

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai merupakan tanaman yang dapat dibudidayakan di iklim subtropis hingga tropis, namun tanaman kedelai bersifat peka terhadap cahaya dan lingkungan sehingga area pertanaman untuk tanaman kedelai harus diperhatikan agar memperoleh hasil yang maksimal. Menurut Hidayat (1993) tanah dan iklim merupakan dua komponen yang berperan dalam proses pertumbuhan tanaman kedelai. Jadi kedua hal ini harus saling mendukung agar pertumbuhan tanaman kedelai menjadi optimal.

A. Tanah

Tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki aerasi, drainase dan kemampuan menahan air yang baik karena tanaman kedelai menghendaki air tetap tersedia. Pada dasarnya jenis-jenis tanah yang sesuai untuk area pertanaman kedelai adalah aluvial, regosol, gromosol, latosol dan andosol (Boettem, 1999). Menurut Jumin (1991) indikator yang baik bagi tanaman kedelai adalah tanaman jagung, tanah yang baik ditanam untuk jagung juga baik untuk ditanam kedelai.

Toleransi kemasaman tanah atau pH bagi tanaman kedelai adalah 5,8-7,0 (Kartasaputra dan Sutedjo, 2002). Wijanarko dan Taufik (2008) melaporkan bahwa pada tanah dengan pH rendah (kurang dari 5,5), tanaman kedelai dapat mengalami keracunan aluminium dan pertumbuhan bintil akar menjadi kurang optimal. Sedangkan pada pH tinggi (lebih dari 7,0) tanaman kedelai dapat mengalami klorosis dan kekurangan hara besi.

Menurut Adisarwanto (2005) faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai adalah proses pengolahan tanah karena dapat mendukung pertumbuhan akar tanaman. Pada jenis tanah yang remah akar kedelai dapat mencapai kedalaman 5m, sedangkan pada jenis tanah dengan struktur liat akar tanaman kedelai dapat mencapai 3m. Selain itu, tanah yang baru ditanam kedelai harus diaplikasikan bakteri *Rhizobium* terlebih dahulu untuk mendukung proses

nitrifikasi oleh bintil akar tanaman kedelai kecuali sudah pernah ditanam tanaman kacang panjang sebelumnya (Boettem, 1999)

B. Iklim

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada suhu 21-34⁰C. Suhu yang optimum bagi tanaman kedelai berkisar antara 23-27⁰C dengan kelembaban udara rata-rata 50%. Namun pada proses perkecambahan, tanaman kedelai akan berkecambah dengan optimal pada suhu 30⁰C (Arsyad, 1995). Adisarwanto *et al* (2000) melaporkan jika kedelai ditanam pada suhu rendah (kurang dari 15⁰C), proses perkecambahan tanaman kedelai akan menjadi sangat lambat karena biji tertekan pada kelembaban tanah yang sangat tinggi, sedangkan jika ditanam pada suhu yang tinggi (lebih dari 30⁰C) banyak biji yang akan mati karena respisai dalam biji terlalu cepat.

Tanaman kedelai bersifat peka terhadap intensitas cahaya, tanaman kedelai menghendaki pencahayaan penuh selama 12 jam tiap harinya agar dapat tumbuh dengan optimal (Suastika *et al*, 1997). Adisarwanto (2005) melaporkan bahwa tanaman kedelai jika ditanam pada pencahayaan yang agak rendah, batang kedelai akan memanjang sehingga tanaman kedelai berwujud seperti tanaman merambat. Hidayat (1993) menambahkan, jika tanaman kedelai tidak mendapatkan pencahayaan yang cukup maka kedelai akan mengalami penurunan produksi dan bunganya menjadi lebih pendek.

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada kisaran curah hujan antara 100-400 mm/bln dan curah hujan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman kedelai adalah 100-200 mm/bln (Boettem, 1999). Hal yang terpenting pada aspek distribusi curah hujan yaitu jumlahnya merata sehingga kebutuhan air pada tanaman kedelai dapat terpenuhi. Menurut Adisarwanto *et al* (2000) pada saat perkecambahan, faktor air menjadi sangat penting karena akan berpengaruh pada proses pertumbuhan. Kebutuhan air semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Hidayat (1993) menambahkan kebutuhan air paling tinggi terjadi pada saat masa berbunga dan pengisian polong.

2.2 Pola Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Pertumbuhan tanaman adalah perubahan secara kuantitatif pada tanaman selama siklus hidupnya yang bersifat irreversible (tidak terbalikkan) (Gardner *et al*, 1991). Perubahan kuantitatif tersebut dapat terdiri dari penambahan ukuran dan berat tanaman yang merupakan akibat dari proses pembelahan dan pembesaran sel. Secara umum pola pertumbuhan tanamankedelai dibagi menjadi dua bagian, yaitu fase vegetatif dan fase generatif.

A. Fase vegetatif

Fase vegetatif merupakan fase pertumbuhan bagian vegetatif tanaman yang dimulai sejak awal tanaman tumbuh hingga awal pembungaan (Boettem, 1999). Fase vegetatif dibagi menjadi beberapa stadium yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai

Singkatan Stadium	Tingkatan Stadium	Keterangan
VE	Stadium pemunculan	Kotiledon muncul ke atas permukaan tanah. Terjadi 1-2 hari setelah benih ditanam
VC	Stadium kotiledon	Daun primer (unifoliat) berkembang dengan tepi daun yang tidak menyentuh. Stadium ini terjadi ketika setelah dua atau tiga hari kotiledon muncul ke atas permukaan tanah
V1	Stadium buku pertama	Daun pertama terurai secara penuh yang berasal dari buku daun tunggal (unifoliat). Stadium ini terjadi ketika tanaman berumur 7 hst
V2	Stadium buku kedua	Daun berangkai tiga (trifoliat) muncul secara penuh diatas buku pertama (unifoliat). Stadium ini terjadi ketika tanaman berumur 14 hst
V3	Stadium buku ketiga	Daun bercabang tiga (trifoliat) kedua mekar secara penuh pada buku ketiga dari batang utama. Stadium ini biasanya terjadi ketika tanaman berumur 21 hst
Vn	Stadium buku ke-n	Daun berangkai tiga (trifoliat) muncul secara penuh diatas buku ke-n

(Adisarwanto *et al*, 2000)

B. Fase generatif

Fase generatif merupakan fase pertumbuhan bagian generatif atau reproduktif tanaman. Fase ini dimulai sejak awal berbunga hingga matangnya polong (Boettem, 1999). Fase generatif tanaman kedelai dibagi menjadi beberapa stadium yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertumbuhan Generatif Tanaman Kedelai

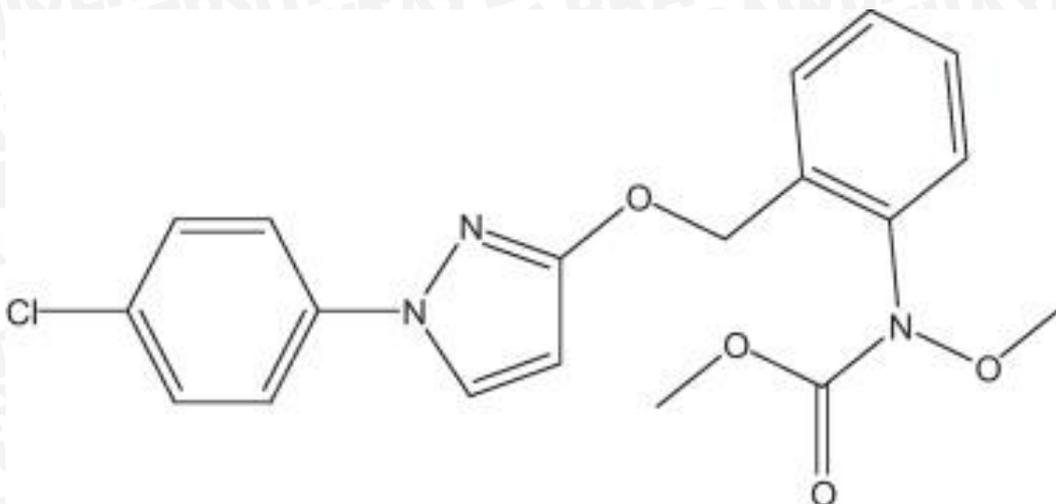
Singkatan Stadium	Tingkatan Stadium	Keterangan
R1	Stadium mulai berbunga	Tanaman pertama kali berbunga pada salah satu buku yang ada tanaman kedelai. stadium ini terjadi pada umur tanaman antara kisaran 35-45 hst
R2	Stadium berbunga penuh	Bunga dan daun terbuka dari salah satu buku dari dua buku teratas pada batang utama tanaman kedelai. stadium ini terjadi pada saat umur tanaman antara kisaran 45-55 hst
R3	Stadium mulai berpolong	Polong mulai terbentuk dengan ukuran panjang 5 mm pada salah satu buku dari empat buku teratas dan daun terbuka secara penuh. Stadium ini biasanya terjadi pada umur tanaman antara 55-65 hst
R4	Stadium berpolong penuh	Polong terbentuk dengan ukuran panjang 2 cm pada salah satu buku dari empat buku teratas dan daun terbuka secara penuh. Stadium ini biasanya terjadi pada umur tanaman antara 60-70 hst
R5	Stadium mulai berbiji	Biji mulai terbentuk dengan ukuran panjang 3 mm pada polong dari salah satu empat buku teratas dan daun terbuka secara penuh. Stadium ini biasanya terjadi pada umur tanaman antara 65-75 hst
R6	Stadium berbiji penuh	Polong mulai terisi dengan biji hijau dari salah satu empat buku teratas dan daun terbuka secara penuh. stadium ini biasanya terjadi pada umur tanaman antara 70-80 hst.
R7	Stadium mulai matang	Polong yang sudah matang dengan ciri berwarna coklat muda atau coklat tua pada batang utama tanaman. Stadium ini biasanya terjadi ketika tanaman berumur 80 hst.
R8	Stadium matang penuh	95% dari semua polong yang terdapat pada batang tanaman mencapai warna masak polong.

(Adisarwanto *et al*, 2000)

2.3 *Pyraclostrobin* dan Pengaruhnya terhadap Nitrogen Tanaman

Pyraclostrobin adalah fungisida dari golongan strobilurin. *Pyraclostrobin* sendiri merupakan nama yang disetujui ISO dari metil N-{2-[1-(4-chlorophenyl)-1H-pyrazol-3-yloxymethyl]phenyl}(N-methoxy) carbamate (Declercq, 2004). Menurut Venancio *et al* (2003) fungisida jenis ini merupakan fungisida yang bersifat translaminar yang dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa macam penyakit tanaman seperti septoria, puccinia, helminthosporium, mycosphaerella, cercospora, phacospora, phytophthora dan lain sebagainya. Fungisida dari golongan strobilurin mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh jamur dengan cara mengintervensi respirasi sel, fungisida ini bekerja pada sel jamur yang mengganggu dengan menghambat transfer elektron dan pembentukan ATP sehingga jamur tersebut tidak dapat berkembang.

Pyraclostrobin memiliki rumus senyawa $C_{19}H_{18}ClN_3O_4$ (Bartholomaeus, 2003). Dari rumus senyawa tersebut, pyraclostrobin memiliki kandungan unsur-unsur yang diperlukan oleh tanaman yaitu unsur nitrogen dan klor. Fauzi (2003) melaporkan bahwa nitrogen merupakan unsur hara makro yang mutlak diperlukan oleh tanaman bersama dengan unsur fosfor dan kalium. Menurut Efendi *et al* (2011) nitrogen merupakan unsur penting dalam proses pertumbuhan vegetatif tanaman karena konsentrasi nitrogen pada daun tanaman berubungan dengan laju fotosintesis dan produksi biomassa. Sedang klor juga mutlak dibutuhkan oleh tanaman dalam proses fotosintesis, yaitu untuk proses pemecahan molekul air pada fase terang dalam fotosintesis (Gardner *et al*, 1991). Kartasapoetra dan Sutedjo (2002) menambahkan bahwa klor dapat memacu proses pembelahan sel yang dilakukan oleh tanaman. Kandungan struktur kimia *pyraclostrobin* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kimia *Pyraclostrobin* (Robinson, 2003)

Cara kerja (*mode of action*) dari *pyraclostrobin* adalah dengan mengintervensi respirasi sel (Bartholomaeus, 2003). Menurut Robinson, 2003 fungisida-fungisida dari golongan strobilurin bekerja pada mitokondria sel jamur target dengan cara menghambat transfer elektron antara sitokrom b serta sitokrom b dan sitokrom c1 sehingga mengganggu pembentukan ATP. Penghambatan respirasi pada mitokondria oleh *pyraclostrobin* akan meningkatkan aktivitas nitrat reduktase, dimana nitrat reduktase adalah enzim yang digunakan untuk pembentukan nitrogen pada tanaman. Beberapa manfaat lain dari peningkatan aktivitas nitrat reduktase pada tanaman yaitu dapat meningkatkan mekanisme pertahanan tanaman. Mekanisme pertahanan tersebut penting agar tanaman dapat bertahan terhadap serangan penyakit jamur, bakteri dan virus (Komariah *et al*, 2007).

Pyraclostrobin tidak hanya berperan sebagai fungisida, akan tetapi juga berperan memacu pertumbuhan tanaman sehingga *pyraclostrobin* dapat meningkatkan hasil produksi tanaman. *Pyraclostrobin* dapat menghambat biosintesis etilena dengan cara memperlambat sintesa asam 1-aminocyclopropane 1-carboxylic (AAC), sehingga proses pertumbuhan tanaman menjadi panjang (Bartholomaeus, 2003). Selain itu, *pyraclostrobin* dapat mempertahankan klorofil pada daun dan memperlambat proses penuaan daun, sehingga dapat meningkatkan hasil produksi karena proses fotosintesis menjadi lebih lama (Efendi *et al*, 2011). Jabz *et al* (2002) menambahkan bahwa *pyraclostrobin* dapat mempertahankan

kandungan klorofil pada daun karena kandungan dalam pyraclostrobin dapat berperan sebagai anti oksidan.

Menurut Efendi *et al* (2011) efektivitas penyerapan unsur hara nitrogen yang diikuti dengan pemberian pyraclostrobin akan terlihat pada jumlah daun, kandungan nitrogen daun dan hasil panen. Venancio *et al* (2003) menambahkan bahwa pemberian *pyraclostrobin* juga memberi pengaruh efek positif terhadap fisiologi tanaman. *Pyraclostrobin* dengan berbagai kandungannya dapat meningkatkan pertumbuhan batang, luas daun dan jumlah anakan.

2.4 Pengaruh Nitrogen terhadap Kedelai

Nitrogen adalah unsur kimia yang memiliki lambang N, nomor atom dari 7 dan massa atom 14,00674 u. Elemental nitrogen tidak berwarna, tidak berbau, tawar dan kebanyakan lembam diatomik gas pada kondisi standar, merupakan 78% dari volume atmosfer bumi (Ruhnayat, 2007). Menurut Suyamto dan Arifin (2002) nitrogen merupakan unsur hara makro esensial yang mutlak diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif besar bersama dengan unsur fosfor dan kalium.

Nitrogen merupakan unsur yang penting bagi proses pertumbuhan tanaman. Menurut Poehlman dan Sleper (1995) nitrogen merupakan unsur penting dalam proses pertumbuhan vegetatif tanaman karena konsentrasi nitrogen pada daun tanaman berubungan dengan laju fotosintesis dan produksi biomassa. Fauzi (2003) menambahkan bahwa jika pasokan unsur nitrogen terhadap tanaman tercukupi dapat meningkatkan penyerapan unsur makro yang lain seperti fosfor dan kalium. Selain itu, nitrogen merupakan bagian dari protein yang dapat menjadi katalis biologis sehingga dapat mempercepat proses pertumbuhan tanaman (Allard, 2005).

Pada awal pertumbuhan tanaman bagian yang pertama tumbuh dan berkembang adalah bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar, pada bagian daun lebih spesifik lagi unsur nitrogen berfungsi untuk mensintesis klorofil yang sangat vital di dalam proses fotosintesis (Lakitan, 1993). Menurut Gardner *et al* (1991) Klorofil berfungsi untuk menerima atau menangkap cahaya yang dibutuhkan tumbuhan untuk mengolah air (H_2O) dan karbondioksida (CO_2)

menjadi karbohidrat yang merupakan sumber makanan utama bagi tumbuhan sehingga bisa digunakan untuk aktivitas fotosintesis dan metabolisme lainnya.

Nitrogen merupakan unsur yang paling banyak terdapat di permukaan bumi yaitu 78% dari volume atmosfer bumi, namun tidak semua unsur nitrogen dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Ruhnayat, 2007). Menurut Gardner *et al* (1991) tanaman dapat memanfaatkan unsur nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+). Fauzi (2003) melaporkan bahwa nitrat dapat diperoleh dengan beberapa cara seperti proses fiksasi nitrogen oleh bakteri rhizobium yang bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan mengubah gas nitrogen N_2 menjadi nitrat NO_3^- dan proses nitrifikasi oleh bakteri nitrobacter yang mengubah nitrit NO_2^- menjadi nitrat NO_3^- . Sedangkan amonium dilaporkan oleh Conrath *et al* (2004) dapat diperoleh dengan proses dekomposer oleh bakteri dan jamur yang mengubah nitrogen organik menjadi amonium (NH_4^+).

Nitrogen merupakan unsur hara yang bermuatan baik positif maupun negatif, sehingga unsur nitrogen dapat dengan mudah menghilang dan tidak tersedia bagi tanaman (Fauzi, 2003). Ruhnayat (2007) menjelaskan bahwa ketidaktersediaan nitrogen bagi tanaman dapat terjadi melalui beberapa proses seperti pencucian atau leaching, denitrifikasi nitrat NO_3^- menjadi gas nitrogen N_2 , volatilasi amonium NH_4^+ menjadi NH_3 , terfiksasi oleh mineraliat atau dikonsumsi oleh mikroorganisme tanah dan lain sebagainya. Bentuk nitrat NO_3^- merupakan bentuk yang paling banyak dimanfaatkan oleh tanaman, namun bentuk ini paling mudah larut dan mengalami leaching (Wijanarko dan Taufik, 2008).

Kekurangan salah satu atau beberapa unsur hara dapat menimbulkan gejala-gejala yang merugikan bagi tanaman. Tanaman akan tumbuh tidak seperti sebagaimana mestinya dan mengalami kelainan seperti layu, mengering bahkan mati (Conrath *et al*, 2004). Menurut Agung dan Rahayu (2004) gejala defisiensi unsur hara nitrogen dapat menyebabkan daun tanaman menguning karena kekurangan klorofil. Selain itu kekurangan nitrogen dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil, produksi menurun bahkan mati karena proses fotosintesis tidak berjalan dengan baik.

2.5 Efisiensi Pemupukan

Ketersediaan unsur hara bagi tanaman merupakan faktor yang menunjang tanaman untuk tumbuh dan berproduksi secara optimal. Jika tanah pada areal pertanaman tidak dapat menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman, maka pemberian pupuk harus dilakukan agar kebutuhan unsur hara tanaman menjadi tercukupi (Engelstad, 1985). Setiap jenis unsur hara memiliki peran dan fungsi masing-masing dalam proses pertumbuhan tanaman baik dalam stadium vegetatif maupun stadium generatif. Pemberian pupuk pada tanaman harus sesuai dengan kebutuhan tanaman dan harus diperhatikan sedemikian mungkin, sebab jika pupuk diberikan dalam jumlah lebih atau kurang bagi kebutuhan tanaman akan menyebabkan gejala atau penyimpangan yang dapat merugikan bagi tanaman yang dibudidayakan.

Setiap jenis tanaman membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang berbeda. Pemberian unsur hara yang tidak sesuai akan menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh dan berproduksi secara optimal dan pemborosan tenaga serta biaya. Agar usaha pemupukan menjadi efisien maka, harus memperhatikan beberapa hal seperti kandungan unsur hara dalam tanah dan kebutuhan pokok unsur hara tanaman. Dengan diketahui kebutuhan pokok unsur hara tanaman maka dosis dan jenis pupuk dapat ditentukan lebih tepat (Cooke, 1975).

Pada dasarnya kemampuan tanah dalam menyediakan hara, dapat mencerminkan tingkat kesuburan tanah itu sendiri yang berkorelasi positif dengan hasil produksi tanaman yang dibudidayakan. Di lain pihak tingkat kesuburan tanah berkorelasi negatif dengan kebutuhan pupuk, sehingga dapat diartikan bahwa makin tinggi tingkat kesuburan tanah, maka makin rendah pemberian pupuk buatan (Suyamto dan Arifin, 2002). Tetapi jika jumlah unsur hara tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman setelah melalui analisis tanah maka perlu ditambahkan nutrisi yang ditambahkan dalam bentuk pupuk buatan.

Pemupukan adalah suatu kegiatan yang penting untuk dilakukan pada tanaman untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman, pemupukan dilakukan dengan memberikan bahan kepada tanah dengan maksud memperbaiki atau meningkatkan kesuburan tanah. Pemberian bahan yang ditujukan untuk memperbaiki kondisi tanah baik fisika, kimia maupun biologi disebut amandemen

(ameliorasi). Pemupukan memiliki tujuan untuk menambah unsur hara tersedia dalam tanah dan memperbaiki kesuburan tanah. Pemupukan yang sesuai bagi kebutuhan tanaman dapat mempercepat dan memperkuat pertumbuhan serta perkembangan tanaman, menambah daya tahan terhadap hama dan penyakit tertentu, maupun meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian (Wood *et al*, 1993).

Efisiensi pupuk dan pemupukan yang berimbang dapat dilakukan apabila memperhatikan status dan dinamika hara dalam tanah serta kebutuhan hara bagi tanaman untuk mencapai produksi optimum. Dengan pendekatan ini, maka dapat dihitung kebutuhan pupuk suatu tanaman pada berbagai kondisi tanah dan pada tanah-tanah lainnya pada tingkat famili yang sama (Wijanarko dan Taufiq, 2008). Berdasarkan penelitian Wood *et al* (1993) dapat diketahui bahwa unsur nitrogen merupakan hara yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman, terutama pada stadium pembungaan sampai dengan pematangan. Sedangkan stadium pematangan tanaman sangat memerlukan unsur fosfor dan kalium dalam jumlah yang lebih banyak. Nitrogen (N) merupakan unsur hara makro yang paling banyak dibutuhkan tanaman, unsur nitrogen sangat berperan dalam fase vegetatif tanaman.

Dalam beberapa kasus setelah diberikan pemupukan dalam jumlah tertentu tanaman malah terjadi keracunan, dan ada juga yang mengalami defisiensi. Menurut Soebiham, (1996) kejadian ini dimungkinkan pemupukan yang dilakukan kurang tepat, dimana pupuk belum digunakan secara rasional sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kemampuan unsur hara. Untuk mengetahui kebutuhan optimum tanaman akan unsur hara selain perlu dilakukan uji analisis tanah juga perlu dilakukan uji batas kritis suatu unsur hara pada tanaman. Batas kritis tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni umur tanaman, umur fisiologis jaringan tanaman, macam jaringan, interaksi antar unsur, dan iklim. Dengan memperhatikan hal-hal tersebut, maka proses pemupukan dapat diberikan dengan tepat dan benar sehingga produksi tanaman menjadi lebih optimal dan penggunaan biaya menjadi lebih efisien.