

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Tanaman Kedelai

Batang kedelai berasal dari poros janin sedangkan bagian atas poros berakhir dengan epikotil yang amat pendek dan hipokotil merupakan bagian batang kecambah. Bagian batang kecambah di bagian atas kotiledon adalah epikotil. Titik tumbuh epikotil akan membentuk daun dan kuncup ketiak. Batang dapat membentuk 3–6 cabang, berbentuk semak dengan tinggi 30–100 cm.

Pertumbuhan batang dibedakan atas tipe determinate dan indeterminate (Lamina, 1989).

Daun kedelai merupakan daun majemuk yang terdiri dari tiga helai anak daun dan umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuning–kuningan. Bentuk daun ada yang oval juga ada yang segitiga. Warna dan bentuk daun kedelai ini tergantung dari varietas masing–masing. Pada saat tanaman kedelai sudah tua, daun–daunnya mulai rontok (AAK, 1989)

Daun sebagai organ fotosintesis sangat berpengaruh pada fotosintat berupa gula reduksi. Fotosintat berupa gula diproduksi sebagai sumber energi untuk tanaman (akar, batang, daun) serta diakumulasikan dalam buah, biji atau organ penimbun lain (*sink*).

Hasil fotosintesis yang tertimbun dalam bagian vegetatif sebagian dimobilisasikan ke bagian generatif (polong). Hasil fotosintesis di bagian generatif tersimpan dalam bobot kering biji tanaman (Budiastuti, 2000).

Tanaman kedelai memiliki bunga sempurna yaitu dalam satu bunga terdapat alat kelamin jantan (benang sari) dan alat kelamin betina (putik). Bunga berwarna ungu atau putih. Sekitar 60% bunga rontok sebelum membentuk polong. Di Indonesia, tanaman kedelai mulai berbunga pada umur 30–50 hari (Fachruddin, 2000).

Biji kedelai berbentuk polong, setiap polong berisi 1–4 biji. Biji umumnya berbentuk bulat atau bulat pipih sampai bulat lonjong. Ukuran biji berkisar 6 – 30g/100 biji, ukuran biji diklasifikasikan menjadi 3 kelas yaitu biji kecil (6–10 g/100 biji), biji sedang (11–12 g/100 biji), dan biji besar (13 g atau lebih/100 biji). Warna biji bervariasi antara kuning, hijau, coklat, dan hitam (Fachruddin, 2000).

Biji – biji kedelai berkeping dua terbungkus kulit biji (*testa*) dan tidak mengandung jaringan endosperm. Embrio terbentuk di antara keping biji. Bentuk biji pada umumnya bulat lonjong, tetapi ada yang bundar dan bulat agak pipih, dengan besar dan bobot biji kedelai antara 5–30g/100 biji (Lamina, 1989).

Suatu pigmen merah yang disebut leghemoglobin dijumpai dalam bintil akar antara bakteroid dan selubung membran yang mengelilinginya. Jumlah leghemoglobin dalam bintil akar memiliki hubungan langsung dengan jumlah nitrogen yang difiksasi. Bintil akar efektif mampu menfiksasi N dari udara dan mengkonversi N menjadi asam amino untuk disumbangkan kepada tanaman kedelai (Rao, 1994).

2.2 Peranan Pupuk

Pupuk buatan atau pupuk anorganik dapat berupa pupuk tunggal atau pupuk majemuk. Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya mengandung satu jenis unsur saja. Misalnya, Urea hanya mengandung hara nitrogen (N). SP-36 hanya mengandung fosfor (P), dan juga mengandung sulfur (S) serta KCl sebagai sumber kalium (K).

Peran pupuk sebagai salah satu sumber zat hara buatan yang diperlukan untuk mengatasi kekurangan nutrisi terutama unsur-unsur nitrogen, fosfor, dan kalium sebagai unsur makro. Unsur mikro seperti sulfur, kalsium, magnesium, besi, tembaga, seng, dan boron merupakan unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit (*mikronutrien*).

Pupuk mejemuk NPK adalah pupuk yang mengandung lebih dari satu jenis unsur hara yaitu N, P, dan K. Ditinjau dari peran dan fungsi hara antara pupuk tunggal dan pupuk majemuk tidak berbeda, namun yang perlu diperhatikan adalah kesetaraan dosis antara kedua jenis pupuk tersebut (Mardi, 2008).

Pupuk NPK sering disebut sebagai pupuk majemuk lengkap atau *complete fertilizer* (Sutejo, 1999). Umumnya pembuatan pupuk majemuk adalah dengan mencampurkan unsur-unsur bahan pupuk. Suatu sifat yang tidak menyenangkan dari pupuk majemuk adalah sifatnya yang mudah menggumpal dan mengeras sebelum digunakan.

Pupuk dibuat dengan membentuk pelet. Contoh pupuk majemuk yaitu NP, NK, dan NPK. Pupuk majemuk NPK mengandung senyawa ammonium nitrat (NH_4NO_3), ammonium fosfat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), dan kalium (KCl). Kandungan unsur hara N, P, dan K dalam pupuk majemuk dinyatakan dengan komposisi angka tertentu (Hakim dkk., 1986).

NPK Mutiara adalah pupuk NPK produk BASF dengan kadar 16-16-16. Pupuk ini berbentuk butiran berwarna abu-abu dan agak higroskopis. Dalam pemasarannya pupuk ini dikemas dalam ukuran 1 kg dan 5 kg. Pupuk yang diimpor dari Norwegia ini termasuk diminati banyak orang (Marsono, 2004).

Pada umumnya pupuk majemuk NPK diberikan langsung dengan cara ditaburkan atau ditempatkan di dalam lubang (tugal) tanpa dilarutkan terlebih dahulu. Jika menggunakan pupuk tunggal, dosis pemupukan yang dianjurkan pada tanaman kedelai adalah Urea 75-100 (kg/ha), KCl 100 (kg/ha), SP-36 100 (kg/ha) dengan waktu aplikasi pemupukan sebagai berikut: SP-36 + $\frac{1}{2}$ bagian Urea dan KCl diberikan pada saat tanam, $\frac{1}{2}$ bagian Urea diberikan pada umur 1 bulan. Jika menggunakan pupuk majemuk $\frac{1}{2}$ bagian dari dosis 250 kg NPK/ha diberikan pada saat awal tanam, $\frac{1}{2}$ bagian diberikan pada 30 HST (Departemen Pertanian, 2010).

Fungsi pupuk nitrogen menurut Kurniawan (2009) yaitu untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, merupakan bagian dari sel (organ) tanaman itu sendiri, untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman dan merangsang pertumbuhan vegetatif (warna hijau).

Menurut Rauf dkk. (2000), kelebihan unsur N menyebabkan pertumbuhan vegetatif memanjang (lambat panen), mudah rebah, menurunkan kualitas bulir, peka terhadap serangan hama/penyakit sedangkan bila kekurangan unsur N menyebabkan pertumbuhannya kerdil, daun tampak kekuning-kuningan, sistem perakaran terbatas.

Nitrogen (N) ialah hara penting yang berperan dalam sintesis asam amino penyusun protein struktural dan enzim (Tisdale dkk., 1985). Nitrogen adalah suatu unsur yang paling banyak dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman dan merupakan penyusun setiap sel hidup sehingga terdapat pada seluruh bagian tanaman.

Nitrogen merupakan pembentuk sistem cincin *porphyrin* dan menjadi bagian integral dari klorofil yang menjadi penangkap utama energi cahaya yang dibutuhkan dalam fotosintesis.

Menurut Kurniawan (2009), fosfor berfungsi untuk pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman, merangsang pembungaan dan pembuahan, merangsang pertumbuhan akar, merangsang pembentukan biji, merangsang pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel. Jika kekurangan fosfor menyebabkan pertumbuhan kerdil, jumlah anakan sedikit, daun meruncing berwarna hijau gelap (Rauff dkk., 2000).

Fosfor (P) diserap tanaman dalam bentuk ion fosfat (H_2PO_4^-). Fungsi unsur fosfor merangsang perkembangan akar sehingga tanaman akan lebih tahan terhadap kekeringan, mempercepat masa panen (Copeland dan McDonald, 2001). Fosfor merupakan bagian esensial dan banyak gula fosfat yang berperan dalam nukleotida, seperti RNA dan DNA, serta bagian dari fosfolipid pada membran. Fosfor mempunyai peran dalam reaksi-reaksi respirasi dan fase gelap fotosintesis. Fosfor juga penting dalam metabolisme energi, karena keberadaannya dalam ATP, ADP, AMP, dan pirofosfat (Salisbury dan Ross, 1995).

Pada tanaman, fosfor dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan perakaran. Pengaruh fosfor pada produksi yaitu dapat meningkatkan hasil, bobot kering tanaman, bobot biji, memperbaiki kualitas hasil, serta mempercepat masa pematangan. Fosfor mempertinggi daya resistensi terhadap serangan penyakit utama terutama cendawan (Hakim dkk., 1986).

Kalium berfungsi dalam proses fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineralisasi termasuk air dan meningkatkan daya tahan/kekebalan tanaman terhadap penyakit.

Jika kekurangan kalium menyebabkan pertumbuhan kerdil, daun kelihatan kering, dan terbakar pada sisi-sisinya, menghambat pembentukan hidrat arang pada biji, permukaan daun memperlihatkan gejala klorosis yang tidak merata, munculnya bercak cokelat seperti mirip gejala penyakit pada bagian yang berwarna hijau gelap sedangkan kelebihan kalium dapat menyebabkan daun cepat menua sebagai akibat kadar magnesium daun dapat menurun, kadang-kadang menjadi tingkat terendah sehingga aktivitas fotosintesis terganggu (Rauf dkk., 2000).

Unsur kalium dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang besar yakni terbesar kedua setelah nitrogen. Kalium dalam tanaman tidak menjadi komponen struktur dalam senyawa organik, namun mutlak dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan produksi tanaman.

Kalium merupakan pengaktif dari sejumlah besar enzim yang penting untuk fotosintesis dan respirasi (Salisbury dan Ross, 1995). Di dalam tanaman kalium sangat mobil dan ditransportasikan kesemua jaringan muda.

Peran lain K dalam tanaman terjadi pada sel-sel khusus tanaman yang disebut sel penjaga yang berada di sekitar stomata. Turgor sel penjaga mengatur tingkat pembukaan stomata dan dengan demikian juga mengatur pertukaran gas dan uap melalui stomata. Turgor sebagian besar diatur oleh pergerakan keluar masuk K di dalam sel-sel penjaga.

2.2 Efisiensi Pemupukan

Efisiensi pemupukan dapat ditaksir berdasarkan jumlah unsur hara yang diserap tanaman dari tiap satuan jumlah unsur hara itu yang ditambahkan. Oleh karena fungsi fisiologis dan kelakuan kimiawi tiap unsur hara berbeda maka efisiensinya berbeda pula. Unsur hara mikro selalu mempunyai efisiensi pemupukan yang lebih tinggi dibandingkan dengan unsur hara makro jika ditaksir dengan cara yang pertama.

Efisiensi Penggunaan Hara atau *Nutrient Use Efficiency* (NUE) juga merupakan salah satu factor yang mempengaruhi pertumbuhan. Stewart (2007) menyatakan bahwa NUE merupakan sebuah konsep yang secara umum mendeskripsikan

seberapa baik tanaman menggunakan hara dalam tanah untuk menghasilkan biomasanya. Nilai NUE yang tinggi mengindikasikan jumlah biomassa yang diproduksi per unit hara juga menunjukkan nilai yang tinggi (Binkley dan Vitousek 1996).

Pada tanaman yang hasil panennya berupa bagian vegetatif (sayuran), unsur hara yang terutama yang diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif (N) tentu mempunyai efisiensi pemupukan lebih tinggi daripada yang terutama diperlukan untuk perkembangan generatif (P) yang tidak tercakup dalam biomassa berguna.

Dalam keadaan lingkungan kimiawi optimum, interaksi antara tanah dan unsur hara berbeda-beda tergantung dari macam unsur hara. Efisiensi pemupukan suatu unsur hara berubah menurut umur tanaman (kelakuan fisiologis). Kelakuan fisiologis tanaman juga dipengaruhi oleh cuaca, musim dan suhu.

Efisiensi pemakaian pupuk N di lahan padi sawah dapat dimaksimalkan dengan menanam varietas unggul yang tanggap terhadap pemberian N serta memperbaiki teknik budidaya, yang mencakup pengaturan kepadatan tanaman, pengairan yang tepat serta pemberian pupuk N secara tepat, baik dosis, cara dan waktu pemberian.

Umumnya petani memberikan pupuk dengan takaran tinggi, melebihi kebutuhan tanaman, sehingga menyebabkan pemborosan dan pencemaran lingkungan.

Pengaturan waktu pemberian pupuk N yang tepat selama musim tanam dapat diperbaiki dengan cara mempelajari status nutrisi N tanaman menggunakan petunjuk *Leaf Color Chart* (LCC) atau Bagan Warna Daun (BWD) (Wahid, 2003).

Untuk mengukur efisiensi dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain :

Serapan hara P diukur dengan cara (Ihsan, 2003) :

$$\text{Serapan hara P} = \frac{\text{Perlakuan kontrol}}{\text{Kontrol}}$$

Bationo (1986). Indeks Efisiensi P

$$\text{Indeks Efisiensi P} = \frac{\text{Hasil pada perlakuan P} - \text{Hasil pada kontrol P}}{\text{Hasil dengan standar P} - \text{Hasil pada kontrol}}$$

Siregar, H (2003) efisiensi N dapat diukur dengan cara :

$$EF_N = \frac{\text{N tanaman (yang dipupuk N - yang tidak dipupuk N) (kg N/ha)}}{\text{Pupuk N (kg/ha)}}$$

Efisiensi agronomis pupuk N :

$$EA_N = \frac{\text{Hasil produksi (yang dipupuk N - yang tidak dipupuk N) (kg N/ha)}}{\text{Pupuk N (kg/ha)}}$$

Efisiensi merupakan nisbah antara hara yang dapat diserap tanaman dengan hara yang diberikan. Makin banyak hara yang dapat diserap dari pupuk yang diberikan tersebut, maka nilai efisiensi penyerapan semakin tinggi.

Nilai efisiensi serapan hara secara umum adalah untuk N = 40-60% , P = 15-20% dan K = 40-60%. Hara yang tidak dapat diserap oleh tanaman dapat disebabkan hilang karena terlindi, menguap, terbawa air limpasan dan erosi, tersemat, diambil oleh mikrobia, atau mengendap di dalam tanah (Nasih, 2010)