

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Budidaya Tanaman Kedelai

Kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak. Kedelai jenis liar *Glycine ururiencis*, merupakan kedelai yang menurunkan berbagai kedelai yang dikenal sekarang kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*). Berasal dari daerah Manshukuo (Cina Utara), di Indonesia, dibudidayakan mulai abad ke-17 sebagai tanaman makanan dan pupuk hijau. Penyebaran tanaman kedelai ke Indonesia berasal dari daerah Manshukuo menyebar ke daerah Mansyuria, Jepang (Asia Timur) dan negara-negara lain di Amerika dan Afrika. (AAK,1991).

Kedelai biasa ditanam di lahan kering atau tegalan pada MT I–II, sedangkan pada lahan sawah pada MT II–III dengan jarak tanam yang bervariasi. Sebagian besar petani masih menerapkan berbagai jarak tanam dalam budidaya kedelai. Djukri (2005) mengemukakan bahwa biomassa kering kedelai pada jarak tanam 25cm x 25 cm cenderung lebih kecil dibanding pada jarak tanam 15cm x 15cm, namun intensitas cahaya yang melewati kanopi lebih tinggi pada jarak tanam 25cm x 25 cm dibanding pada jarak tanam 15cm x 15 cm. Eko Srihartanto dkk. (2015) mengemukakan bahwa jarak tanam 18 x 18cm memberikan hasil terbaik untuk tinggi tanaman kedelai, sedangkan untuk hasil biji dan berat brangkasan, jarak tanam 40 cm x 15 cm, 30 cm x 20 cm dan 18 cm x 18 cm berbeda nyata dengan perlakuan 40 cm x 20 cm, 20 cm x 20 cm, 40 cm x 18 cm dan 40 cm x 25 cm.

Biji kedelai berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji. Biji kedelai memiliki bentuk, ukuran, dan warna yang beragam, tergantung pada varietasnya. Bentuknya ada yang bulat lonjong, bulat, dan bulat agak pipih. Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu kulit biji dan janin (embrio). Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam, atau putih. Pada ujung hilum terdapat mikrofil, berupa lubang kecil yang terbentuk pada saat proses pembentukan biji. Biji kedelai tidak mengalami masa dormansi sehingga setelah proses pembijian selesai, biji kedelai dapat langsung ditanam. Namun demikian, biji tersebut harus mempunyai kadar air berkisar 12-13% (Irwan, 2006).

Fase pertumbuhan tanaman kedelai terdiri dari fase vegetatif dan fase generatif. Fase vegetatif dihitung sejak tanaman mulai muncul ke permukaan tanah sampai saat mulai berbunga. Perkecambahan dicirikan dengan adanya kotiledon, sedangkan penandaan stadia pertumbuhan vegetatif dihitung dari jumlah buku yang berbentuk pada batang utama. Stadia vegetatif umumnya dimulai pada buku ketiga. Fase pertumbuhan vegetatif diawali dengan fase perkecambahan. Fase perkecambahan terjadi saat umur 3-7 HST. Fase perkembangan kotiledon terjadi saat umur 7-15 HST hingga kotiledon telah berkembang sempurna. Fase munculnya daun ialah fase akhir dari pertumbuhan vegetatif dan bersamaan dengan berkembangnya kotiledon secara sempurna. Fase ini terdiri dari beberapa tahap yaitu munculnya trifolial pertama hingga trifolial keenam. Umur maksimal tanaman saat fase ini berlangsung ialah antara 22-30 HST (Pedersen, 2007).

Fase pertumbuhan reproduktif (generatif) dihitung sejak tanaman kedelai mulai berbunga sampai pembentukan polong, perkembangan biji, dan pemasakan biji (Adisarwanto, 2007). Tipe pertumbuhan tanaman kedelai ada dua macam yaitu tipe ujung batang melilit (*indeterminate*) dimana ujung batang tidak berakhir dengan rangkaian bunga dan tipe batang tegak (*determinate*) dimana ujung batang berakhir dengan rangkaian bunga (Andrianto dan Indarto, 2004). Tanaman kedelai mempunyai dua bentuk daun yang dominan, yaitu stadia kotiledon yang tumbuh saat tanaman masih berbentuk kecambah dengan dua helai daun tunggal dan daun bertangkai tiga (*trifoliate leaves*) yang tumbuh selepas masa pertumbuhan.

Akar tanaman kedelai terdiri atas akar tunggang, akar lateral, dan akar serabut. Pada tanah yang gembur, akar ini dapat menembus tanah sampai kedalaman 1,5 m. Pada akar lateral terdapat nodul-nodul akar yang merupakan kumpulan bakteri *Rhizobium sp.* pengikat N dari udara. Nodul akar ini biasanya akan terbentuk 15-20 hari setelah tanam, selain sebagai penyerap unsur hara dan penyangga tanaman, pada perakaran merupakan tempat terbentuknya nodul/nodul akar yang berfungsi sebagai pabrik alami terfiksasinya nitrogen udara oleh aktivitas bakteri *Rhizobium sp.* (Tambas dan Rakhman, 1986).

Varietas kedelai Demas berbiji sedang, sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 0,5-300 m dpl. Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian lebih dari 500 m dpl sehingga tanaman kedelai sebagian besar tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Sebagai barometer iklim yang cocok bagi kedelai adalah bila cocok bagi tanaman jagung. Bahkan daya tahan kedelai lebih baik dari jagung. Tanaman kedelai dapat tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan. Untuk mendapatkan hasil

optimal, tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100-200 mm/bulan (AAK, 1991).

Kedelai dapat tumbuh pada kondisi suhu yang beragam. Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30° C, bila tumbuh pada suhu yang rendah (< 15° C), proses perkecambahan menjadi sangat lambat bisa mencapai 2 minggu. Hal ini dikarenakan perkecambahan biji tertekan pada kondisi kelembapan tanah tinggi, banyaknya biji yang mati akibat respirasi air dari dalam biji yang terlalu cepat (Adisarwanto, 2005). Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai antara 21-34° C, akan tetapi suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai 23-27° C. Pada proses perkecambahan benih kedelai memerlukan suhu yang cocok sekitar 30° C. Tanaman kedelai sangat memerlukan air saat perkecambahan (0 – 5hari setelah tanam), stadium awal vegetatif (15 – 20 hari), masapembungaan dan pembentukan biji (35 – 65 hari). Pengairan sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari.

Pengolahan lahan pada lahan kering, tanah dibajak 2 kali sedalam 30 cm, sedangkan pada lahan sawah dengan tanaman monokultur, tanah dibersihkan dari jerami, kemudian tanah diolah satu kali. Kemudian dibuat saluran drainase setiap 4 m, sedalam 20-25 cm, lebar 20 cm. Pembuatan saluran drainase dimaksudkan untuk mencegah terjadinya penggenangan air, karena tanaman kedelai tidak tahan terhadap genangan. Jika keadaan lahan masam, perlu diberi kapur bersamaan dengan pengolahan lahan yang kedua atau paling lambat seminggu sebelum tanam. Pengapuran menggunakan dolomite, dilakukan dengan cara menyebar rata dengan dosis 1,5 ton/ha. Jika ditambah pupuk kandang 2 - 4 ton/ha, maka dosis kapur dapat dikurangi menjadi 750kg/ha (BPPP, 2015).

Kedelai menghendaki kondisi tanah yang lembab, tetapi tidak becek. Kondisi seperti ini dibutuhkan sejak benih ditanam hingga pengisian polong. Kekurangan air pada masa pertumbuhan akan menyebabkan tanaman kerdil, bahkan dapat menyebabkan kematian apabila kekeringan telah melampaui batas toleransinya. Fase kritis tanaman kedelai terhadap kekeringan mulai pada saat pembentukan bunga hingga pengisian biji (fase reproduktif). Pemberian air dilakukan mulai dari fase pertumbuhan hingga pengisian biji. Frekuensi pemberian air 1 - 4 kali tergantung dari kondisi iklim dan jenis tanah. Pada jenis tanah berpasir, kedelai di iri 3-4 kali pada kondisi musim kemarau. Pada tanah yang mengandung bahan organik tinggi cukup 1 - 2 kali pada kondisi musim kemarau (BPPP, 2015) . Untuk dapat tumbuh dengan baik kedelai menghendaki tanah yang subur, gembur, kaya akan unsur hara dan bahan organik. Bahan organik yang cukup dalam tanah akan memperbaiki daya olah dan juga merupakan sumber makanan bagi jasad renik yang pada akhirnya akan membebaskan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Tanah dengan kadar liat tinggi sebaiknya dilakukan perbaikan drainase dan aerasi sehingga tanaman tidak kekurangan oksigen dan tidak tergenang air waktu hujan besar terjadi (Yustika, 1985).

Produksi kedelai Indonesia pada tahun 2015 sebesar 963,183 ton. Produksi kedelai nasional mengalami penurunan pada tahun 2016-2017 dan baru mengalami kenaikan pada tahun 2018 sebesar 982,598 ton. Produksi kedelai Indonesia tidak mencapai target produksi nasional (1,5 juta ton). Capaian produksi tersebut terealisasi dari capaian luas panen kedelai tahun yang samaseluas 640,35 ribu hektar, atau hanya tercapai 62,33% dari target luas sebesar 1,03 juta hektar.

Sementara dari target produktivitas yang ditetapkan sebesar 14,60 ku/ha, tercapai pada besaran lebih tinggi yaitu 15,60 ku/ha. Rata-rata produksi kedelai di Jawa menyumbang 66,26% terhadap produksi nasional, sedangkan Luar Jawa sebesar 33,74%. Perkembangan lima tahun terakhir masih menunjukkan kondisi yang sama, kontribusi produksi Pulau Jawa sebesar 66,51% dan Luar Jawa 33,49% (Kementrian Pertanian, 2015).

Perlakuan benih kedelai diperlukan untuk menjaga kualitas dan daya tumbuh benih. Perlakuan benih atau *seed treatment* mampu menghilangkan sumber infeksi dan disinfestasi penyakit/patogen pada benih; serta melindungi masa perkecambahan dan awal pertumbuhan tanaman dari organisme tular tanah. Perlakuan benih pada kedelai dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan merendam benih pada larutan *seed treatment* yang diberi mikroba bermanfaat dalam waktu tertentu atau biasa disebut dengan biopriming.

B. Rhizobakteri

Rhizobakteri merupakan kelompok bakteri menguntungkan yang secara aktif mengkolonisasi rizosfir. Secara umum, fungsi Rhizobakteri dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dibagi dalam tiga kategori yaitu : sebagai pemacu/perangsang pertumbuhan (biostimulan) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti IAA, Giberelin, Sitokinin dan etilen dalam lingkungan akar; sebagai penyediahara (biofertilizer) dengan menambat N_2 dari udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P yang terikat di dalam tanah; sebagai pengendali patogen berasal dari tanah (bioprotektan) dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti patogen (Ahmad *et al.*, 2016). Bakteri *Burkholderia cepacia* dan *Serratia*

marcescens terbukti mampu menghambat serangan *Pythium myriotylum* yang menyebabkan busuk akar, selain itu bakteri *Enterobacter sp.* dan *S. Marcesens* juga menunjukkan pelarutan P dan NH₃ yang tinggi (Raghavan, 2015). Menurut Stuart (2007), *Bacillus subtilis* mampu menangkal patogen berupa jamur yang menyerang tanaman. Menurut Mona (2017), beberapa bakteri PGPR seperti *Pseudomonas flouresences* dan *Bacillus subtilis* mampu mengurangi penyakit akar tanaman yang diakibatkan *Fusarium solani* dan *Rhizoctonia solani*.

PGPR berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil panen dan kesuburan lahan (Wahyudi, 2009). Secara langsung, PGPR merangsang pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormon pertumbuhan, vitamin dan berbagai asam organik serta meningkatkan asupan nutrisi bagi tanaman. Pertumbuhan tanaman ditingkatkan secara tidak langsung oleh PGPR melalui kemampuannya dalam menghasilkan antimikroba patogen yang dapat menekan pertumbuhan fungi penyebab penyakit tumbuhan (fitopatogenik) dan siderophore (Ashrafuzzaman *et al.*, 2009). PGPR bagi tanaman mampu memacu pertumbuhan dan fisiologi akar serta mampu mengurangi penyakit atau kerusakan oleh serangga. PGPR juga dapat memproduksi hormon tanaman, menambah bakteri dan cendawan yang menguntungkan serta mengontrol hama dan penyakit tumbuhan. Menurut Wahyudi (2009), macam-macam bahan yang terdapat mikroorganisme lokal meliputi rebung, nanas, akar bambu, bonggol pisang, sabut kelapa, akar jagung, akar rumput gajah, akar putri malu dan lain sebagainya.

Berbagai jenis bakteri telah diidentifikasi sebagai PGPR. Sebagian besar berasal dari kelompok gam-negatif dengan jumlah strain paling banyak dari genus *Pseudomonas* dan beberapa dari genus *Serratia*. Selain kedua genus tersebut,

dilaporkan antara lain genus *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Flavobacterium* dan *Bacillus* (Wahyudi, 2009). Menurut Rahni (2012), bakteri dari genus *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus* dan *Serratia* diidentifikasi sebagai PGPR penghasil fitohormon yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman terutama hormon auksin

Peningkatan pertumbuhan tanaman oleh PGPR dapat terjadi melalui satu atau lebih mekanisme yang terkait dengan karakter fungsional PGPR dan kondisi di lingkungan rizosfir. Karakter fungsional PGPR selain produksi fitohormon dan siderofor adalah mekanisme penambatan N secara nonsimbiotik dan pelarutan hara P. Hasil penelitian Pedro *et al.* (1996) menunjukkan bahwa inokulasi PGPR terhadap benih meningkatkan bobot kering tanaman dan perkecambahan benih jagung pada suhu rendah. Gholami *et al.* (2009) melaporkan bahwa benih tanaman jagung yang diinokulasi dengan *Pseudomonas* (gram negatif), *Azospirillum* (gram negatif) dan *Azotobacter* (gram negatif) meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas jagung melalui sintesis fitohormon, meningkatkan serapan hara sekitar akar, mendukung penyerapan hara melalui penurunan tingkat keracunan logam berat dan melawan patogen. Tanaman yang diinokulasi PGPR juga menunjukkan peningkatan luas daun, bobot segar tanaman serta bobot kering biji terutama bobot 100 biji dan jumlah biji pertongkol. PGPR yang umum digunakan dalam masyarakat adalah PGPR yang berasal dari akar bambu. Tanaman bambu memiliki perakaran serabut dengan akar rimpang yang sangat kuat. Kriteria teknis pupuk hayati cair disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan teknis pupuk hayati cair

Parameter	Kriteria	Metode Pengujian
Total bakteri hidup	$\geq 10^7$ cfu/ml	<i>Total Plate Count</i>
pH	3-8	pH stick/ pH meter
Kadar air	-	-
Mikroba Majemuk a) <i>Rhizobium</i> + <i>Bacillus</i> b) <i>Azotobacter</i> + <i>Rhizobium</i> +	$> 10^5$ cfu/ml	TPC
Patogenisitas	Negatif	Negatif

Karakteristik perakaran bambu memungkinkan tanaman ini menjaga sistem hidrologis sehingga dapat mengikat air dan tanah dengan baik dan merupakan tempat kondusif bagi perkembangan *Rhizobacter*. Bakteri pada PGPR akar bambu dapat mengeluarkan cairan yang mampu melarutkan mineral sehingga menjadi unsur hara yang tersedia, merombak dan mengurai bahan organik (dekomposisi bahan organik) menjadi nutrisi tanaman. Selain itu bakteri *Pseudomonas flourensens* dan bakteri *Bacillus polymixa* dapat mengeluarkan enzim serta hormon yang berguna untuk memacu pertumbuhan tanaman dan mengeluarkan antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan mikroba yang bersifat patogenik (mikroba penyebab penyakit) (Efendi, 2011). Serangan hama dan kondisi lingkungan yang tidak sesuai dapat mengganggu pertumbuhan tanaman kedelai. Agar pertumbuhan tanaman kedelai dapat terjaga dengan baik maka diperlukan pemberian berbagai macam zat yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan kedelai. Salah satunya yaitu pemberian Rhizobakteri pada benih sebelum ditanam sehingga benih mendapat suplai hara dari lingkungan dan ketahanan terhadap hama penyakit ketika ditanam.

a. Konsentrasi seed treatment

Penelitian yang dilakukan Christina *et al.* (1983) dalam judul *Dynamics of Imbibition by Soybean Embryos* menunjukkan bahwa peningkatan viskositas atau kekentalan dapat meningkatkan laju imbibisi. Salah satu faktor yang meningkatkan viskositas air adalah adanya penambahan zat-zat ke dalam air. Semakin banyak zat yang dimasukkan, maka viskositas akan meningkat dengan demikian, meningkatkan laju imbibisi.

Berdasarkan penelitian dari Iswati dalam judul “Pengaruh Dosis Formula PGPR Asal Perakaran Bambu terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum syn*)” (2012) menunjukkan bahwa perendaman benih selama 24 jam dalam PGPR 12,5 ml memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan panjang akar, sedangkan untuk pertumbuhan maksimal jumlah daun dan jumlah akar terdapat pada perlakuan perendaman benih dengan dosis PGPR 7,5 ml. Penelitian Raymond (2014) dengan judul “Pengaruh Inokulasi Bakteri *Rhizobium Japonicum* Terhadap Pertumbuhan Kacang Kedelai (*Glycine max L*)” menunjukkan bahwa inokulasi Bakteri *Rhizobium japonicum* sebanyak 3 gam memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah nodul akar tanaman kedelai. *Rhizobium sp.* merupakan bakteri yang mengkolonisasi akar dan berperan dalam fiksasi N₂ dari atmosfer sehingga dapat digunakan oleh tanaman.

b. Waktu perendaman

Perendaman benih dalam air sebelum ditanam mampu meminimalkan fase lag dalam perkecambahan bibit. Perendaman benih mampu menanggulangi suhu

tinggi yang mungkin terjadi selama penanaman. Selain itu, untuk menyediakan jumlah air atau kadar air yang cukup untuk benih dapat meningkatkan tingkat perkecambahan (Finch-Savage *et al.*, 2004).

Waktu perendaman yang optimal perlu diketahui untuk meningkatkan penyerapan mikroorganisme biopriming. Waktu perendaman pada benih berkaitan erat dengan imbibisi. Penelitian Kaori Kikuchi *et al.* (2006) menunjukkan bahwa benih kedelai mengalami penyerapan air secara meningkat dalam 12 jam pertama. Setelah 12 jam, tingkat imbibisi kedelai akan konstan. Penelitian yang dilakukan oleh Boniface *et al.* (2017) juga menyatakan bahwa beberapa jenis kedelai yang mengalami imbibisi maksimal pada waktu 9-12 jam pertama, mampu berkecambah lebih cepat. Selain itu, penelitian yang dilakukan Theresa dkk. (2015) menyatakan bahwa perendaman benih kedelai dalam larutan EM-4 0,3% selama 1 jam memberikan nilai indeks vigor, kecepatan tumbuh (KCT) dan daya berkecambahan tertinggi dari perlakuan bio-priming dengan arang sekam dan dengan *Trichoderma harzianum*.

Perendaman benih dalam larutan bakteri dalam waktu yang telah dikalkulasi yang memungkinkan imbibisi bakteri ke dalam benih dikenal dengan nama *biopriming* (Abuamsha, *et al.* 2011). Perendaman benih dalam larutan bakteri mampu menginisiasi proses fisiologis dalam benih dimana pertumbuhan plumula dan radikula terhambat (Anitha, *et al.* 2013). PGPR akan memperbanyak diri dalam benih dan berkembang biak dalam spermosfer bahkan sebelum ditanam (Taylor, 1990). Bakteri yang berada di spermosfer ini mendapat suplai makanan dari benih pada waktu germinasi, sehingga ketika benih ditanam, bakteri ini dapat mengkolonisasi akar kedelai dan mendukung pertumbuhan kedelai.

C. Hipotesis

Perendaman benih kedelai dalam larutan Rhizobakteri akar bambu konsentrasi 6 ml/L selama 12 jam mampu memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.