

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistematika Tanaman Kedelai

Kedelai merupakan tanaman asli daratan Cina dan telah dibudidayakan oleh manusia sejak 2.500 SM. Sejalan dengan makin berkembangnya perdagangan antar negara pada 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 pulau-pulau lainnya (Sumarno, 1983).

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 :

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

Kedelai yang tumbuh secara liar di Asia Tenggara meliputi sekitar 40 jenis.

Penyebaran geografis kedelai mempengaruhi tipenya. Terdapat 4 tipe kedelai yaitu tipe Mansyuria, Jepang, India, dan Cina.

Dasar-dasar penentuan varietas kedelai adalah menurut umur, warna biji dan tipe batang. Varietas kedelai yang dianjurkan yaitu *Otan 27* dan *29*, *Ringgit 317*, *Sumbing 452*, *Merapi 520*, *Shakti 945*, *Davros*, *Economic Garden*, *Taichung 1290*, *TKG 1291*, *Clark 1293*, *Orba 1343*, *Galunggung*, *Lokon*, *Guntur*, *Wilis*, *Dempo*, *Kerinci*, *Raung*, *Merbabu*, *Muria* dan *Tidar* (Gani, 2000).

Kedelai yang dibudidayakan sebenarnya terdiri atas paling tidak dua spesies yaitu *Glycine max* (disebut kedelai putih, yang bijinya bisa berwarna kuning, agak putih, atau hijau) dan *Glycine soja* (kedelai hitam, berbiji hitam). *Glycine max* merupakan tanaman asli daerah Asia subtropik seperti RRC dan Jepang selatan, sementara *Glycine soja* merupakan tanaman asli Asia tropis di Asia Tenggara. Tanaman ini telah menyebar ke Jepang, Korea, Asia Tenggara dan Indonesia. Beberapa kultivar kedelai putih budidaya di Indonesia, di antaranya adalah Ringgit, Orba, Lokon, Davros, dan Wilis. Edamame adalah sejenis kedelai berbiji besar berwarna hijau yang belum lama dikenal di Indonesia dan berasal dari Jepang.

Kedelai dikenal dengan berbagai nama: *sojaboom*, *soja*, *soja bohne*, *soybean*, *kedele*, *kacang ramang*, *kacang bulu*, *kacang gimbol*, *retak mejong*, *kaceng bulu*, *kacang jepun*, *dekenana*, *demekun*, *dele*, *kadele*, *kadang jepun*, *lebui bawak*,

lawui, sarupapa tiak, dole, kadule, puwe mon, kacang kuning (aceh) dan gadelei. Berbagai nama ini menunjukkan bahwa kedelai telah lama dikenal di Indonesia (Padjar, 2010).

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 (Padjar, 2010).

2.2.1 Akar

Akar kedelai mulai muncul dari belahan kulit biji yang muncul di sekitar misofil. Calon akar tersebut kemudian tumbuh dengan cepat ke dalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri atas dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan hipokotil yang cepat (Padjar, 2010).

2.2.2 Batang dan Cabang

Hipokotil pada proses perkecambahan merupakan bagian batang, mulai dari pangkal akar sampai kotiledon. Hipokotil dan dua keping kotiledon yang masih melekat pada hipokotil akan menerobos ke permukaan tanah. Bagian batang kecambah yang berada di atas kotiledon tersebut dinamakan epikotil. Pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe *determinate* dan *indeterminate*.

Cabang akan muncul di batang tanaman. Jumlah cabang tergantung dari varietas dan kondisi tanah, tetapi ada juga varietas kedelai yang tidak bercabang. Jumlah batang bisa menjadi banyak bila penanaman dirapatkan dari 250.000 tanaman/hektar menjadi 500.000 tanaman/hektar (Padjar, 2010).

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 (*trifoliolate leaves*). Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (*oval*) dan lancip (*lanceolate*). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Umumnya, daun mempunyai bulu dengan warna cerah dan jumlahnya bervariasi. Panjang bulu bisa mencapai 1 mm dan lebar 0,0025 mm (Padjar, 2010).

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 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, 2—25 bunga, tergantung dari kondisi lingkungan tumbuh

dan varietas kedelai. Bunga pertama yang terbentuk umumnya pada buku ke lima, ke enam, atau pada buku yang lebih tinggi. Warna bunga yang umum pada berbagai varietas kedelai hanya dua, yaitu putih dan ungu.

2.2.5 Polong dan Biji

Menurut Padjar (2012), 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.

Di dalam polong terdapat 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 pipih, dan bulat telur. Namun demikian, sebagian besar biji berbentuk bulat telur. 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. Warna kulit biji bervariasi, mulai dari kuning, hijau, coklat,

hitam, atau kombinasi campuran dari warna-warna tersebut. 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% (Padjar, 2010).

2.2.6 Bintil Akar dan Fiksasi Nitrogen

Tanaman kedelai dapat mengikat nitrogen (N_2) di atmosfer melalui aktivitas bakteri pengikat nitrogen, yaitu *Rhizobium japonicum*. Bakteri ini terbentuk di dalam akar tanaman yang diberi nama nodul atau bintil akar. Keberadaan *Rhizobium japonicum* di dalam tanah memang sudah ada karena tanah tersebut ditanami kedelai atau memang sengaja ditambahkan ke dalam tanah.

Kemampuan memfiksasi N_2 ini akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman, tetapi maksimal hanya sampai akhir masa berbunga atau mulai pembentukan biji. Setelah masa pembentukan biji, kemampuan bintil akar memfiksasi N_2 akan menurun bersamaan dengan semakin banyaknya bintil akar yang tua dan luruh. Di samping itu, diduga karena kompetisi fotosintesis antara proses pembentukan biji dengan aktivitas bintil akar (Fachruddin, 2000).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

2.3.1 Tanah

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan syarat drainase dan aerasi tanah cukup baik serta ketersediaan air yang cukup selama masa pertumbuhan. Kedelai dapat tumbuh pada jenis tanah Alluvial, Regosol,

Grumosol, Latosol, Andosol, Podsolik Merah Kuning, dan tanah yang mengandung pasir kuarsa, perlu diberi pupuk organik atau kompos, fosfat dan pengapuran dalam jumlah cukup. Pada dasarnya kedelai menghendaki kondisi tanah yang tidak terlalu basah, tetapi air tetap tersedia.

Kedelai juga membutuhkan tanah yang kaya akan humus atau bahan organik. Bahan organik yang cukup dalam tanah akan memperbaiki daya olah dan juga merupakan sumber makanan bagi jasad renik, yang akhirnya akan membebaskan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman.

Toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pH 5,8-7,0 tetapi pada pH 4,5 pun kedelai dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya sangat terlambat karena keracunan aluminium (Padjar, 2010).

2.3.2 Iklim

Umumnya pertumbuhan terbaik tanaman kedelai terjadi pada temperatur antara 25 – 27 °C, dengan penyinaran penuh (minimal 10 jam/hari). Tanaman kedelai menghendaki curah hujan optimal antara 100 -200 mm/bulan, dengan kelembaban rata-rata 50%. Kedelai dapat tumbuh pada ketinggian tempat 0 – 900 meter dari permukaan laut, namun optimalnya 650 meter dari permukaan laut (Sutomo, 2011).

2.4 Kandungan dan Manfaat Tanaman Kedelai

2.4.1 Kandungan Kedelai

Kandungan Kedelai (100 g) bahan segar mengandung : protein 34,9 g, kalori 331 kal, lemak 18,1 g, hidrat arang 34,8 g, kalsium 227 mg, fosfor 585 mg, besi 8 mg, vitamin A 110 SI, vitamin B1 1,07 mg dan air 7,5 gram (Padjar, 2010).

2.4.2 Manfaat Kedelai

Kedelai merupakan tumbuhan serbaguna. Karena akarnya memiliki bintil pengikat nitrogen bebas, kedelai merupakan tanaman dengan kadar protein tinggi sehingga tanamannya digunakan sebagai pupuk hijau dan pakan ternak.

Pemanfaatan utama kedelai adalah dari biji. Biji kedelai kaya protein dan lemak serta beberapa bahan gizi penting lain, misalnya vitamin (asam fitat) dan lesitin.

Biji yang diolah menjadi tepung kedelai secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 kelompok manfaat utama, yaitu olahan dalam bentuk protein kedelai dan minyak kedelai. Dalam bentuk protein kedelai dapat digunakan sebagai bahan industri makanan yang diolah menjadi susu (baik bagi orang yang sensitif laktosa), vetsin, kue-kue, bermacam-macam saus penyedap (salah satunya kecap), tempe, tahu (tofu), permen dan daging nabati serta sebagai bahan industri bukan makanan seperti : kertas, cat cair, tinta cetak dan tekstil. Olahan dalam bentuk minyak kedelai digunakan sebagai bahan industri makanan dan non makanan. Industri makanan dari minyak kedelai yang digunakan sebagai bahan industri makanan berbentuk gliserida sebagai bahan untuk pembuatan minyak goreng, margarin dan

bahan lemak lainnya. Olahan dalam bentuk *lecithin* dibuat antara lain: margarin, kue, tinta, kosmetika, insektisida dan farmasi (Wiroatmojo, 2000).

2.5 Varietas Kedelai

Kedelai (*Glycine max* Merr) varietas Wilis dilepas tahun 1983, oleh Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Wilis berasal dari galur F₄ persilangan varietas No. 1682 dengan Orba, yang disilangkan di Bogor pada tahun 1975. Keturunan dari persilangan diseleksi dengan metode seleksi massa berstrata berdasarkan umur matang, mulai generasi F₂ sampai F₄. Pembuatan galur murni dilakukan pada generasi F₄. Galur yang terbaik adalah No. 1682/1343-1-1-0, yang kemudian dilepas sebagai varietas baru, dengan nama Wilis. Dari 18 lingkungan percobaan, Wilis menghasilkan rata-rata 1.626 kg/ha, sedang varietas pembanding Orba 1.311 kg/ha. Umur matang Wilis 88 hari, bertipe tumbuh determinit, tinggi batang sedang (40 -50 cm), batang kokoh, bercabang dan tidak mudah rebah, warna batang hijau, warna hipokotil ungu, warna daun hijau, warna bulu coklat tua, warna bunga ungu, warna polong tua coklat kehitaman, warna kulit biji kuning, dan umur berbunga 39 hari. Ukuran biji Wilis kecil (9 -10 gram/100 biji), berbentuk bundar lonjong (*oval*) dan agak pipih, berwarna kuning seragam, dengan hilum berwarna coklat tua. Kadar protein 37,0% ; kadar lemak 18,0%. Varietas ini agak tahan terhadap penyakit karat daun dan virus, Wilis menunjukkan reaksi toleran, yakni gejala serangan karat hanya terjadi pada tanaman menjelang matang dan tidak mengakibatkan penurunan hasil secara nyata (Balitkabi, 2011).

Wilis cocok ditanam pada lahan bekas padi sawah dengan pengolahan minimal atau tanpa pengolahan tanah. Kecambah mempunyai vigor yang baik, pertumbuhannya cepat, dan dapat tumbuh baik pada lahan berdrainase kurang baik. Kemurnian benih penjenis dipertahankan di Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor (Sumarno, 1983).

Kedelai varietas Mlg 2521 merupakan galur harapan kedelai tahan terhadap penyakit virus kerdil *soybean stunt virus* (SSV), namun demikian galur kedelai tersebut mempunyai daya hasil dan kualitas yang rendah (Barmawi, 2007).

Benih kedelai yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil penelitian Maimun Barmawi, Hasriadi Mat Akin, Setyo Dwi Utomo yang dibantu oleh beberapa mahasiswa dari Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini diawali dengan seleksi tetua yang tahan terhadap *cowpea mild mottle virus* (CPMMV) pada tahun 2001. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh galur galur yang tahan terhadap (CPMMV) yaitu galur Mlg 2521. Menurut Asadi (2005 dan 2010), galur Mlg 2521 memiliki ketahanan terhadap *soybean stunt virus* (SSV). Pada tahun 2009 dilakukan persilangan antara varietas Wilis dan galur Mlg 2521 oleh Maimun Barmawi. Penanaman F_1 dilakukan oleh mahasiswa yang mengambil mata kuliah pemuliaan tanaman lanjutan semester genap pada tahun 2011 di Laboratorium Lapangan Terpadu Universitas Lampung. Selanjutnya benih F_2 dievaluasi oleh Yantama dan Sigit pada bulan November 2011 di Laboratorium Lapangan Terpadu Universitas Lampung. Dari penelitian Yantama (2012) didapat 12 genotipe nomor yang menghasilkan jumlah polong per tanaman dan bobot biji per

tanaman melebihi populasi F_2 dan kedua tetuanya. Dari nomor-nomor harapan terpilih lalu dipilih genotipe nomor tujuh (peringkat pertama) yang memiliki jumlah polong per tanaman 378 polong, bobot biji per tanaman 102,5 g, dan jumlah biji 825 butir. Selanjutnya dari 825 butir tersebut dilakukan pengacakan dan didapat 300 sampel benih yang akan ditanam sebagai populasi generasi F_3 persilangan Wilis x Mlg 2521.

2.6 Karakter Agronomi Tanaman Kedelai

Karakter agronomi adalah karakter-karakter yang berperan dalam penentuan atau pendistribusian potensi hasil suatu tanaman, yang secara umum terbagi menjadi dua, yaitu karakter kualitatif dan karakter kuantitatif. Karakter kualitatif adalah karakter-karakter yang dikendalikan oleh sedikit gen, seperti tipe tumbuh, warna bunga, bentuk bunga, warna hipokotil, bentuk buah, bentuk biji, bentuk daun, dan bagian tanaman lain. Pengamatan karakter kualitatif didasarkan atas pedoman gambar atau kelas dan diwujudkan dalam bentuk skor angka (Sofiari dan Kirana, 2009).

Karakter kuantitatif merupakan karakter-karakter yang dikendalikan oleh banyak gen, dari karakter-karakter ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Pengamatan karakter kuantitatif dilakukan melalui perhitungan/pengukuran. Seperti halnya tinggi tanaman, jumlah biji per polong, bobot 100 biji, umur berbunga, jumlah cabang produktif, dan hasil (Baihaki, 2000).

2.7 Segregasi

Pewarisan suatu sifat ditentukan oleh pewarisan materi tertentu. Mendel menyebut materi yang diwariskan ini sebagai faktor keturunan (*hereditary*), yang pada perkembangan berikutnya hingga sekarang dinamakan gen.

Menurut Gardner (1991) yang dikutip Muchsi (2006) Hukum Mendel mendasari pemindahan gen-gen dari tetua ke keturunan, kemudian dari generasi ke generasi.

Persilangan setiap individu menghasilkan gamet-gamet yang kandungan gennya separuh dari kandungan gen pada individu. Prinsip inilah yang kemudian dikenal sebagai hukum segregasi atau hukum Mendel I.

Hukum Mendel I (Hukum Segregasi) mengemukakan bahwa pada saat alel memisah (segregasi) satu dari yang lain selama pembentukan gamet dan diwariskan secara rambang ke dalam gamet-gamet yang sama jumlahnya. Sebagai dasar segregasi satu pasang alel terletak pada lokus yang sama dari kromosom homolog. Kromosom homolog ini memisah secara bebas pada anafase I dari meiosis dan tersebar ke dalam gamet-gamet yang berbeda. Hukum Mendel II mengemukakan bahwa pemisahan dan pengelompokan secara bebas. Pasangan gen berbeda yang sedang segregasi, akan memisah dan mengelompok secara bebas.

2.8 Modifikasi Nisbah Mendel

Secara garis besar modifikasi nisbah Mendel dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu modifikasi nisbah 3 : 1 dan modifikasi nisbah 9 : 3 : 3 : 1.

2.8.1 *Modifikasi Nisbah 3 : 1*

1. *Semi dominansi*

Peristiwa semi dominansi terjadi apabila suatu gen dominan tidak menutupi pengaruh alel resesifnya dengan sempurna, sehingga pada individu heterozigot akan muncul sifat antara (*intermedier*). Dengan demikian, individu heterozigot akan memiliki fenotipe yang berbeda dengan fenotipe individu homozigot dominan. Akibatnya, pada generasi F₂ tidak didapatkan nisbah fenotipe 3 : 1, tetapi menjadi 1 : 2 : 1 seperti halnya nisbah genotipe.

2.8.2 *Kodominansi*

Seperti halnya semi dominansi, peristiwa kodominansi akan menghasilkan nisbah fenotipe 1 : 2 : 1 pada generasi F₂. Bedanya, kodominansi tidak memunculkan sifat antara pada individu heterozigot, tetapi menghasilkan sifat yang merupakan hasil ekspresi masing-masing alel. Dengan perkataan lain, kedua alel akan sama-sama diekspresikan dan tidak saling menutupi.

2.8.3 *Modifikasi Nisbah 9 : 3 : 3 : 1*

Modifikasi nisbah 9 : 3 : 3 : 1 disebabkan oleh peristiwa yang dinamakan epistasis, yaitu penutupan ekspresi suatu gen nonalelik. Jadi, dalam hal ini suatu

gen bersifat dominan terhadap gen lain yang bukan alelnya. Ada beberapa macam epistasis, masing-masing menghasilkan nisbah fenotipe yang berbeda pada generasi F₂ yaitu

1. *Epistasis resesif*

Peristiwa epistasis resesif terjadi apabila suatu gen resesif menutupi ekspresi gen lain yang bukan alelnya. Akibat peristiwa ini, pada generasi F₂ akan diperoleh nisbah fenotipe 9 : 3 : 4.

2. *Epistasis dominan*

Pada peristiwa epistasis dominan terjadi penutupan ekspresi gen oleh suatu gen dominan yang bukan alelnya. Nisbah fenotipe pada generasi F₂ dengan adanya epistasis dominan adalah 12 : 3 : 1.

3 *Epistasis resesif ganda*

Apabila gen resesif dari suatu pasangan gen, katakanlah gen I, epistatis terhadap pasangan gen lain, katakanlah gen II, yang bukan alelnya, sementara gen resesif dari pasangan gen II ini juga epistatis terhadap pasangan gen I, maka epistasis yang terjadi dinamakan epistasis resesif ganda. Epistasis ini menghasilkan nisbah fenotipe 9 : 7 pada generasi F₂.

4 *Epistasis dominan ganda*

Apabila gen dominan dari pasangan gen I epistatis terhadap pasangan gen II yang bukan alelnya, sementara gen dominan dari pasangan gen II ini juga epistatis terhadap pasangan gen I, maka epistasis yang terjadi dinamakan epistasis dominan ganda. Epistasis ini menghasilkan nisbah fenotipe 15 : 1 pada generasi F₂.

5 *Epistasis dominan-resesif*

Epistasis dominan-resesif terjadi apabila gen dominan dari pasangan gen I epistatis terhadap pasangan gen II yang bukan alelnya, sementara gen resesif dari pasangan gen II ini juga epistatis terhadap pasangan gen I. Epistasis ini menghasilkan nisbah fenotipe 13 : 3 pada generasi F₂.

6 *Epistasis gen duplikat dengan efek kumulatif*

Pada *Cucurbita pepo* dikenal tiga macam bentuk buah, yaitu cakram, bulat, dan lonjong. Gen yang mengatur pemunculan fenotipe tersebut ada dua pasang, masing-masing B dan b serta L dan l. Apabila pada suatu individu terdapat sebuah atau dua buah gen dominan dari salah satu pasangan gen tersebut, maka fenotipe yang muncul adalah bentuk buah bulat (B-ll atau bbL). Sementara itu, apabila sebuah atau dua buah gen dominan dari kedua pasangan gen tersebut berada pada suatu individu, maka fenotipe yang dihasilkan adalah bentuk buah cakram (B-L-). Adapun fenotipe tanpa gen dominan (bbl) akan berupa buah berbentuk lonjong. Pewarisan sifat semacam ini dinamakan epistasis gen duplikat dengan efek kumulatif. Epistasis ini menghasilkan nisbah fenotipe 9 : 6 : 1 pada generasi F₂.