

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Jagung Manis

Tanaman jagung manis merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Jagung manis berasal dari Amerika latin yaitu Meksiko dan Guatemala yang selanjutnya 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 adalah tanaman herba monokotil dan tanaman semusim. Tanaman ini termasuk dalam family Gramineae sub family panicoideae dan ordo Maydeae. Jagung manis merupakan tanaman menyerbuk silang dengan tipe pembungaan *monoecious* yakni bunga jantan dan bunga betina terpisah pada bunga yang berbeda tetapi masih pada satu individu tanaman. Berdasarkan tipe penyerbukannya, jagung termasuk tanaman menyerbuk silang dengan kemungkinan terjadinya penyerbukan sendiri pada tanaman jagung kurang dari 1% (MacGillivray, 1961). Batang jagung terdiri atas buku dan ruas. Daun jagung manis tumbuh pada setiap buku, berhadapan satu sama lain. Bunga jantan terletak pada bagian terpisah pada satu tanaman sehingga lazim terjadi penyerbukan silang. Jagung merupakan tanaman hari pendek, jumlah daunnya ditentukan pada saat inisiasi bunga jantan, dan dikendalikan oleh genotipe, lama penyinaran, dan suhu.

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. Selain itu tongkol jagung manis mempunyai dua atau tiga daun yang tumbuh disisi kiri dan kanan, serta umur jagung manis biasanya lebih genjah dibandingkan dengan jagung biasa. Jagung manis mulanya berkembang dari tipe jagung *dent* (tipe gigi kuda) dan tipe jagung *flint* (mutiara). Jagung manis mengandung lebih banyak gula pada endospermnya, sehingga pada proses pematangan kadar gula tinggi menyebabkan biji menjadi keriput (Koswara, 1983).

Pengisian endosperm pada jagung manis mula-mula adalah penimbunan gula, dan seiring dengan bertambahnya umur tanaman, patilah yang akan tertimbun.

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 Bagian Vegetatif Tanaman Jagung

1. Akar

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. 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. 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).

Jaringan pembuluh tertata dalam lingkaran konsentris dengan kepadatan bundles yang tinggi, dan lingkaran-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 berdingding tebal di bawah epidermis batang dan sekeliling bundles vaskuler (Paliwal, 2000). Terdapat variasi ketebalan kulit antargenotipe yang dapat digunakan untuk seleksi toleransi tanaman terhadap rebah batang.

Batang tanaman jagung manis beruas-ruas dengan jumlah ruas bervariasi antara 10-40 ruas. Tanaman jagung umumnya tidak bercabang kecuali pada jagung manis sering tumbuh beberapa cabang (anakan) yang muncul pada pangkal batang. Panjang batang jagung berkisar antara 60 cm-300 cm atau lebih tergantung tipe dan jenis jagung. Ruas bagian atas berbentuk silindris dan ruas-ruas batang bagian bawah berbentuk bulat agak pipih. Tunas batang yang telah berkembang menghasilkan tajuk bunga betina

3. Daun

Sesudah 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) (Paliwal, 2000). 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 antocyanin pada helai daunnya, yang bisa terdapat pada pinggir daun atau tulang daun. Intensitas warna antocyanin pada pelepah daun bervariasi, dari sangat lemah hingga sangat kuat.

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.

Daun terdiri atas pelepah daun dan helaian daun. Helaian daun memanjang dengan ujung meruncing dengan pelepah-pelepah daun yang berselang seling yang berasal dari setiap buku. Daun-daunnya lebar serta relative panjang. Antara pelepah daun dibatasi oleh specula yang berguna untuk menghalangi masuknya air hujan atau embun kedalam pelepah. Daunnya berkisar 10-20 helai tiap tanaman. Epidermis daun bagian atas biasanya berambut halus. Kemiringan daun sangat bervariasi antar genotif dan kedudukan daun yang berkisar dari hampir datar sampai tegak

2.3 Bagian Generatif Tanaman Jagung

1. Bunga

Tanaman jagung manis termasuk monoceous, tetapi bunga jantan dan betina letaknya terpisah. Bunga jantan dalam bentuk malai terletak di pucuk tanaman, sedang bunga betina terpisah pada tongkol yang terletak kira-kira pada pertengahan tinggi batang. Tepung sari dihasilkan malai 1-3 hari sebelum rambut tongkol keluar, rambut tongkol ini berfungsi sebagai kepala putik dan tangkai putik. Tepung sari mudah diterbangkan angin. Dari satu malai dapat menghasilkan 250 juta tepung sari. Tepung sari ini akan menyerbuki rambut tongkol. Apabila dalam satu tongkol terdapat 500 rambut tongkol maka inilah yang akan diserbuki sehingga diperoleh 500 biji dalam satu tongkol dari hasil penyerbukan. Karena letak bunga terpisah dan tepung sari mudah diterbangkan angin maka pembuahan berasal dari tanaman tetangga. Hal ini dikenal dengan penyerbukan silang. Pada tanaman jagung penyerbukan silang sebesar 95 % (Poehlman, 1983). Malai jagung manis berwarna putih, rambut jagung manis berwarna putih sampai kuning keemasan dan tongkol jagung manis mempunyai 2 atau 3 daun yang tumbuh di sisi kiri dan kanan

2. Tongkol dan Biji

Tanaman jagung manis mempunyai satu atau dua tongkol, tergantung varietas. Tongkol jagung manis 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. Tongkol jagung manis mempunyai 2 atau 3 daun yang tumbuh di sisi kiri dan kanan. Buah biji jagung manis terdiri atas tongkol, biji dan daun pembungkus. Biji jagung manis mempunyai bentuk, warna dan kandungan endosperm yang bervariasi, tergantung pada jenisnya. Pada umumnya biji jagung manis tersusun dalam barisan yang melekat secara lurus atau berkelok-kelok dan berjumlah antara 8-20 baris biji. Biji manis jagung terdiri atas tiga bagian utama yaitu kulit biji (seed coat), endosperm dan embrio.

Biji jagung manis pada saat masak keriput dan transparan. Biji yang belum masak mengandung kadar gula (water-soluble polysaccharide, WSP) lebih tinggi

daripada pati. Kandungan gula jagung manis 4-8 kali lebih tinggi dibanding jagung normal pada umur 18-22 hari setelah penyerbukan. Sifat ini ditentukan oleh gen sugary (su) yang resesif

Biji jagung disebut kariopsis, dinding ovari 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 *plumule*, akar radikal, *sculetum*, dan koleoptil (Hardman and 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 sweet corn (jagung manis) disebabkan oleh adanya gen su-1 (sugary), bt-2 (brittle) ataupun sh-2 (shrunken). 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 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung Manis

Tanaman jagung berasal dari daerah tropis yang dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan di luar daerah tersebut. Jagung tidak menuntut persyaratan lingkungan yang terlalu ketat, dapat tumbuh pada berbagai macam tanah bahkan pada kondisi tanah yang agak kering. Tetapi untuk pertumbuhan optimalnya, jagung menghendaki beberapa persyaratan.

2.4.1 Iklim

Tanaman jagung manis berasal dari daerah tropis, tetapi karena banyak tipe dan variasi sifat-sifat yang dimilikinya, jagung manis dapat tumbuh baik pada berbagai iklim. Iklim yang dikehendaki oleh sebagian besar tanaman jagung manis adalah daerah-daerah beriklim sedang hingga daerah beriklim sub tropis atau tropis basah. Jagung manis dapat tumbuh di daerah yang terletak antara 30°-50° lintang utara hingga 30° lintang selatan.

Jagung manis sebagai tanaman daerah tropis dapat tumbuh subur dan memberikan hasil yang tinggi apabila tanaman dan pemeliharaannya dilakukan dengan baik. Agar tumbuh dengan baik, tanaman jagung memerlukan temperatur rata-rata antara 14-30 °C, dengan curah hujan sekitar 100 mm-130 mm per bulan yang terdistribusi rata selama musim tanam.

Perkembangan tanaman dan pembungaan dipengaruhi oleh panjang hari dan suhu, pada hari pendek tanaman lebih cepat berbunga. Banyak kultivar tropika tidak akan berbunga di wilayah iklim sedang sampai panjang hari berkurang hingga kurang dari 13 atau 12 jam. Pada hari panjang, tipe tropika ini tetap vegetatif dan kadang-kadang dapat mencapai tinggi 5-6 m sebelum tumbuh bunga jantan. Namun pada hari yang sangat pendek (8 jam) dan suhu kurang dari 20 °C juga menunda pembungaan. Ketika ditanam pada kondisi hari pendek pada daerah iklim sedang kultivar tropika cenderung berbunga lebih awal (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

2.4.2 Media Tanah

- a) Jagung manis tidak memerlukan persyaratan tanah yang khusus. Agar supaya dapat tumbuh optimal tanah harus gembur, subur dan kaya humus.
- b) Jenis tanah yang dapat ditanami jagung manis antara lain: andisol (berasal dari gunung berapi), latosol, grumosol, tanah berpasir. Pada tanah-tanah dengan tekstur berat (grumosol) masih dapat ditanami jagung manis dengan hasil yang baik dengan pengolahan tanah secara baik. Sedangkan untuk tanah dengan tekstur lempung/liat (latosol) berdebu adalah yang terbaik untuk pertumbuhannya.

- c) Keasaman tanah erat hubungannya dengan ketersediaan unsur-unsur hara tanaman. Keasaman tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman jagung manis adalah pH antara 5,6 - 7,5.
- d) Tanaman jagung manis membutuhkan tanah dengan aerasi dan ketersediaan air dalam kondisi baik.
- e) Tanah dengan kemiringan kurang dari 8 % dapat ditanami jagung manis, karena disana kemungkinan terjadinya erosi tanah sangat kecil. Sedangkan daerah dengan tingkat kemiringan lebih dari 8 %, sebaiknya dilakukan pembentukan teras dahulu.

2.4.3 Tinggi Tempat

Jagung manis dapat ditanam di Indonesia mulai dari dataran rendah sampai di daerah pegunungan yang memiliki ketinggian antara 1000-1800 m dpl. Daerah dengan ketinggian optimum antara 0-600 m dpl merupakan ketinggian yang baik bagi pertumbuhan tanaman jagung manis.

2.5 Pemuliaan tanaman jagung manis

Menurut Singh (1987) program pemuliaan jagung hibrida pada dasarnya terdiri dari empat tahap, yaitu :

- a. Pembentukan galur-galur murni yang stabil, vigor, serta berdaya hasil benih tinggi.
- b. Pengujian daya gabung dan penampilan dari galur-galur murni tersebut.
- c. Penggunaan galur-galur murni terpilih dalam pembentukan hibrida yang lebih produktif.
- d. Perbaikan daya hasil serta ketahanan terhadap hama dan penyakit.

Galur murni dihasilkan dari penyerbukan sendiri hingga diperoleh tanaman yang homozigot. Hal ini umumnya memerlukan waktu lima hingga tujuh generasi penyerbukan sendiri yang terkontrol. Pada awalnya, galur murni dibentuk dari varietas menyerbuk terbuka (open pollinated varieties) tetapi belakangan ini, galur murni dibentuk dari banyak sumber yang lain seperti seperti varietas sintetik, varietas komposit, atau populasi generasi lanjut dari hibrida Dalam membentuk galur murni baru, seorang pemulia mulai dengan individu tanaman yang

heterozigot. Dengan penyerbukan sendiri, terjadi segregasi dan penurunan vigor. Tambahan penurunan vigor akan terlihat pada tiap generasi penyerbukan sendiri hingga galur homozigot terbentuk. Sekitar setengah dari total penurunan vigor terjadi pada generasi pertama penyerbukan sendiri, kemudian menjadi setengahnya pada generasi berikutnya. Selain mengalami penurunan vigor, individu tanaman yang diserbuk sendiri menampakkan berbagai kekurangan seperti: tanaman bertambah pendek, cenderung rebah, peka terhadap penyakit, dan bermacam-macam karakter lain yang tidak diinginkan. Munculnya fenomena-fenomena tersebut dikenal dengan istilah depresi tangkar dalam atau inbreeding depression.

Pemuliaan tanaman menyerbuk silang seperti jagung didasari oleh adanya efek heterosis atau vigor hibrida (penampilan F1 lebih tegar daripada tetuanya). Heterosis dapat didefinisikan sebagai peningkatan ukuran atau vigor hibrida di atas rata-rata kedua tetuanya. Untuk mendapatkan hibrida dengan hasil yang tinggi, galur murni perlu dibentuk dari dua atau lebih populasi dasar yang berbeda secara genetik sehingga memberikan tingkat heterosis yang tinggi pada F1 hasil persilangan. Keturunan hasil persilangan dua galur murni akan menampakkan peningkatan vigor melampaui galur-galur tetuanya. Akan tetapi, pada umumnya dari ribuan galur murni yang diuji hanya sedikit sekali yang menampakkan heterosis yang menguntungkan secara ekonomis. Heterosis dihasilkan dari pembawaan bersama gen-gen dominan yang baik. Berdasarkan teori ini, gen-gen yang mengendalikan vigor dan pertumbuhan adalah dominan, dan gen yang berbahaya terhadap individu adalah resesif. Gen-gen dominan yang berasal dari salah satu tetua dapat berkomplementasi dengan gen dominan yang berasal dari tetua lainnya, sehingga F1 akan memiliki kombinasi yang gen dominan yang lebih baik dibandingkan dengan tetuanya.

Perbaikan sifat – sifat pada tanaman jagung manis secara umum bertujuan untuk mendapatkan varietas – varietas yang mempunyai kualitas dan kuantitas hasil tinggi serta resisten terhadap hama dan penyakit penting. Metode pemuliaan untuk jagung biasa dapat dipergunakan pada jagung manis, hanya berbeda pada tujuan seleksi dan cara evaluasi hasilnya dimana pada jagung manis lebih di tekankan pada kualitas. Beberapa kegiatan pemuliaan tanaman untuk

memperbaiki sifat – sifat jagung manis yang berhubungan dengan kualitas telah dilaksanakan seperti pembentukan hibrida yang mengandung dua macam atau lebih gen pengendali sifat manis dan keadaan homozigot resesif untuk meningkatkan kadar gula indosperma.

Varietas unggul yang dikehendaki dapat diperoleh jika tersedia plasma nutfah yang cukup beserta informasi mengenai potensi plasma nutfah tersebut.

2.6 Dasar Pembentukan Jagung Manis Hibrida

Jagung merupakan tanaman menyerbuk silang yang sekitar 95% penyerbukan terjadi antara tanaman yang satu dengan tanaman yang lain. Varietas komposit atau bersari bebas terbentuk dari campuran gen yang sangat kompleks dari hibrida-hibrida dan masing-masing tanaman bersifat heterozigot.

Tanaman jagung mempunyai komposisi genetik yang sangat dinamis karena cara penyerbukan bunganya menyilang. Fiksasi gen-gen unggul (favourable genes) pada genotipe yang homozigot justru akan berakibat depresi inbreeding yang menghasilkan tanaman kerdil dan daya hasilnya rendah. Tanaman yang vigor, tumbuh cepat, subur, dan hasilnya tinggi justru diperoleh dari tanaman yang komposisi genetiknya heterozigot.

Shull (1908) yang pertama kali menemukan bahwa silangan sendiri tanaman jagung mengakibatkan terjadinya depresi inbreeding, dan silangan dua tetua yang homozigot menghasilkan F1 yang sangat vigor. Jones (1918) melanjutkan penelitian tentang adanya gejala lebih vigor tanaman F1 jagung tersebut, yang selanjutnya memanfaatkannya pada bentuk varietas hibrida tanaman jagung.

Varietas hibrida merupakan generasi pertama hasil persilangan antara tetua berupa galur inbrida. Varietas hibrida dapat dibentuk pada tanaman menyerbuk sendiri maupun menyerbuk silang. Jagung merupakan tanaman pertama yang dibentuk menghasilkan varietas hibrida secara komersial, dan telah berkembang di Amerika Serikat sejak 1930an (Hallauer and Miranda 1987). Kini benih jagung hibrida telah ditanam di sebagian besar areal jagung di dunia.

Pembentukan galur inbrida berasal dari materi populasi dasar berupa varietas bersari bebas, hibrida, varietas lokal, dan plasma nutfah introduksi. Keragaman genetik plasma nutfah berperan penting dalam program pemuliaan.

Paliwal (2000) menyatakan bahwa faktor terpenting dalam pembentukan hibrida adalah pemilihan plasma nutfah pembentuk populasi dasar yang akan menentukan tersedianya tetua unggul. Tetua yang berasal dari plasma nutfah superior dengan karakter agronomi ideal akan menghasilkan galur yang memiliki daya gabung umum dan daya gabung khusus yang tinggi. Galur inbrida yang dibentuk untuk penelitian ini berasal dari persilangan antara varietas introduksi dari Australia dengan varietas jagung manis dan jagung ketan.

Dalam proses perakitan hibrida dibutuhkan sedikitnya dua populasi yang memiliki latar belakang plasma nutfah dengan keragaman genetik yang luas, penampilan persilangan menonjol, dan menunjukkan tingkat heterosis tinggi. Populasi yang digunakan juga harus memiliki toleransi terhadap cekaman silang dalam (inbreeding stress) dan mampu menghasilkan galur inbrida berdaya hasil tinggi. Adanya perbedaan frekuensi gen-gen yang berbeda dari masing-masing inbrida sebagai tetua, berperan penting dalam memperoleh heterosis yang tinggi. Dalam pembentukan hibrida diutamakan persilangan-persilangan antara bahan genetik atau populasi yang kontras atau berbeda sumber plasma nutfahnya.

Langkah awal dalam program hibrida adalah mencari populasi-populasi superior yang merupakan pasangan heterotik (heterotic pattern) dan atau melakukan pembentukan populasi baru. Pembentukan populasi dan program seleksi bertujuan untuk memaksimalkan karakter penting, selain mempertahankan karakter lain pada tingkat yang sama, atau di atas standar minimum untuk diterima sebagai varietas komersial. Misalnya, kalau karakter hasil yang menjadi tujuan utama, maka populasi harus memiliki daya hasil yang beragam, tetapi karakter lainnya seperti saat berbunga, umur panen, ketahanan terhadap penyakit, dan kualitas hasil harus lebih seragam.

Untuk mendapatkan populasi superior, perbaikan populasi dilakukan secara kontinu melalui perbaikan dalam populasi (intrapopulation improvement) dan perbaikan antarpopulasi (interpopulation improvement). Perbaikan dalam populasi bertujuan untuk memperbaiki populasi secara langsung, sedangkan perbaikan antarpopulasi bertujuan untuk memperbaiki persilangan antarpopulasi atau memperbaiki galur hibrida yang berasal dari dua populasi terpilih secara timbal balik untuk meningkatkan hasil populasi dan heterosis antara dua populasi.

Inbrida sebagai tetua hibrida memiliki tingkat homozigositas yang tinggi. Inbrida jagung diperoleh melalui penyerbukan sendiri (selfing) atau melalui persilangan antarsaudara. Inbrida dapat dibentuk menggunakan bahan dasar varietas bersari bebas atau hibrida dan inbrida lain. Pembentukan inbrida dari varietas bersari bebas atau hibrida pada dasarnya melalui seleksi tanaman dan tongkol selama silang diri. Seleksi dilakukan berdasarkan bentuk tanaman yang baik dan ketahanan terhadap hama dan penyakit utama. Pembentukan inbrida dari inbrida lain dilakukan dengan cara menyilangkan dua inbrida yang disebut seleksi kumulatif, atau persilangan galur dengan populasi. Hibrida hasil persilangan ini dapat digunakan sebagai populasi dasar dalam pembentukan galur. Galur dapat diperbaiki dengan menggunakan galur lain atau populasi donor gen yang tidak terdapat dalam galur yang akan diperbaiki. Perbaikan dapat menggunakan silang balik (backcross) beberapa kali, sehingga karakter galur yang diperbaiki muncul kembali dan ditambah dengan karakter dari galur donor.

Perbaikan populasi pada bahan penelitian ini sebelumnya menggunakan seleksi satu tongkol satu baris pada plot. Seleksi ini didasarkan pada jumlah pada baris biji lebih dari 16. Selama proses seleksi dilakukan dua kali perkawinan sendiri (selfing) dan 6 kali perkawinan saudara.

Dalam pembentukan inbrida perlu dipertimbangkan antara kemajuan seleksi dengan pencapaian homozigositas. Persilangan antarsaudara dalam pembentukan inbrida akan memperlambat fiksasi alel yang merusak dan memberi kesempatan seleksi lebih luas. Keuntungan persilangan sendiri dalam pembentukan inbrida yang relatif homozigot dapat dilihat dari laju inbreeding. Untuk memperoleh tingkat inbreeding yang sama dengan satu generasi penyerbukan sendiri diperlukan tiga generasi persilangan sekandung (fullsib) atau enam generasi persilangan saudara tiri (halfsib). Seleksi selama pembentukan galur pada persilangan sendiri lebih terbatas, yaitu dalam batas-batas genotipe tanaman S₀ yang menyerbuk sendiri (Moentono 1988). Seleksi selama pembentukan galur sangat efektif dalam memperbaiki sifat-sifat galur inbrida, dan berfungsi mengeliminasi pemusnahan galur-galur yang tongkolnya kecil dan bijinya sulit diperbanyak, sehingga menghambat pembentukan benih. Hal yang perlu dilakukan dalam pemuliaan varietas hibrida adalah pembuatan galur inbrida,

yakni galur tetua yang homozigot melalui silang dalam (inbreeding) pada tanaman menyerbuk silang. Dalam pembuatan varietas hibrida dua galur yang homozigot disilangkan dan diperoleh generasi F1 yang heterozigot, kemudian ditanam sebagai varietas hibrida

Pembentukan jagung manis varietas hibrida mengalami berbagai macam kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan penelitian sebelum-sebelumnya mulai dari musim tanam yang tidak sesuai sampai banyaknya serangan hama dan penyakit. Untuk menjaga vigor dan viabilitas benih tetap bagus maka benih yang dipanen segera ditanam, jangan sampai benih disimpan dalam jangka waktu lama. Kondisi yang seperti ini disiasati dengan menanam jagung manis sesegera mungkin setelah di panen dan siklus penanaman jangan sampai terputus. Penanaman seperti ini menimbulkan berbagai kendala yaitu musim tanam yang tidak sesuai sehingga benih yang dihasilkan hanya sedikit, penurunan kesuburan lahan karena terus menerus ditanami tanaman jagung manis, munculnya hama tikus dan wereng yang menyerang areal pertanaman jagung manis. Semua kendala tersebut dapat teratasi karena usaha dan kerja keras yang dilakukan.

Penelitian ini kedepannya dapat terlaksana dengan baik. Pada generasi S9 sudah bisa digunakan untuk pembentukan varietas hibrida dan sudah mendapatkan hak paten atas galur yang dimiliki. Setiap galur yang dimiliki harus memiliki keunikan tersendiri sehingga beda dari galur lain dan menghasilkan hasil persilangan berbeda dengan varietas hibrida yang sudah ada.

2.7 Keragaman Genotip dan fenotip Tanaman Jagung manis

Keragaman genetik berasal dari mutasi gen, rekombinasi (pindahsilang), pengelompokan alel secara random selama meiosis, dan perubahan struktur kromosom. Keragaman ini menyebabkan perubahan – perubahan dalam jumlah bahan genetik yang menyebabkan perubahan – perubahan fenotip (Crowder, 1997).

Adanya variasi genetik yang berarti terdapatnya perbedaan nilai genotipe tersebut berhasil seperti yang yang diharapkan. Informasi besarnya nilai pendugaan parameter (varians genetik, varians fenotipik, dan heritabilitas) sangat bermanfaat dalam program pemuliaan untuk memperoleh kultivar yang

diharapkan (Haeruman *et al*, 1990). Variabilitas genetik yang luas merupakan salah satu syarat keberhasilan seleksi terhadap karakter yang diinginkan (Wicaksana, 2001). Karakter – karakter yang bervariabilitas luas memperlihatkan peluang terhadap usaha – usaha perbaikan yang efektif melalui seleksi dengan memberikan keleluasaan dalam pemilihan genotipe – genotipe yang diinginkan maupun melalui penggalan kombinasi – kombinasi genetik baru.

Menurut Prajitno *et al*. (2002) keragaman fenotipe yang tinggi disebabkan oleh adanya keragaman yang besar dari lingkungan dan keragaman genetik akibat segregasi. Keragaman yang teramati merupakan keragaman fenotipik yang dihasilkan karena perbedaan genotipe. Pengadaan varietas unggul dapat dilakukan melalui pemuliaan tanaman, untuk itu diperlukan keragaman genetik yang memadai. Dengan tersedianya keragaman genetik, maka memperbesar kemungkinan untuk melakukan pemilihan, penggabungan sifat baik, menguji dan membentuk varietas-varietas baru. Upaya untuk memperbesar keragaman genetik antara lain melalui mutasi, introduksi, seleksi dan persilangan (Allard, 1991). Secara sederhana, pembentukan varietas unggul meliputi pengkayaan keragaman genetik melalui koleksi varietas, introduksi dan persilangan buatan, pembentukan galur sebagai unit seleksi, seleksi melalui uji daya hasil dan uji multilokasi (Purnomo, *et al.*, 1997).

Banyaknya karakter pada tanaman jagung mempunyai faktor yang mempengaruhi ekspresi gen pada keturunannya. Karakter yang demikian ditentukan oleh banyak gen dimana masing-masing gen memiliki pengaruh kecil serta adanya faktor lingkungan yang mempengaruhi ekspresi gen. Keanekaragaman yang terjadi secara teoritis dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu keragaman yang disebabkan oleh pewarisan sifat atau genetik dan keragaman yang disebabkan oleh adanya faktor-faktor lingkungan (welsh, 1991).

a. Keragaman karena faktor lingkungan

Keanekaragaman fenotip dari populasi tanaman tidak dapat dilepaskan dari factor lingkungan dimana tanaman itu tumbuh. Variasi yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sering dikatakan sebagai *non-heritable* variation. *Non-heritable* variation adalah variasi yang muncul sebagai sifat tanaman yang Nampak tetapi tidak dapat diwariskan kepada keturunannya

(Mangoendidjojo, 2003). Factor-faktor lingkungan yang dapat berpengaruh pada populasi antara lain ialah lama intensitas matahari, frekuensi dan kelembaban yang diterima dan zat hara yang diperoleh dari hasil pemupukan atau dari dalam tanah (welsh, 1991).

b. Keragaman karena faktor genetik

Keragaman tanaman yang disebabkan oleh factor genetik disebut heritable variation yakni sifat yang dapat diwariskan kepada keturunannya. Bila ada keanekaragaman yang timbul pada populasi tanaman yang ditanam pada kondisi lingkungan yang sama maka keragaman tersebut disebabkan oleh factor genotip yang ada pada populasi tanaman (Mangoendidjojo, 2003). Factor genetik ini yang menjadi perhatian besar seorang pemulia untuk dapat memilih sifat mana yang ingin dipertahankan untuk diturunkan pada keturunannya.

2.8 Heritabilitas

Proporsi dari seluruh variasi yang disebabkan oleh perubahan genetik disebut heritabilitas (Welsh, 1991). Dengan kata lain, heritabilitas dapat diartikan sebagai proporsi keragaman teramati yang disebabkan oleh sifat menurun. Heritabilitas menyatakan perbandingan atau proporsi varians genetik terhadap varians total (variens fenotipe), biasana dinyatakan dalam persen (Poespodarsono, 1998). Heritabilitas dinyatakan sebagai persentasi dan merupakan bagian pengaruh genetik dari penampakan fenotipe yang dapat diwariskan dari tetua kepada keturunannya. Heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa varian genetik besar dan varian lingkungan kecil (Crowder, 1990). Konsep heritabilitas timbul sebagai suatu usaha untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan hasil pengamatan diantara individu-individu berasal dari perbedaan-perbedaan dalam susunan genetik diantara individu-individu tersebut atau hasil dari perbedaan potensi lingkungan (Basuki, 2005).

Heritabilitas ini dapat dirumuskan sebagai :

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

Dengan σ_g = ragam genetik, σ_e = ragam lingkungan. Nilai heritabilitas secara teoritis berkisar dari 0 sampai 1. Nilai 0 ialah bila seluruh variasi yang terjadi disebabkan oleh factor lingkungan, sedangkan nilai 1 adalah bila seluruh variasi disebabkan oleh factor genetik. Dengan demikian nilai heritabilitas akan terletak antara kedua nilai ekstrim tersebut (Welsh, 1991). Heritabilitas dibedakan menjadi dua, yaitu heritabilitas dalam arti luas dan heritabilitas dalam arti sempit.

Heritabilitas dalam arti luas merupakan perbandingan antara varian genotip total dan varian fenotipe, sedangkan heritabilitas dalam arti sempit merupakan perbandingan antara varian aditif dan varian fenotip (Mangoendidjojo, 2003). Hal ini sejalan dengan pernyataan Basuki (1995) bahwa heritabilitas dalam arti luas, genotip dianggap sebagai suatu unit dalam kaitannya dengan lingkungan. Dengan demikian heritabilitas dalam arti luas memperhatikan keragaman genetik total dalam kaitannya dengan keragaman fenotip.

Menurut Standfield (1991) kriteria nilai duga heritabilitas dalam arti luas adalah sebagai berikut :

Tinggi : bila $h^2 \geq 0,50$

Sedang : bila $0,20 \leq h^2 < 0,50$

Rendah : bila $h^2 < 0,20$

Nilai duga heritabilitas tinggi suatu sifat menunjukkan bahwa seleksi terhadap sifat tersebut dapat dimulai pada generasi awal. Nilai heritabilitas rendah menunjukkan besarnya pengaruh lingkungan terhadap keragaannya sehingga seleksi akan lebih efektif bila dilakukan pada generasi lanjut. Menurut Johnson et.al.(1994 *dikutip* Moedjiono et.al.,1994) heritabilitas menunjukkan keefektifan seleksi genotip yang didasarkan pada penampilan fenotipnya.

2.9 Kemajuan Genetik Harapan

Kemajuan genetik diartikan sebagai beda nilai rata-rata populasi yang diseleksi dengan populasi awal. Makin beragamnya populasi awal, makin besar pula beda nilai rata-rata antara kedua populasi tersebut. Salah satu metode dalam menduga kemajuan genetik harapan adalah menggunakan perbedaan populasi asal (respon seleksi). Nilai kemajuan genetik dari respon seleksi tidak dapat dipakai pada generasi selanjutnya karena frekuensi gen pasti berubah. Menurut Amelia *et*

al. (1994) nilai persentase kemajuan genetik harapan perlu diketahui untuk menduga seberapa besar pertumbuhan nilai sifat tertentu akibat seleksi dari nilai rata-rata populasi. Dengan nilai persentase kemajuan genetik yang tinggi, seleksi akan semakin efektif karena nilai tersebut diakibatkan oleh keragaman genetik yang tinggi pada populasi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Singh (1987) makin besar nilai kemajuan genetik harapan makin besar pula nilai heritabilitas dan makin nyata hasil seleksinya. Kemajuan genetik harapan suatu populasi yang akan diseleksi berkaitan langsung dengan proporsi tanaman yang diseleksi.

Kemajuan genetik dapat diartikan sebagai perbedaan antara nilai genetik rata-rata populasi yang diseleksi dan nilai rata-rata genetik pada populasi awal atau tetua. Makin beragam populasi awal akan menyebabkan makin jauhnya perbedaan rata-rata kedua populasi tersebut (Borojevic, 1990). Kemajuan genetik (KG) dihitung berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Singh (1987) dengan rumus :

$$KG = h^2 \cdot i \cdot \sigma_f$$

Dimana, h = heritabilitas dalam arti luas, i = intensitas seleksi dalam satuan baku, pada intensitas seleksi 10% nilai $I = 1,76$ (Fehr, 1987), dan σ_f = simpangan baku fenotip.

Kemajuan seleksi merupakan akibat kemajuan genetik dari sifat yang diharapkan pada generasi berikutnya terhadap hasil generasi yang diamati. Menurut Falconer et, al (1996), nilai kemajuan genetik harapan tergantung pada beberapa faktor, salah satunya adalah intensitas seleksi. Makin besar intensitas seleksi maka makin tinggi nilai respon seleksi yang didapatkan. Intensitas seleksi dapat ditentukan oleh keragaman genetik dan jumlah individu dalam populasinya. Seleksi pada populasi dengan keragaman genetik tinggi memerlukan intensitas seleksi rendah. Sebaliknya, pada populasi dengan keragaman genetik rendah justru intensitas seleksinya harus tinggi (Poespodarsono, 1988).