

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Jagung Manis

Tanaman jagung manis merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Berasal dari Amerika yang tersebar ke Asia dan Afrika melalui kegiatan bisnis orang-orang Eropa ke Amerika. Sekitar abad ke-16 orang Portugal menyebarkan ke Asia termasuk Indonesia. Orang Belanda menamakannya *mais* dan orang Inggris menamakannya *corn*.

Jagung manis mulanya berkembang dari tipe jagung *dent* (tipe gigi kuda) dan tipe jagung *flint* (tipe mutiara). Jagung manis mengandung lebih banyak gula pada endospermnya, sehingga pada proses pematangan kadar gula tinggi menyebabkan biji menjadi keriput (Koswara, 1983). Pada varietas jagung manis terdapat suatu gen resesif yang mencegah perubahan gula menjadi pati (Purseglove, 1992). Gen yang sudah umum digunakan adalah su_2 (*standard sugary*) dan sh_2 (*shrunken*). Gen su_2 merupakan gen standar, sedangkan gen sh_2 menyebabkan rasa lebih manis dan dapat bertahan lebih lama atau disebut *supersweet*. Apabila kedua gen berada dalam satu genotipe maka disebut *sugary supersweet*. Menurut Alexander dan Creech (1977), kandungan gula pada biji yang masak berbeda pada setiap kultivar jagung manis, bergantung pada derajat kerutannya. Kerutan yang dalam lebih banyak mengandung gula dibandingkan kerutan yang dangkal.

2.2 Botani Tanaman Jagung Manis

Menurut Suparyono (1994), sistematika dari tanaman jagung manis yakni, berasal dari Kingdom Plantae, Divisi Spermatophyta, Sub Divisi Angiospermae, Class Monocotyledone, Ordo Graminales, Family Graminaceae, Genus *Zea*, Species *Zea mays* L *Saccharata*.

2.3 Morfologi Tanaman Jagung Manis

2.3.1 Sistem Perakaran

Jagung mempunyai akar serabut dengan tiga macam akar, yaitu akar seminal, akar adventif, dan 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 (Iriany, dan Takdir, 2007).

Perkembangan akar jagung (kedalaman dan penyebarannya) bergantung pada varietas, pengolahan tanah, fisik dan kimia tanah, keadaan air tanah, dan pemupukan. Akar jagung dapat dijadikan indikator toleransi tanaman terhadap cekaman aluminium. Tanaman yang toleran aluminium, tudung akarnya terpotong dan tidak mempunyai bulu-bulu akar (Syafuruddin 2002). Pemupukan nitrogen dengan takaran berbeda menyebabkan perbedaan perkembangan (*plasticity*) sistem perakaran jagung (Smith *et al.* 1995).

2.3.2 Batang dan Daun

Tanaman jagung mempunyai batang tunggal, meski terdapat kemungkinan munculnya cabang anakan pada beberapa genotipe dan lingkungan tertentu, 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* (Paliwal, 2000). Terdapat variasi ketebalan kulit antar genotipe yang dapat digunakan untuk seleksi toleransi tanaman terhadap rebah batang. Setelah koleoptil muncul di atas permukaan tanah, daun jagung mulai terbuka. 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*) (Tracy, 1994).

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. 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 (Palungkung *et al*, 1991).

2.3.3 Bunga

Jagung disebut juga tanaman berumah satu (*monoeciuous*) karena bunga jantan dan betinanya terdapat dalam satu tanaman. Bunga betina, tongkol, 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 stament* pada *axillary* bunga tidak berkembang dan menjadi bunga betina. Demikian pula halnya *primordia ginaecium* pada apikal bunga, tidak berkembang dan menjadi bunga jantan (Palliwal, 2000). Serbuk sari (*pollen*) adalah trinukleat. *Pollen* memiliki sel vegetatif, dua gamet jantan dan mengandung butiran-butiran pati. Dinding tebalnya terbentuk dari dua lapisan, *exine* dan *intin*, dan cukup keras. Karena adanya perbedaan perkembangan bunga pada *spikelet* jantan yang terletak di atas dan bawah dan ketidaksinkronan matangnya *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. Warna bunga jagung manis sangat berbeda dengan jagung biasa, terlihat pada warna bunga jantan dan bunga betina. Malai jagung manis berwarna putih, sedangkan malai jagung biasa berwarna kuning kecoklatan. Rambut jagung manis berwarna putih sampai kuning keemasan, sedangkan pada jagung biasa berwarna kemerahan (Tracy, 1994).

Tanaman jagung adalah *protandry*, di mana pada sebagian besar varietas, bunga jantannya 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. Dalam keadaan tercekam (stress) karena kekurangan air, keluarnya rambut tongkol

kemungkinan tertunda sedangkan keluarnya malai tidak terpengaruh (Suparyono, 1994).

Interval antara keluarnya bunga betina dan bunga jantan (*anthesis silking interval*, ASI) adalah hal yang sangat penting. ASI yang kecil menunjukkan terdapat sinkronisasi pembungaan, yang berarti peluang terjadinya penyerbukan sempurna sangat besar. Semakin besar nilai ASI semakin kecil sinkronisasi pembungaan dan penyerbukan terhambat sehingga menurunkan hasil. Cekaman abiotis. Umumnya mempengaruhi nilai ASI, seperti pada cekaman kekeringan dan temperatur tinggi. Penyerbukan pada jagung terjadi bila serbuk sari dari bunga jantan menempel pada rambut tongkol (Palungkung *et al*, 1991.).

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*), di mana sebagian besar dari serbuk sari berasal dari tanaman lain. Terlepasnya serbuk sari 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. (Vasal, 1994)

2.3.4 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 ovarium atau *perikarp* menyatu dengan kulit biji atau *testa*, membentuk dinding buah. Biji jagung terdiri atas tiga bagian utama, yaitu *pericarp*, berupa lapisan luar yang tipis, berfungsi mencegah embrio dari organisme pengganggu dan kehilangan air, *endosperm*, sebagai cadangan makanan, mencapai 75% dari bobot biji yang mengandung 90% pati dan 10% protein, mineral, minyak, dan lainnya, dan 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). Menurut Koswara (1986), sifat manis pada jagung manis disebabkan oleh adanya gen *su-1* (*sugary*), *bt-2* (*brittle*) ataupun *sh-2* (*shrunk*). Gen ini dapat mencegah pengubah gula menjadi zat pati pada endosperm sehingga jumlah gula yang ada kira-kira dua kali lebih banyak dibanding jagung biasa.

2.4 Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis

Secara umum jagung mempunyai pola pertumbuhan yang sama, namun interval waktu antar tahap pertumbuhan dan jumlah daun yang berkembang dapat berbeda. Pertumbuhan jagung dapat dikelompokkan ke dalam tiga tahap yaitu (1) fase perkecambahan, saat proses imbibisi air yang ditandai dengan pembengkakan biji sampai dengan sebelum munculnya daun pertama; (2) fase pertumbuhan vegetatif, yaitu fase mulai munculnya daun pertama yang terbuka sempurna sampai *tasseling* dan sebelum keluarnya bunga betina (*silking*), fase ini diidentifikasi dengan jumlah daun yang terbentuk; dan (3) fase reproduktif, yaitu fase pertumbuhan setelah *silking* sampai masak fisiologis. Perkecambahan benih jagung terjadi ketika radikula muncul dari kulit biji. Benih jagung akan berkecambah jika kadar air benih pada saat di dalam tanah meningkat >30% (McWilliams *et al*, 1999).

Proses perkecambahan benih jagung, mula-mula benih menyerap air melalui proses imbibisi dan benih membengkak yang diikuti oleh kenaikan aktivitas enzim dan respirasi yang tinggi. Perubahan awal sebagian besar adalah

katabolisme pati, lemak, dan protein yang tersimpan dihidrolisis menjadi zat-zat yang berpindah, gula, asam-asam lemak, dan asam amino yang dapat diangkut ke bagian embrio yang tumbuh aktif. Pada awal perkecambahan, koleoriza memanjang menembus perikarp, kemudian radikel menembus koleoriza. Setelah radikel muncul, kemudian empat akar seminal lateral juga muncul. Pada waktu yang sama atau sesaat kemudian plumula tertutupi oleh koleoptil. Koleoptil terdorong ke atas oleh pemanjangan mesokotil, yang mendorong koleoptil ke permukaan tanah. Mesokotil berperan penting dalam pemunculan kecambah ke atas tanah. Ketika ujung koleoptil muncul ke luar permukaan tanah, pemanjangan mesokotil berhenti dan plumul muncul dari koleoptil dan menembus permukaan tanah (Iriany dan Takdir, 2007).

Benih jagung umumnya ditanam pada kedalaman 5-8 cm. Bila kelembaban tepat, pemunculan kecambah seragam dalam 4-5 hari setelah tanam. Semakin dalam lubang tanam semakin lama pemunculan kecambah ke atas permukaan tanah. Pada kondisi lingkungan yang lembab, tahap pemunculan berlangsung 4-5 hari setelah tanam, namun pada kondisi yang dingin atau kering, pemunculan tanaman dapat berlangsung hingga dua minggu setelah tanam atau lebih. Keseragaman perkecambahan sangat penting untuk mendapatkan hasil yang tinggi. Perkecambahan tidak seragam jika daya tumbuh benih rendah. Tanaman yang terlambat tumbuh akan ternaungi dan gulma lebih bersaing dengan tanaman, akibatnya tanaman yang terlambat tumbuh tidak normal dan tongkolnya relatif lebih kecil dibanding tanaman yang tumbuh lebih awal dan seragam (Suparyono, 1994). Setelah perkecambahan, pertumbuhan jagung melewati beberapa fase berikut:

2.4.1 Fase V3-V5 (Jumlah Daun yang Terbuka Sempurna 3-5)

Fase ini berlangsung pada saat tanaman berumur antara 10-18 hari setelah berkecambah. Pada fase ini akar seminal sudah mulai berhenti tumbuh, akar nodul sudah mulai aktif, dan titik tumbuh di bawah permukaan tanah. Suhu tanah sangat mempengaruhi titik tumbuh. Suhu rendah akan memperlambat keluar daun, meningkatkan jumlah daun, dan menunda terbentuknya bunga jantan (McWilliams *et al.* 1999).

2.4.2 Fase V6-V10 (Jumlah Daun Terbuka Sempurna 6-10)

Fase ini berlangsung pada saat tanaman berumur antara 18-35 hari setelah berkecambah. Titik tumbuh sudah di atas permukaan tanah, perkembangan akar dan penyebarannya di tanah sangat cepat, dan pemanjangan batang meningkat dengan cepat. Pada fase ini bakal bunga jantan (*tassel*) dan perkembangan tongkol dimulai (Lee, 2007). Tanaman mulai menyerap hara dalam jumlah yang lebih banyak, karena itu pemupukan pada fase ini diperlukan untuk mencukupi kebutuhan hara bagi tanaman (McWilliams *et al.* 1999).

2.4.3 Fase V11-Vn (Jumlah Daun Terbuka Sempurna 11 sampai daun Terakhir)

Fase ini berlangsung pada saat tanaman berumur antara 33-50 hari setelah berkecambah. Tanaman tumbuh dengan cepat dan akumulasi bahan kering meningkat dengan cepat pula. Kebutuhan hara dan air relatif sangat tinggi untuk mendukung laju pertumbuhan tanaman. Tanaman sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan dan kekurangan hara. 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. Kekeringan pada fase ini juga akan memperlambat munculnya bunga betina (*silking*) (McWilliams *et al.* 1999).

2.4.4 Fase Tasseling (Berbunga Jantan)

Fase tasseling biasanya berkisar antara 45-52 hari, ditandai oleh adanya cabang terakhir dari bunga jantan sebelum kemunculan bunga betina (*silks*/ rambut tongkol). Tahap VT dimulai 2-3 hari sebelum rambut tongkol muncul, di mana pada periode ini tinggi tanaman hampir mencapai maksimum dan mulai menyebarkan serbuk sari (*pollen*). Pada fase ini dihasilkan biomas maksimum dari bagian vegetatif tanaman, yaitu sekitar 50% dari total bobot kering tanaman, penyerapan N, P, dan K oleh tanaman masing-masing 60- 70%, 50%, dan 80-90% (Subekti *et al.*, 2007).

2.4.5 Fase R1 (Silking)

Tahap silking diawali oleh munculnya rambut dari dalam tongkol yang terbungkus kelobot, biasanya mulai 2-3 hari setelah *tasseling*. 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 (*ovule*), di mana pembuahan (*fertilization*) 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. Bakal biji hasil pembuahan tumbuh dalam suatu struktur tongkol dengan dilindungi oleh tiga bagian penting biji, yaitu *glume*, *lemma*, dan *palea*, serta memiliki warna putih pada bagian luar biji. Bagian dalam biji berwarna bening dan mengandung sangat sedikit cairan. Pada tahap ini, apabila biji dibelah dengan menggunakan silet, belum terlihat struktur embrio di dalamnya. Serapan N dan P sangat cepat, dan K hampir komplet (Lee, 2007).

2.4.6 Fase R2 (Blister)

Fase R2 muncul sekitar 10-14 hari setelah silking, rambut tongkol sudah kering dan berwarna gelap. Ukuran tongkol, kelobot, dan janggol hampir sempurna, biji sudah mulai nampak dan berwarna putih melepuh, pati mulai diakumulasi ke endosperm, kadar air biji sekitar 85%, dan akan menurun terus sampai panen (Lee, 2007)

2.4.7 Fase R3 (Masak Susu)

Fase ini terbentuk 18 -22 hari setelah silking. 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% (McWilliams *et al.* 1999).

2.4.8 Fase R4 (Dough)

Fase R4 mulai terjadi 24-28 hari setelah silking. 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 (Subekti *et al*, 2007).

2.4.8 Fase R5 (Pengerasan Biji)

Fase R5 akan terbentuk 35-42 hari setelah silking. Seluruh biji sudah terbentuk sempurna, embriosudah masak, dan akumulasi bahan kering biji akan segera terhenti. Kadar air biji 55% (Koswara, 1983).

2.4.9 Fase R6 (Masak Fisiologis)

Tanaman jagung memasuki tahap masak fisiologis 55-65 hari setelah silking. Pada tahap ini, 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 (*black layer*) berlangsung secara bertahap, dimulai dari biji pada bagian pangkal tongkol menuju ke bagian ujung tongkol. Pada varietas hibrida, tanaman yang mempunyai sifat tetap hijau (*stay-green*) yang tinggi, kelobot dan daun bagian atas masih berwarna hijau meskipun telah memasuki tahap masak fisiologis (Subekti *et al*, 2007).

2.5 Persilangan Jagung

Secara genetik persilangan yang bukan *inbreeding* akan meningkatkan heterozigositas sehingga dapat meningkatkan keragaman genetik, sedangkan *inbreeding* akan meningkatkan homozigositas. Pada persilangan antar dua jenis tanaman unggul berbeda sifatakan terjadi penggabungan 2 atau lebih sifat yang berbeda dari induk betina dan sifat dari induk jantan ke dalam suatu hasil silangan, sehingga akan diperoleh keturunan dengan kombinasi sifat-sifat baru yang lebih baik atau lebih menguntungkan dari sifat kedua induknya. Selain itu dapat pula dipakai sebagai salah satu cara untuk menghasilkan galur baru. Pada jagung, persilangan buatan perlu dilakukan karena dengan penyerbukan silang akan diperoleh keturunan dengan kualitas hasil yang lebih baik (Darjanto dan Satifah, 1998).

2.5.1 Persiapan dan Teknik Persilangan Jagung

Pada hibridisasi jagung hal pertama yang dilakukan adalah pemilihan tetua jantan. Tetua jantan dipilih berdasarkan fenotipe. Jika bunga jantan tersebut sudah mekar sebagian, maka sudah memenuhi kriteria untuk dijadikan tetua persilangan. Langkah selanjutnya adalah penyungkupan terhadap bunga tersebut menggunakan kertas sungkup untuk dijadikan tetua persilangan pada esok harinya. Tetua betina juga dipilih berdasarkan fenotip dengan dicirikan tongkol jagung tersebut masih mempunyai rambut yang pendek. Sebelum polinasi dilakukan, terlebih dahulu rambut jagung dipotong hingga mendekati kulit jagung atau biasa disebut klobot jagung. Setelah itu, klobot jagung dibuka sedikit agar nanti saat polinasi, serbuk sari dapat masuk atau menyerbuk sempurna pada putik. Setelah itu, hal selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan hibridisasi atau persilangan dengan cara menabur-naburkan serbuk sari dari tetua jantan diatas rambut jagung yang sudah dipotong dan melakukan pengamatan (Syukur, 2009).

Keberhasilan suatu persilangan buatan dapat dilihat kira-kira satu minggu setelah dilakukan penyerbukan. Jika calon buah mulai membesar dan tidak rontok maka kemungkinan telah terjadi pembuahan. Sebaliknya, jika calon buah tidak membesar atau rontok maka kemungkinan telah terjadi kegagalan pembuahan. Keberhasilan penyerbukan buatan yang kemudian diikuti oleh pembuahan (Nasir, 2001).

Menurut Sujiprihati *et.al* (2007), faktor yang mempengaruhi hibridisasi terjadinya faktor internal dan eksternal. Faktor internal terjadi pada waktu tanam berbunga, yaitu: penyesuaian waktu berbunga dan waktu emaskulasi dan penyerbukan. Sedangkan faktor eksternal antara lain cuaca saat penyerbukan, pemilihan tetua, pengetahuan tentang organ reproduksi dan tipe penyerbukan. Keberhasilan persilangan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu: suhu dan cahaya. Pada suhu udara yang dingin, cuaca gelap atau musim hujan, saat berbunga akan terhambat. Suhu yang panas, cuaca cerah, dan musim kemarau akan mempercepat pembungaan(Syukur, 2009).

2.6 Xenia

Istilah xenia dan metaxenia didasarkan pada bahasa Yunani yakni *xenos*, yang berarti "orang asing" atau tamu yang dapat menunjukkan perubahan atau transformasi, seperti dalam "metamorfosis". Xenia ditemukan pertama kali oleh Wilhelm Focke (1881). Xenia merupakan gejala genetik berupa pengaruh langsung *pollen* pada fenotipe biji dan buah yang dihasilkan tetua betina. Pada kajian pewarisan sifat, ekspresi dari gen yang dibawa tetua jantan dan tetua betina diasumsikan baru diekspresikan pada generasi berikutnya. Dengan adanya xenia, ekspresi gen yang dibawa tetua jantan secara dini sudah diekspresikan pada organ tetua betina (buah), embrio, dan endosperm. Contoh xenia yang paling sering dipakai adalah pengaruh serbuk sari pada warna endosperm butir jagung. Xenia juga terlihat pada sawo manila, kelapa, biji kapas, bunga matahari, apel, kurma, dan pir (Denney, 1992).



Gambar 1. Efek Xenia pada Jagung a. Pada Persilangan Jagung kuning ♂ x jagung putih♀, b. Pada persilangan Jagung ungu ♂ x jagung kuning ♀ (Anonymous, 2013)

Xenia bukanlah penyimpangan dari Hukum Pewarisan Mendel, melainkan konsekuensi langsung dari pembuahan berganda (*double fertilisation*) yang terjadi pada tumbuhan berbunga dan proses perkembangan embrio tumbuhan hingga biji masak. Pada tahap perkembangan embrio sejumlah gen pada embrio dan endosperm berekspresi dan mempengaruhi penampilan biji, bulir, atau buah (Denney, 1992). Gejala *xenia* yang terjadi mempengaruhi pada karakter kualitatif maupun kuantitatif yaitu tidak hanya mempengaruhi warna tetapi juga bentuk biji, kadar gula, kadar minyak, bentuk buah, bobot biji, daya tampung sink, kadar pati,

kadar protein dan waktu pemasakan (Seka dan Cross, 1995). Terdapat peningkatan hasil biji yang signifikan dengan penyerbukan silang dengan pollinator berbeda. (Weingartner, 2002). Modifikasi hasil dari dampak xenia pada sifat fisiologis memainkan peran dalam pengembangan biji, kegiatan enzim dan durasi dari periode pengisian bulir (Bulant dan Gallais, 1998).

Tabel 1. Efek xenia terhadap karakter kualitatif (Denney, 1992)

Parameter	Genus	Bagian yang dipengaruhi
Bentuk	<i>Achras</i> (sapota)	Perikarp
	<i>Malus</i> (apel)	Perikarp, aksesori jaringan
	<i>Phoenix</i> (kurma)	biji, perikarp
	<i>Pyrus</i> (pir)	Perikarp, aksesori jaringan
	<i>Viris</i> (anggur)	Perikarp
Kadar Gula	<i>Diospyros</i> (kesemek)	Perikarp
	<i>Malus</i>	Perikarp, aksesori jaringan
	<i>Phoenix</i>	Mesokarp
	<i>Prunus</i> (persik)	Mesokarp
	<i>Zea</i> (jagung)	Endosperm
Kandungan Kimia Lainnya	<i>Fagopyrum</i> (gandum)	Embrio/endosperm
	<i>Helianthus</i> (bunga matahari)	Embrio/endosperm
	<i>Pennisetum</i> (jawawut)	Embrio/endosperm
	<i>Phoenix</i>	Pericarp
	<i>Prunus</i>	Mesokarp
Waktu pemasakan	<i>Gossypium</i> (kapas)	Bell
	<i>Phoenix</i>	Semua bagian buah

Tabel 2. Efek xenia terhadap karakter kuantitatif (Denney, 1992)

Genus	Bagian yang dipengaruhi
<i>Achras</i> (sapota)	Perikarp
<i>Arabis</i>	Perikarp
<i>Carya</i> (kacang pikan)	Embrio
<i>Castanea</i> (chesnut)	Embrio
<i>Cocos</i> (coconut)	Mesokarp
<i>Gossypium</i> (cotton)	Pelengkap benih
<i>Helianthus</i> (bunga matahari)	Embrio/endosperm
<i>Malus</i> (apel)	Perikarp, aksesori jaringan
<i>Pennisetum</i> (jawawut)	Embrio/endosperm
<i>Phaseolus</i> (kacang kacangang)	Perikarp
<i>Phoenix</i> (kurma)	Perikarp, embrio/endosperm
<i>Pistacia</i> (pistachio)	Perikarp,embrio
<i>Punica</i> (delima)	Lapisan luar biji
<i>Rhododendron</i>	Perikarp
<i>Vaccinium</i> (bluberry)	Perikarp
<i>Vitis</i> (anggur)	Perikarp
<i>Zea</i> (jagung)	Endosperm

Tabel 3. Efek xenia pada karakter kualitatif (warna) (Denney, 1992)

Genus	Bagian yang dipengaruhi
<i>Achras</i> (sapota)	Perikarp
<i>Calceolaria</i>	Flower
<i>Castanea</i> (chesnut)	Embrio
<i>Fushia</i>	Bunga
<i>Citrus</i> (jeruk)	Perikarp
<i>Malus</i> (apel)	Perikarp,aksesori jaringan
<i>Mathiola</i>	Lapisan luar biji
<i>Phoenix</i> (kurma)	Perikarp, Lapisan luar biji
<i>Pisum</i> (kacang kapri)	Lapisan luar biji
<i>Pyrus</i> (pir)	Perikarp, aksesori jaringan
<i>Raphanus</i> (lobak)	Perikarp
<i>Rubus</i>	bunga
<i>Vitis</i> (anggur)	Perikarp
<i>Zea</i> (jagung)	Endosperm

