

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman berumah satu *Monoecious* yang di mana letak bunga jantannya terpisah dengan bunga betina pada satu tanaman (Muhadjir, 2018). Jagung merupakan tanaman semusim. Dalam satu siklus hidupnya terjadi selama 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian (serelia) dari keluarga rumput-rumputan (Arianingrum, 2004). Menurut Tjitrosoepomo (1991), tanaman jagung dalam tata nama atau sistematika (*Taksonomi*) tumbuh-tumbuhan jagung diklasifikasi sebagai berikut

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Kelas : *Angiospermae*

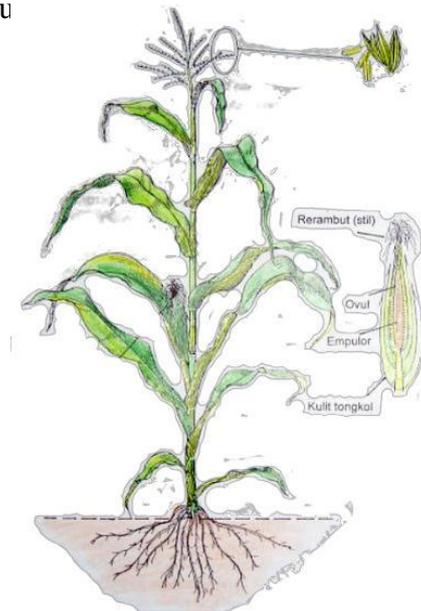
Kelas : *Monocotyledoneae*

Ordo : *Graminae*

Famili : *Graminaceae*

Genus : *Zea*

Spesies : *Zea mays* L.



Gambar 1. Morfologi Tanaman Jagung
(Balit Serealia, 2017)

Tanaman jagung tumbuh optimal pada tanah yang gembur, drainase baik, dengan kelembaban tanah cukup. Pada dataran rendah, umur jagung berkisar antara

3-4 bulan, tetapi pada dataran tinggi di atas 1000 mdpl dapat berumur 4-5 bulan. Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman jagung rata-rata 26-30 oC dan pH tanah 5,7-6,8 (Subandi, 1988). Jagung memiliki beberapa varietas salah satunya yaitu jagung lokal pulut dan jagung ungu. Jagung lokal pulut merupakan salah satu tanaman jagung di Indonesia yang mempunyai ciri yang unik karena endosperma jagung pulut mengandung molekul pati bercabang yang disebut amilopektin (Kopyra et al., 2012). Sedangkan jagung ungu merupakan salah satu komoditas pangan yang masih kurang dikenal karena belum banyak dibudidayakan di Indonesia. Warna ungu pada biji jagung disebabkan tingginya kandungan antosianin (Balai Penelitian Tanaman Serealia, 2018).

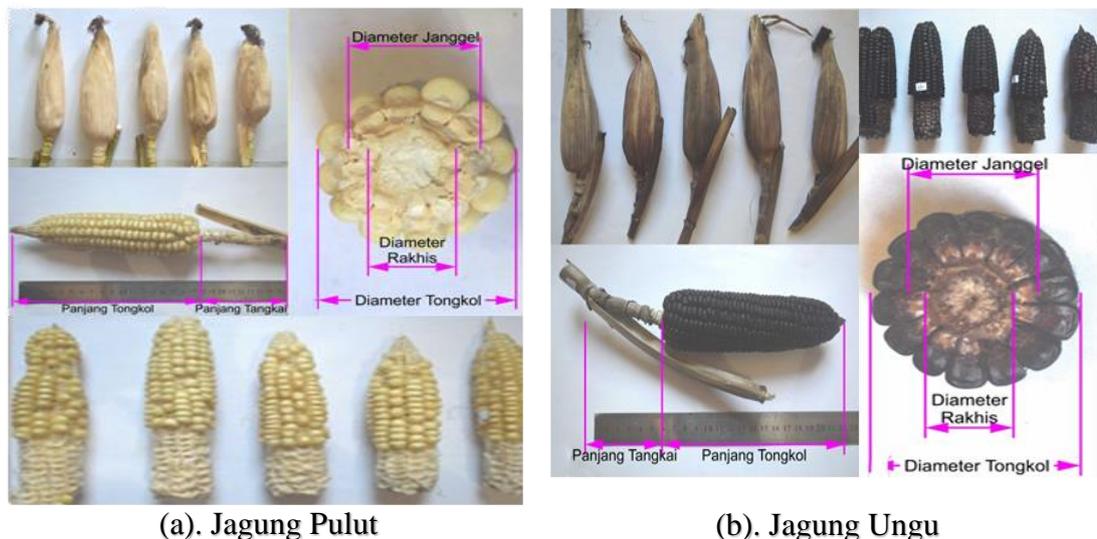
Hasil penelitian Susanto (2018), tanaman jagung pulut dan jagung ungu memiliki perbedaan morfologi sebagai berikut.

Tabel 1. Morfologi tanaman jagung pulut dan jagung ungu

No	Kategori	Jagung Pulut	Jagung Ungu
1	Batang	Batang berwarna hijau Tinggi rata-rata yaitu 210,7 cm.	Batang berwarna ungu Tinggi rata-rata 177,85 cm.
2	Daun	Daun berwarna hijau Jumlah total daun per tanaman rata-rata 12 helai. Panjang daun 113 cm. Lebar daun 9,5 cm. Sudut antara batang dan helaian daun yaitu +25° dengan arah lurus.	Daun berwarna hijau Jumlah total daun 12 helai. Panjang daun 104,8 cm. Lebar daun 9,38 cm. Sudut antara helaian daun dan batang kecil +25° dengan arah helaian agak melengkung.

3	Bunga	<p>Bunga jantan muncul sekitar 45 hst.</p> <p>Bunga betina muncul 47 hst.</p> <p>Warna kelobot hijau dan warna rambut merah.</p> <p>Panjang malai 39,33 cm.</p> <p>Panjang tangkai 23,2 cm.</p> <p>Jarak cabang terbawah dengan cabang teratas yaitu 13,63 cm.</p> <p>Cabang malai, lurus dengan sudut besar +70°.</p>	<p>Bunga jantan muncul pada umur 44 hst.</p> <p>Bunga betina keluar rambut tongkol pada 46 hst.</p> <p>Panjang malai 40,53 cm.</p> <p>Panjang tangkai 20,2 cm. Jarak cabang malai adalah 13,38 cm.</p> <p>Cabang malai membentuk sudut yang kecil +25°.</p>
4	Tongkol	<p>kelobot bagus dengan tertutupnya semua biji dan tidak adanya kerusakan tongkol.</p> <p>Susunan baris biji yang teratur dengan jumlah baris biji 10-14 baris (rata-rata 12 baris).</p> <p>Indeks prolifikasi yaitu 1,7, artinya 14 individu dari 20 tanaman mempunyai 2 tongkol.</p> <p>Rata-rata Panjang tongkol 18,33 cm</p> <p>panjang tangkai 16,58 cm</p> <p>Diameter tangkai 4,42 cm.</p> <p>Diameter janggal 2,91 cm</p> <p>Rakhis berdiameter 2,04 cm.</p>	<p>Kelobot menutup dengan sempurna dan tidak adanya kerusakan tongkol.</p> <p>Susunan baris biji yang teratur dengan jumlah baris biji 12-18 baris (rata-rata 14 baris). Nilai indeks prolifikasi yaitu 1,1, artinya hanya 2 individu dari 20 tanaman yang memiliki tongkol lebih dari satu tongkol.</p> <p>Tongkol memiliki panjang 14,83 cm,</p> <p>Panjang tangkai 9,75 cm.</p> <p>Diameter tangkai 4,4 cm.</p> <p>Diameter janggal 2,75 cm.</p> <p>Rakhis berdiameter 1,74 cm.</p> <p>Jumlah biji perbaris pada tongkol yaitu 18-34 baris dengan rata-rata 27 baris.</p>

		Jumlah biji per baris pada tongkol yaitu 20-28 baris dengan rata-rata 24 baris . Janggal berwarna putih. Kerontokan biji 1% .	Janggal berwarna ungu. Kerontokan butir 1% .
5	Biji	Tipe biji berwarna putih. Bobot 1000 butir biji yaitu 316,25 gram . Rata-rata ukuran butir yaitu panjang 9,2 mm . Lebar biji 10,45 mm . Tebal biji 6,2 mm . Bentuk permukaan atas biji bundar. Warna pericarp tidak berwarna. aleuron tidak berwarna. Endosperm berwarna putih.	Tipe biji semi mutiara dengan biji berwarna ungu. Bobot 1000 butir 282,13 gram . Panjang biji 9,76 mm . Lebar biji 9 mm . Tebal biji 5 mm . Warna pada pericarp yaitu ungu. warna aleuron merah. warna endosperm putih.



Gambar 2. Karakter morfologi tongkol jagung (Susanto, 2018)

Jagung Pulut dan jagung Ungu merupakan varietas yang memiliki keunggulan terutama dalam kandungannya. Jagung pulut memiliki amilopektin yang tinggi dan sangat membantu bagi penderita diabetes yang memerlukan pangan karbohidrat yang tidak tercerna sempurna menjadi Glukosa (Kurnia, 2019). Jagung ini memiliki rasa yang enak dan gurih. Rasa tersebut disebabkan oleh gen resesif *wx* yang mempengaruhi komposisi kimia pati. Kandungan endosperm jagung pulut hampir semuanya amilopektin (Iriany *et al.* 2006). Endosperm jagung biasa terdiri atas campuran 72% amilopektin dan 28% amilosa (Jugenheimer 1985). Selanjutnya, menurut Singh *et al.* (2005), jenis jagung biasa mengandung 74 – 76% amilopektin dan 24 – 26 % amilosa, sedangkan jenis jagung *waxy* hampir tidak beramilosa. Komposisi amilosa dan amilopektin di dalam biji jagung terkontrol secara genetik dan berpengaruh terhadap sifat sensoris jagung, terutama tekstur dan rasa. Pada prinsipnya, semakin tinggi kandungan amilopektin semakin lunak tekstur, semakin pulen dan enak rasa jagung (Suarni, 2011).

Tabel 2. Kandungan amilopektin dari beberapa varietas biji jagung

Varietas	Amilosa (%)	Amilopektin (%)
Srikandi Putih-1	31,05	68,95
Srikandi Kuning-1	30,14	69,86
Anoman-1	29,92	70,08
Lokal non pulut Takalar	28,50	71,50
Lokal pulut Takalar	4,25	95,75
Sukmaraga	34,55	65,45

Suarni (2011)

Amilopektin adalah molekul hasil polimerisasi unit-unit glukosa anhidrous melalui ikatan α -1,4 dan α -1,6 pada setiap 20-26 unit monomer (Rapaille,1994).

Amilopektin juga dapat membentuk kristal, tetapi tidak sereaktif amilosa. Hal ini terjadi karena adanya rantai percabangan yang menghalangi terbentuknya kristal. Pemecahan amilopektin dalam tubuh manusia oleh enzim β -amilase hanya akan memproduksi 50% maltosa, karena enzim tersebut hanya akan memecah ikatan α -(1,4)-D-glukosa, sedangkan α -(1,6)-D-glukosa tidak bisa terpecah (Smith, 1967). Amilosa dan amilopektin mempunyai perbedaan dalam hal penerimaan terhadap iodine. Amilosa akan membentuk kompleks berwarna biru sedangkan amilopektin membentuk kompleks berwarna ungu-coklat bila ditambah dengan iodine (Hee-Young An, 2005). Dalam produk makanan, amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (puffing) dimana produk makan yang berasal dari pati yang kandungan amilopektinnya tinggi akan bersifat ringan, porus, garing dan renyah. Kebalikannya pati dengan kandungan amilosa tinggi, cenderung menghasilkan produk yang keras, pejal, karena proses mekarnya terjadi secara terbatas (Hee-Joung An, 2005 dalam Pudjihastuti, 2010).

Salah satu keunggulan yang dimiliki oleh jagung pulut lokal adalah tahan terhadap kekeringan, sehingga jagung ini cocok didaerah yang memiliki curah hujan pendek. Selain tahan kekeringan, jagung pulut ini lebih hemat air dan juga lebih hemat dalam pemupukan. Karakteristik jagung pulut spesifik lokal Sulawesi Selatan secara umum termasuk umur tanaman genjah (pendek) hanya 75 hari, tongkol kecil, klobot tertutup baik, warna biji putih susu, potensi hasil 2,5 ton/ha (Suarni, 2011).

Selain jagung varietas Pulut, Jagung ungu memiliki warna ungu pada bijinya yang disebabkan tingginya kandungan antosianin. Antosianin yang

mengatur warna biji seperti ungu, violet, dan merah yang banyak terkandung dalam sayur dan buah (DuPont Indonesia, 2018). Antosianin merupakan golongan senyawa kimia yang organik dan dapat larut dalam pelarut polar, serta bertanggung jawab dalam memberikan warna oranye, merah, ungu, biru, hingga hitam pada tumbuhan tingkat tinggi seperti: bunga, buah-buahan, bijibijian, sayuran, dan umbi-umbian. (Priska, Peni, Carvallo, & Ngapa, 2018). Jagung ungu mengandung komponen antosianin yang berperan sebagai senyawa antioksidan dalam pencegahan beberapa penyakit seperti kanker, diabetes, kolesterol dan jantung coroner (Pamandungan & Ogie, 2017).

Komposisi zat gizi yang terkandung dalam jagung ungu tak jauh berbeda dari jagung kuning ataupun jagung putih. Jagung ungu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan makanan tambahan (*supplement*) (Tumei, Toding, Pamandungan, & Telp, 2018.) Jagung ungu mengandung konsentrasi antosianin yang tinggi (1640mg/100g FW) jauh lebih tinggi dari pada sumber kaya antosianin lainnya, seperti berries (20-1500mg/100g FW), lobak (*Raphanus sartivus* L.) (11-60mg/100g FW), dan kubis (*Brassica oleracea*L.), (322mg/100g FW). Ketertarikan akan jagung ungu sebagai sumber antosianin sebagai warna dan fitonutrien telah meningkat selama tahun terakhir. Banyak manfaat kesehatan telah dikaitkan dengan jagung ungu, termasuk pencegahan obesitas, diabetes, dan kanker usus besar (Pu Jing, 2006). Kekurangan dari jagung ungu yaitu tongkol kecil, hasil rendah, dan rasa tidak manis (Ujiyanto, 2012).

B. Teknik Persilangan

Persilangan merupakan salah satu cara untuk menambah variabilitas genetik dan memperoleh genotipe baru yang lebih unggul. (Sujiprihati, Syukur, Makkulawu, & Iriany, 2012). Tujuan utama dilakukannya persilangan yaitu untuk menggabungkan semua sifat baik ke dalam satu genotipe baru, Memperluas keragaman genetik, Memanfaatkan vigor hibrida atau Menguji potensi tetua (uji turunan). Dari keempat tujuan utama ini dapat disimpulkan bahwa hibridisasi memiliki peranan penting dalam pemuliaan tanaman, terutama dalam hal memperluas keragaman (Yunianti dkk, 2010).

Persilangan merupakan salah satu cara untuk menghasilkan rekombinasi gen. Secara teknis, persilangan dilakukan dengan cara memindahkan tepung sari dari tetua jantan ke kepala putik tetua betina, baik pada tanaman yang menyerbuk sendiri (*self polination crop*) maupun pada tanaman menyerbuk silang (*cross pollination crop*). Dalam melakukan proses persilangan tanaman, tentu hasilnya beragam. Persilangan antar spesies juga dapat berhasil dan dapat juga tidak berhasil. Tingkat keberhasilan persilangan yang terjadi juga dapat beragam karena banyak factor yang mempengaruhi, baik faktor genetik maupun faktor lingkungan. (Yuniastin dkk, 2018).

Hibrida adalah generasi pertama hasil persilangan dua atau lebih tetua galur murni atau inbred dan bersifat heterosis. Berdasarkan jumlah galur inbred, menurut Poehlman Sleeper (1995) produksi benih diperoleh dari:

1. Hibrida Silang tunggal (*single cross*).

Hibrida silang tunggal adalah hibrida hasil persilangan antara dua galur inbred. Tidak semua persilangan antara dua galur inbred menghasilkan hibrida yang superior, bahkan pada kenyataannya sangat sedikit yang superior. Biji hibrida silang tunggal biasanya sangat sedikit sehingga biaya untuk produksi benih sangat mahal, sehingga dikembangkan hibrida silang ganda dan persilangan yang lain

2. Hibrida silang ganda (*double cross*)

Hibrida silang ganda hibrida hasil persilangan antara dua hibrida silang tunggal. Biji hibrida silang ganda dihasilkan dari jagung hibrida silang tunggal yang diserbuki oleh hibrida silang tunggal yang lain. Karena merupakan persilangan dari dua tetua yang heterosigot, maka hibrida silang ganda tidak seragam seperti hibrida silang tunggal.

3. Persilangan tiga jalur (*three way cross*)

Hibrida silang tiga jalur (*three way cross*) adalah hibrida hasil persilangan antara hibrida silang tunggal dengan suatu galur inbred.

Salah satu metode persilangan yang dapat digunakan yaitu Persilangan *single cross*. Persilangan *single cross* atau persilangan tunggal merupakan persilangan satu tetua jantan dengan satu tetua betina (Alia, 2011). Ada beberapa jenis hibrida selain hibrida silang tunggal (*single cross*) yaitu hibrida silang ganda (*double cross*), hibrida silang tiga (*three way cross*) dan persilangan resiprok. 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 fenotipe tanaman lebih seragam dari pada hibrida silang ganda atau silang puncak (Andi, 2016). Persilangan resiprok adalah persilangan antara dua induk, dimana kedua induk berperan sebagai pejantan dalam satu persilangan, dan sebagai betina dalam persilangan yang lain. Seleksi berulang resiprokal memperbaiki kemampuan berkombinasi spesifik maupun umum. Caranya adalah dengan melakukan seleksi terhadap dua populasi dengan waktu yang bersamaan (Welsh, 1991).

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

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

Gambar 3. Persilangan Monohibrid (Aristya dkk., 2018)

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 monohybrid, yaitu persilangan satu karakter dengan satu sifat berbeda.

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

Gambar 4. 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).

C. Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan serta tinjauan pustaka yang telah diuraikan maka dapat dirumuskan hipotesis yaitu:

1. Pewarisan karakter fenotip generasi F2 hasil persilangan resiprok tanaman jagung (*Zea mays* L.) sudah mengalami pola segregasi.
2. Nilai heritabilitas tinggi pada karakter panjang butir, lebar butir, tebal butir dan kandungan Amilopektin & Antosianin.
3. Terdapat individu terbaik berdasarkan karakter Panjang butir, lebar butir, tebal butir dan kandungan Amilopektin & Antosianin pada generasi F2 hasil persilangan tanaman jagung (*Zea mays* L.).