

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kedelai

#### 2.1.1 Sejarah tanaman kedelai

Kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan dari Asia Timur seperti kecap, tahu, dan tempe. Berdasarkan peninggalan arkeologi, tanaman ini telah dibudidayakan sejak 3500 tahun yang lalu di Asia Timur (Padjar, 2010). Menurut Sumarno *et al.* (1990) yang dikutip oleh Cahyarini *et al.* (2004), tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill.) merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Namun tanaman ini bukan merupakan tanaman asli dari Indonesia. Diperkirakan kedelai diperkenalkan oleh pendatang Cina pada permulaan abad 18. Oleh karena itu, keragaman genetik relatif sempit hanya terbatas karena adanya seleksi alami dan adaptasi.

#### 2.1.2 Taksonomi tanaman kedelai

Klasifikasi tanaman kedelai di dalam buku Rukmana (1996) dan Gembong (2005) adalah sebagai berikut :

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Klas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Sub klas	: <i>Archihlahmydae</i>

Ordo : *Rosales*  
Sub ordo : *Leguminosineae*  
Family : *Leguminoseae*  
Sub family : *Papiolionaceae*  
Genus : *Glycine*  
Spesies : *Glycine max* (L.) Merrill.

### 2.1.3 Morfologi tanaman kedelai

Kedelai merupakan tanaman dikotil semusim dengan percabangan sedikit, sistem perakaran akar tunggang, dan batang berkambium. Kedelai dapat berubah penampilan menjadi tumbuhan setengah merambat dalam keadaan pencahayaan rendah (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Para ahli botani mencatat suku kacang-kacangan (*Papilionaceae*) yang tumbuh di dunia diperkirakan mencapai 18.000 spesies. Tanaman kedelai yang ditanam secara komersial di dunia diperkirakan keturunan atau kerabat jenis kedelai liar *G. soya* atau *G. usuriensis* (AAK, 1989).

Tanaman kedelai terdiri atas dua organ yaitu organ vegetatif dan organ generatif. Organ vegetatif meliputi akar, batang, dan daun yang berfungsi sebagai alat pengambil, pengangkut, pengedar, dan penyimpan makanan. Organ generatif meliputi bunga, buah, dan biji yang fungsinya sebagai alat perkembangbiakan (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Adapun bagian-bagian organ vegetatif tanaman kedelai:

a. 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 yang cepat dari hipokotil. Sistem perakaran kedelai terdiri atas 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 (Budidaya Tanaman Kedelai (*Glycine max* [L.] Merril), 2009).

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 ada karena tanah tersebut telah ditanami kedelai atau sebelumnya telah ditambahkan ke dalam tanah. Bintil akar tanaman kedelai umumnya dapat mengikat nitrogen dari udara pada umur 10—12 hari setelah tanam, tergantung pada kondisi lingkungan tanah dan suhu.

Pemupukan nitrogen sebagai *starter* pada awal pertumbuhan kedelai perlu dilakukan untuk pertumbuhan dalam satu minggu pertama. Pada keadaan tersebut, akar tanaman belum berfungsi sehingga tambahan nitrogen diharapkan dapat merangsang pembentukan akar. Hal ini akan membuka kesempatan pembentukan bintil akar (Budidaya Tanaman Kedelai (*Glycine max* [L.] Merril), 2009).

## b. Batang

Tanaman kedelai berbatang pendek (30 cm—100 cm) memiliki 3—6 percabangan dan berbentuk tanaman perdu. Pada pertanaman yang rapat seringkali tidak terbentuk percabangan atau hanya bercabang sedikit. Batang tanaman kedelai berkayu, biasanya kaku dan tahan rebah, kecuali tanaman yang dibudidayakan di musim hujan atau tanaman yang hidup di tempat yang ternaungi (Pitojo, 2003).

Tipe pertumbuhan batang kedelai dapat dibedakan menjadi tiga macam, yakni *determinate* (terbatas), *indeterminate* (tidak terbatas), dan *semi determinate* (setengah terbatas) (Suprpto, 1999). Menurut Adisarwanto (2005), perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Tipe terbatas memiliki ciri khas berbunga serentak dan mengakhiri pertumbuhan meninggi. Pertumbuhan batang tipe ini ditunjukkan dengan pertumbuhan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Tanaman pendek sampai sedang, ujung batang hampir sama besar dengan batang bagian tengah, daun teratas sama besar dengan daun batang tengah. Tipe tidak terbatas memiliki ciri berbunga secara bertahap dari bawah ke atas dan tumbuhan terus tumbuh. Pertumbuhan batang tipe ini dicirikan dengan pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga. Tanaman berpostur sedang sampai tinggi, ujung batang lebih kecil dari bagian tengah. Tipe setengah terbatas memiliki karakteristik antara kedua tipe lainnya.

### c. Daun

Bentuk daun kedelai ada dua macam, yaitu bulat (*oval*) dan lancip (*lanceolate*) yang diistilahkan dengan berdaun lebar (*broad leaf*) dan berdaun sempit (*narrow leaf*) (Adisarwanto, 2008). 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 190—320/m<sup>2</sup> (Adisarwanto, 2005).

Daun kedelai merupakan daun majemuk yang terdiri atas tiga helai anak daun dan pada umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuning-kuningan. Bentuk daun ada yang oval, juga ada yang segitiga. Warna dan bentuk daun kedelai ini tergantung pada varietas masing-masing (AAK, 1989). Daun kedelai hampir seluruhnya *trifoliolate* (menjari tiga) dan jarang sekali mempunyai empat atau lima daun.

Menurut Lamina (1990), daun pertama keluar dari buku sebelah atas *kotiledon* (keping biji) yang disebut daun tunggal dengan bentuk sederhana dan letak daunnya berseberangan. Daun ketiga pada daun profila terbentuk pada batang utama dan cabang. Daun profila terbentuk pada batang utama dan cabang, dan terletak pada tiap pangkal cabang tidak bertangkai.

Adapun bagian-bagian organ generatif tanaman kedelai:

a. Bunga

Bunga kedelai berbentuk seperti kupu-kupu, terdiri atas kelopak, tajuk, benang sari (*antheridium*) dan kepala putik (*stigma*). Warna mahkota bunga kedelai putih atau ungu tergantung varietasnya. Bunga jantan pada kedelai terdiri atas sembilan benang sari yang membentuk tabung benang sari. Bila bunga masih kuncup, kedudukan kepala sari berada di bawah kepala putik, tetapi pada saat kepala sari menjelang pecah, tangkai sari memanjang sehingga kepala sari menyentuh kepala putik yang menyebabkan terjadi penyerbukan pada saat bunga masih tertutup menjelang mekar (Kasno *et al.*, 1992).

Bunga kedelai termasuk penyerbukan sendiri karena pembuahan telah terjadi sebelum bunga mekar (*kleistogami*). Pada saat melakukan persilangan (*hibridisasi*), mahkota daun dan benang sari dibuang atau dikastrasi, hanya putiknya saja yang ditinggalkan. Jika mahkota dan benang sari tidak dibuang maka akan tercampur benang sari dari tanaman lain sehingga proses persilangan tidak berjalan dengan sempurna (AAK, 1989).

b. Buah (polong)

Buah kedelai berbentuk polong. Setiap tanaman mampu menghasilkan 100—250 polong, namun pertanaman yang rapat mampu menghasilkan sekitar 30 polong (Pitojo, 2003). Biji kedelai berada dalam polong, setiap polong berisi satu sampai empat biji. Polong kedelai mempunyai rambut, berwarna kuningkecoklatan atau kuning muda. Polong yang sudah masak berwarna lebih tua, warna hijau berubah menjadi kuning kecoklatan. Warna polong yang telah kuning mudah pecah.

Jumlah polong per tanaman bervariasi tergantung sifat genetika yang terekspresikan dalam bentuk sifat dan ciri morfologi, kemungkinan juga disebabkan oleh keragaman tanah dan iklim pada masing-masing lokasi penanaman, kesuburan tanah dan jarak tanam (Suprpto, 1999).

Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7—10 hari setelah muncul bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, 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 awal periode pemasakan biji. Hal ini kemudian diikuti dengan perubahan warna polong, dari hijau menjadi kuning kecoklatan pada saat masak. Di dalam polong terdapat biji yang berjumlah 2—3 biji (Adisarwanto, 2005).

### c. 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. Namun demikian, sebagian besar biji berbentuk bulat telur. 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%.

#### 2.1.4 Syarat tumbuh tanaman kedelai

Di Indonesia kedelai dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran rendah sampai ketinggian 900 meter di atas permukaan laut. Kondisi iklim yang paling cocok yaitu daerah-daerah yang mempunyai suhu 25°—27°C, kelembaban udara (RH) rata-rata 65%, penyinaran matahari 12 jam/hari atau minimal 10 jam/hari dan curah hujan paling optimum 100—200 mm/bulan. Tanaman kedelai memiliki daya adaptasi yang luas pada berbagai jenis tanah. Hal yang paling penting dalam pemilihan lokasi dan lahan untuk penanaman kedelai adalah tata air (drainase) dan tata udara (aerasi) tanahnya baik, bebas dari kandungan wabah nematoda dan pH tanah yang sesuai yaitu 5,0—7,0 (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

## 2.2 Soybean Mosaic Virus

### 2.2.1 Sejarah

Di antara 67 atau lebih virus yang dapat menginfeksi kedelai, 27 jenis virus dianggap sebagai ancaman terhadap industri kedelai (Tolin dan Lacy, 2004; Sanghai *et al.*, 2008). Virus mosaik kedelai adalah virus yang umum dan diakui sebagai virus yang paling serius. Virus ini telah menjadi masalah lama di berbagai daerah penghasil kedelai di dunia (Wang, 2009). *Soybean mosaic virus* adalah anggota dari genus Potyvirus dalam keluarga *Potyviridae*. Penyakit yang disebabkan oleh SMV pertama kali didokumentasikan di USA pada tahun 1915 oleh Clinton (1916) dan penamaan virus ini berasal dari Gardner dan Kendrick (1921). Sejak saat itu, SMV kemudian ditemukan di China, Jepang, Korea Selatan, Kanada, Brazil, Australia dan banyak negara lain di mana kedelai ditanam. Infeksi oleh SMV biasanya menyebabkan kerugian yang besar dan

penurunan kualitas benih. Telah dilaporkan bahwa kehilangan hasil berkisar 8—50% di bawah kondisi lapang alam ( Hill, 1999; Arif dan Hassan, 2002) dan mencapai 100% pada kondisi lapang yang parah (Liao *et al.*, 2002).

### 2.2.2 Karakter *soybean mosaic virus*

Menurut Sudjono *et al.* (1993) yang dikutip oleh Mulia (2008), *soybean mosaic virus* termasuk genus potyvirus berbentuk batang lentur, rata-rata berukuran 750 nm dan lebar rata-rata 15—18 nm. Virion yang paling infeksiif berukuran panjang lebih dari 656 nm. Infektifitas menurun bila terkena sinar ultraviolet atau berada dalam larutan sangat asam ( $\text{pH} < 4$ ) atau sangat basa ( $\text{pH} > 9$ ). Pada suhu 26°C translokasi dan replikasi virus cepat, tetapi pada suhu di bawah 10°C translokasi virus terhenti.

Stabilitas SMV dalam cairan perasan antara lain suhu inaktivasi 55°C— 60 °C (selama 10 menit). Titik batas pengenceran 1 : 1000 sampai 100.000 dan ketahanannya dalam penyimpanan berkisar dua atau tiga hari pada suhu kamar (Bos (1994), dikutip oleh Mulia, 2008). Menurut Matthews (1992) dikutip oleh Mulia (2008), genom SMV terdiri atas RNA utas tunggal berukuran sekitar 10 kb dan poli-A pada ujung tiganya. Tidak diperoleh subgenom RNA pada jaringan tanaman terinfeksi. Genom SMV menyandikan delapan protein yang pada awalnya merupakan satu protein besar yang kemudian mengalami pemotongan (*Posttranslationally processed*) menjadi protein virus.

### 2.2.3 Penularan *soybean mosaic virus*

Lebih dari 30% benih yang berasal dari tanaman kedelai yang terinfeksi SMV membawa virus, tergantung pada kultivar dan waktu penularan sebelum pembungaan. Benih yang terinfeksi SMV merupakan sumber inokulum utama, akan tetapi gulma dan tanaman lainnya dapat juga sebagai sumber keberadaan SMV. Penyebaran virus juga dapat disebabkan oleh kutu aphid. Kutu aphid memiliki perbedaan spesies lebih dari 32 jenis dari 15 genus yang berbeda yang juga memiliki perbedaan cara penularan (Arif dan Hassan, 2002; Steinlage *et al.*, 2002). Beberapa jenis aphid yang menjadi vektor *soybean mosaic virus* adalah *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis craccivora*, *A. fabae*, *A. glycine*, *A. gossypii*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum maidis* dan *R. padi*.

### 2.2.4 Gejala *soybean mosaic virus*

Tanaman kedelai yang terinfeksi SMV pada awalnya menunjukkan gejala tulang daun pada anak daun yang masih muda menjadi kuning jernih. Setelah itu daun menjadi tidak rata (mengkerut) dan memiliki gambaran mosaik dengan warna hijau gelap di sepanjang tulang daun dan tepi daun mengalami klorosis. Tanaman sakit membentuk polong kecil, rata, kurang berbulu, dan lebih melengkung. Biji lebih kecil dari biasanya dan daya kecambah menurun. Sebagian dari biji tanaman sakit berbercak-bercak coklat, tetapi tergantung dari kultivar kedelai, strain virus, dan umur tanaman pada waktu terjadi (Semangun, 1991).

### 2.2.5 Kisaran Inang

Perbedaan SMV dengan potyvirus lainnya yaitu SMV memiliki kisaran inang yang sedikit. *Soybean mosaic virus* menginfeksi 6 famili tanaman, contohnya

*Fabaceae (Leguminosae), Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Passifloraceae, Schropulariaceae dan Solanaceae.* Tetapi yang paling sering terdapat pada famili *Leguminosae* termasuk kedelai dan kedelai liar lainnya (Galvez, 1963; Hill, 1999).

#### 2.2.6 Pengendalian soybean mosaic virus

Menurut Sudjono *et al.*(1983) yang dikutip oleh Semangun (1991), untuk mengendalikan penyakit mosaik kedelai dapat dilakukan beberapa cara sebagai berikut:

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 gunakan insektisida untuk mengendalikan kutu daun yang menjadi vektor virus.
5. Membasmi tumbuhan inang virus mosaik kedelai.

### **2.3 Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit**

#### 2.3.1 Ketahanan horisontal

Ketahanan yang dimiliki tanaman secara alamiah bersifat poligenik, yaitu dikendalikan oleh banyak gen. Tanaman yang memiliki ketahanan yang dikendalikan oleh banyak gen disebut juga tanaman yang memiliki ketahanan horisontal, ketahanan lapangan, atau ketahanan umum.

Sifat ketahanan horisontal yaitu sebagai berikut (Nyoman, 1993):

- 1) Ketahanan yang dikendalikan oleh banyak 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.

### 2.3.2 *Ketahanan vertikal*

Ketahanan vertikal disebut juga ketahanan spesifik. Ketahanannya benar-benar menghadapi gen virulen dari patogen itu. Jadi interaksinya adalah gen tahan tanaman melawan gen virulen patogen.

Sifat-sifat ketahanan vertikal adalah sebagai berikut (Nyoman, 1993):

- 1) Ketahanannya 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;
- 6) Ketahanannya tidak mantap dalam menghadapi patogen yang bersifat mutabilitas tinggi.

### 2.3.3. Ketahanan tanaman terhadap infeksi virus

Menurut Akin (2011), terdapat beberapa ketahanan tanaman terhadap infeksi virus yaitu

#### 1. Ketahanan melalui satelit RNA

Satelit RNA (satRNA) merupakan molekul kecil RNA, berukuran 200—1500 nt, yang berasosiasi dengan virus lain sebagai inang (*helper*) dan berada bersama genom virus inang. Asosiasi satRNA dengan suatu virus dapat menyebabkan ketidakmampuan isolat virus tersebut untuk menginduksi gejala pada inangnya dan juga dapat menyebabkan isolate virus tersebut bersifat antagonis terhadap isolat lainnya.

#### 2. Ketahanan melalui proteksi silang

Proteksi silang merupakan hambatan super infeksi suatu virus akibat imbas ketahanan dari infeksi virus sebelumnya.

#### 3. Ketahanan melalui protein selubung virus

Mekanisme ketahanan ini dikenal dengan sebutan *uncoating* partikel virus target dalam sitoplasma tanaman.

#### 4. Ketahanan melalui antisense RNA

Antisense RNA adalah RNA yang ditranskripsi dari transgen yang urutan nukleotida merupakan komplemen dari sebagian genom virus. Tanaman transgen yang mengekspresikan antisense gen U1 RNA TMV mempunyai ketahanan yang sangat tinggi terhadap strain- strain virus TMV.

#### 5. Ketahanan virus melalui *post transcriptional gene silencing*

Penghentian atau supresi ekspresi gen dapat terjadi pada tahap transkripsi, dan setelah transkripsi tanpa modifikasi gen.

## 2.4 Heritabilitas

Terdapat dua tipe heritabilitas yaitu heritabilitas arti luas dan heritabilitas arti sempit. Heritabilitas arti luas merupakan proporsi ragam genetik total terhadap ragam fenotipe, sedangkan heritabilitas arti sempit merupakan proporsi ragam aditif terhadap ragam fenotipe. Nilai heritabilitas dapat diduga secara langsung melalui pendugaan komponen ragam dan secara tidak langsung melalui regresi antara tetua dengan turunannya dan respon seleksi. Pendugaan komponen ragam dapat dilakukan dengan menggunakan populasi dari berbagai rancangan persilangan (Roy, 2000).

Seperti yang telah disinggung sebelumnya bahwa heritabilitas arti luas adalah proporsi ragam genetik total yang mempengaruhi keragaman fenotipe. Ragam genetik terdiri atas ragam aditif, ragam dominan, dan ragam epistasis yang masing-masing disebabkan oleh aksi gen aditif, aksi gen dominan dan aksi gen epistasis. Ragam aditif adalah ragam yang disebabkan oleh alel yang terdapat dalam lokus, ragam dominan adalah ragam yang disebabkan oleh interaksi antara alel dalam satu lokus, sedangkan ragam epistasis adalah ragam yang disebabkan oleh interaksi antara alel dari lokus yang berbeda (Falconer dan Mackay, 1996).

Heritabilitas dapat dijadikan landasan dalam menentukan program seleksi.

Apabila nilai heritabilitas tinggi, maka seleksi dapat dilakukan pada generasi awal, sebaliknya apabila heritabilitas rendah, maka seleksi baik dilakukan pada generasi lanjut, karena peluang terjadi peningkatan keragaman dalam populasi akan semakin besar (Falconer, 1970). Metode seleksi yang cocok diterapkan apabila heritabilitas bernilai rendah adalah metode *pedigri*, metode penurunan satu biji (*singlet seed descent*), uji kekerabatan (*sib test*) atau uji keturunan (*progeny test*).

Apabila nilai heritabilitas tinggi, metode seleksi massa atau galur murni dapat digunakan. Dahlan dan Slamet (1992) menyatakan bahwa heritabilitas menentukan kemajuan genetik, semakin besar nilai heritabilitas arti luas, semakin besar pula nilai kemajuan genetik, sehingga semakin cepat varietas unggul dilepas. Sebaliknya semakin rendah nilai heritabilitas arti luas, semakin kecil nilai kemajuan genetik, dan semakin lama varietas unggul baru dilepas.

Menurut Rachmadi (2000), besarnya nilai heritabilitas suatu karakter dalam populasi tergantung kepada beberapa hal :

#### 1. Karakteristik populasi

Pendugaan heritabilitas suatu karakter dipengaruhi oleh besarnya nilai keragaman genetik yang ada di dalam populasi. Suatu populasi yang berasal dari turunan tetua yang berkerabat jauh akan memberikan harapan keragaman genetik yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan tetua yang berkerabat dekat. Jumlah generasi menyerbuk sendiri juga mempengaruhi besarnya nilai keragaman genetik dalam populasi.

#### 2. Sampel genotipe yang dievaluasi

Jumlah segregasi gen yang mungkin timbul dalam suatu populasi sangat tergantung kepada konstitusi gen yang mengendalikannya. Konstitusi gen kuantitatif akan memberikan jumlah segregasi yang sangat besar sehingga akan memberikan nilai duga keragaman genetik besar yang mengarah kepada diperolehnya pendugaan nilai heritabilitas yang besar. Hal tersebut ada kemungkinan tidak akan tercapai apabila jumlah sampel tanaman yang dievaluasi

terbatas, sehingga menyebabkan hilangnya beberapa komponen segregasi gen (segregan) yang terlibat dalam analisis ini.

### 3. Metode penghitungan

Pendugaan nilai heritabilitas suatu karakter dapat diperoleh melalui beberapa metode penghitungan yang memberikan nilai pendugaan yang berbeda.

Penggunaan metode disesuaikan dengan karakteristik populasinya, ketersediaan materi genetiknya, atau tujuan pendugaannya.

### 4. Keluasan evaluasi genotipe

Seleksi di antara genotipe-genotipe tanaman pada suatu spesies didasarkan pada penampilan masing-masing individu tanaman atau terhadap penampilan rata-rata keturunan dari genotipe-genotipe yang dievaluasi dalam satu atau lebih ulangan, lokasi, dan musim.

### 5. Ketidakseimbangan pautan

Dua alel pada suatu lokus dapat terpaut (*linked*) secara *coupling* (AB/ab) atau secara *repulsion* (Ab/aB). Suatu populasi dikatakan berada dalam ketidakseimbangan pautan apabila frekuensi pautan *coupling* dan *repulsion* tidak seimbang.

### 6. Pelaksanaan percobaan

Dalam suatu desain percobaan, peranan faktor lingkungan ditunjukkan oleh komponen galat percobaan. Besarnya nilai galat percobaan menyebabkan menurunnya pendugaan keragaman genetik suatu karakter. Galat percobaan yang besar, misalnya dapat disebabkan oleh rendahnya tingkat keseragaman lingkungan

pengujian ketidaktepatan pengukuran yang diamati, atau konstitusi genetik yang masih bersegregasi.

## **2.5 Kemajuan Genetik**

Besarnya kemajuan genetik dipengaruhi oleh keragaman, nilai duga heritabilitas, dan intensitas seleksi yang dilakukan. Intensitas seleksi tergantung dari banyaknya individu keturunan yang akan diseleksi. Nilai duga heritabilitas yang tinggi dan intensitas seleksi yang tinggi diharapkan memberikan nilai kemajuan genetik yang tinggi. Kemajuan genetik harapan dapat diukur dengan kemajuan genetik (Suharsono *et al.*, 2006). Kemajuan genetik merupakan suatu parameter yang menduga penerapan seleksi suatu karakter diharapkan akan memberikan pengaruh kepada perbaikan suatu genotipe tanaman pada intensitas seleksi tertentu. Berdasarkan pengertian tersebut seleksi suatu karakter dalam populasi tanaman yang diregenerasikan melalui biji dan populasi tanaman yang bersegregasi bebas akan memperlihatkan kemajuan genetik yang diharapkan, karena populasi  $F_2$  merupakan populasi yang memiliki tingkat keragaman yang luas serta nilai heritabilitas yang tinggi.