

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Jagung

Tanaman jagung yang memiliki nama latin *Zea mays* L. merupakan tanaman berumah satu *Monoecious* di mana letak bunga jantan terpisah dengan bunga betina pada satu tanaman (Muhadjir, 1988). Maka pada tanaman jagung umum terjadi apabila dilakukan penyerbukan silang. Klasifikasi dari tanaman jagung yaitu Kingdom Plantae (Tumbuhan), Divisi Spermstophyta, Sub Dua Kelas Monocotyledoneae, Ordo Poales, Famili Poaceae, Genus *Zea*, Spesies *Zea mays* L. (Tjitrosoepomo, 1983) dalam Bahiyah (2012)



Gambar 1. Morfologi tanaman jagung (Depositphotos.com, 2019)

Pada umumnya, tanaman jagung dapat dibudidayakan di berbagai lingkungan seperti pada lahan sawah maupun tegalan. Tanaman jagung baik tumbuh di dataran tinggi maupun rendah dengan ketinggian antara 1000-1800 m

dpl, dengan ketinggian optimum antara 50-600 m dpl. Suhu optimal antara 21-34 °C, pH Tanah antara 5,6-7,5. Tanaman jagung membutuhkan air sekitar 100-140 mm/bulan (BPTP NAD, 2009).

Dalam budidaya jagung penggunaan varietas unggul baik hibrida maupun komposit mempunyai peranan penting dalam upaya peningkatan produktivitas jagung. Menurut BBP2TP (2008) penggunaan benih bermutu merupakan langkah awal menuju keberhasilan dalam usaha tani jagung. Benih yang baik adalah yang mempunyai daya tumbuh lebih dari 95 %. Selanjutnya dalam pengelolaan lahan, penanaman, pemupukan, pemeliharaan, panen hingga pasca panen sangat dianjurkan untuk mengikuti panduan budidaya jagung yang sudah direkomendasikan.

Tanaman jagung memiliki struktur organ yang kompleks mulai dari perakaran, batang, daun, bunga, dan biji. Berikut morfologi dari tanaman jagung :

1. Perakaran

Jagung mempunyai akar serabut dengan tiga macam akar, yaitu (a) akar seminal, (b) akar adventif, dan (c) akar kait atau penyangga. Akar seminal adalah akar yang berkembang dari radikula dan embrio. Pertumbuhan akar seminal akan melambat setelah plumula muncul ke permukaan tanah dan pertumbuhan akar seminal akan berhenti pada fase V3. Akar adventif adalah akar yang semula berkembang dari buku di ujung mesokotil, kemudian set akar adventif berkembang dari tiap buku secara berurutan dan terus ke atas antara 7-10 buku, semuanya di bawah permukaan tanah. Akar adventif berkembang menjadi serabut akar tebal. Akar seminal hanya sedikit berperan dalam siklus hidup jagung. Akar adventif

berperan dalam pengambilan air dan hara. Bobot total akar jagung terdiri atas 52% akar adventif seminal dan 48% akar nodal. Akar kait atau penyangga adalah akar adventif yang muncul pada dua atau tiga buku di atas permukaan tanah. Fungsi dari akar penyangga adalah menjaga tanaman agar tetap tegak dan mengatasi rebah batang. Akar ini juga membantu penyerapan hara dan air. (Subekti dkk., 2007).

2. Batang

Tanaman jagung mempunyai batang yang tidak bercabang, berbentuk silindris, dan terdiri atas sejumlah ruas dan buku ruas. Pada buku ruas terdapat tunas yang berkembang menjadi tongkol. Dua tunas teratas berkembang menjadi tongkol yang produktif. Batang memiliki tiga komponen jaringan utama, yaitu kulit (*epidermis*), jaringan pembuluh (*bundles vaskuler*), dan pusat batang (*pith*). Bundles vaskuler tertata dalam lingkaran konsentris dengan kepadatan bundles yang tinggi, dan lingkaran menuju perikarp dekat epidermis. Kepadatan bundles berkurang begitu mendekati pusat batang. Konsentrasi bundles vaskuler yang tinggi di bawah epidermis menyebabkan batang tahan rebah. Genotipe jagung yang mempunyai batang kuat memiliki lebih banyak lapisan jaringan sklerenkim berdinding tebal di bawah epidermis batang dan sekeliling bundles vaskuler. Terdapat variasi ketebalan kulit antar genotipe yang dapat digunakan untuk seleksi toleransi tanaman terhadap rebah batang (Paliwal, 2000).

3. Daun

Setiap daun terdiri atas helaian daun, ligula, dan pelepah daun yang erat melekat pada batang. Jumlah daun sama dengan jumlah buku batang. Jumlah daun umumnya berkisar antara 10-18 helai, rata-rata munculnya daun yang terbuka

sempurna adalah 3-4 hari setiap daun. Tanaman jagung di daerah tropis mempunyai jumlah daun relatif lebih banyak dibanding di daerah beriklim sedang (*temperate*). Genotipe jagung mempunyai keragaman dalam hal panjang, lebar, tebal, sudut, dan warna pigmentasi daun. Lebar helai daun dikategorikan mulai dari sangat sempit (< 5 cm), sempit (5,1-7 cm), sedang (7,1-9 cm), lebar (9,1-11 cm), hingga sangat lebar (>11 cm). Besar sudut daun mempengaruhi tipe daun. Sudut daun jagung juga beragam, mulai dari sangat kecil hingga sangat besar. Beberapa genotipe jagung memiliki anthocyanin pada helai daunnya, yang bisa terdapat pada pinggir daun atau tulang daun. Intensitas warna anthocyanin pada pelepah daun bervariasi, dari sangat lemah hingga sangat kuat (Paliwal, 2000).

Bentuk ujung daun jagung berbeda, yaitu runcing, runcing agak bulat, bulat, bulat agak tumpul, dan tumpul. Berdasarkan letak posisi daun (sudut daun) terdapat dua tipe daun jagung, yaitu tegak (*erect*) dan menggantung (*pendant*). Daun erect biasanya memiliki sudut antara kecil sampai sedang, pola helai daun bisa lurus atau bengkok. Daun pendant umumnya memiliki sudut yang lebar dan pola daun bervariasi dari lurus sampai sangat bengkok. Jagung dengan tipe daun *erect* memiliki kanopi kecil sehingga dapat ditanam dengan populasi yang tinggi. Kepadatan tanaman yang tinggi diharapkan dapat memberikan hasil yang tinggi pula.

4. Bunga

Hal yang unik dari tanaman jagung dibanding dengan tanaman sereal lain adalah karangan bunganya. jagung merupakan tanaman berumah satu (*monoecious*) di mana bunga jantan (*staminate*) terbentuk pada ujung batang,

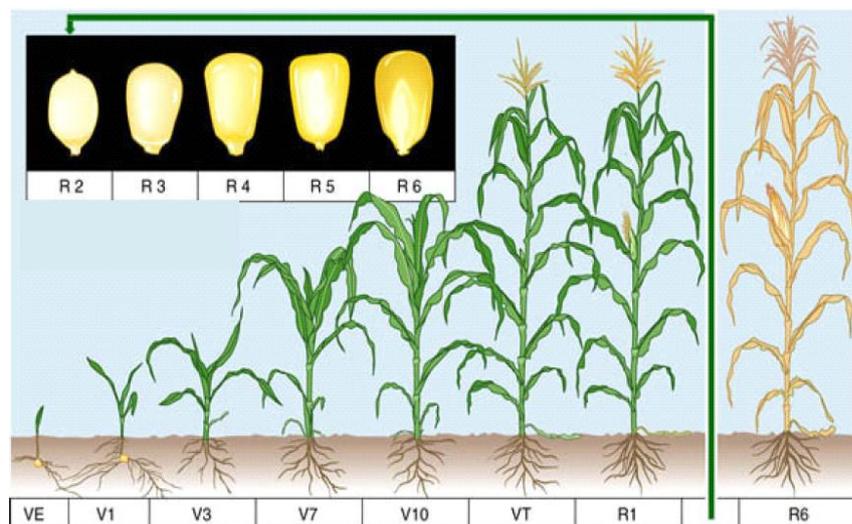
sedangkan bunga betina (*pistilate*) terletak pada pertengahan batang (6, 13). Tanaman jagung bersifat protrandy di mana bunga jantan umumnya tumbuh 1-2 hari sebelum munculnya rambut (*style*) pada bunga betina. Oleh karena bunga jantan dan bunga betina terpisah ditambah dengan sifatnya yang protrandy, maka jagung mempunyai sifat penyerbukan silang. Produksi tepung-sari (polen) dari bunga jantan diperkirakan mencapai 25.000-50.000 butir tiap tanaman (6). Bunga jantan terdiri dari gluma, lodikula, palea, anther, filarnen dan lemma. Adapun bagian-bagian dari bunga betina adalah tangkai tongkol, tunas, kelobot, calon biji, calon janggal, penutup kelobot dan rambut-tambut (Muhadjir, 1988).

5. Tongkol dan Biji

Tanaman jagung mempunyai satu atau dua tongkol, tergantung varietas. Tongkol jagung diselimuti oleh daun kelobot. Tongkol jagung yang terletak pada bagian atas umumnya lebih dahulu terbentuk dan lebih besar dibanding yang terletak pada bagian bawah. Setiap tongkol terdiri atas 10- 16 baris biji yang jumlahnya selalu genap. Biji jagung disebut kariopsis, dinding ovary atau perikarp menyatu dengan kulit biji atau testa, membentuk dinding buah. Biji jagung terdiri atas tiga bagian utama, yaitu (a) pericarp, berupa lapisan luar yang tipis, berfungsi mencegah embrio dari organisme pengganggu dan kehilangan air; (b) endosperm, sebagai cadangan makanan, mencapai 75% dari bobot biji yang mengandung 90% pati dan 10% protein, mineral, minyak, dan lainnya; dan (c) embrio (lembaga), sebagai miniatur tanaman yang terdiri atas plamule, akar radikal, scutelum, dan koleoptil (Hardman dan Gunsolus 1998). Pati endosperm tersusun dari senyawa anhidroglukosa yang sebagian besar terdiri atas dua molekul, yaitu amilosa dan

amilopektin, dan sebagian kecil bahan antara (White 1994). Namun pada beberapa jenis jagung terdapat variasi proporsi kandungan amilosa dan amilopektin. Protein endosperm biji jagung terdiri atas beberapa fraksi, yang berdasarkan kelarutannya diklasifikasikan menjadi albumin (larut dalam air), globulin (larut dalam larutan salin), zein atau prolamin (larut dalam alkohol konsentrasi tinggi), dan glutein (larut dalam alkali). Pada sebagian besar jagung, proporsi masing-masing fraksi protein adalah albumin 3%, globulin 3%, prolamin 60%, dan glutein 34% (Vasal 1994).

Selain anatomi dan morfologi, dalam pertumbuhannya jagung melalui beberapa fase stadia pertumbuhan. Menurut Yasin dkk. (2014) secara umum jagung mempunyai pola pertumbuhan yang sama. Pembagian fase pertumbuhan jagung tersebut mendasarkan pada 3 fase (tahapan), yaitu fase perkecambahan (*germinating*), fase pertumbuhan vegetatif (VE-Vt) dan fase generatif (R0-R6). Berikut merupakan stadia pertumbuhan tanaman jagung setelah fase perkecambahan :



Gambar 2. Stadia pertumbuhan tanaman jagung (Subekti dkk., 2007)

Tabel 1. Stadia Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) (Subekti dkk., 2007)

Fase	Umur	Fase Pertumbuhan
V1	5 hst	Saat tanam muncul koleptil di atas permukaan tanah
V2	9 hst	Daun pertama mulai muncul
V3-5	10 – 18 hari setelah berkecambah	Jumlah daun terbuka sempurna 3-5. Pada fase ini akar seminal sudah mulai berhenti tumbuh, akar nodul sudah mulai aktif dan titik tumbuh di bawah permukaan tanah.
V6-10	18 – 35 hari setelah berkecambah	Jumlah daun terbuka sempurna 6-8. Titik tumbuh sudah di atas permukaan tanah, perkembangan akar dan penyebarannya di atas tanah sangat cepat dan pemanjangan batang meningkat cepat. Pada fase ini bakal bunga jantan (<i>tassel</i>) dimulai (Lee, 2007) dalam (Subekti dkk., 2007)
V11-Vn	33 – 50 hari setelah berkecambah	Pada fase ini, kekeringan dan kekurangan hara sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tongkol, dan bahkan akan menurunkan jumlah biji dalam satu tongkol karena mengecilnya tongkol, yang akibatnya menurunkan hasil (mcwilliams <i>et al.</i> 1999, Lee 2007) dalam (Subekti dkk., 2007). Kekeringan pada fase ini juga akan memperlambat munculnya bunga betina (<i>silking</i>).
Vt (<i>Tasseling</i>)	45 – 52 hari	Ditandai adanya cabang terakhir dari bunga jantang sebelum kemunculan bunga betina (<i>silk</i> /rambut tongkol). Tinggi tanaman hampir mencapai tinggi maksimum dan mulai menyebar serbuk sari (<i>pollen</i>)
R1 (<i>Silking</i>)	2 – 3 hari setelah <i>tasseling</i>	Diawali oleh munculnya rambut dari dalam tongkol yang terbungkus kelobot. Penyerbukan (polinasi) terjadi ketika serbuk sari yang dilepas oleh bunga jantan jatuh menyentuh permukaan rambut tongkol yang masih segar. Serbuk sari tersebut membutuhkan waktu sekitar 24 jam untuk mencapai sel telur (<i>ovule</i>), di mana pembuahan (<i>fertilization</i>) akan berlangsung membentuk bakal biji. Rambut tongkol muncul dan siap diserbuki selama 2-3 hari. Rambut tongkol tumbuh memanjang 2,5-3,8 cm/hari dan akan terus memanjang hingga diserbuki.

Tabel 1. Stadia Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) (Lanjutan) (Subekti dkk., 2007)

Fase	Umur	Fase Pertumbuhan
R2 (<i>Blister</i>)	10 – 14 hari setelah <i>silking</i>	Rambut tongkol sudah kering dan berwarna gelap. Ukuran tongkol, kelobot, dan janggol hampir sempurna, biji sudah mulai nampak dan berwarna putih melepuh, pati mulai di akumulasi ke endosperm, kadar air biji sekitar 85%, dan akan menurun terus sampai panen.
R3 (masak susu)	18 – 22 hari setelah <i>silking</i>	Pengisian biji semula dalam bentuk cairan bening, berubah seperti susu. Akumulasi pati pada setiap biji sangat cepat, warna biji sudah mulai terlihat (bergantung pada warna biji setiap varietas), dan bagian sel pada endosperm sudah terbentuk lengkap. Kekeringan pada fase R1-R3 menurunkan ukuran dan jumlah biji yang terbentuk. Kadar air biji dapat mencapai 80%.
R4 (<i>Dough</i>)	24 – 28 hari setelah <i>silking</i>	Bagian dalam biji seperti pasta (belum mengeras). Separuh dari akumulasi bahan kering biji sudah terbentuk, dan kadar air biji menurun menjadi sekitar 70%. Cekaman kekeringan pada fase ini berpengaruh terhadap bobot biji.
R5 (pengerasan biji)	35 – 42 hari setelah <i>silking</i>	Seluruh biji sudah terbentuk sempurna, embrio sudah masak, dan akumulasi bahan kering biji akan segera berhenti. Kadar air biji 55%.
R6 (masak fisiologis)	55 – 65 hari setelah <i>silking</i>	Biji-biji pada tongkol telah mencapai bobot kering maksimum. Lapisan pati yang keras pada biji telah berkembang dengan sempurna dan telah terbentuk pula lapisan absisi berwarna coklat atau kehitaman. Pembentukan lapisan hitam (<i>black layer</i>) berlangsung secara bertahap, dimulai dari biji pada bagian pangkal tongkol menuju ke bagian ujung tongkol.

B. Jagung Pulut

Jagung varietas Pulut (*waxy corn*) merupakan jagung varietas lokal. Jagung pulut dikembangkan di beberapa daerah di Sulawesi Selatan. Memiliki kelebihan yaitu rasanya yang enak dan gurih sehingga bisa digunakan sebagai bahan makanan. Adanya gen resesif *wx* yang mempengaruhi komposisi kimia pati yang terdapat pada jagung pulut sehingga yang menghasilkan rasa yang enak dan gurih. Kandungan amilopektin pada endosperm jagung varietas Pulut sangat tinggi, hampir mencapai 100%. Endosperm jagung biasa terdiri atas campuran 72% amilopektin dan 28% amilosa (Thomison *et al.*, 2016). Amilopektin merupakan bentuk pati yang terdiri dari sub-unit glukosa bercabang sedangkan amilosa terdiri dari molekul glukosa tidak bercabang.



Gambar 3. Jagung varietas Pulut (Puslitbangtan Pangan, 2014a)

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) dalam pengembangannya untuk pertama kalinya menghasilkan dua varietas unggul (VUB) jagung pulut/ketan yaitu Pulut Uri-1 dan Pulut Uri-2. Kedua varietas pulut Uri yang dilepas pada tahun 2013 merupakan singkatan dari Pulut untuk Rakyat Indonesia. Pulut Uri-1 diperoleh dari persilangan plasma nutfah pulut lokal

Sulawesi Selatan (Lokal Takalar) yang disilangkan dengan populasi MS2 dan dilanjutkan dengan persilangan *backcross* sebanyak empat kali dan dilanjutkan dengan seleksi massa positif. Kehadiran kedua varietas jagung pulut diharapkan dapat membantu dalam pemenuhan kebutuhan industri marning karena potensi hasilnya tiga kali lebih tinggi dibandingkan jagung pulut local yang ditanam petani. (Puslitbangtan Pangan, 2014a)

Deskripsi Jagung Pulut varietas Uri-1 menurut Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian yaitu memiliki tinggi ± 177 cm, tinggi tongkol ± 85 cm ; batang besar, kokoh dan berwarna hijau tua, daun berwarna hijau, malainya berbentuk semi kompak, waktu keluar 50 % serbuk sari ± 50 hst, tongkol berbentuk kerucut dan memiliki panjang ± 16 cm dengan warna rambut krem kemerahan, waktu keluar rambut ± 50 hst, biji bertipe gigi kuda, berwarna putih, jumlah baris per tongkol 14 – 16, sifat lainnya perakaran kuat, tahan kerebahan, potensi hasil 9,4 ton/ha pipilan kering.

B. Jagung Ungu

Jagung ungu atau dalam bahasa Spanyol dikenal dengan nama *maiz morado*. Jagung varietas Ungu merupakan salah satu varietas jagung yang masih belum populer di Indonesia. Ciri khas dari jagung ini adalah warna bijinya yang ungu. Menurut Balisereal (2013) bahwa warna ungu yang terdapat pada biji jagung disebabkan oleh kandungan antosianin yang tinggi, khususnya jenis *Chrysanthemine* (*cyanidin 3-O-glucoside*), *pelargonidin* (*3-O-B-D-Glucoside*). Antosianin yang mengatur warna biji seperti ungu, violet dan merah yang banyak terkandung dalam sayur dan buah. Antosianin memiliki manfaat bagi kesehatan tubuh karena bersifat

sebagai antioksidan di dalam tubuh untuk mencegah terjadinya aterosklerosis, penyakit penyumbatan pembuluh darah. Antosianin bekerja menghambat proses aterogenesis dengan mengoksidasi lemak jahat dalam tubuh, yaitu lipoprotein densitas rendah. Kemudian antosianin juga melindungi integritas sel endotel yang melapisi dinding pembuluh darah sehingga tidak terjadi kerusakan.



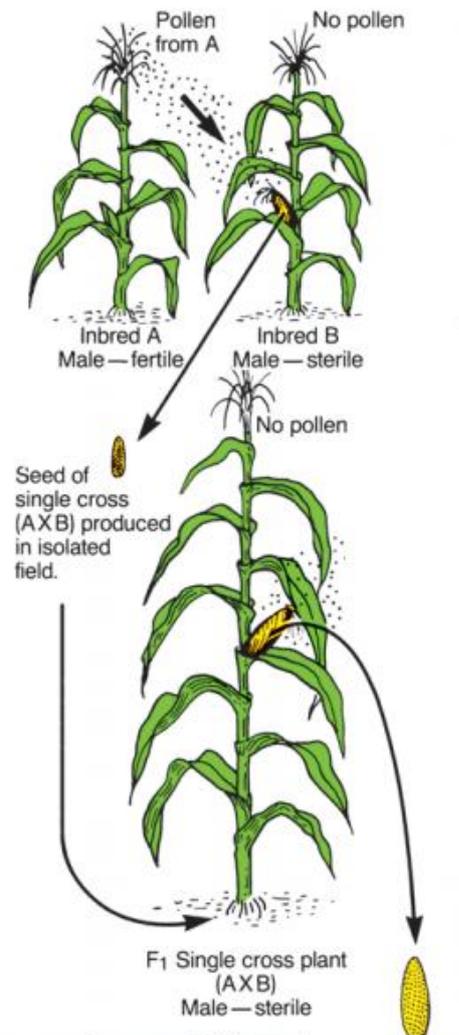
Gambar 4. Jagung varietas Ungu (Puslitbangtan Pangan, 2014b)

Dalam proses pengembangannya Balai Penelitian Tanaman Serealia tengah menyiapkan jagung ungu yang dapat digunakan untuk diversifikasi pangan. Galur-galur jagung ungu baik lokal (manado, Palu dan lain-lain) maupun galur introduksi disilangkan dan diuji adaptasi agar sesuai dengan kondisi lingkungan Indonesia (Puslitbangtan Pangan, 2014b).

C. Persilangan *Single Cross*

Mangoendidjojo (2007) menyampaikan bahwa metode persilangan itu bervariasi. Berdasarkan jumlah galur *inbred* yang digunakan, diantaranya yaitu metode persilangan *single cross*, *three way cross* dan *double cross*. Pada penelitian ini metode persilangan yang digunakan adalah persilangan *single cross* yaitu persilangan antara dua galur *inbred*. Suatu varietas hibrida jagung *single cross* merupakan hasil persilangan antara galur *inbred* A (sebagai tetua betina) dan galur

inbred B (sebagai tetua jantan). Karena jagung merupakan tanaman penyerbuk bersilang maka penyerbukannya harus benar-benar dijaga agar terjadi hanya dari bunga jantan B yang menyerbuki bunga betina A. Ilustrasi persilangan *single cross* seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Persilangan *single cross* (aggie-horticulture.tamu.edu, 2010)

Pada awalnya hibrida yang dilepas di Indonesia adalah hibrida silang ganda atau *double cross hybrid*, namun sekarang lebih banyak hibrida silang tunggal dan modifikasi silang tunggal. Hibrida silang tunggal mempunyai potensi hasil yang

tinggi dengan fenotip tanaman lebih seragam daripada hibrida silang ganda atau silang puncak (Andi Takdir dkk., 2007). Hasil penelitian Hayati (2016) menunjukkan bahwa secara umum hibrida silang-tunggal memiliki penampilan agronomis yang baik dan produktivitas hasil yang tinggi, sama dengan varietas hibrida komersial, bahkan lebih baik dibandingkan varietas bersari bebas. Hibrida-hibrida silang tunggal juga menunjukkan nilai heterosis yang tinggi untuk karakter hasil, mengindikasikan bahwa memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan tetuanya.

D. Hukum Mendel

Menurut Hukum Mendel hasil perkawinan silang antardua individu yang berbeda akan menurunkan seluruh sifat genetik dari dua individu tanaman tersebut. Mendel mencatat sebuah mekanisme penurunan sifat partikulat. Menurut Aristya dkk. (2018) yang dikutip dari buku Karakterisasi Kromosom Tumbuhan dan Hewan bahwa melalui prinsip dasar hereditas maka dapat dirumuskan dalam dua Hukum Mendel, yaitu Hukum Mendel I dan Hukum Mendel II.

1. Hukum Mendel I

Hukum Mendel I yang juga disebut hukum segregasi adalah kaidah mengenai pemisahan alel pada pembentukan gamet. Pembentukan gamet terjadi secara meiosis ketika pasangan-pasangan homolog saling berpisah dan tidak berpasangan lagi/terjadi pemisahan alel-alel suatu gen secara bebas dari diploid menjadi haploid. Dengan demikian, setiap sel gamet hanya mengandung satu gen dari alelnya. Fenomena ini dapat diamati pada persilangan monohibrid, yaitu persilangan satu karakter dengan satu sifat berbeda.

P1	UU	x	uu
	(Ungu)		(Putih)
G1	U	x	u
F1	Uu		

Gambar 6. Persilangan Monohibrid (Aristya dkk., 2018)

Pada waktu pembentukan gamet betina, UU memisah menjadi U dan U sehingga sel gamet tanaman ungu hanya mengandung satu macam alel, yaitu alel U. Sebaliknya, tanaman jantan berbunga putih homozigot resesif dan genotipnya uu. Alel ini memisah bebas menjadi u dan u sehingga gamet-gamet jantan tanaman putih hanya mempunyai satu macam alel, yaitu alel u. Proses pembentukan gamet inilah yang menggambarkan fenomena Hukum Mendel I.

2. Hukum Mendel II

Hukum Mendel II juga disebut hukum asortasi. Menurut Hukum ini, setiap alel/sifat dapat berpasangan secara bebas dengan alel/sifat lain. Hukum ini berlaku pada pembentukan gamet persilangan dihibrid.

P1	BBKK	x	bbkk
	(Biji bulat kuning)		(Biji keriput hijau)
G1	BK	x	bk
F1	BbKk		
P2	BbKk	x	BbKk
G2	BK, Bk, bK, bk BK, Bk, bK, bk		

Gambar 7. Persilangan Dihibrid (Aristya dkk., 2018)

Pada waktu pembentukan gamet parental ke-2, terjadi penggabungan bebas (lebih tepatnya kombinasi bebas) antara B dan b dengan K dan k. Asortasi bebas ini menghasilkan empat macam kombinasi gamet, yaitu BK, Bk, bK, bk. Proses pembentukan gamet inilah yang menggambarkan fenomena Hukum Mendel II.

Berpatokan pada Hukum Mendel inilah, para ahli genetika melakukan berbagai penyilangan di antara berbagai galur murni untuk menenggelamkan sifat-sifat jelek tanaman. Gen yang menurunkan sifat negatif dibuat resesif, dan gen yang memunculkan sifat-sifat baik atau positif dibuat dominan. Penyilangan ini bisa dilakukan antardua galur murni atau antar beberapa galur murni (Wiryanta, 2002).

E. Hipotesis

1. Pewarisan karakter fenotip generasi F1 hasil persilangan tanaman jagung tinggi antosianin dan kaya amilopektin tidak mengalami pola segregasi.
2. Pewarisan karakter fenotip generasi F1 hasil persilangan tanaman jagung tinggi antosianin dan kaya amilopektin memiliki nilai heritabilitas rendah.
3. Terdapat 10 individu hasil nilai indeks seleksi berdasarkan karakter jumlah daun pertanaman, tinggi tanaman dan rebah batang dari total 333 individu.