

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Syarat Tumbuh Jagung

Tanaman jagung berasal dari daerah tropis tetapi jagung mudah beradaptasi dengan lingkungan di luar daerah tersebut. Hal ini disebabkan variasi sifat pada sejumlah jenis jagung yang memiliki kemampuan beradaptasi dengan baik sehingga dalam jangka waktu relatif pendek jagung tersebar luas di berbagai penjuru dunia, seperti: Eropa, Afrika, Australia dan bahkan sampai Asia (Warisno, 1998).

Iklim atau cuaca rata-rata suatu daerah turut berperan serta dalam menentukan pertumbuhan dan produksi suatu tanaman. Iklim yang tidak mendukung, seperti: hujan badai, angin ribut bahkan banjir akan berpengaruh pada pertumbuhan termasuk pada tanaman jagung. Walaupun tanaman jagung sangat cocok pada daerah yang beriklim sejuk dan dingin tetapi jika terlalu banyak hujan akan mengurangi kualitas jagung (Rochani, 2003). Jagung hidup di daerah yang beriklim panas dan di daerah yang beriklim sedang yaitu pada temperatur 23-27°C (Suprpto dan Marzuki, 2002).

Tanaman jagung dapat berproduksi dengan baik dan berkualitas pada daerah yang beriklim sejuk yaitu 50° LU - 40° LS dengan ketinggian sampai 3000 m di atas permukaan laut. Jenis jagung tertentu dapat tumbuh pada tempat yang berbeda dari kondisi tersebut dan dapat berproduksi dengan baik (Rochani, 2003).

Pada pertumbuhan tanaman jagung yang optimal, jagung menghendaki penyinaran matahari yang penuh. Pada tempat yang ternaungi, batang tanaman jagung menjadi kurus dan tongkol ringan sehingga produksi cenderung menurun (Wakman dan Burhanuddin, 2007). Tanaman jagung sangat membutuhkan intensitas cahaya matahari yang cukup untuk berfotosintesis dan berproduksi karena tanpa intensitas cahaya yang cukup maka bunga tidak dapat berhasil menjadi buah (Rochani, 2003).

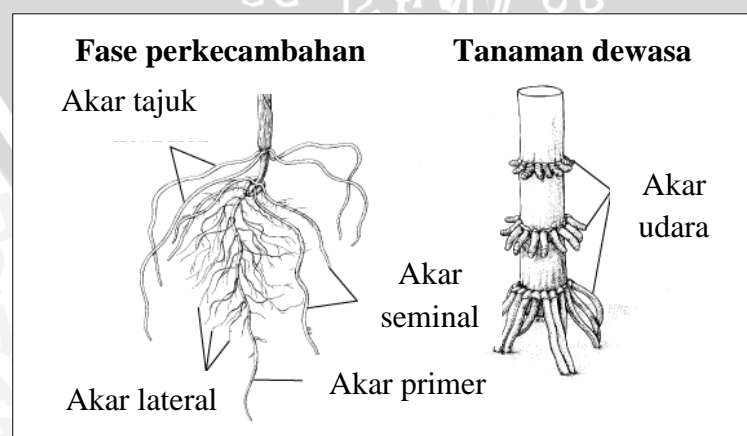
Curah hujan optimal yang dikehendaki untuk tanaman jagung antara 85-100 mm/bulan merata sepanjang pertumbuhan tanaman. Pada fase pembungaan dan pengisian biji, tanaman jagung perlu mendapatkan cukup air (Wakman dan

Burhanuddin, 2007). Sehingga, curah hujan tahunan yang diperlukan tanaman jagung 250-10.000 mm (Suprpto dan Marzuki, 2002).

Tanah bertekstur lempung atau liat berdebu (latosol) merupakan jenis tanah terbaik untuk pertumbuhan tanaman jagung. Tanaman jagung akan tumbuh dengan baik pada tanah yang subur, gembur, dan kaya humus. Keasaman tanah berhubungan dengan ketersediaan unsur hara tanaman. Keasaman tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman jagung antara 5,6-7,5. Pada tanah yang memiliki pH kurang dari 5,5 maka tanaman jagung tidak bisa tumbuh maksimal karena keracunan ion aluminium (Purwono dan Rudi, 2007). Derajat keasaman tanah dipengaruhi oleh jumlah kandungan unsur kimia dalam tanah serta kadar air dalam tanah tersebut. Daerah yang cenderung basah dan banyak humus menyebabkan tanah cenderung bersifat asam sedangkan tanah yang kering berkapur dengan kadar air yang sedikit akan lebih bersifat basa (Rochani, 2003).

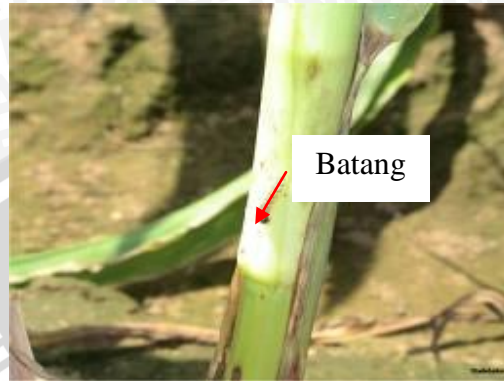
2.2 Morfologi Jagung

Jagung termasuk tanaman berakar serabut yang terdiri dari tiga tipe akar, yaitu: akar seminal, akar adventif, dan akar udara. Akar seminal tumbuh dari radikula dan embrio. Akar adventif disebut juga akar tunjang. Akar ini tumbuh dari buku yang paling bawah yaitu sekitar 4 cm dibawah permukaan tanah sedangkan akar udara adalah akar yang keluar dari dua atau lebih buku terbawah dekat permukaan tanah. Perkembangan akar jagung, tergantung dari: varietas, kesuburan tanah, dan keadaan air tanah (Purwono dan Rudi, 2007).



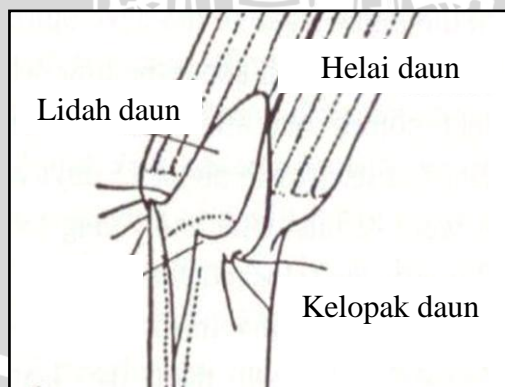
Gambar 1. Akar Jagung (Anonymous, 2013_a)

Batang jagung tidak bercabang, berbentuk silinder serta terdiri dari beberapa ruas dan buku ruas. Pada buku ruas akan muncul tunas yang berkembang menjadi tongkol. Tinggi batang berkisar 60-300 cm jagung tergantung varietas dan tempat penanaman (Purwono dan Rudi, 2007).



Gambar 2. Batang Jagung (Anonymous, 2013_b)

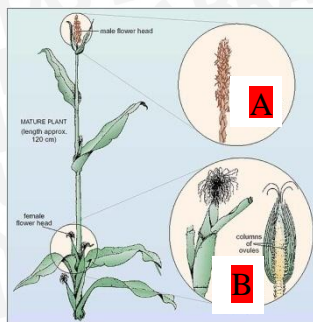
Setiap daun terdiri atas helaian daun, ligula, dan pelepah daun yang erat melekat pada batang. Jumlah daun sama dengan jumlah buku batang. Jumlah daun berkisar antara 10-18 helai, rata-rata muncul daun yang terbuka sempurna adalah 3-4 hari setiap daun (Subekti *et al.*, 2008). Daun tanaman jagung mampu berkembang hingga 20-21 helai daun, walaupun jagung memproduksi 20 helai daun namun hanya 14-15 saja yang menyelesaikan stadia vegetatif (Farnham, Benson and Pearce, 2003).



Gambar 3. Daun Jagung (Anonymous, 2013_c)

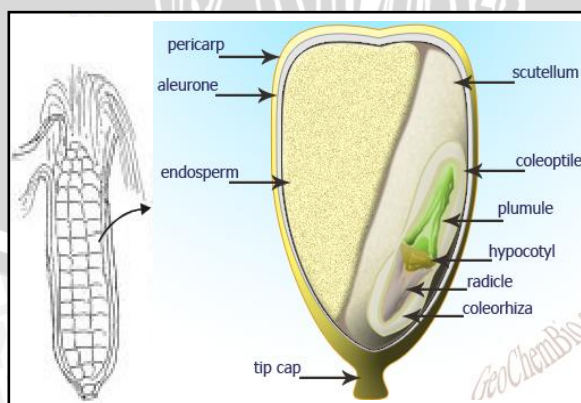
Jagung disebut juga tanaman berumah satu (*monoeciuous*) karena bunga jantan dan betina terdapat dalam satu tanaman. Bunga betina yaitu tongkol yang muncul dari *axillary apices* tajuk. Bunga jantan (*tassel*) berkembang dari titik

tumbuh apikal di ujung tanaman. Pada tahap awal, kedua bunga memiliki primordia bunga biseksual. Selama proses perkembangan, primordial stamen pada axillary bunga tidak berkembang dan menjadi bunga betina serta primordia ginaecium pada apikal bunga tidak berkembang dan menjadi bunga jantan (Paliwal, 2000). Bunga jantan (*staminate*) berbentuk malai (*tassel*) yang terletak di ujung batang tanaman bagian atas dengan banyak anak bunga (*spikelet*) yang berpasangan. Kepala sari (*antera*) berjumlah tiga buah dan terbungkus oleh sekam kelopak (*glumae*), sekam tajuk atas (*palea*), sekam tajuk bawah (*lemma*). Malai ada yang bercabang banyak dan ada yang tidak bercabang (Purwono dan Rudi, 2007). Serbuk sari (*pollen*) adalah trinukleat. Pollen memiliki sel vegetatif, dua gamet jantan dan mengandung bijian pati. Dinding tebal serbuk sari cukup keras yang terbentuk dari dua lapisan yaitu *exine* (bagian luar) dan *intin* (bagian dalam). Perbedaan perkembangan bunga pada spikelet jantan yang terletak di atas dan bawah serta ketidaksinkronan kematangan spike maka pollen pecah secara kontinu dari tiap tassel dalam tempo seminggu atau lebih. Rambut jagung (*silk*) adalah pemanjangan dari saluran *stylar ovary* yang matang pada tongkol. Rambut jagung tumbuh dengan panjang hingga 30,5 cm atau lebih sehingga keluar dari ujung kelobot. Panjang rambut jagung bergantung pada panjang tongkol dan kelobot. Tanaman jagung adalah protandry yang sebagian besar varietas, bunga jantan muncul (*anthesis*) 1-3 hari sebelum rambut bunga betina muncul (*silking*). Serbuk sari (*pollen*) terlepas mulai dari spikelet yang terletak pada spike yang di tengah 2-3 cm dari ujung malai (*tassel*) kemudian turun ke bawah. Satu bulir anther melepas 15-30 juta serbuk sari. Serbuk sari sangat ringan dan jatuh karena gravitasi atau tertiuip angin sehingga terjadi penyerbukan silang. Pada keadaan tercekam karena kekurangan air, kemunculan rambut tongkol kemungkinan tertunda sedangkan kemunculan malai tidak terpengaruh. Interval antara muncul bunga betina dan bunga jantan (*anthesis silking interval*, ASI) adalah hal yang sangat penting. ASI yang kecil menunjukkan terdapat sinkronisasi pembungaan yang berarti peluang terjadi penyerbukan sempurna sangat besar. Semakin besar nilai ASI semakin kecil sinkronisasi pembungaan dan penyerbukan terhambat sehingga menurunkan hasil (Subekti *et al.*, 2008).



Gambar 4. Bunga Jagung: (A) Bunga jantan, (B) Bunga betina (Anonymous, 2013_d)

Biji jagung terletak dan berkembang pada tongkol jagung. Letak biji jagung dibagi menjadi 3 tempat, yaitu: 20% bagian pangkal, 60% bagian tengah dan 20% bagian ujung tongkol. Biji yang digunakan sebagai benih pada bagian tengah yaitu sekitar 60% dan pada bagian pangkal serta ujung masing-masing 20% dijadikan sebagai bahan konsumsi (Warisno, 1998). Biji dari sebuah tongkol jagung memiliki ukuran, bobot dan bentuk yang bervariasi. Keragaman ini disebabkan waktu fertilisasi yang bergantung pada posisi biji di tongkol. Biji yang berada di sekitar 1 atau 2 inci dari pangkal adalah yang pertama kali terbentuk. Pembentukan biji akan berlanjut hingga ujung tongkol. Biji pada ujung tongkol baru terbentuk 4-6 hari setelah biji pada pangkal terbentuk. Pada tanaman jagung, bobot benih jagung berkorelasi dengan ukuran benih. Benih berukuran besar dengan bobot 1000 biji yaitu 283,87 - 298,83 g sedangkan benih yang berukuran kecil mempunyai bobot yaitu 219,20 - 239,17 g (Arief dan Saenong, 2003).



Gambar 5. Biji Jagung (Anonymous, 2013_e)

2.3 Pemuliaan Tanaman Jagung

Jagung berasal dari Amerika yang ditemukan pertama kali di Meksiko. Karakteristik yang selalu ditingkatkan adalah ukuran dan produktivitas. Peningkatan ukuran dan produktivitas dapat dilakukan dengan program pemuliaan tanaman (Poehlman dan Borthakur, 1969).

Komposisi genetik jagung sangat dinamis karena cara penyerbukan yang silang. Fiksasi gen-gen unggul (*favorable genes*) pada genotip yang homozigot akan berakibat silang dalam (*inbreeding depression*) yang menghasilkan tanaman kerdil dan daya hasil rendah. Tanaman yang vigor, tumbuh cepat, subur dan hasil tinggi justru diperoleh dari tanaman yang komposisi genetik heterozigot. Shull yang pertama kali menemukan bahwa silangan sendiri tanaman jagung mengakibatkan *inbreeding depression* dan silangan dua tetua yang homozigot menghasilkan F1 yang sangat vigor (Takdir, Sunarti dan Mejaya, 2007).

Jagung dapat dibedakan berdasarkan komposisi genetik yaitu jagung hibrida dan jagung bersari bebas. Jagung hibrida mempunyai komposisi genetik yang heterozigot homogenous sedangkan jagung bersari bebas memiliki komposisi genetik heterozigot heterogenous. Kelompok genotip dengan karakteristik yang spesifik, seragam dan stabil disebut sebagai varietas atau kultivar yaitu kelompok genotip dengan sifat-sifat tertentu yang dirakit oleh pemulia jagung (Iriany, Yasin, dan Takdir, 2007).

Jagung merupakan tanaman menyerbuk silang. Jika penyerbukan tidak terkontrol maka akan menghasilkan jagung *open pollinated*. Jagung jenis ini memiliki variabilitas genetik yang sangat tinggi karena genetik yang heterozigot dan menyerbuk secara bebas. Secara fenotipik jagung jenis ini memiliki penampakan bervariasi karena genotip yang berbeda. Penyerbukan secara terencana dapat menghasilkan jenis jagung hibrida. Jagung ini adalah keturunan pertama F1 dari dua tetua galur murni (*inbred lines*) yang memiliki genotip yang sama sehingga penampakan secara fenotip seragam (Poehlman dan Borthakur, 1969).

Persilangan dua tetua homozigot atau disebut galur murni menghasilkan jagung hibrida yang lebih baik dibanding tetuanya sehingga muncul teori heterosis. Definisi heterosis menurut Shull (1948) adalah peningkatan ukuran,

hasil, vigoritas dan lain-lain. Hal ini diperkuat oleh Puslitbangtan (2007) bahwa jagung hibrida berpotensi hasil lebih tinggi jika dibandingkan dengan jagung bersari bebas karena memiliki gen dominan yang favorable untuk berproduksi tinggi. Kelebihan jagung hibrida, yaitu: lebih tahan terhadap hama penyakit, lebih tanggap terhadap pemupukan, penampakan tanaman dan tongkol lebih seragam, jumlah biji lebih banyak, serta bobot biji lebih tinggi.

Langkah pembentukan varietas hibrida, yaitu: 1) membentuk galur inbrida, secara normal dengan melakukan beberapa generasi silang dalam (*inbreeding*) pada spesies tanaman menyerbuk silang, 2) penilaian galur inbreed berdasarkan uji daya gabung umum dan daya gabung khusus untuk menentukan kombinasi varietas hibrida, 3) menyilangkan pasangan galur murni yang tidak berkerabat untuk membentuk varietas hibrida F_1 . Jenis jagung hibrida berdasarkan persilangan, yaitu: jagung hibrida silang puncak, silang tunggal, modifikasi silang tunggal, silang tiga jalur dan silang ganda. Hibrida silang ganda memiliki hasil lebih rendah dan fenotip tanaman kurang seragam dibanding silang tunggal. Hibrida silang tunggal memiliki hasil dan daya adaptasi lingkungan yang tinggi. Hibrida silang tiga jalur dan modifikasi silang tunggal lebih banyak dipasarkan. Perakitan hibrida silang ganda memerlukan dua hibrida silang tunggal dari empat galur inbrida yang berbeda dan hasil yang tinggi. Berbeda dengan pembentukan hibrida silang ganda, hibrida silang tiga jalur memerlukan satu hibrida silang tunggal dan satu inbrida. Jagung hibrida yang berasal dari silang tunggal (*single cross*) memiliki tingkat heterosis yang tinggi. Selain itu, memiliki korelasi yang kuat antara karakter hasil dan komponen hasil (Sujiprihati, 1996). Namun, mempunyai interaksi genotip dengan lingkungan yang lebih besar dari silang ganda maupun silang tiga jalur dan benih hasil silang tunggal sedikit karena produktivitas galur inbrida yang rendah dan harga benih menjadi lebih mahal (Takdir *et al.*, 2007).

2.4 Hibridisasi Tanaman Jagung

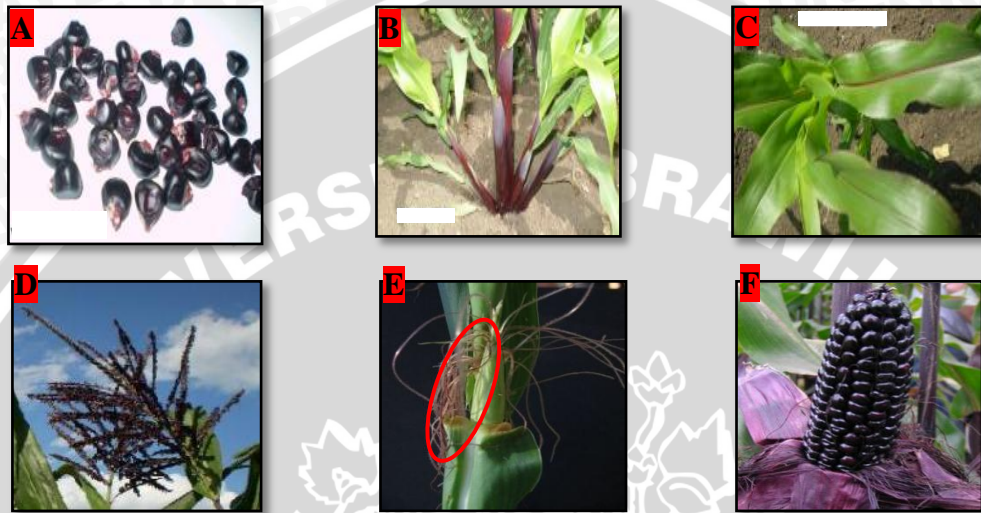
Hibridisasi merupakan persilangan atau perkawinan antara tetua yang memiliki susunan genetik berbeda. Proses persilangan antar individu dari spesies yang berbeda disebut persilangan interspesifik sedangkan individu genetik berbeda dari spesies yang sama disebut persilangan intraspesifik. Penyerbukan pada tanaman sendiri, hibridisasi merupakan langkah awal pada program pemuliaan setelah dilakukan pemilihan tetua. Program pemuliaan tanaman menyerbuk sendiri dimulai dengan menyilangkan dua tetua homozigot yang berbeda genotip. Pada tanaman menyerbuk silang, secara umum hibridisasi digunakan untuk menguji potensi tetua atau pengujian ketegaran hibrida dalam rangka pembentukan varietas hibrida. Selain itu, hibridisasi juga dimaksudkan untuk memperluas keragaman (Kusnadi, 2000).

Penyerbukan pada jagung terjadi bila serbuk sari dari bunga jantan menempel pada rambut tongkol. Hampir 95% dari persarian tersebut berasal dari serbuk sari tanaman lain dan hanya 5% yang berasal dari serbuk sari tanaman sendiri. Oleh karena itu, tanaman jagung disebut tanaman bersari silang (*cross pollinated crop*) yang sebagian besar dari serbuk sari berasal dari tanaman lain. Serbuk sari yang terlepas berlangsung 3-6 hari bergantung pada varietas, suhu dan kelembaban. Rambut tongkol tetap reseptif dalam 3-8 hari. Serbuk sari masih tetap hidup (*viable*) dalam 4-16 jam sesudah terlepas (*shedding*). Penyerbukan selesai dalam 24-36 jam dan biji mulai terbentuk sesudah 10-15 hari. Setelah penyerbukan, warna rambut tongkol berubah menjadi coklat dan kemudian kering (Subekti *et al.*, 2008).

2.5 Jagung Ungu (*Zea mays amylacea*)

Jagung ungu dikelompokkan ke dalam jenis *flour corn*, *soft corn*, atau *squaw corn* yaitu jagung yang hampir seluruh endosperm memiliki pati yang lunak dan mudah dibuat tepung. Jagung ungu memiliki biji dengan warna bersinar, tebal dan keras serta zat tepung lunak tetapi ukuran biji (*kernel*) tidak lebih besar dibandingkan dengan biji yaitu hampir 2,5 cm (Anonymous, 2013_d).

Pada kernel jagung ungu, senyawa antosianin ditemukan dalam bentuk cyanidin dan malvidin (Moreno, Sánchez, Hernández dan Lobato, 2005). Warna jagung ungu dapat mengurangi karsinogenesis sehingga dengan cara ini maka antosianin tidak hanya sebagai pewarna makanan tetapi juga sebagai bahan makanan kesehatan (Aoki, Kuze dan Kato, 2002).



Gambar 6. Penampilan Jagung Ungu: (A) Biji, (B) Batang, (C) Daun, (D) Bunga jantan, (E) Bunga betina, (F) Tongkol (Anonymous, 2013_f)

2.6 Jagung Manis (*Zea mays saccharata*)

Menurut Leonard dan Martin (1963) bahwa jagung manis sedikit lebih pendek dibandingkan dengan jagung biasa. Menurut Koswara (1986), sifat manis pada jagung manis disebabkan oleh gen su-1 (sugary), bt-2 (brittle) ataupun sh-2 (shrunken). Gen ini dapat mencegah pengubahan gula menjadi zat pati pada endosperm sehingga jumlah gula yang ada sekitar dua kali lebih banyak dibandingkan dengan jagung biasa.

Perbedaan antara jagung manis dan jagung biasa adalah pada warna bunga jantan, bunga betina dan penampilan biji. Bunga jantan jagung manis berwarna putih sedangkan jagung biasa kuning kecoklatan. Rambut jagung manis berwarna putih sedangkan jagung biasa berwarna merah. Jagung manis mengandung lebih banyak gula dan endosperm daripada jagung biasa serta pada proses pematangan kadar gula yang tinggi menyebabkan biji keriput. Keadaan keriput inilah yang

membedakan dengan biji jagung biasa. Pada jagung manis berumur lebih genjah dan memiliki tongkol lebih kecil dibandingkan jagung biasa. Tongkol jagung memiliki 2 atau 3 pasang daun yang tumbuh di sisi kiri dan kanan yang merupakan perpanjangan klobot (kulit buah). Tongkol sudah siap dipanen ketika tanaman berumur antara 60-70 hari (Nobel dan Andrizal, 2003).



Gambar 7. Penampilan Jagung Manis: (A) Bunga jantan, (B) Bunga betina, (C) Biji (Anonymous, 2013_g)

2.7 Jagung Ketan (*Zea mays ceratina*)

Jagung ketan memiliki karakteristik berumur 50-80 hari, tinggi tanaman 135-150 cm, tongkol kecil dan pendek serta warna biji putih dan biji berbentuk semi mutiara (Saharuddin dan Nirwana, 2008). Jagung ketan memiliki memiliki rasa manis, pulen, penampilan menarik dan aroma khas yang tidak dimiliki jagung lain (Mahendradatta dan Tawali, 2008).

Jagung ketan (*waxy corn*) memiliki 100% amilopektin sedangkan jagung normal mengandung amilopektin 75% dan 25% amilosa. Amilopektin adalah bentuk pati yang terdiri dari sub unit glukosa bercabang sedangkan amilosa terdiri dari molekul glukosa tidak bercabang. Jagung ketan ditemukan di Cina pada tahun 1908 yang mempunyai sifat lilin (*waxy*) dan dikendalikan oleh gen resesif tunggal yaitu gen *wx* (Widowati, Santosa dan Suarni, 2005).



Gambar 8. Penampilan Jagung Ketan: (A) Biji, (B) Tongkol (Anonymous, 2013_h)

Jagung ketan merupakan jagung lokal yang mempunyai potensi hasil rendah yaitu kurang dari 2 ton ha⁻¹, tongkol berukuran kecil dengan diameter 10-12 mm dan sangat peka penyakit bulai serta jagung yang ada di tingkat petani merupakan jagung lokal yang bebas menyerbuk antar tanaman (Iriany, Takdir, Nuning, Isanaini dan Dahlan, 2006).

2.8 Jagung Ketan Manis (*Zea mays* L.)

Jagung ketan manis merupakan hasil perkawinan silang antara jagung manis dengan jagung ketan. Jagung ketan manis ini memiliki karakteristik sebagai berikut: warna buah/biji kuning, rasa ketan dan manis, buah dapat dikonsumsi saat muda dan tua, tahan terhadap hama dan penyakit, umur pendek yaitu 50-80 hari, tidak mudah rebah karena memiliki batang yang kuat serta tahan terhadap kekeringan. Tanaman jagung ketan manis memiliki tinggi tanaman sekitar 145-150 cm. Tongkol pada tanaman jagung ketan manis memiliki ukuran yang besar dan panjang dengan ukuran 60-75 cm. Sifat-sifat yang diturunkan dari hasil persilangan jagung manis dengan jagung ketan lebih dominan diwarisi oleh jagung ketan yaitu dari 15 deskripsi terdapat 8 sifat yang diturunkan dari jagung ketan serta 2 sifat diturunkan oleh jagung manis yaitu warna biji dan ukuran tongkol (Saharuddin dan Nirwana, 2008).

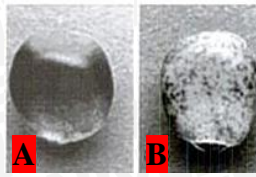


Gambar 9. Penampilan Jagung Ketan Manis pada Tongkol (Saharuddin dan Nirwana, 2008)

2.9 Efek Xenia

Jagung tergolong tanaman yang menyerbuk silang. Sifat inilah yang mengakibatkan sering ditemukan tongkol jagung yang memiliki warna biji bervariasi yang dikenal dengan istilah efek xenia (Purnomo dan Purnamawati, 2007). Xenia adalah pengaruh langsung dari serbuk sari di endosperma karena terjadi pembuahan ganda dalam biji tanaman (Gardner, 1968). Xenia telah dimanfaatkan sebagai teknologi untuk menghasilkan biji jagung dengan kadar minyak tinggi. Selain itu, efek xenia ini juga dapat digunakan untuk meningkatkan kadar protein dalam biji jagung. Efek xenia dapat diartikan sebagai efek pollen dari tetua jantan pada persilangan jantan dengan betina yang berkembang pada biji (Bullant dan Gallais, 1998).

Xenia merupakan gejala genetik berupa pengaruh langsung serbuk sari (*pollen*) pada fenotip biji dan buah yang dihasilkan tetua betina. Pada pewarisan sifat hukum Mendel, ekspresi dari gen yang dibawa tetua jantan dan tetua betina diasumsikan baru diekspresikan pada generasi berikutnya. Namun, adanya efek xenia maka ekspresi gen yang dibawa tetua jantan secara dini sudah diekspresikan pada organ tetua betina (buah), embrio, dan/atau endosperm (Denney, 1992). Xenia sangat terkenal di jagung, endosperm dapat menunjukkan berbagai warna tergantung asal-usul serbuk sari. Persilangan antar tanaman jagung yang berbeda warna biji menyebabkan munculnya variasi warna biji jagung yang disebabkan oleh adanya bagian dari kromosom yang berpindah-pindah. Bagian dari kromosom tersebut pindah dari satu tempat ke tempat lain pada kromosom yang sama atau pindah dari satu kromosom ke kromosom lainnya. Bagian dari kromosom yang dapat berpindah tempat disebut transposon. Transposon merupakan adanya gejala mekanisme pada xenia. Apabila kromosom transposon berpindah tempat ke rangkaian gen penanggung jawab warna maka akan menghambat produksi pigmen warna dari sel yang bersangkutan. Suatu gen warna hitam disisipi transposon maka ekspresi warna hitam terganggu maka penampilan warna yang keluar pucat atau bahkan putih. Gangguan ini bersifat lokal yaitu hanya terjadi pada sel dan duplikat sel yang mengandung transposon. Akibatnya, muncul warna bercak-bercak yang tidak teratur (Tjahjoleksono, 2013 dan Sevilla, 2010)



Gambar 10. Penampilan Biji Jagung: (A) Normal dan (B) Mengalami transposon (Setiowati dan Furqonita, 2007)

Xenia bukan merupakan penyimpangan dari Hukum Pewarisan Mendel melainkan konsekuensi langsung dari pembuahan ganda (*double fertilization*) yang terjadi pada tumbuhan berbunga dan proses perkembangan embrio tumbuhan hingga biji masak. Hasil peleburan gamet jantan (n) dengan sel telur (n) adalah zigot yang kemudian berkembang menjadi embrio ($2n$). Hasil peleburan gamet jantan (n) dengan inti kandung lembaga sekunder ($2n$) akan membentuk endosperm ($3n$). Persilangan buatan dilakukan dengan cara menyerbuki tongkol tanaman sesuai dengan perlakuan tertentu yang sudah ditentukan kemudian tongkol yang telah diserbuki ditutup dengan kantong khusus untuk melindungi dari penyerbukan oleh tepung sari bunga lain. Hasil persilangan dengan jumlah biji yang banyak merupakan pertanda bahwa kedua tetua persilangan tersebut mempunyai tingkat kompatibilitas yang baik. Varietas-varietas jagung yang ada di Indonesia memiliki sifat biji yang keras karena dikembangkan dalam rangka proteksi terhadap serangan hama penyakit. Varietas sejenis ini memiliki karakteristik kandungan protein yang rendah karena tidak memiliki *opaque-2* yang mengendalikan kadar protein. Kandungan protein terbesar pada biji jagung terdapat pada lapisan aleuron. Lapisan aleuron adalah lapisan yang membungkus endosperm. Endosperm biji jagung sebagian besar mengandung pati tetapi pada jagung yang mengandung lebih banyak protein daripada pati akan menyebabkan biji menjadi lunak. Komposisi dari zat pati dan protein dalam biji jagung ini berbeda-beda sesuai dengan varietas. Efek xenia mempengaruhi secara nyata pada karakter kuantitatif berupa kadar protein sedangkan karakter kualitatif berpengaruh terhadap warna biji, bentuk biji dan kekerasan biji (Wijaya, Fasti dan Zulvica, 2007). Selain itu, efek xenia dalam persilangan jagung pada beberapa penelitian menunjukkan keuntungan pada panjang, lingkaran tongkol dan berat biji kering (Pahlavani dan Abolhasani, 2006).