

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asal Usul Dan Taksonomi Kedelai

Menurut Irwan (2006), kedelai merupakan tanaman asli Daratan Cina dan telah dibudidayakan oleh manusia sejak 2500 SM. Sejalan dengan makin berkembangnya perdagangan antarnegara yang terjadi pada awal abad ke-19, menyebabkan tanaman kedelai juga ikut tersebar ke berbagai negara tujuan perdagangan tersebut, yaitu Jepang, Korea, Indonesia, India, Australia, dan Amerika. Kedelai mulai dikenal di Indonesia sejak abad ke-16. Awal mula penyebaran dan pembudidayaan kedelai yaitu di Pulau Jawa, kemudian berkembang ke Bali, Nusa Tenggara, dan pulau-pulau lainnya.

Pada awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Namun pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah, yaitu *Glycine max* (L.) Merrill. Klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut :klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Klas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Rosales
Sub ordo	: Leguminoceae
Family	: Papilionaceae
Genus	: Glycine
Species	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

2.2 Morfologi Tanaman kedelai

Tanaman kedelai umumnya tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya, yaitu akar, daun, batang, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal.

2.2.1 Akar

Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Selain itu kedelai juga seringkali membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Pada umumnya, akar adventif terjadi karena cekaman tertentu, misalnya kadar air tanah yang terlalu tinggi. Perkembangan akar kedelai sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah, jenis tanah, cara pengolahan lahan, kecukupan unsur hara, serta ketersediaan air di dalam tanah.

2.2.2 Batang dan cabang

Hipokotil pada proses perkecambahan merupakan bagian batang, mulai dari pangkal akar sampai kotiledon. Hipokotil dan dua keeping kotiledon yang masih melekat pada hipokotil akan menerobos ke permukaan tanah. Bagian batang kecambah yang berada diatas kotiledon tersebut dinamakan epikotil.

Pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai

berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga. Disamping itu, ada varietas hasil persilangan yang mempunyai tipe batang mirip keduanya sehingga dikategorikan sebagai semi-determinate atau semi indeterminate.

Cabang akan muncul di batang tanaman. Jumlah cabang tergantung dari varietas dan kondisi tanah, tetapi ada juga varietas kedelai yang tidak bercabang. Namun, walaupun jumlah cabang banyak, belum tentu produksi kedelai juga banyak.

2.2.3 Daun

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.

Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (*oval*) dan lancip (*lanceolate*). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Bentuk daun diperkirakan mempunyai korelasi yang sangat erat dengan potensi produksi biji. Umumnya, daerah yang mempunyai tingkat kesuburan tanah tinggi sangat cocok untuk varietas kedelai yang mempunyai bentuk daun lebar. Daun mempunyai stomata, berjumlah antara 190-320 buah/m².

Lebat-tipisnya bulu pada daun kedelai berkait dengan tingkat toleransi varietas kedelai terhadap serangan jenis hama tertentu. Hama penggerek polong ternyata sangat jarang menyerang varietas kedelai yang berbulu lebat. Oleh karena itu,

para peneliti pemulia tanaman kedelai cenderung menekankan pada pembentukan varietas yang tahan hama harus mempunyai bulu di daun, polong, maupun batang tanaman kedelai.

2.2.4 Bunga

Tanaman kacang-kacangan, termasuk tanaman kedelai, mempunyai dua stadia tumbuh, yaitu stadia vegetatif dan stadia reproduktif. Stadia vegetatif mulai dari tanaman berkecambah sampai saat berbunga, sedangkan stadia reproduktif mulai dari pembentukan bunga sampai pemasakan biji. Tanaman kedelai di Indonesia yang mempunyai panjang hari rata-rata sekitar 12 jam dan suhu udara yang tinggi ($>30^{\circ}\text{C}$), sebagian besar mulai berbunga pada umur antara 5-7 minggu. Tanaman kedelai termasuk peka terhadap perbedaan panjang hari, khususnya saat pembentukan bunga. Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu.

Tangkai bunga umumnya tumbuh dari ketiak tangkai daun yang diberi nama rasim. Jumlah bunga pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 2-25 bunga, tergantung kondisi lingkungan tumbuh dan varietas kedelai. Bunga pertama yang terbentuk umumnya pada buku kelima, keenam, atau pada buku yang lebih tinggi.

Pembentukan bunga juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Pada suhu tinggi dan kelembaban rendah, jumlah sinar matahari yang jatuh pada ketiak tangkai daun lebih banyak. Hal ini akan merangsang pembentukan bunga.

Setiap ketiak tangkai daun yang mempunyai kuncup bunga dan dapat berkembang menjadi polong disebut sebagai buku subur. Jumlah bunga pada tipe batang determinate umumnya lebih sedikit dibandingkan pada batang tipe indeterminate.

Warna bunga yang umum pada berbagai varietas kedelai hanya dua, yaitu putih dan ungu.

2.2.5 Polong dan biji

Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 1-10 buah dalam setiap kelompok. Pada setiap tanaman, jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50, bahkan ratusan. Kecepatan pembentukan polong dan pembesaran biji akan semakin cepat setelah proses pembentukan bunga berhenti. Ukuran dan bentuk polong menjadi maksimal pada saat awal periode pemasakan biji. Hal ini kemudian diikuti oleh perubahan warna polong, dari hijau menjadi kuning kecoklatan pada saat masak. Polong terdapat isi biji yang berjumlah 2-3 biji. Setiap biji kedelai mempunyai ukuran bervariasi, mulai dari kecil (sekitar 7-9 g/100 biji), sedang (10-13 g/100 biji), dan besar (>13 g/100 biji). Bentuk biji bervariasi, tergantung pada varietas tanaman, yaitu bulat, agak gepeng, dan bulat telur. Sebagian besar biji berbentuk bulat telur. Biji kedelai tidak mengalami masa dormansi sehingga setelah proses pembijian selesai, biji kedelai dapat langsung ditanam biji tersebut harus mempunyai kadar air berkisar 12-13%.

2.3 Stadia Pertumbuhan Kedelai

Menurut Irwan (2006), pengetahuan tentang stadia pertumbuhan tanaman kedelai sangat penting, terutama bagi para pengguna aspek produksi kedelai. Hal ini terkait dengan jenis keputusan yang akan diambil untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal dengan tingkat produksi yang maksimal dari tanaman

kedelai, misalnya waktu pemupukan, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit, serta penentuan waktu panen.

2.3.1. Stadia pertumbuhan vegetatif

Stadia pertumbuhan vegetatif dihitung sejak tanaman mulai muncul ke permukaan tanah sampai saat mulai berbunga. Stadia perkecambahan dicirikan dengan adanya kotiledon, sedangkan penandaan stadia pertumbuhan vegetatif dihitung dari jumlah buku yang terbentuk pada batang utama. Stadia vegetatif umumnya dimulai pada buku ketiga

2.3.2. Stadia pertumbuhan reproduktif

Stadia pertumbuhan reproduktif (generatif) dihitung sejak tanaman kedelai mulai berbunga sampai pembentukan polong, perkembangan biji, dan pemasakan biji.

2.4 Syarat Tumbuh Tanaman kedelai

Andrianto dan Indarto (2004) dalam Ramadhani (2009) mengungkapkan dalam tulisannya bahwa kedelai dapat tumbuh baik ditempat yang berhawa panas, ditempat-tempat terbuka dan bercurah hujan 100 – 400 mm³ per bulan. Oleh karena itu, kedelai kebanyakan ditanam di daerah yang terletak kurang dari 400 m diatas permukaan laut dan jarang sekali ditanam didaerah yang terletak kurang dari 600 m diatas permukaan laut. Jadi tanaman kedelai akan tumbuh baik jika ditanam didaerah beriklim kering.

Pertumbuhan optimum tercapai pada suhu 20 -25 °C. Suhu 12 – 20 °C adalah suhu yang sesuai bagi sebagian besar proses pertumbuhan tanaman, tetapi dapat menunda proses perkecambahan benih dan pemunculan kecambah, serta

pembungaan dan pertumbuhan biji. Pada suhu yang lebih tinggi dari 30 °C, fotorespirasi cenderung mengurangi hasil fotosintesis.

Rata-rata curah hujan tiap tahun yang cocok bagi kedelai adalah kurang dari 200 mm dengan jumlah bulan kering 3-6 bulan dan hari hujan berkisar antara 95-122 hari selama setahun. Volume air yang terlalu banyak tidak menguntungkan, karena akan mengakibatkan akar membusuk. Banyaknya curah hujan juga sangat mempengaruhi aktivitas bakteri tanah dalam menyediakan nitrogen. Namun ketergantungan ini dapat diatasi, asalkan selama 30 – 40 hari suhu didalam dan permukaan tanah pada musim panas sekitar 35°C – 39°C.

Energi radiasi atau takaran sinar matahari, merupakan faktor penting pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kualitas, intensitas dan lamanya penyinaran merupakan segi energi radiasi yang penting. Spektrum penuh sinar matahari umumnya sangat menguntungkan pertumbuhan tanaman. Tanaman lebih mampu tumbuh baik pada intensitas cahaya agak redup dibandingkan jika hari terang penuh. Ukuran daun dan pemanjangan batang sejumlah tanaman akan maksimal pada intensitas cahaya rendah sedangkan berat kering total tanaman akan meningkat mengikuti peningkatan intensitas cahaya. Segi energi radiasi yang lebih penting adalah lamanya penyinaran.

2. 5 Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai.

Menurut Suhardi (2007) *dalam* Rosiana (2013), pemupukan merupakan kegiatan penambahan atau pemberian bahan-bahan atau zat-zat kompleks tanah-tanaman

untuk melengkapi keadaan makanan atau unsur hara dalam tanah yang tidak cukup terkandung di dalamnya.

Kegiatan pemupukan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi, waktu dan cara aplikasinya. Konsentrasi, waktu dan cara pemberian harus tepat agar tidak merugikan dan merusak lingkungan akibat kelebihan konsentrasi serta salah dalam waktu dan cara aplikasinya (Leiwakabeski, 1983 *dalam* Amilia, 2011). Berdasarkan komponen utama penyusun, pupuk digolongkan menjadi pupuk anorganik (pupuk kimia) dan pupuk organik (Marsono dan Sigit, 2001 *dalam* Santoso, 2008).

Saat ini hampir seluruh petani sangat bergantung pada penggunaan pupuk buatan seperti Urea, TSP dan lain-lain. Selain memberi keuntungan secara nyata melalui peningkatan produksi, penggunaan pupuk buatan secara terus menerus dalam jangka panjang sangat potensial menyebabkan penurunan kualitas fisik dan biologi tanah (Shang dan Tiessen, 1997 *dalam* Indrayati dan Umar, 2011). Pupuk organik dapat memperbaiki lingkungan tumbuh tanaman sehingga meningkatkan efisiensi pupuk anorganik. Marsono dan Sigit (2001) *dalam* Santoso (2008) mengungkapkan keunggulan pupuk organik antara lain adalah mengandung unsur hara makro dan mikro, memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan bahan organik, harga relatif murah, menambah daya serap air, memperbaiki kehidupan mikroorganisme dalam tanah, serta dapat dibuat sendiri.

Pemanfaatan pupuk hayati khususnya penambatan N^2 udara dan peningkatan kandungan air dan hara terutama hara yang bersifat immobil, antara lain P, Cu,

Zn, K, S dan Mo diharapkan dapat meningkatkan hasil kedelai (Marschner 1994 dalam Indrayati dan Umar, 2011).

2.6 Pengaruh Pupuk Organonitrofos terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai

Pupuk Organonitrofos merupakan pupuk organik baru yang terbuat dari pencampuran kotoran sapi dengan batuan fosfat alam yang diperkaya mikroorganisme penambat N dan pelarut P. Hasil penelitian Deviana (2014) menunjukkan bahwa pupuk Organonitrofos mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Berdasarkan perhitungan standar deviasi kombinasi antara pupuk anorganik dan Organonitrofos pada perlakuan dengan dosis 150 kg Urea ha⁻¹, 50 kg SP36 ha⁻¹, 100 kg KCl ha⁻¹, 1.000 kg Organonitrofos ha⁻¹ menunjukkan hasil pertumbuhan, produksi, serta serapan hara N, P, dan K total tertinggi pada tanaman jagung. Perlakuan tersebut juga paling efektif terhadap biomass total tanaman jagung berdasarkan perhitungan *Relative Agronomic Effectiveness* yaitu sebesar 125,33% serta paling menguntungkan terhadap bobot pipilan kering tanaman jagung berdasarkan uji ekonomis pupuk. Ditambahkan hasil penelitian Anjani (2013) menunjukkan bahwa perlakuan Organonitrofos dapat memberikan hasil yang baik pada tanaman tomat di tanah Ultisol Gedung Meneng. Pada perlakuan urea 100 kg ha⁻¹, SP 36 50 kg ha⁻¹, KCl 50 kg ha⁻¹, Organonitrofos 2.000 kg ha⁻¹ mampu mensubsitusikan pupuk anorganik tunggal dengan dosis urea 300 kg ha⁻¹, SP 36 150 kg ha⁻¹, KCl 150 kg ha⁻¹, dalam hal produksi yaitu jumlah buah dan bobot buah segar, bobot brangkasan dan serapan hara makro N, P, K. Perlakuan urea 100 kg ha⁻¹, SP 36 50 kg ha⁻¹, KCl 50 kg ha⁻¹,

Organonitrofos 2.000 kg ha^{-1} , bersifat paling efektif dibandingkan perlakuan lainnya dalam hal bobot segar buah dan biomass total.

2. 7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Serapan Hara Tanaman

Tanaman membutuhkan unsur hara sebagai bahan makanan untuk mendapatkan energi dan pertumbuhannya. Unsur hara yang tersedia bagi tanaman dapat berasal dari dalam tanah (*input*) dan bahan tambahan yang ditambahkan ke dalam tanah (*output*). Unsur hara yang berasal dari dalam tanah (*input*) harus tersedia dalam jumlah yang cukup sehingga tanaman dapat tumbuh dan berproduksi secara optimal. Ketersediaan hara di dalam tanah dapat dipengaruhi oleh pH tanah, pada umumnya unsur-unsur hara makro tersedia pada pH agak masam sampai netral sedangkan unsur-unsur hara mikro pada pH yang lebih rendah. Selain itu pH tanah juga dapat mempengaruhi perkembangan mikroorganisme yang berguna dalam pertanian seperti bakteri pengurai bahan organik.

Ketersediaan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi, sehingga apabila tanah tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut maka diperlukan tambahan dari luar yang berupa pupuk organik atau anorganik untuk menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman (*output*). Menurut Sarief (1998) dalam Jumini, dkk. (2011) bahwa pemupukan yang diberikan secara tepat dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Melalui pemupukan diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah antara lain mengganti unsur hara yang hilang karena pencucian dan yang terangkut saat panen. Menurut Rukmana (1997) dalam Jumini, dkk. (2011) menyatakan bahwa pemberian pupuk urea, TSP dan KCl sebagai sumber

N, P dan K merupakan usaha untuk meningkatkan produksi tanaman. Efisiensi pemupukan sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Pemupukan N, P dan K pada tanah-tanah bereaksi ekstrim sangat masam, maka efisiensi pemupukan N hanya 30%, pemupukan Fosfat hanya 23% dan pemupukan K hanya 33%, sehingga akan mengurangi keuntungan. Pada budidaya tanaman pangan pada tanah-tanah dengan $\text{pH} \leq 5,0$ efisiensi pemupukan N, P dan K masih $< 55\%$. Akan tetapi manakala pH meningkat akibat adanya input perbaikan pH tanah sampai batas yang diinginkan sampai netral maka efisiensi pemupukan akan lebih maksimal, karena terjadi pemberian pupuk yang optimum dengan pH tanah yang sesuai (Sondari dan Suparman, 2012).

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi penyerapan unsur hara yaitu faktor air yang berfungsi untuk melarutkan unsur hara atau zat mineral sehingga mudah menyerap unsur hara. Daya serap akar juga dapat meningkatkan serapan hara bagi tanaman khususnya N dan P. Hal ini sesuai dengan Bolan (1991) dalam Hasanudin (2003) yang menyatakan bahwa peningkatan serapan hara tanaman dipengaruhi oleh adanya perluasan volume tanah yang dapat dijelajahi akar tanaman. Selain itu penambahan pupuk organik dapat mempengaruhi peningkatan ketersediaan unsur hara N dan P di dalam tanah (Hasanudin, 2003). Brady (1990) dalam Hasanudin (2003) yang menyatakan bahwa hasil dekomposisi bahan organik bila dimasukkan ke dalam tanah akan menghasilkan beberapa unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman seperti N, P dan K.

2.8 Peranan Nitrogen, Fosfor dan Kalium dalam Tanaman

Nitrogen (N) merupakan bagian pokok tanaman hidup yang hadir sebagai satuan fundamental dalam protein, asam nukleik, klorofil dan senyawa organik lain yang bersifat vital. Nitrogen memegang peranan penting sebagai penyusun klorofil, yang menjadikan daun berwarna hijau. Warna daun ini merupakan petunjuk yang baik bagi aras nitrogen suatu tanaman. Kandungan nitrogen yang tinggi menjadikan dedaunan lebih hijau dan mampu bertahan lebih lama (Poerwowidodo, 1992).

Fosfor (P) termasuk unsur hara esensial bagi tanaman dengan fungsi sebagai pemindah energi sampai segi-segi gen, yang tidak dapat digantikan unsur hara lain. Ketidacukupan pasokan P menjadikan tanaman tidak tumbuh maksimal atau potensi hasilnya tidak maksimal. Peranan P dalam penyimpanan dan pemindahan energi merupakan fungsi terpenting karena hal ini mempengaruhi proses metabolisme dalam tanaman (Poerwowidodo, 1992).

Kalium merupakan unsur hara esensial bagi seluruh makhluk hidup. Pada jaringan tanaman, kalium menyusun 1,7-2,7 % bahan kering daun normal. Kalium terlibat dalam berbagai proses fisiologi tanaman, terutama berperan dalam berbagai reaksi biokimia. Sekitar 50 macam enzim yang berpartisipasi dalam berbagai proses metabolisme, mempunyai aktivitas yang tergantung sepenuhnya oleh ion K^+ dan sebagian besar tipe reaksi enzim katalis diaktifkan oleh K^+ (Poerwowidodo, 1992).