

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Rhizobium*

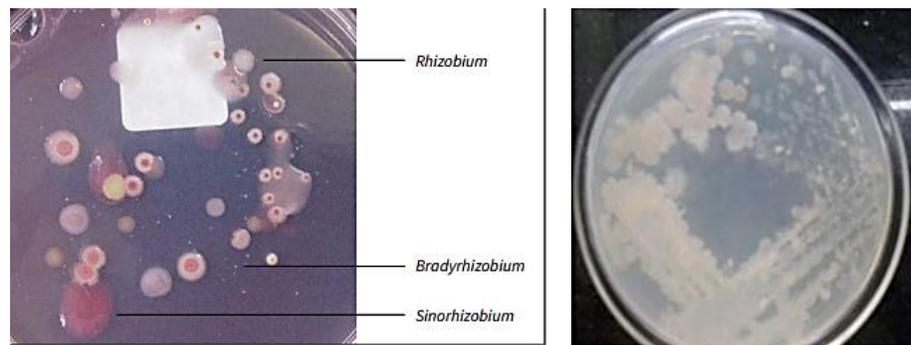
2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi

Rhizobia dikenal dengan baik untuk kapasitasnya membangun simbiosis dengan legum. Legum adalah tanaman unik yang memiliki kemampuan untuk bekerja dengan bakteri tertentu misalnya rhizobia untuk mengumpulkan nitrogen (N) tersedia dari atmosfer dan mengubahnya menjadi ammonia yang bisa digunakan dan membuatnya tersedia untuk tanaman. Rhizobia mendiami bintil akar, dimana mereduksi N atmosfer dan membuatnya tersedia untuk tanaman. Genus rhizobium telah didirikan oleh Frank (1980) berdasarkan karakteristik bentuk nodul pada akar tanaman legum (Gachande dan Khansole, 2011). Menurut Simanungkalit *et al.* (2006) bahwa, genus-genus rhizobia dapat dibedakan melalui bentuk dan warna koloni, banyaknya produksi polisakarida ekstraseluler, laju pertumbuhan (waktu yang diperlukan untuk terbentuknya koloni), perubahan pH karena pertumbuhan rhizobia dengan menggunakan indikator bromothimol blue (BTB). Perbedaan antara genus-genus ini dapat dilihat seperti di bawah ini:

1. *Allirhizobium*, *Rhizobium* dan *Sinorhizobium* memiliki bentuk koloni bulat, cembung (*convex*), diameternya 2-4 mm, produksi polisakarida ekstraseluler biasanya banyak sekali, semi-*translusen*, bergetah (*mucilaginous*), kebanyakan bagian tengahnya berwarna kekuning-kuningan (karena perubahan pH), tergolong tumbuh cepat, kurang dari 3 hari.
2. *Mesorhizobium*, sama dengan *Rhizobium*, hanya laju tumbuhnya tergolong sedang (*intermediate*) 4-5 hari.
3. *Bradyrhizobium* memiliki bentuk koloni bulat, diameternya tidak melebihi 1 mm, produksi polisakarida ekstraseluler dari banyak sekali sampai sedikit (produksi sedikit ini umumnya pada strain yang laju tumbuhnya lebih kecil dari 10 hari), tidak tembus cahaya (*opaque*), jarang yang tembus cahaya (*translusen*), berwarna

putih, cembung, teksturnya granuler, bersifat alkalis (menaikkan pH), tergolong tumbuh lambat atau sangat lambat, laju tumbuhnya 6 hari atau lebih.

4. *Azorhizobium* memiliki bentuk koloni bulat, diameternya 0,5 mm, berwarna krem, produksi polisakarida ekstraseluler sangat sedikit (lebih sedikit dari *Bradyrhizobium*), reaksinya bersifat alkalis, tergolong tumbuh cepat sampai sedang dengan laju tumbuh 3-4 hari.



Gambar 2. Koloni Rhizobia dan *Rhizobium* pada media YEMA (Howieson dan Dilworth, 2016; Pawar *et al.*, 2014)

Tabel 1. Klasifikasi Rhizobia (Simanungkalit *et al.*, 2006)

No	Genus	Spesies
1.	<i>Rhizobium</i>	<i>Rhizobium leguminosarum</i> <i>Rhizobium tropici</i> <i>Rhizobium etli</i>
2.	<i>Sinorhizobium</i>	<i>Sinorhizobium meliloti</i> <i>Sinorhizobium fredii</i> <i>Sinorhizobium saheli</i> <i>Sinorhizobium teranga</i>
3.	<i>Mesorhizobium</i>	<i>Rhizobium loti</i> <i>Rhizobium huakuii</i> <i>Rhizobium ciceri</i> <i>Rhizobium tianshanense</i> <i>Rhizobium mediterraneum</i>
4.	<i>Bradyrhizobium</i>	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> <i>Bradyrhizobium elkanii</i> <i>Bradyrhizobium liaoningense</i>
5.	<i>Azorhizobium</i>	<i>Azorhizobium caulinodans</i>
6.	<i>Allorhizobium</i>	<i>Allorhizobium undicola</i>
7.	Belum teridentifikasi	<i>Rhizobium galegae</i>

2.1.2. Syarat Hidup *Rhizobium*

Rhizobium dapat bertahan hidup dalam tanah selama 5-10 tahun. Syarat lingkungan tumbuh yang ideal bagi kehidupan bakteri *Rhizobium* adalah pada tanah yang kaya (banyak) mengandung bahan organik, pH 5,8-7,0, dan pertumbuhan tanaman kedelainya subur (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Beberapa faktor yang berpengaruh pada proses fiksasi N diantaranya, (1) terdapat tanaman inang yang sesuai; (2) derajat keasaman tanah atau pH tanah; (3) ketersediaan hara; (4) kondisi fisik tanah (misalnya tergenang); dan (5) adanya serangan virus bakteri (*bacteriophage*) dapat menyebabkan berkurangnya populasi *Rhizobium* dalam tanah (Sari dan Prayudyaningsih, 2015). Menurut Armiadi (2009) bahwa, tanah bertekstur pasir dengan bahan organik rendah dapat mengurangi penambatan N dalam tanah. Tekstur tanah liat berat dengan bahan organik rendah dapat mengurangi aktivitas dan efektivitas bakteri *Rhizobium* dalam bentuk bintil akar dan pada akhirnya mempengaruhi fiksasi N. Efektivitas *Rhizobium* hilang pada kondisi tanah yang anaerob.

Tabel 2. Simbiosis *Rhizobium* dengan Tanaman Inang Spesifik (Sari dan Prayudyaningsih, 2015)

No.	Kelompok Tanaman	Spesies <i>Rhizobium</i>	Spesies Tanaman Inang
1.	Alfalfa	<i>R. meliloti</i>	Alfalfa (<i>Medicago</i>) <i>Sweet clover</i> (<i>Melilotus</i>)
2.	Semanggi	<i>R. trifolii</i>	Semanggi (<i>Trifolium</i> sp.)
3.	Polong-polongan	<i>R. leguminosarum</i>	Kacang kapri (<i>Pisum</i>), <i>Lathyrus</i> , kacang babi (<i>Vicia</i>), kacang merah (<i>Lens</i>)
4.	Lupin	<i>R. Lupine</i>	Lupin (<i>Lupinus</i>)
5.	Kedelai	<i>R. Japonicum</i>	Kedelai (<i>Glycine</i>)
6.	Kacang	<i>R. phaseoli</i>	Kacang koro (<i>Phaseolus</i>)
7.	Kacang tunggak	<i>Rhizobium</i> sp.	Kacang tunggak, kacang panjang, johar (<i>Cassia</i>), kacang tanah (<i>Arachis</i>), akasia (<i>Acasia</i>), <i>Desmodium</i> , koro pedang (<i>Canavalia</i>), kacang bali (<i>Cajanus</i>), <i>Cyamopsis</i> .

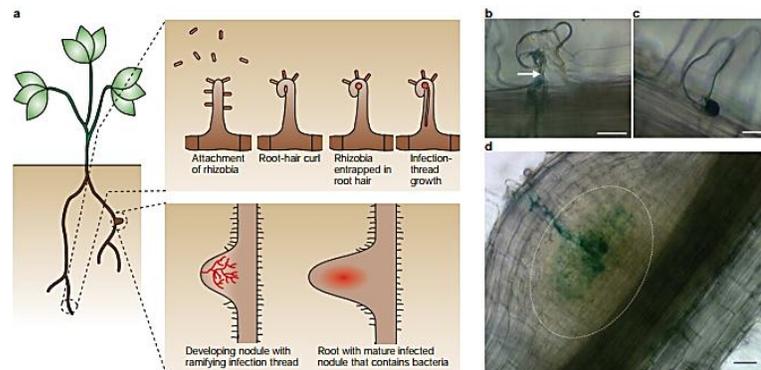
2.1.3. Nodulasi

Semua rhizobia adalah bakteri aerobik yang bertahan secara saprofit di dalam tanah sampai mereka menginfeksi bulu akar (Armiadi, 2009). Bakteri *Rhizobium* secara umum termasuk golongan heterotrof yaitu sumber energinya berasal dari senyawa-senyawa organik seperti sukrose dan glukose. Dengan demikian untuk mendapatkan senyawa organik tersebut bakteri membutuhkan tanaman inang (Adnyana, 2012). Nodul atau bintil akar tanaman kedelai terbentuk pada umur 4-5 hari setelah tanam yaitu sejak terbentuknya akar tanaman dan dapat mengikat nitrogen (N) dari udara pada umur 10-12 hari setelah tanam, tergantung kondisi lingkungan tanah dan suhu. Suhu lingkungan seperti kelembaban yang cukup dan suhu tanah sekitar 25°C sangat mendukung dalam pertumbuhan bintil akar. Kemampuan memfiksasi N akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman tetapi maksimal hanya sampai batas akhir masa berbunga atau mulai pembentukan biji. Setelah masa pembentukan biji kemampuan bintil akar memfiksasi N akan menurun bersamaan dengan semakin banyaknya bintil akar yang tua dan luruh. Selain itu juga dapat disebabkan oleh kompetisi fotosintesis antara proses pembentukan biji dengan aktivitas bintil akar (Adisarwanto, 2005).

Flavonoids atau isoflavonoid dilepaskan dari akar tanaman leguminosa membuat transkrip dari gen rhizobia bintil akar yang sesuai kemudian membentuk molekul *lipochitooligosaccharidae* yang memberi tanda pada tanaman leguminosa untuk mulai membentuk bintil akar. Bakteri *Rhizobium* yang masuk ke dalam akar melalui epidermis akar dan membentuk formasi bintil akar melalui pengaturan ulang perkembangan sel luar akar. Secara umum proses infeksi dimulai dengan pengeritingan rambut akar. Bakteria terperangkap dalam gulungan bulu akar kemudian dinding sel tanaman di tempat tertentu terdegradasi. Enzim dari bakteri merombak bagian dinding sel sehingga bakteri dapat masuk ke dalam sel bulu akar. Kemudian bulu akar membentuk struktur lir-benang yang disebut benang infeksi yang terdiri dari membran plasma lurus dan memanjang dari sel yang terserang bersamaan dengan pembentukan selulosa baru di sebelah dalam membran ini. Setiap

bakteri yang membesar dan tak bergerak disebut bakteroid. Sel bintil akar lazimnya mengandung beberapa ribu bakteroid (Armiadi, 2009).

Ada dua tipe nodul yaitu efektif dan inefektif, nodul efektif dibentuk oleh strain efektif dari *Rhizobium*. Nodul ini berkembang dengan baik, berwarna merah muda akibat adanya pigmen leghaemoglobin. Jaringan bakteroid berkembang baik dan terorganisasi dengan baik dengan banyak bakteroid. Terbentuknya bintil akar efektif yang lebih banyak mampu meningkatkan fiksasi N yang selanjutnya untuk membentuk klorofil dan enzim. Peningkatan klorofil dan enzim mampu meningkatkan fotosintesis yang pada akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman. Berbeda dengan strain inefektif dari *Rhizobium* bentuk nodul umumnya kecil dan berisi sedikit jaringan bakteroid yang berkembang, menunjukkan akumulasi tepung dalam sel tanaman inang yang tidak berisi *Rhizobium* (Sari dan Prayudyaningsih, 2015).



Gambar 3. Kolonisasi sel inang oleh rhizobia (Oldroyd dan Downie, 2004)

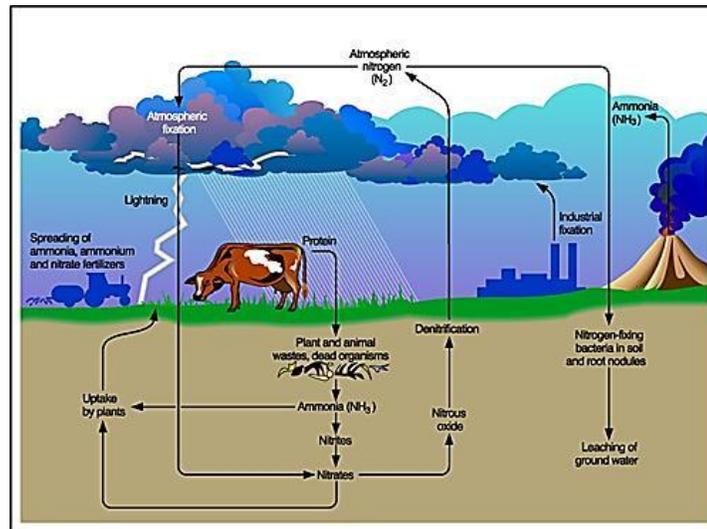
2.2. Nitrogen

Empat besar unsur-unsur penyusun tubuh tanaman adalah karbon (C), hydrogen (H), oksigen (O) dan nitrogen (N). Tiga besar tersedia dalam bentuk CO_2 , H_2O dan O_2 . Sebaliknya hara N unsur pembentuk senyawa protein relatif tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman meskipun sekitar 80% udara tersusun oleh senyawa ini. Rincian gas-gas penyusun atmosfer bumi berturut-turut adalah nitrogen (N_2) 78%, oksigen (O_2) 21%, sisanya karbon dioksida (CO_2), uap air (H_2O)

dan gas lainnya sekitar 1% (Adnyana, 2012). Unsur N merupakan salah satu unsur hara esensial yang sangat diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang cukup banyak. Hal ini disebabkan nitrogen mempunyai peran sangat penting bagi pertumbuhan, diantaranya adalah: (1) sebagai penyusun klorofil; (2) sebagai unsur penyusun asam amino; (3) sebagai pembentukan protein dan enzim. Oleh sebab itu, apabila kekurangan unsur N akan memperlihatkan menguningnya daun. Menguningnya daun tersebut akan mengakibatkan menurunnya laju fotosintesis tanaman. Demikian pula apabila N yang berlimpah dapat meningkatkan pertumbuhan dengan cepat terutama pada batang, daun-daun menjadi hijau gelap dan tanaman menjadi sukulen sehingga mudah terserang hama dan penyakit (Zainal *et al.*, 2014).

Siklus N mengacu pada perpindahan nitrogen melalui udara, air, dan tanah atau bumi. Unsur N merupakan unsur hara penting bagi organisme menjadi salah satu unsur yang melimpah dalam jaringan. Dinitrogen (N_2) adalah gas dan sangat tidak reaktif karena dua nitrogen atomnya berikatan bersama-sama dengan relatif kuat (ikatan rangkap tiga). N_2 harus difiksasi ke dalam bentuk lain sebelum dapat di asimilasi oleh kebanyakan organisme. Amonifikasi adalah proses yang mana nitrogen organik terikat dari biomasa mikroba, tanaman, dan hewan didaur ulang setelah mereka mati. Amonifikasi dilakukan oleh ragam serangkaian mikroorganisme yang melakukan jasa pembusukan ekologis dan produksinya adalah ion amonia dan amonium. Namun kebanyakan tanaman tidak dapat memanfaatkan amonium secara efektif, dan memerlukan nitrat sebagai sumber esensial dari hara nitrogen. Nitrat disintesis dari amonium oleh bakteri, proses penting yang dikenal sebagai nitrifikasi. Tahap awal dalam nitrifikasi adalah oksidasi amonium menjadi nitrat (NO_2^-), fungsi dilakukan oleh bakteri dalam genus *Nitrosomonas*. Sekali terbentuk nitrit cepat teroksidasi lebih lanjut menjadi nitrat oleh bakteri dalam genus *Nitrobacter*. Bakteri yang bertanggungjawab untuk nitrifikasi sangat sensitif kemasaman sehingga proses ini tidak terjadi secara signifikan di tanah atau air masam. Denitrifikasi adalah proses bakteri lain yang dilakukan oleh kisaran spesies yang relatif luas. Dalam denitrifikasi nitrat mereduksi N oksida atau dinitrogen yang kemudian dilepaskan ke atmosfer.

Denitrifikasi terjadi dalam kondisi anaerob dan nilainya besar ketika konsentrasi nitrat besar. Akibatnya lahan pertanian yang dipupuk pada saat basah dan tergenang dapat memiliki nilai denitrifikasi yang cukup besar (Lerner dan Lerner, 2008).



Gambar 4. Siklus nitrogen (Lerner dan Lerner, 2008)

Mekanisme fiksasi nitrogen secara biokimia belum dipahami secara pasti. Walaupun demikian dalam reaksi reduksi nitrogen menjadi amonia dibutuhkan komponen-komponen utama seperti: (i) N_2 sebagai elektron akseptor, (ii) ATP sebagai sumber energi, (iii) $NADPH_2$ sebagai rantai transfer elektron, feredoksin merupakan sumber elektron, (iv) nitrogenase (enzim yang mengkatalis reaksi). Bakteroid membutuhkan sejumlah energi untuk membentuk tenaga reduksi (misalnya $NADPH_2$, feredoksin) dan ATP untuk mengendalikan reaksi. Energi didapatkan dari fotosintat tanaman inang. Sukrose, glukose dan asam-asam organik ditranslokasikan ke dalam nodul dan oksidasi dari bahan-bahan ini menghasilkan energi (fosforilasi oksidatif). Proses respirasi ini membutuhkan sejumlah oksigen, yang diikat oleh *leghaemoglobin* di sekitar bakteroid. Mekanisme kerjanya sama dengan *leghaemoglobin* yang terdapat pada darah mammalia yaitu sebagai pembawa oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi. Enzim nitrogenase yang mengkatalis reduksi N_2 terdiri atas dua komponen yaitu protein Fe-Mo dan protein Fe-S. Hasil akhir dari

reaksi reduksi N_2 adalah amonia (NH_3) melalui hasil antara berupa senyawa diimida dan hidrasin.

2.3. Tanah Bekas Penanaman Kedelai

Berdasarkan penelitian Kuntastuti *et al.* (2011), budidaya kedelai setelah tiga musim tanam (kedelai-padi-kedelai) meningkatkan kadar C-organik, unsur K, dan Ca sebesar 32%, 75% dan 45% menjadi 1,78%, 0,42 me K 100 gram⁻¹ dan 57,6 me Ca 100 gram⁻¹. Budidaya kedelai setelah tiga musim tanam (kedelai-padi-kedelai) meningkatkan kadar C-organik dari 1,35% (rata-rata sebelum tanam) menjadi 1,78% (rata-rata setelah panen). Budidaya kedelai pada tiga musim tanam (kedelai-padi-kedelai) juga meningkatkan kadar N dari rerata 0,07% menjadi 0,08%. Berdasarkan hasil penelitian Lubis *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pH tanah setelah ditanami kedelai dengan varietas Detam I, Detam II, Anjasmoro, dan Tanggamus mengalami peningkatan dari nilai pH tanah awal. Berdasarkan hasil penelitian Agistia dan Hapsari (2006) menunjukkan bahwa pemberian *Rhizobium* endogen menghasilkan nilai N total tanah tertinggi daripada perlakuan lain. Kadar N total tanah berhubungan dengan keberadaan bintil akar, jumlah bintil akar yang lebih banyak semakin banyak pula N total tanah yang dilepaskan tanaman. Menurut Misran (2013) bahwa, tanah yang biasa ditanami kedelai umumnya telah banyak mengandung bakteri *Rhizobium* sp. Tanah tersebut merupakan inokulan yang dapat digunakan untuk menginokulasi bakteri *Rhizobium* sp. dengan cara dicampurkan pada lahan dan benih.

Populasi *Rhizobium* pada beberapa media menunjukkan nilai yang berbeda. Media tanah setelah kedelai mengandung populasi *Rhizobium* paling tinggi diantara media lain yaitu $5,2 \times 10^5$ *Rhizobium* gram⁻¹ bahan. Populasi *Rhizobium* pada tanah setelah padi-padi yaitu sebesar $2,3 \times 10^3$ *Rhizobium* gram⁻¹ bahan. Inokulan Legin mengandung populasi *Rhizobium* sebesar $1,1 \times 10^8$ *Rhizobium* gram⁻¹ bahan sedangkan inokulan *Rhizopulus* mengandung populasi *Rhizobium* sebesar $8,2 \times 10^8$ *Rhizobium* gram⁻¹ bahan. Pada tanah masam bekas tanaman kedelai maupun non kedelai terdapat populasi *Rhizobium* yang dapat dianggap toleran masam karena pada

umumnya *Rhizobium* hidup pada kisaran pH 6,5-7,5. Pada tanah bekas kedelai populasinya jauh lebih tinggi, sekitar 1,7 juta cfu gram⁻¹ tanah dibanding non kedelai yang hanya sekitar 58.000 cfu gram⁻¹ tanah (Suryantini, 2012). Berdasarkan hasil penelitian Suharjo (2001) bahwa, pada perlakuan jenis tanah (T), tanah bekas tanaman kedelai yang diinokulasi *R. japonicum* satu musim yang lalu (T₁) memberikan hasil jumlah dan bobot bintil akar total terbaik. Sementara itu tanah bekas tanaman kedelai yang diinokulasi (*R. japonicum* satu musim yang lalu (T₁) dan *R. japonicum* dua musim yang lalu (T₂)) memberikan hasil jumlah dan bobot bintil akar efektif lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang tidak pernah ditanami kedelai. Tanah bekas tanaman kedelai masing mengandung bakteri *R. japonicum* dan dapat digunakan sebagai sumber inokulan. Namun demikian perlu ditekankan disini bahwa tingkat efektivitas *R. japonicum* semakin menurun seiring dengan lamanya waktu bakteri tersebut berada di dalam tanah tanpa tanaman kedelai.

2.4. Kedelai

Taksonomi kedelai yang dibudidayakan menurut Ratnaparkhe *et al.* (2011), termasuk dalam ordo Fabales, famili Fabaceae, subfamili Papilionoideae, suku Phaseoleae, subsuku Glycininae, genus *Glycine* Willd., Subgenus *Soja* (Moench) F. J. Herm. dan nama botani *Glycine max* (L.) Merr. Tanaman kedelai dapat tumbuh di daerah yang memiliki ketinggian tempat 0-900 mdpl. Kondisi curah hujan yang ideal lebih dari 1.500 mm tahun⁻¹ dan curah hujan optimal antara 100-200 mm bulan⁻¹. Pertumbuhan terbaik diperoleh pada kisaran suhu antara 20°C-35°C. Suhu optimal berkisar antara 25°C-27°C dengan kelembaban udara rata-rata 50%. Tanaman kedelai memerlukan intensitas cahaya penuh, dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di daerah yang terkena sinar matahari selama dua belas jam sehari (Pitojo, 2003).

Kedelai memerlukan tanah yang memiliki aerasi, drainase dan kemampuan menahan air cukup. Jenis tanah yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman kedelai adalah tanah alluvial, regosol, grumusol, latosol dan andosol. Jenis tanah tersebut tersebar pada tanah persawahan, tegalan, maupun di perkebunan dan hutan. Tanah

yang cukup lembab cocok untuk budidaya tanaman kedelai. Keadaan pH tanah yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman kedelai berkisar antara 5,5-6,5. Selain mempengaruhi kemampuan tanaman, tanah asam (pH tanah 4,6-5,5) juga mempengaruhi kemampuan penetrasi bakteri *Rhizobium* ke perakaran tanaman untuk membentuk bintil akar. Pada tanah dengan pH lebih dari 7, kedelai sering menampilkan gejala klorosis karena kekurangan hara besi. Pada kondisi pH 3,5-4,5, pertumbuhan tanaman terhambat (tanaman tumbuh kerdil) karena keracunan aluminium atau mangan. Untuk meningkatkan pH tanah dapat dilakukan penambahan kapur (Pitojo, 2003).

Dosis pemupukan kedelai di lahan sawah tanpa jerami atau pupuk kandang untuk tanah kurang subur yaitu Urea 50-75 kg ha⁻¹, SP 36 75-100 kg ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹ sedangkan untuk tanah cukup subur yaitu Urea 25-50 kg ha⁻¹, SP 36 50-75 kg ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹. Dosis pupuk anorganik dengan 5 ton jerami hektar⁻¹ untuk tanah kurang subur yaitu Urea 50 kg ha⁻¹, SP 36 75-100 kg ha⁻¹ dan KCl 75 kg ha⁻¹ sedangkan untuk tanah cukup subur yaitu Urea 25 kg ha⁻¹, SP 36 50-75 kg ha⁻¹ dan KCl 75 kg ha⁻¹. Dosis pupuk anorganik dengan 2 ton pupuk kandang per hektar untuk tanah kurang subur yaitu Urea 25 kg ha⁻¹, SP 36 50-75 kg ha⁻¹ dan KCl 75 kg ha⁻¹ sedangkan untuk tanah cukup subur yaitu Urea 25 kg ha⁻¹, SP 36 50 kg ha⁻¹ dan KCl 50 kg ha⁻¹. Semua pupuk tersebut paling lambat diberikan pada saat tanaman berumur 14 hari. Pada lahan sawah umumnya budidaya kedelai tidak perlu pengairan tetapi tanaman kedelai sangat peka terhadap kekurangan air pada awal pertumbuhan, pada umur 15-21 hari, saat berbunga (umur 25-35 hari) dan saat pengisian polong (umur 55-70 hari). Pada fase-fase tersebut tanaman harus dijaga agar tidak kekeringan (Musaddad, 2014). Secara umum selama pertumbuhannya (85-100 hari) kedelai membutuhkan air sebanyak 300-400 mm atau 2,5-3,3 mm hari⁻¹. Kandungan air optimal adalah 70-85% dari kapasitas lapangan (Taufiq dan Sundari, 2012).

Varietas Argomulyo memiliki 1,5-2 ton ha⁻¹, biji berwarna kuning, kandungan protein 39,4% dan sesuai untuk susu kedelai. Varietas Burangrang memiliki potensi hasil 1,6-2,5 ton ha⁻¹, biji berwarna kuning, kandungan protein 39% serta sesuai

untuk susu kedelai, tempe dan tahu. Varietas Grobogan memiliki rata-rata hasil sebesar 2,77 ton ha⁻¹, potensi hasil sebesar 3,40 ton ha⁻¹ dan memiliki kandungan protein 43,9%. Varietas Dering 1 memiliki potensi hasil sebesar 2,8 ton ha⁻¹, rata-rata hasil biji 2,0 ton ha⁻¹, biji kuning dan oval, kandungan protein 34,2% dan toleran kekeringan selama fase reproduktif serta mampu beradaptasi pada lahan sawah dan lahan kering (tegal). Devon 1 memiliki potensi hasil sebesar 3,09 ton ha⁻¹ serta rata-rata hasil sebesar ±2,75 ton ha⁻¹, biji kuning, agak bulat dan besar, serta memiliki kandungan protein 34,8%. Dega 1 memiliki potensi hasil sebesar 3,82 ton ha⁻¹ (pada KA 12%), biji kuning, lonjong dan besar, kandungan protein 37,78% dan adaptif pada lahan sawah (Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, 2016).