

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kedelai

2.1.1 Sejarah Singkat Tanaman Kedelai

Kedelai (*Glycine max* L) merupakan salah satu tanaman pangan penghasil protein nabati. Tanaman ini berasal dari daratan Cina Pusat dan Cina Utara. Hal ini didasarkan pada penyebaran *Glycine ussuriensis*, spesies yang diduga sebagai tetua *Glycine max*. Penyebaran kedelai di kawasan Asia, seperti Jepang, Indonesia, Filipina, Vietnam, Thailand, Malaysia, Birma, Nepal, dan India yang dimulai sejak abad pertama setelah masehi sampai abad ke-15 hingga abad ke-16 (Adie dan Krisnawati (2007) yang dikutip Wardoyo (2009)). Kedudukan tanaman kedelai dalam sistematik tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Papilionoideae
Famili	: Leguminosae
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill sama dengan <i>G. soya</i> (L.) Sieb dan Zucc atau <i>Soya max</i> atau <i>S. hispida</i> .

2.1.2 Morfologi Tanaman Kedelai

Kedelai adalah tanaman tahunan setahun yang tumbuh tegak dengan ketinggian 70–150 cm, berbatang menyemak, berbulu halus, dan mempunyai sistem perakaran yang luas. Daunnya majemuk beranak-daun-tiga dan berselang-seling. Tanaman ini menyukai tanah bertekstur ringan hingga sedang dan berdrainase baik (Rubatzky dan Yamaguchi, 1997). Tipe pertumbuhan tanaman kedelai dapat dibedakan menjadi 3 macam yakni determinit, indeterminit, dan semi determinit. Tipe semi determinit merupakan tipe antara indeterminit dan determinit dan varietas orba termasuk tipe pertumbuhan semi determinit (Suprpto, 2001).

Tanaman kedelai memiliki bunga sempurna, yakni dalam setiap bunga terdapat alat kelamin betina (putik) dan kelamin jantan (benang sari). Penyerbukan bunga kedelai terjadi saat mahkota bunga masih tertutup, sehingga kemungkinan terjadinya perkawinan silang alami sangat kecil (Suprpto, 2001). Bunganya berwarna putih, ungu pucat, atau ungu. Polong berkembang dalam kelompok dan biasanya mengandung 2–3 biji yang berbentuk bundar atau pipih dan sangat kaya akan protein (Rubatzky dan Yamaguchi, 1997).

Kedelai mempunyai biji berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji.

Embryonya terletak di antara keping biji. Warna bijinya bermacam-macam yaitu kuning, hitam, hijau, dan coklat. Besarnya biji kedelai bervariasi tergantung dari varietas. Tanaman kedelai merupakan tanaman berakar tunggang. Pada akarnya terdapat bintil–bintil yang merupakan koloni dari *Rhizobium japonikum*, dan bintil akar mulai terbentuk sekitar 15–20 hari setelah tanam. Tanaman kedelai dapat

mengikat nitrogen dari udara bebas yang dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman (Suprpto, 2001).

2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai tumbuh baik pada jenis tanah berstruktur lempung berpasir atau liat berpasir. Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30 °C. Bila tumbuh pada suhu tanah yang rendah (<15 °C), proses perkecambahan menjadi sangat lambat, bisa mencapai 2 minggu. Hal ini karena perkecambahan biji tertekan pada kondisi kelembaban tanah tinggi. Sementara pada suhu tinggi (>30 °C), banyak biji yang mati akibat respirasi air dari dalam biji yang terlalu cepat. Suhu lingkungan optimal untuk pembungaan tanaman kedelai yaitu 24–25 °C.

Tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan lama penyinaran sinar matahari karena kedelai termasuk tanaman-hari pendek.. Tanaman kedelai tidak akan berbunga bila panjang hari melebihi batas kritis yaitu 15 jam per hari. Apabila varietas yang berproduksi tinggi dari daerah subtropik dengan panjang hari 14–16 jam ditanam di daerah tropik dengan rata-rata panjang hari 12 jam maka varietas tersebut akan mengalami penurunan produksi karena masa bunganya menjadi pendek, yaitu dari umur 50–60 hari menjadi 35–40 hari setelah tanam. Selain itu, batang tanaman pun menjadi lebih pendek dengan ukuran ruas subur juga lebih pendek (Irwan, 2006).

2.2 Penyakit Mosaik Tanaman Kedelai

2.2.1 Penyebab Penyakit

Penyakit mosaik pada tanaman kedelai disebabkan oleh SMV. Menurut Sudjono dkk. (1993) yang dikutip oleh Mulia (2008), SMV tergolong genus potyvirus yang berbentuk batang lentur dengan panjang rata-rata berukuran 750 nm dan lebar rata-rata 15–18 nm. Virion yang paling infeksiif berukuran panjang > 656 nm. Infektifitas SMV menurun bila terkena sinar ultraviolet atau berada dalam larutan dengan pH<4 atau pH>9. Translokasi dan replikasi virus cepat terjadi pada suhu 26 °C, tetapi pada suhu dibawah 10°C translokasi virus terhenti. Menurut Matthews (1992) yang dikutip oleh Mulia (2008), genom SMV terdiri atas RNA utas tunggal yang berukuran sekitar 10 kb dan poli-A pada ujung tiganya. Genom SMV menyandikan delapan protein yang pada awalnya merupakan satu protein besar yang kemudian mengalami pemotongan (*Posttranslationally processed*) menjadi protein virus.

2.2.2 Gejala Penyakit Mosaik Tanaman Kedelai

Gejala penyakit mosaik tanaman kedelai yang disebabkan oleh SMV bervariasi tergantung dari kerentanan tanaman. Gejala awal penyakit ini adalah tulang daun pada anak daun yang masih muda berubah warna menjadi kuning jernih. Permukaan daun menjadi tidak rata (berkerut), terdapat gambaran mosaik dengan warna hijau gelap di sepanjang tulang daunnya, dan terjadi klorosis pada tepi daun. Tanaman yang sakit membentuk polong kecil, rata, kurang berbulu dan lebih melengkung, biji menjadi lebih kecil, dan terjadi penurunan daya kecambah.

Kemudian bintil akar yang dihasilkan pada tanaman sakit menjadi lebih sedikit dan lebih kecil (Semangun, 1993).

Terjadi gejala nekrotik pada beberapa varietas yang disertai dengan perubahan warna dari hijau menjadi coklat pada batang dan tulang daun, kemudian daun menguning, tanaman menjadi kerdil, tunas-tunas penuh dengan bercak, daun cepat rontok, dan mati. Perubahan warna belang di sekitar tulang daun disebabkan oleh berkurangnya klorofil daun akibat adanya infeksi SMV (Prayogo, 2012).

Menurut Kholidah dkk. (2013), pada tanaman kedelai yang diinokulasi SMV memiliki rata-rata tinggi tanaman lebih rendah yaitu sebesar 67,33–74,25 cm dan masa inkubasi SMV pada tanaman kedelai hitam varietas Detam 1 menunjukkan bahwa gejala muncul rata-rata 14,67–1,67 hari setelah inokulasi.

Menurut Kameya (2001) dan Jones (2003) yang dikutip Prayogo (2012), infeksi virus dengan gejala mosaik pada tanaman menyebabkan terjadinya peningkatan respirasi, penurunan fotosintesis, keseimbangan hormon yang tidak normal, penurunan kandungan air pada tanaman, sedangkan tanaman yang sehat tidak menunjukkan gejala tersebut.

2.2.3 Pengendalian Penyakit Mosaik Tanaman Kedelai

Menurut Sudjono dkk. (1983) yang dikutip oleh Semangun (1993), pengendalian penyakit mosaik tanaman kedelai yang disebabkan oleh SMV dapat dilakukan dengan dengan berbagai cara antara lain:

1. Menanam benih yang bebas virus.
2. Segera mencabut dan membinasakan kedelai yang terinfeksi.

3. Menanam varietas kedelai yang tahan terhadap infeksi virus.
4. Jika perlu menggunakan insektisida untuk mengendalikan kutu daun yang menjadi vektor virus.
5. Membasmi tumbuhan inang virus mosaik kedelai.

2.3 Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit

Menurut Van der Plank (1963) yang dikutip Semangun (2006), ketahanan tanaman terhadap penyakit dibagi menjadi dua yaitu ketahanan horizontal dan ketahanan vertikal.

2.3.1 Ketahanan Horizontal

Menurut Oka (1993), tanaman yang memiliki ketahanan secara alamiah itu bersifat poligenik yang dikendalikan oleh sejumlah gen atau disebut juga tanaman yang memiliki ketahanan horizontal, ketahanan lapangan, atau ketahanan umum.

Sifat ketahanan horizontal yaitu sebagai berikut:

- 1) Ketahanan yang dikendalikan oleh sejumlah gen;
- 2) Reaksinya tidak diferensial;
- 3) Tahan terhadap semua ras dari satu spesies patogen, terhadap spesies patogen berbeda, atau genus;
- 4) Gen-gen tahan tidak dapat diidentifikasi;
- 5) Pewarisannya tidak mengikuti nisbah Mendel;
- 6) Ketahanannya relatif mantap.

Menurut plank (1968) yang dikutip oleh Semangun (2006), ketahanan horizontal memberikan ketahanan yang lebih rendah tingkatannya dibandingkan dengan ketahanan vertikal. Ketahanan ini juga diwariskan secara poligenik yang diperkirakan bahwa banyak gen yang terkait dalam ketahanan ini. Oleh karena itu, ketahanan ini sulit ditangani oleh pemulia.

2.3.2 Ketahanan Vertikal

Selain memiliki ketahanan horizontal tanaman biasanya memiliki ketahanan vertikal disebut juga ketahanan spesifik. Tanaman yang memiliki ketahanan vertikal ini merupakan tanaman yang benar-benar tahan dalam menghadapi gen virulen dari patogen. Jadi interaksinya adalah gen tahan tanaman melawan gen virulen patogen.

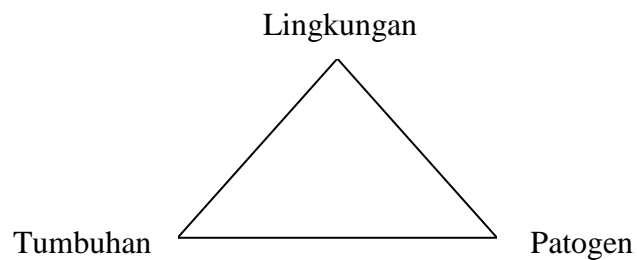
Sifat – sifat ketahanan verikal adalah sebagai berikut:

- 1) Ketahannya dikendalikan oleh satu gen utama (mayor);
- 2) Reaksinya diferensial;
- 3) Tahan terhadap satu ras dari suatu spesies patogen,
- 4) Mengikuti nisbah Mendel;
- 5) Gennya dapat diidentifikasi;

Ketahanannya sedikit menurun apabila menghadapi patogen yang bersifat mutabilitas tinggi (Oka, 1993).

Menurut Semangaun (2006), timbulnya penyakit dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu tanaman inang, virus dan lingkungan. Penyakit tidak akan terjadi jika patogen yang virulen bertemu dengan tanaman yang rentan tetapi kondisi lingkungan tidak mendukung perkembangan patogen. Patogen mengadakan

interaksi dengan tumbuhan inang. Patogen melakukan aksi sedangkan tumbuhan inang melakukan reaksi. Lingkungan yang mempengaruhi patogen maupun tumbuhan inang yaitu unsur hara, kelembaban, suhu, dan sinar matahari. Berikut ini adalah model segitiga penyakit menurut Semangun (2006):



Menurut Flor (1942) yang dikutip Semangun (2006), konsep ketahanan terhadap penyakit diungkapkan melalui hipotesis *gene for gene*. Dalam konsep tersebut dikemukakan bahwa setiap gen yang mengendalikan sifat tahan pada tanaman inang memiliki pasangan gen komplementer yang mengendalikan sifat virulensi pada patogen. Tanaman inang menunjukkan reaksi tahan jika gen yang mengendalikan sifat tahan pada tanaman inang berpasangan dengan gen avirulen patogen. Bila patogen memiliki gen virulen pasangan tersebut, maka inang akan menunjukkan reaksi rentan.

Menurut Flor (1956) yang dikutip Crowder (1990), konsep *gene for gene* dapat digambarkan sebagai berikut:

Patogen	Keterangan:								
	V	v	R = Tahan						
			r = rentan						
			V = avirulen						
			v = virulen						
			- = tidak ada pertumbuhan						
			+ = patogenitas						
Tanaman inang	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="padding: 5px;">R</td> <td style="padding: 5px;">-</td> <td style="padding: 5px;">+</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">r</td> <td style="padding: 5px;">+</td> <td style="padding: 5px;">+</td> </tr> </table>		R	-	+	r	+	+	
R	-	+							
r	+	+							

2.4 Keragaman Genetik dan Heritabilitas

2.4.1 Keragaman Genetik

Seleksi merupakan dasar dalam perbaikan tanaman untuk mendapatkan varietas unggul baru. Dalam perakitan varietas unggul, keragaman genetik memegang peranan yang sangat penting. Keragaman genetik adalah suatu besaran yang mengukur variasi penampilan yang disebabkan oleh komponen-komponen genetik. Penampilan suatu tanaman dengan tanaman lainnya akan berbeda dalam beberapa hal. Keragaman (variabilitas) suatu penampilan tanaman dalam populasi dapat disebabkan oleh variabilitas genetik penyusun populasi, variabilitas lingkungan, dan variabilitas interaksi genotipe x lingkungan (Rachmadi, 2000). Untuk mengetahui keragaman tanaman perlu dilakukan pengamatan karakter tanaman. Karakter tanaman, seperti tinggi tanaman, potensi hasil, dan lain-lain yang secara umum terbagi menjadi dua, yaitu karakter kualitatif dan karakter kuantitatif.

Karakter kualitatif adalah karakter-karakter yang perkembangannya dikendalikan oleh aksi gen atau gen-gen yang memiliki sebuah efek yang kuat atau dikendalikan oleh sedikit gen, seperti warna bunga, bentuk bunga, bentuk buah, bentuk daun, dan bagian tanaman lain. Karakter kuantitatif merupakan karakter yang dikendalikan oleh banyak gen-gen yang masing-masing berkontribusi terhadap penampilan atau ekspresi karakter kuantitatif tertentu, seperti tinggi tanaman, jumlah butir benih, hasil, dan lain sebagainya (Baihaki, 2000).

Semakin tinggi keragaman genetik semakin tinggi peluang untuk mendapatkan sumber gen bagi karakter yang akan diperbaiki (Martono, 2009).

Ragam fenotipe yang luas pada tanaman kacang panjang terdapat pada karakter yaitu umur berbunga, umur panen polong segar, umur panen polong kering, jumlah tangkai bunga, jumlah polong tanaman, rata-rata jumlah polong tanaman, rata-rata panjang polong tanaman, rata-rata jumlah lokul tanaman, rata-rata panjang lokul, jumlah benih total, bobot benih, dan bobot 100. Keragaman genotipe yang luas terdapat pada variabel umur berbunga, umur panen polong kering, jumlah polong tanaman, rata-rata jumlah polong tanaman, rata-rata panjang lokul, jumlah benih total, dan bobot benih tanaman (Sa'diyah dkk., 2013).

Tinggi rendahnya nilai keragaman genetik pada populasi hasil persilangan sangat ditentukan oleh genotip tetua yang digunakan dalam persilangan tersebut. Jika koefisien nilai keragaman genetik tinggi maka faktor genetik yang lebih dominan dari pada faktor lingkungan pada penampilan suatu tanaman. Nilai keragaman genetik tinggi yang diikuti dengan nilai heretabilitas yang tinggi menunjukkan

bahwa karakter penampilannya lebih ditentukan oleh faktor genetik (Sa'diyah dkk., 2013).

Menurut Anderson dan Bancroft (1952) yang dikutip Wahdah (1996), keragaman fenotipe dikatakan luas apabila keragaman fenotipenya lebih besar dua kali lipat standar deviasinya. Sedangkan keragaman fenotipe dikatakan sempit apabila keragaman fenotipenya lebih kecil dua kali lipat standar deviasinya.

2.4.2 Heritabilitas

Heritabilitas merupakan suatu parameter yang digunakan untuk mengukur kemampuan suatu genotipe populasi tanaman dalam mewariskan karakteristik yang dimiliki. Pendugaan nilai heritabilitas suatu karakter sangat terkait dengan faktor lingkungannya. Faktor genetik tidak akan mengekspresikan karakter yang diwariskan apabila faktor lingkungan tidak mendukung. Sebaliknya, sebesar apapun manipulasi yang dilakukan terhadap faktor lingkungan tidak akan mampu mewariskan suatu karakter yang diinginkan apabila gen pengendali karakter tersebut tidak ada (Rachmadi, 2000).

Heritabilitas terbagi menjadi dua yaitu heritabilitas arti luas dan heritabilitas arti sempit. Heritabilitas arti luas merupakan perbandingan antara ragam genetik total terhadap ragam fenotipe. Ragam genetik terdiri atas ragam aditif, dominan, dan epistasis. Heritabilitas arti sempit merupakan perbandingan antara ragam aditif dengan ragam fenotipe (Rachmadi, 2000). Oleh karena itu heritabilitas dalam arti sempit mempunyai nilai yang lebih kecil dari heritabilitas dalam arti luas.

Menurut Barmawi dkk. (2013), nilai duga heritabilitas (daya waris) tanaman kedelai tinggi terdapat pada karakter umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, dan bobot biji per tanaman. Nilai duga heritabilitas tanaman kedelai rendah terdapat pada karakter jumlah cabang produktif, dan bobot 100 butir menunjukkan nilai duga heritabilitas yang sedang.

Nilai duga heritabilitas arti luas merupakan perbandingan antara ragam genetik dan ragam fenotipe yang menunjukkan besarnya proporsi faktor genetik dalam fenotipe suatu karakter. Heritabilitas arti sempit memberikan indikasi derajat kemiripan antar tetua dengan keturunannya atau mengukur proporsi ragam genetik yang diwariskan pada keturunannya (Fehr, 1987).

Menurut Rachmadi (2000), nilai duga heritabilitas berkisar antara 0-1. Nilai duga heritabilitas 1 menunjukkan bahwa varians penampilan dari suatu tanaman disebabkan oleh faktor genetik. Sedangkan nilai duga heritabilitas 0 menunjukkan bahwa tidak satupun varians dari suatu tanaman yang muncul disebabkan oleh faktor genetik. Hal tersebut berarti bahwa tidak ada karakteristik suatu genotipe yang diwariskan kepada generasi selanjutnya. Pada kondisi seperti itu, perbaikan karakter melalui kegiatan pemulia tidak akan memberikan harapan kemajuan secara genetik.

Berikut ini adalah kriteria nilai heritabilitas menurut Mendez-Natera dkk. (2012):

1. Heritabilitas tinggi apabila $H \geq 50\%$ atau $\geq 0,5$
2. Heritabilitas sedang apabila $20\% < H < 50\%$ atau $0,2 < H < 0,5$
3. Heritabilitas rendah apabila $H \leq 20\%$ atau $\leq 0,2$