumbuhan lambat, tanaman menjadi kerdil. Pengendaliannya dengan menyemprotkan Tokuthion 500 EC.

#### **4. Panen**

Panen kedelai dilakukan apabila sebagian besar daun sudah menguning, tetapi bukan karena serangan hama atau penyakit, lalu gugur, buah mulai berubah warna dari hijau menjadi kuning kecoklatan dan retak-retak atau polong sudah kelihatan tua, batang berwarna kuning agak coklat dan gundul. Panen yang terlambat akan merugikan, karena banyak buah yang sudah tua dan kering, sehingga kulit polong retak-retak atau pecah dan biji lepas berhamburan. Selain itu, buah akan gugur akibat tangkai buah mengering dan lepas dari cabangnya. Kedelai yang akan digunakan sebagai bahan konsumsi dipetik pada usia 75-100 hari, sedangkan untuk dijadikan benih dipetik pada umur 100-110 hari, agar kemasakan biji betul-betul sempurna dan merata. Adapun kedelai yang sudah matang secara fisiologis, cirinya adalah sebagian besar daun (90-95%) sudah menguning kecoklatan lalu gugur (Babinsa, 2015). Untuk varietas Gema dari Balitkabi potensi hasilnya 3,06 ton/h (Balitkabi, 2014).

## **B. Bakteri *Rhizobium* sp.**

Bakteri *Rhizobium* sp. merupakan mikroba yang mampu mengikat Nitrogen bebas yang berada di udara menjadi ammonia ( $\text{NH}_3$ ) yang akan diubah menjadi asam amino yang selanjutnya menjadi senyawa Nitrogen yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. *Rhizobium* sp. memperoleh karbohidrat sebagai sumber energi dari tanaman inang. Secara mikroskopis sel bakteri *Rhizobium* sp. berbentuk batang, aerobik, gram negatif dengan ukuran  $0,5-0,9 \times 1,2-3 \mu\text{m}$ , umumnya memiliki satu flagella polar atau subpolar (Sari dan Prayudaningsih, 2015).

*Rhizobium* sp. masuk ke dalam akar legum melalui rambut akar atau secara langsung ke titik munculnya akar lateral. Rambut akar merupakan bagian tanaman yang pertama kali dapat memberikan respon karena terinfeksi *Rhizobium* sp (Agung\_Astuti dkk., 2016). Strain *Rhizobium* sp. mampu menginfeksi legum dengan melepaskan polisakarida spesifik yang menyebabkan lebih banyak aktivitas pektolitik oleh akar (Agung\_Astuti dkk., 2006). Beberapa berpendapat bahwa robekan mekanik terjadi di mana *Rhizobium* sp. masuk ke dinding rambut akar yang pecah dan *Rhizobium* sp. terperangkap sampai rambut akar yang telah berubah bentuk terbungkus kembali (Sari dan Prayudaningsih, 2015). Keberhasilan dari inokulan mikrobial tergantung dari beberapa faktor, dimana bahan pembawa (*carrier*) menjadi faktor terpenting. *Carrier* biasanya berbentuk padat, semi padat atau substansi cair, yang dapat mendukung kehidupan bacteria dalam jangka waktu tertentu. Salah satu sifat terpenting yang diperlukan dari *carrier* adalah kemampuannya dalam mempertahankan populasi dari inokulan

mikrobia agar tetap tinggi selama jangka waktu penyimpanan (Karnataka, 2007), misalnya adalah produk legum dan produk komersial lainnya. Cadangan Nitrogen pada tanaman disimpan dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$  (Armiadi, 2009).

Hasil penelitian Ulin dkk. (2015), menunjukkan bahwa aplikasi legum (legum inokulan) sebanyak 12 g/kg benih dengan tambahan kompos dapat meningkatkan hasil tanaman kedelai pada lahan dengan jenis tanah Alfisol sebesar 24,5% (2,32 ton/ha) dibandingkan dengan perlakuan tanpa menggunakan legum (1,75 ton/ha). Berdasarkan penelitian Fitriana dkk. (2014), pemberian inokulum *Rhizobium* sp. dengan dosis 10 g/kg benih dan pupuk kandang ayam memberikan hasil jumlah polong lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian inokulum *Rhizobium* sp. dan tanpa pemberian pupuk kandang. Pemberian inokulum *Rhizobium* sp. 10 g/kg benih juga memberikan hasil panen yang tertinggi. Berdasarkan penelitian Kusumastuti (2017), pemberian inokulum *Rhizobium* sp.-mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan pada akar, luas daun, bobot biji, dan hasil kedelai di tanah pasir pantai.

### **C. Bakteri Filosfer Fiksasi Nitrogen**

Filosfer merupakan permukaan daun pada tumbuhan pada kelembapan tinggi seperti di daerah tropis dan sedang, berbagai mikroflora daun banyak ditemukan di sana (Madigan *et al.*, 2000). Menurut Yang *et al.* (2001), meneliti dengan menggunakan metode kultur *dependent* dan *independent*, komunitas mikroba pada filosfer fiksasi Nitrogen lebih kompleks dari pemikiran sebelumnya yang berdasarkan metode kultur konvensional.

Bakteri filofosfor fiksasi Nitrogen diketahui sebagai bakteri yang terbanyak terdapat pada bagian filofosfor. Bakteri yang mendiami permukaan daun jumlahnya sangat melimpah diperkirakan mencapai  $6,4 \times 10^8$  cfu/ml. Bahkan di daerah tropis dan sedang diperkirakan jumlahnya lebih besar. Jelas bahwa dengan jumlah tersebut, bakteri filofosfor fiksasi Nitrogen cukup besar untuk berkontribusi dalam berbagai proses penting kehidupan, terutama pada tumbuhan tempat bakteri filofosfor fiksasi Nitrogen hidup (Yang *et al.*, 2001).

Tanaman kedelai memperoleh pasokan Nitrogen tidak hanya melalui pemupukan dan fiksasi N dari udara oleh bakteri *Rhizobium*, tetapi juga dapat melalui fiksasi N dari udara dengan cara berasosiasi dengan bakteri yang hidup di filofosfor dan mempunyai kemampuan menambat N dari udara menjadi senyawa-senyawa sekunder dan memberikan nutrisi sederhana yang diperlukan oleh tanaman. Penelitian mengenai hubungan antara asosiasi tanaman kedelai dengan bakteri filofosfor fiksasi Nitrogen pada tanaman kedelai selama ini hanya menggunakan pendekatan yang sederhana dan belum menunjukkan hasil laju fiksasi  $N_2$  secara spesifik (Layyinah, 2011).

N-organik dapat dimanfaatkan oleh tanaman kedelai, akan tetapi tidak mampu mencukupi kebutuhan N tanaman dan umumnya dimanfaatkan lewat daun melalui pemupukan lewat daun. Bagi tanaman pertanian terutama manfaat N dalam bentuk ion nitrat, akan tetapi dalam kondisi tertentu khususnya pada tanah-tanah masam dan kondisi *an-aerobic* tanaman akan memanfaatkan N dalam bentuk ion ammonium ( $NH_4^+$ ). Pada tanaman-tanaman yang tumbuh aktif dengan cepat nitrat yang terabsorpsi oleh akar tanaman akan terangkut dengan cepat ke



daun mengikuti alur transpirasi. Oleh karena itu metabolisme nitrat pada kebanyakan tanaman budidaya umumnya terjadi di daun walaupun metabolisme Nitrogen juga terjadi pada akar tanaman (Layyindah, 2011).

Fiksasi Nitrogen merupakan proses kimiawi yang sangat penting bagi kehidupan tanaman. Fiksasi Nitrogen akan menentukan perkembangan dan hasil dari tanaman itu sendiri. Tanaman kedelai merupakan tanaman yang memerlukan unsur Nitrogen yang tinggi, yang belum mampu terpenuhi hanya dengan pemberian legin. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut bisa dilakukan menggunakan bakteri filofik fiksasi Nitrogen yang dapat meningkatkan laju fiksasi Nitrogen. Bakteri tersebut hidup di permukaan daun tanaman dan berpotensi membantu tanaman dalam melakukan fotosintesis karena dapat menangkap panjang gelombang cahaya yang tidak dapat ditangkap oleh tanaman (Salisbury dan Ross, 1995). Nitrogen memiliki fungsi utama sebagai bahan sintesis klorofil, maka dari itu apabila bakteri *Rhizobium* sp. sebagai sumber penyedia unsur N dari tanah dan bakteri filofik fiksasi Nitrogen sebagai penyedia unsur N dari daun dapat berpengaruh positif pada hasil tanaman kedelai.

Unsur hara N dimulai dari fiksasi  $N_2$  di atmosfer secara fisik/kimiawi yang menyuplai tanah bersama hujan, dan oleh mikrobia simbiotik maupun non-simbiotik yang menyuplai tanaman. Mikrobia ini bersama dengan sisa-sisa tanaman akan menjadi bahan organik yang siap didekomposisikan dan melalui serangkaian proses mineralisasi (aminisasi, amonifikasi, dan nitrifikasi) akan melepas N-mineral ( $NH_4^+$  dan  $NO_3^-$ ) yang akan diserap oleh tanaman (Suranta, 2012).

Proses penyerapan hara melalui daun terjadi karena adanya proses difusi dan osmosis melalui stomata sehingga mekanismenya berhubungan langsung dengan membuka dan menutupnya stomata. Penyerapan pupuk daun dalam bentuk cairan disebabkan oleh perbedaan potensial osmotik antara sel penjaga dan sel-sel di sekitarnya. Jika potensial osmotik sel penjaga lebih besar, maka cairan akan bergerak ke dalam sel penjaga secara osmosis yang selanjutnya mengakibatkan naiknya tekanan sel. Setelah stomata terbuka, unsur hara dalam bentuk ion yang berada pada permukaan daun akan bergerak masuk secara osmosis ke dalam sel (Nerotama, 2014).

#### **D. Hipotesis**

Diduga perlakuan pemberian inokulum *Rhizobium* sp. dan disemprot inokulum bakteri filofosfer fiksasi Nitrogen akan memberikan pertumbuhan dan hasil kedelai terbaik di tanah pasir vulkanik.