

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Tanaman Kacang Bambara

Kacang bambara diperkirakan berasal dari Afrika dan saat ini perbayakan kacang bambara tersebar ke Madagaskar, Mauritius, India, Ceylon, Indonesia, Philipina, Malaysia, Iowa, New Caledonia, Australia, Amerika Tengan Tropis, Suriname dan Brazilia.

Tanaman kacang bogor diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Rosales
Family	: Leguminoceae atau Papilionaceae
Subfamili	: Papilionoideae
Genus	: <i>Vigna</i>
Spesies	: <i>Vigna subterranea</i> L. Verdcourt

2.2 Morfologi Tanaman Kacang Bambara

2.2.1 Tipe Pertumbuhan

Morfologi kacang bambara memiliki tipe pertumbuhan berbentuk tegak (*bunching type*), menyebar (*spreading type*) atau diantara keduanya (*semi bunch type*). Tipe pertumbuhan kacang bambara ditentukan berdasarkan perbandingan panjang petiole (tangkai daun) ke-empat dan internode (panjang ruas) ke-empat. Cara menghitung rasio panjang (P/I) adalah dengan membandingkan atau membagi panjang *petiole* (P) dengan *internode* (I), sehingga diperoleh sebagai berikut:

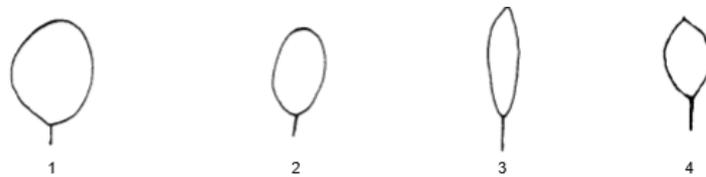
1. *Bunch type* (P/I = >9)
2. *Semibunch type* (P/I = 7 – 9)
3. *Spreading type* (P/I = <7)

2.2.2 Daun

Daunnya berbentuk *trifoliolate* dengan daun terminal seperti pada gambar 1.

1. *Round*,
2. *Oval*,
3. *Lanceolate*,
4. *Elliptic*,
99. Lain-lain

Daun terminal yang sudah membuka sempurna berwarna hijau, merah, ungu atau lainnya. Kacang bogor memiliki akar yang berbintil seperti tipe kacang-kacangan yang lain (IPGRI, IITA, BAMNET, 2000).



Gambar 2.1. Bentuk Daun Tanaman Kacang Bambara

Sumber: IPGRI, 2000

2.2.3 Bunga

Bunga kacang bambara menyebar dekat dengan permukaan tanah. Tempat menempel bunga disebut *peduncle* dan biasanya berbulu. Setiap *peduncle* menghasilkan sepasang bunga. Bunga kacang bambara umumnya berwarna kuning terang dan warnanya menjadi kuning tua setelah terjadi pembuahan. Setelah pembuahan akan terbentuk ginofor yang memanjang membawa serta bakal polong masuk kedalam tanah (Goli, 1995).

2.2.4 Polong

Polong umumnya berbentuk bulat dengan beberapa tipe seperti pada gambar 2.

1. Tanpa titik,
2. Mengakhiri suatu titik, berputar disisi lain,
3. Mengakhiri sebuah titik, dengan sudut disisi lain,
4. Mengakhiri dua titik disetiap sisi,
99. Lainnya.

Polong segar berwarna hijau, ketika kering berubah menjadi kecoklatan, coklat kemerahan, ungu bahkan hitam. Tekstur polong diantaranya halus, sedikit kasar, agak kasar hingga sangat kasar. Umumnya polong berisi 1 atau 2 biji.



Gambar 2.2. Bentuk Polong Kacang Bambara
Sumber: IPGRI, 2000

2.2.5 Biji

Biji berbentuk bulat, oval, dan lain sebagainya. Warna kulit biji atau testa bervariasi krem, coklat, ungu, dan hitam (Duke *et al.*, 1977). Testa terdiri dari tiga macam, yaitu testa dengan warna murni, tanpa pola mata disekitar hilum, testa dengan warna murni dengan pola mata sekitar hilum dan testa dengan warna campuran, dengan atau tanpa pola mata di sekitar hilum

2.2.5.1 Testa dengan warna murni, tanpa pola mata disekitar hilum

Kelompok pola atau warna testa ini dideskripsikan sebagai berikut:

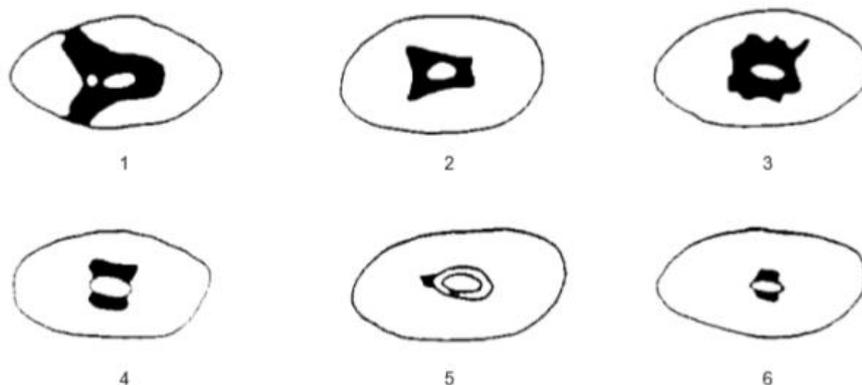
1. Krem
2.5Y 8 / 4-8 / 8
5YR 7 / 4
7.5 YR 8 / 2-8 / 4

	7.5YR 7 / 4
2. Abu-abu	5RP 5 / 2 10R 4 / 2
3. Merah cerah	2.5R 5 / 6 5R 5 / 2-5 / 6
4. Merah gelap	2.5R 4 / 2-4 / 6 5R 3 / 4
5. Merah kecoklatan	2.5YR 6 / 4-6 / 6 5R 4 / 4 10R 5 / 4-5 / 6
6. Coklat gelap	5R 3 / 2
7. Ungu gelap	5RP 4 / 2-4 / 6 5RP 3 / 2
8. Hitam	
99. Lainnya.	

2.2.5.2 Testa dengan warna murni dengan pola mata sekitar hilum

Kelompok warna testa ini dideskripsikan dalam kombinasi warna latar belakang testa (seperti pada 2.2.5.1) dan pola mata (lihat Gambar 3):

1. Testa krem atau coklat muda dengan mata mirip kupu-kupu,
2. Testa krem, merah kecoklatan atau abu-abu dengan mata segitiga,
3. Testa krem dengan mata hitam tidak beraturan,
4. Testa krem dengan abu-abu garis tebal ganda dikedua sisi mata,
5. Testa krem dengan mata bulat coklat,
6. Testa abu-abu dengan mata segitiga hitam, dan
99. Lainnya.



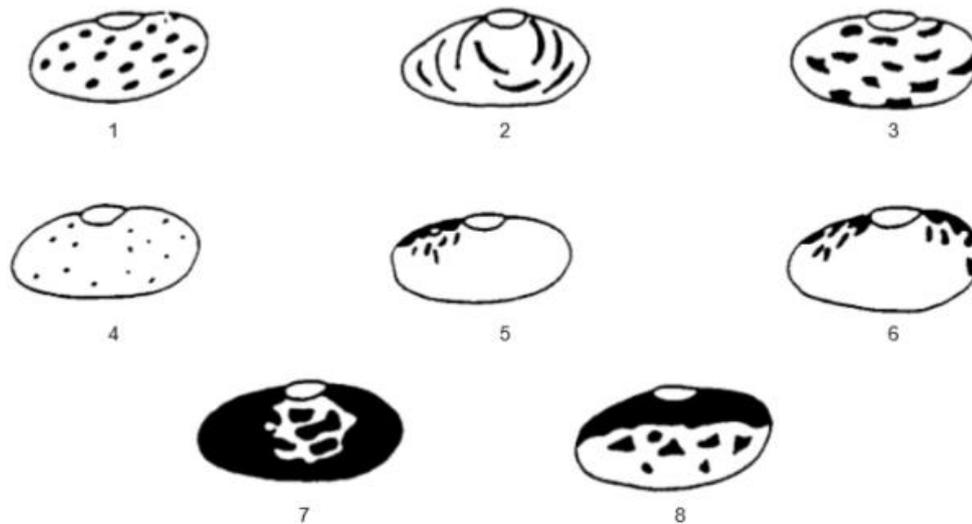
Gambar 2.3. Macam-macam Pola Mata Kacang Bambara

Sumber: IPGRI, 2000

2.2.5.3 Testa dengan warna campuran, dengan atau tanpa pola mata di sekitar hilum

Kelompok pola atau warna testa ini dideskripsikan dalam kombinasi warna latar belakang testa (seperti pada 2.2.5.1), pola mata (lihat Gambar 3) dan pola testa (lihat Gambar 4):

1. Bintik-bintik kecil berwarna hitam pada latar belakang coklat tanpa mata,
2. Bintik-bintik bertabur coklat tua dilatar belakang krem tanpa mata,
3. *Mottles* hitam dan abu-abu dilatar belakang krem tanpa mata,
4. Hitam dan coklat bercak pada latar belakang krem dengan mata mirip kupu-kupu abu-abu,
5. Bintik-bintik marmer berwarna hitam dengan latar belakang abu-abu dengan mata mirip kupu-kupu abu-abu,
6. Bintik-bintik berwarna coklat tua dengan latar belakang abu-abu dengan mata mirip kupu-kupu abu-abu,
7. Bintik-bintik hitam dilatar belakang krem diujung *micropylar* dengan mata mirip kupu-kupu abu-abu,
8. Bintik-bintik coklat gelap diatas krem, latar belakang pada ujung *micropylar* dengan mata seperti kupu-kupu abu-abu,
9. Bintik-bintik rhomboid hitam pada latar belakang krem pada *micropylar* dan *non-micropylar* diakhiri dengan mata seperti kupu-kupu abu-abu,
10. Bintik coklat gelap dilatar belakang pada ujung *micropylar* dan *non-micropylar* dengan mata seperti kupu-kupu abu-abu,
11. Garis hitam pada latar belakang krem dengan mata mirip kupu-kupu hitam,
12. Garis-garis hitam dilatar belakang dengan mata hitam tidak beraturan,
13. Strip coklat es pada latar belakang krem dengan mata seperti kupu-kupu coklat,
14. Garis coklat dengan latar belakang abu-abu dengan mata seperti kupu-kupu abu-abu,
15. Garis coklat dilatar belakang dengan mata coklat tidak beraturan,
16. Krem rhomboid pada latar belakang hitam dikedua sisi hilum dengan mata segitiga abu-abu,
17. Krem rhomboid pada latar belakang coklat tua dikedua sisi hilum dengan mata segitiga abu-abu,
18. Hitam holstein pada latar belakang krem,
19. Coklat gelap Holstein pada latar belakang krem, dan
99. Lainnya.



Gambar 2.4. Macam-macam Pola Testa Kacang Bambara
 Sumber: IPGRI, 2000

2.2.6 Kondisi Lingkungan

Lingkungan yang cocok untuk budidaya tanaman kacang bambara adalah pada ketinggian 1.600 meter di atas permukaan laut (dpl). Kebutuhan iklim kacang bambara umumnya sama dengan kacang tanah. Suhu rata-rata tahunan yang dibutuhkan 19-27 derajat celsius ($^{\circ}\text{C}$), dengan penyinaran matahari yang cukup. Curah hujan yang dikehendaki berkisar antara 500-3.500 mm per tahun (Direktorat Budidaya Aneka Kacang dan Umbi, 2013). Tanaman kacang bambara mempunyai kesesuaian dengan iklim semi-kering, relatif tahan terhadap serangan penyakit dan hama (Linnemann dan Azam-ali, 1993) serta berpotensi untuk menghasilkan hasil yang tinggi (Collinson *et al.*, 2000).

2.3 Variabel Kuantitatif dan Kualitatif

Poespodarsono (1988) menyatakan bahwa variabel kuantitatif dikendalikan oleh gen-gen dan merupakan hasil akhir dari proses pertumbuhan yang berkaitan dengan sifat morfologi dan fisiologi. Variabel kuantitatif diatur oleh beberapa gen yang disebut gen ganda (poligen). Masing-masing gen memberikan pengaruh kecil sedangkan pengaruh lingkungan sangat besar (Crowder, 2006). Variabel kuantitatif dapat diukur menggunakan satuan ukuran tertentu atau disebut variabel metrik dan dikendalikan oleh banyak gen (karakter poligenik). Setiap unit gen memberikan pengaruh kecil dalam mengekspresikan fenotipe sehingga disebut sebagai gen minor (Nasir, 2001). Menurut Syukur, Sujiprihati dan R. Yuniarti (2009) seleksi pada variabel kuantitatif dapat dilakukan berdasarkan data statistika. Pengujian data dilakukan dengan perhitungan nilai tengah, ragam dan simpangan baku.

Variabel kualitatif umumnya bersifat diskret, merupakan wujud fenotipe tanaman yang diamati dan dibedakan secara jelas dengan visual. Variabel kualitatif dikendalikan oleh satu atau beberapa gen. Apabila dikendalikan oleh satu gen disebut karakter monogenik, sedangkan dikendalikan beberapa gen disebut variabel oligogenik. Masing-masing gen memberikan peranan cukup besar dalam mengekspresikan fenotipe dan disebut gen mayor (Nasir, 2001). Variabel ini dibedakan berdasarkan ada atau tidaknya pengaruh lingkungan. Pengambilan data dilakukan melalui teknik observasi (pengamatan) (Syukur *et al.*, 2009).

2.4 Keragaman Genetik

Keragaman kacang bogor yang masih sempit diperlukan pengembangan seperti persilangan tanaman sehingga memunculkan variasi-variasi genetik baru. Tanaman yang memiliki variasi genetik tinggi dapat dilakukan seleksi untuk mendapatkan hasil tanaman yang unggul. Analisis Cluster hanya dilakukan pada variabel kualitatif karena memiliki asumsi bahwa variabel kualitatif apabila ditanam diberbagai lingkungan, karakter kualitatif tersebut tidak akan mengalami perubahan. Hal tersebut disebabkan oleh gen tunggal yang dapat mengendalikannya. Variabel kualitatif merupakan sifat yang dapat dibedakan secara tegas (deskret) tidak tumpang tindih karena dikendalikan oleh gen tunggal, sehingga mudah dikelompokkan dan biasanya dinyatakan dalam kategori. Falconer dan Mackay (1996) menyatakan bahwa variabel kualitatif digunakan sebagai penciri utama suatu spesies karena tidak sedikitpun dipengaruhi oleh lingkungan dan mudah diwariskan kepada keturunannya.

Bagi seorang pemulia, ragam genetik menjadi sangat penting untuk diketahui nilainya karena ragam inilah yang dapat diwariskan pada turunan berikutnya. Namun, tidak semua ragam genetik dapat diwariskan. Hal ini karena ragam genetik merupakan penjumlahan antara ragam aditif (σ^2_A), ragam dominan (σ^2_D), dan ragam epistasis (σ^2_I). Ragam aditif merupakan satu-satunya yang dapat diwariskan pada turunan berikutnya. Hal ini karena ragam aditif merupakan ragam yang muncul dari genotipe yang lokus-lokusnya homozigot sehingga turunannya akan mewarisi genotipe yang selalu sama dengan tetuanya. Ragam dominan adalah ragam yang muncul dari genotipe dengan lokus-lokus yang heterozigot sehingga masih terdapat segregasi pada turunannya. Ragam epistasis merupakan

ragam yang muncul akibat adanya interaksi antar gen atau lokus, sehingga lebih besar lagi peluang terjadinya segregasi pada turunan yang dihasilkan.

Nilai keragaman untuk variabel kuantitatif dapat diketahui berdasarkan nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG) dan Koefisien Keragaman Fenotip (KKF). Perhitungan Koefisien Keragaman Genetik (KKG) dan Koefisien Keragaman Fenotip (KKF) menurut Singh dan Chaudhary (1985) adalah sebagai berikut:

$$KKG = \frac{\sqrt{\delta^2 G}}{\bar{x}} \times 100\% \quad \text{dimana } \delta^2 G = \frac{KTG - KTE}{r}$$

$$KKF = \frac{\sqrt{\delta^2 P}}{\bar{x}} \times 100\% \quad \text{dimana } \delta^2 P = \delta^2 G + \delta^2 E$$

Keterangan:

KKG = Koefisien Keragaman Genetik

KKF = Koefisien Keragaman Fenotip

$\delta^2 G$ = Ragam Genotip

$\delta^2 P$ = Ragam Fenotip

$\delta^2 E$ = Ragam Lingkungan

\bar{x} = Rata-rata Seluruh Populasi tiap Sifat

2.5 Heritabilitas

Kegiatan seleksi efektif dilakukan jika memenuhi dua persyaratan, yaitu adanya keragaman fenotipe yang besar dalam populasi asal dan nilai heritabilitas cukup tinggi (Brewbaker, 1983). Semakin tinggi nilai heritabilitas suatu karakter, maka semakin efektif kegiatan seleksi dilakukan pada karakter tersebut. Tidak terdapat standard nilai heritabilitas, namun beberapa tulisan di jurnal ilmiah menyatakan bahwa nilai heritabilitas dikatakan rendah apabila <20%; cukup tinggi pada 20-50%; dan tinggi >50%. Akan tetapi nilai-nilai ini sangat tergantung dari metode dan populasi yang digunakan.

Heritabilitas digunakan untuk mengetahui apakah pada sesuatu populasi terdapat keragaman genetik atau tidak, serta untuk menentukan apakah ragam pada karakter yang diamati disebabkan oleh faktor genetik atau lingkungan. Nasir (2001) menyatakan bahwa heritabilitas adalah proporsi besaran ragam genetik terhadap besaran ragam fenotipe untuk karakter tertentu. Menurut Poespodarsono (1988), heritabilitas diartikan sebagai proporsi keragaman teramati yang disebabkan oleh sifat yang diturunkan. Heritabilitas terdiri dari dua macam, yaitu dalam arti luas dan sempit.

Heritabilitas dalam arti luas (*broad-sense heritability*) adalah rasio dari varian genetik total terhadap varian penotip total, ditulis dalam rumus sebagai berikut:

$$H = \sigma^2g / \sigma^2p$$

Dimana,

H = Heritabilitas

σ^2g = total varian genetik

σ^2p = total varian penotip

Heritabilitas dalam arti luas digunakan pada penelitian dengan klon atau galur homosigot (hibrida F1), karena pengaruh aditifnya tidak berubah-ubah.

Sedangkan heritabilitas dalam arti sempit (*narrow-sense heritability*) adalah rasio dari varian genetik aditif terhadap varian penotip total, dituliskan dengan rumus:

$$h^2 = \sigma^2a / \sigma^2p$$

Dimana,

h^2 = Heritabilitas

σ^2a = varian genetik aditif

σ^2p = total varian penotip

Heritabilitas arti sempit digunakan pada penelitian dengan populasi segregasi awal dan populasi heterogen (*cross pollinated*) dan genetik aditifnya dapat berubah-ubah (Kuswanto, 2012).

Nilai heritabilitas dinyatakan dalam bilangan pecahan (desimal) atau persentase, berkisar antara 0 dan 1. Heritabilitas dengan nilai 0 atau mendekati 0 (rendah) menunjukkan bahwa keragaman fenotip hanya disebabkan oleh lingkungan dan harus dinilai tingkat rendahnya. Heritabilitas dengan nilai 1 atau mendekati 1 (tinggi) menunjukkan bahwa keragaman fenotip hanya disebabkan oleh genotip dan memungkinkan dilakukan seleksi lanjutan (Poespodarsono, 1988). Berdasarkan penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa sifat kualitatif cenderung memiliki heritabilitas tinggi, sebaliknya sifat kuantitatif cenderung memiliki heritabilitas rendah. Hal tersebut berdasarkan uraian bahwa sifat kualitatif dikendalikan oleh gen sederhana, sehingga penampakan sifat tidak terlalu dikaburkan oleh lingkungan. Heritabilitas berkaitan dengan keragaman genetik populasi, sehingga analisis ini lebih banyak mempunyai arti pada tanaman menyerbuk silang yang genotipnya hampir berbeda diantara tanamannya.

2.6 Kemajuan Genetik

Menurut Dudley dan Moll (1976), nilai heritabilitas dapat memberikan petunjuk sederhana terhadap besar kecilnya pengaruh genetik dan lingkungan dari suatu populasi. Apabila nilai heritabilitas dipadukan dengan nilai kemajuan genetik dari seleksi maka akan lebih mudah untuk melakukan seleksi sifat individu tersebut. Seleksi dapat menunjukkan kemajuan genetik yang tinggi jika sifat yang terlibat dalam seleksi mempunyai variasi genetik dan heritabilitas

tinggi. Jika nilai heritabilitas tinggi, ragam fenotip disebabkan oleh ragam genetik dan seleksi akan menunjukkan kemajuan genetik (Zen, 1995). Knight (1979) menyatakan bahwa ragam genetik dan heritabilitas berguna untuk menentukan kemajuan genetik yang diperoleh dari seleksi. Hayward (1990) menyatakan bahwa sifat-sifat yang dikendalikan oleh gen bukan aditif menyebabkan kemajuan genetik yang rendah. Hal tersebut disebabkan pengaruh tindak gen bukan aditif tidak diwariskan dan akan lenyap semasa seleksi (Suprpto dan Kairudin, 2007).

Burton (1952) berpendapat bahwa pemulia lebih banyak mempertimbangkan dugaan kemajuan genetik dalam persentase diatas nilai rata-rata populasi. Sesuai dengan rumus yang dikemukakan Singh dan Chaudhary (1977) tergambar bahwa KG (%) merupakan produk dari nilai-nilai diferensial seleksi, heritabilitas yang menentukan efisiensi sistem seleksi sehingga seleksi akan efektif apabila nilai kemajuan genetik tinggi dituang oleh salah satu nilai KGH atau heritabilitas tinggi (Tempake dan Lutungan, 2002).

Konsep kemajuan genetik didasarkan kepada perubahan dalam rata-rata penampilan yang dicapai suatu populasi dalam setiap siklus seleksi. Satu siklus seleksi meliputi pembentukan sebuah populasi bersegregasi, pembentukan genotip untuk evaluasi, evaluasi genotip, seleksi genotip superior, pemanfaatan atau penggunaan genotip terseleksi serta varietas baru atau sebagai tetua. Penyelesaian satu siklus seleksi akan bervariasi dari satu strategi metode-metode seleksi. Kemajuan genetik diukur dan dinyatakan dalam satuan per tahun (Baihaki, 2000). Kemajuan genetik harapan merupakan tolak ukur dalam persen dari pergeseran nilai tengah populasi dari kondisi populasi sampai kondisi setelah dilakukan seleksi dengan asumsi besaran differensial.

Nilai kemajuan genetik dan kemajuan genetik harapan dihitung dengan rumus Singh dan Caudhary (1789) *dalam* Suprpto dan Narimah (2007) sebagai berikut:

$$\mathbf{KG = i \cdot \sigma_p \cdot H}$$

$$\%KGH = \frac{KG}{\mu}$$

Keterangan:

KG = kemajuan genetik

i = intensitas seleksi

σ_p = simpangan baku fenotipe

H = heritabilitas dalam arti luas

%KGH= persentase keragaman genetik harapan

μ = nilai rata-rata variabel kuantitatif