

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peran Pemuliaan Tanaman

Pemuliaan tanaman merupakan suatu metode yang merakit keragaman genetik menjadi suatu bentuk yang bermanfaat bagi kehidupan manusia (Makmur, 1992).

Pemuliaan tanaman bertujuan untuk meningkatkan produksi tanaman. Hal tersebut dilakukan dengan membuat varietas yang lebih produktif dan mengembangkan varietas untuk daerah pertanian baru. Melalui pemuliaan tanaman, dikembangkan pula varietas tanaman yang resisten terhadap penyakit. Tujuan pemuliaan tanaman lainnya yaitu meningkatkan kualitas produk pertanian yang dihasilkan (Allard, 1960).

Menurut Carsono (2008), tujuan pemuliaan tanaman masih berkisar pada upaya peningkatan produktivitas, ketahanan terhadap hama penyakit, dan toleransi terhadap cekaman lingkungan (kekeringan, Al, Fe, kadar garam, dan lain-lain). Namun, tujuan akhir pemuliaan tanaman adalah meningkatkan nilai dan jumlah hasil yang diperoleh (Jumin, 2008).

Menurut Hikam (2003a), pemuliaan tanaman dimulai dengan kegiatan seleksi. Seleksi dilakukan terhadap individu yang memiliki sifat interes. Keragaman merupakan syarat untuk melakukan seleksi. Ragam yang paling mudah diamati adalah ragam fenotipe seperti daun yang lebih hijau, daun yang lebih besar,

tongkol yang lebih besar, serta jumlah biji per tongkol yang lebih banyak.

Individu terseleksi umumnya mempunyai penampakan umum yang sama dengan individu lain. Namun, individu ini mempunyai satu atau dua sifat yang lebih baik, yang disebut sifat interes

Keragaman genetik merupakan peluang bagi program pemuliaan tanaman.

Peluang ini dapat dimanfaatkan untuk seleksi atau mendapatkan kombinasi genetik yang baru (Welsh, 1981). Penilaian terhadap ragam genetik dilakukan dengan perkawinan-perkawinan untuk memperbanyak. Kemurnian genetik diperoleh melalui teknik pengawasan agar dapat diketahui pengaruh lingkungan (Makmur, 1992).

2.2 Kerapatan Populasi Tanaman

Menurut Sumarsono (2009), kepadatan populasi tanaman terkait dengan pemanfaatan ruang media tumbuh. Kepadatan yang rendah menyebabkan pemanfaatan sumber daya lingkungan tidak optimum. Sebaliknya, kepadatan yang tinggi akan meningkatkan kompetisi sehingga pertumbuhan individu terhambat.

Pengaturan kepadatan populasi tanaman dan pengaturan jarak tanam bertujuan untuk menekan kompetisi antartanaman (Herlina, 2011). Pengaturan jarak tanam berpengaruh pada pertumbuhan dan produksi tanaman. Peningkatan kerapatan tanaman per satuan luas sampai batas tertentu dapat meningkatkan hasil. Akan tetapi, penambahan jumlah tanaman selanjutnya akan menurunkan hasil. Hal ini

karena terjadinya kompetisi hara, air, radiasi matahari dan ruang tumbuh (Sutoro *et al.*, 1988 dalam Guntoro, 2005).

Setiap jenis tanaman mempunyai kepadatan populasi optimum untuk mendapatkan produksi yang maksimum. Apabila tingkat kesuburan tanah dan air cukup, maka kepadatan populasi optimum ditentukan oleh kompetisi di atas tanah (Andrews dan Newman, 1970 dalam Herlina, 2011).

Persaingan antartanaman menyebabkan masing-masing tanaman harus tumbuh lebih tinggi agar memperoleh cahaya lebih banyak (Salisbury dan Ross, 1992). Serapan cahaya matahari oleh tajuk tanaman merupakan faktor penting yang menentukan fotosintesis. Fotosintesis menghasilkan asimilat bagi pembentukan hasil akhir berupa biji. Kondisi tanaman yang terlalu rapat dapat menurunkan laju fotosintesis. Hal ini akan mempengaruhi perkembangan vegetatif dan hasil panen.

Ketersediaan air merupakan faktor yang paling membatasi fotosintesis. Potensial air yang terlalu negatif menyebabkan pembesaran sel melambat sehingga pertumbuhan menurun. Cekaman air yang meningkat menyebabkan stomata menutup dan pengambilan CO₂ terhambat. Pembesaran daun yang lambat dan penyerapan CO₂ yang terhambat ini akan menghambat proses fotosintesis (Salisbury dan Ross, 1992).

2.3 Varietas Jagung

Menurut Rukmana (1998), berdasarkan cara pembentukannya, jagung dibedakan menjadi tiga macam varietas yaitu komposit, sintetis, dan hibrida. Varietas komposit adalah varietas jagung yang berasal dari campuran lebih dari dua

varietas yang telah mengalami minimum lima kali kawin bebas (acak). Varietas sintetik adalah varietas jagung yang berasal dari campuran beberapa galur murni yang telah mengalami minimum satu kali selfing. Varietas hibrida adalah varietas jagung yang pembentukannya dengan cara persilangan dua varietas atau lebih.

Varietas bersari bebas adalah varietas yang benihnya diambil dari pertanaman sebelumnya, dapat dipakai terus-menerus dari setiap pertanamannya, dan belum tercampur atau diserbuki oleh varietas lain. Berdasarkan bahan penyusunnya, varietas jagung bersari bebas dibedakan menjadi varietas komposit dan varietas sintetik. Keunggulan varietas bersari bebas yaitu lebih mampu beradaptasi pada kondisi lahan marginal (Pallival dan Sprague, 1981 dalam Suwarno, 2008).

Varietas bersari bebas yang sudah dilepas dianggap sudah mencapai keseimbangan genetik (*genetic equilibrium*)

varietas hibrida dibandingkan dengan varietas bersari bebas yaitu mampu berproduksi lebih tinggi 15—20%, memiliki karakteristik baru yang diinginkan seperti ketahanan terhadap penyakit, serta memiliki penampilan yang lebih seragam (Morris, 1995 dalam Suwarno, 2008). Varietas bersari bebas pada umumnya memiliki keragaman yang tinggi pada karakteristik tongkol dan biji.

Pemuliaan tanaman menyerbuk silang seperti jagung didasari oleh adanya efek heterosis atau hibrid vigor. Heterosis dapat didefinisikan sebagai peningkatan ukuran atau vigor hibrida di atas rata-rata kedua tetuanya (Sleper dan Poehlman, 2006).

Galur murni perlu dibentuk dari dua atau lebih populasi dasar yang berbeda genetik. Hal ini akan memberikan tingkat heterosis yang tinggi pada F1 hasil persilangan sehingga diperoleh hibrida dengan hasil tinggi (Singh, 1987 dalam Suwarno, 2008). Menurut Allard (1960), keturunan hasil persilangan dua galur murni akan menampilkan peningkatan vigor melampaui galur-galur tetuanya. Namun, dari ribuan galur murni yang diuji hanya sedikit yang menampilkan heterosis yang menguntungkan secara ekonomis.

2.4 Pembentukan dan Perbaikan Galur Inbred Jagung

Karakter sederhana seperti ketahanan terhadap penyakit dikendalikan oleh satu atau dua gen dominan atau resesif. Hanya sedikit sekali atau bahkan tidak dipengaruhi faktor lingkungan. Namun banyak karakter yang mempunyai nilai ekonomi dan agronomi dipengaruhi oleh banyak gen. Karakter ini seperti tinggi tanaman, panjang tongkol, daya hasil, tahan kekeringan, tahan rebah, dan kualitas

hasil. Sifat-sifat ini tidak mewaris secara sederhana seperti karakter kualitatif.

Daya hasil tanaman misalnya, akan berbeda tiap tanaman dengan perbedaan kecil dan dapat diukur. Karakter ini disebut karakter kuantitatif (Makmur, 1992).

Tanaman penyerbuk silang dalam suatu populasi memiliki individu-individu yang secara genetik heterozigot. Tanaman tersebut secara genotipe berbeda antara satu individu dengan individu lainnya. Hal ini menyebabkan keragaman genetik dalam populasi sangat besar (Makmur, 1992).

Pembentukan inbred pada tanaman jagung dilakukan dengan cara *selfing* atau melalui persilangan antarsaudara. Inbred atau *in line breeding* adalah suatu proses perkawinan sedarah atau perkawinan antara pihak-pihak yang memiliki hubungan dekat (Vizan, 2010). Inbred dapat dibentuk menggunakan bahan dasar varietas bersari bebas, hibrida, dan inbred lain. Proses *selfing* akan mengakibatkan terjadinya segregasi pada lokus yang heterozigot. Frekuensi genotipe homozigot akan bertambah dan genotipe heterozigot berkurang. Hal tersebut menyebabkan penurunan vigor dan produktivitas tanaman, yang disebut dengan depresi silang dalam (*inbreeding depression*) (Takdir *et al.*, 2007).

Menurut Sudrajat *et al.* (2002), perkawinan individu yang berkerabat menyebabkan bersatunya alel identik pada satu lokus sehingga kehomozigotan meningkat. Kehomozigotan memungkinkan terekspresinya alel resesif yang sebelumnya tertutupi oleh alel dominan dalam keadaan heterozigot. Alel resesif yang membawa sifat tidak menguntungkan akan menyebabkan depresi silang kerabat (*inbreeding depression*). Menurut Makmur (1992), ketegaran hibrid akan kembali lagi jika galur inbred ini disilangkan.

Pembentukan inbred pada umumnya memerlukan waktu lima sampai tujuh generasi *selfing* yang terkontrol (Singh, 1987 dalam Suwarno, 2008). Tujuan *selfing* atau penyerbukan sendiri adalah untuk mengatur karakter-karakter yang diinginkan dalam kondisi homozigot. Setiap galur murni akan memiliki kombinasi gen-gen yang spesifik. Menurut Allard (1960), setelah lima atau enam generasi diserbukkan sendiri, tiap tanaman di dalam satu galur praktis sama. Namun, perbedaan diantara galur adalah besar.

Pengembangan galur atau lini inbred sebagai tetua merupakan langkah pertama dalam program perakitan jagung hibrida. Pada tahap pembentukan galur, dilakukan perbaikan terhadap karakter-karakter seperti hasil dan ketahanan terhadap hama penyakit. Dari galur-galur yang terpilih ini kemudian dilakukan persilangan antargalur (Hallauer, 1990 dalam Setiostono, 2008).

Perbaikan genetik populasi jagung dapat dilakukan dengan seleksi massa. Keanekaragaman genetik akan menurun dari setiap generasi seleksi sehingga akan terjadi inbriding. Selama proses penginbredan, penampakan tanaman diidentifikasi berdasarkan karakter fenotipe seperti batang yang kokoh dan ketahanan terhadap penyakit (Welsh, 1981).

Menurut Takdir *et al.* (2007), galur inbred dapat diperbaiki dengan menggunakan galur lain. Perbaikan dapat menggunakan silang balik (*backcross*) selama beberapa kali. Karakter galur yang diperbaiki akan muncul kembali dan ditambah dengan karakter dari galur donor. Prosedur seleksi *backcross* dapat digunakan untuk memperbaiki galur yang sudah ada tetapi perlu menambah karakter lain.

Backcross diperlukan untuk mempertahankan keunggulan dari suatu spesies, yaitu dikawinkan kembali dengan induk-induk sebelumnya. Hal ini dilakukan agar keunggulan tersebut tidak hilang. Dari *backcross* tersebut akan ditemui anakan yang baik atau dominan (mewarisi keseluruhan sifat-sifat baik dari induknya). Selain itu, ditemui pula anakan yang jelek atau resesif (mewarisi keseluruhan sifat-sifat buruk dari induknya). Hasil anakan yang dominan inilah yang kemudian diambil untuk dibudidayakan kembali (Vizan, 2010).

2.5 Evaluasi Daya Gabung Inbred jagung

Suatu galur perlu diketahui daya gabungnya sebelum dijadikan tetua dalam persilangan untuk menghasilkan varietas (Takdir *et al.*, 2006). Kombinasi galur murni harus diuji daya gabungnya untuk menemukan kombinasi yang berguna untuk produksi benih hibrida. Hal ini karena tidak semua kombinasi galur murni akan menghasilkan silang tunggal yang superior (Sleper dan Poehlman, 2006).

Faktor utama yang menentukan keunggulan hibrida adalah daya gabung galur murni. Daya gabung merupakan ukuran kemampuan suatu genotipe tanaman dalam persilangan untuk menghasilkan tanaman unggul. Daya gabung dapat memberikan informasi tentang kombinasi persilangan yang memberikan turunan dengan potensi hasil tertinggi (Takdir *et al.*, 2006). Menurut Allard (1960), daya gabung merupakan ukuran kemampuan suatu tetua untuk menghasilkan hibrida dengan penampilan superior. Nilai masing-masing galur terletak pada kemampuannya untuk menghasilkan keturunan unggul apabila dikombinasikan dengan galur-galur lain.

Daya gabung ada dua macam yaitu daya gabung umum (*general combining ability*) dan daya gabung khusus (*specific combining ability*). Daya gabung umum adalah nilai rata-rata galur murni dalam seluruh kombinasi persilangan. Daya gabung khusus adalah penampilan galur murni dalam suatu kombinasi persilangan tertentu (Sleper dan Poehlman, 2006).

Daya gabung umum relatif lebih penting dari daya gabung khusus untuk galur-galur murni yang belum diseleksi. Sebaliknya, daya gabung khusus lebih penting untuk galur-galur murni yang sebelumnya telah diseleksi terhadap peningkatan hasil (Sprague dan Tatum, 1942 dalam Suwarno, 2008). Pengujian daya gabung dapat dilakukan dengan metode *diallel cross*. Metode *diallel cross* yaitu evaluasi terhadap seluruh kombinasi hibrida silang tunggal dari sejumlah galur murni (Stoskopf *et al.*, 1993 dalam Suwarno, 2008).

2.6 Ragam Genetik, Heritabilitas *Broad-Sense*, dan Koefisien Keragaman Genetik

Ragam genetik terjadi akibat tanaman mempunyai karakter genetik yang berbeda. Hal tersebut dapat dilihat jika varietas yang berbeda ditanam pada lingkungan yang sama. Keragaman sebagai faktor lingkungan dan keragaman genetik berinteraksi dalam mempengaruhi penampilan fenotipe tanaman. Ragam lingkungan dapat diketahui jika tanaman dengan genetik yang sama ditanam pada lingkungan yang berbeda. Keragaman genetik dapat terjadi karena rekombinasi genetik setelah hibridisasi, mutasi, dan poliploidi (Makmur, 1992).

Kombinasi genotipe dan pengaruh lingkungan menghasilkan variasi dalam suatu populasi. Jumlah variasi genetik ini diharapkan mampu menghasilkan suatu

kombinasi genetik yang baru. Proporsi dari seluruh variasi yang disebabkan oleh perubahan genetik disebut heritabilitas. Heritabilitas adalah semua aksi gen baik sifat dominan, aditif, maupun epistasis. Nilai heritabilitas secara teoritis berkisar dari 0 sampai 1. Nilai 0 adalah bila seluruh variasi disebabkan oleh faktor lingkungan. Sebaliknya, nilai 1 adalah bila seluruh variasi disebabkan oleh faktor genetik. Adanya pengaruh lingkungan menyebabkan proporsi faktor genetik berkurang sehingga nilai heritabilitasnya juga berkurang. Kecilnya keragaman genetik, besarnya pengaruh lingkungan, atau kombinasi keduanya merupakan hambatan untuk kemajuan pemuliaan tanaman. Pengaruh lingkungan terhadap fenotipe dan pengurangan karakter gen yang sangat besar menyebabkan rendahnya nilai heritabilitas (Welsh, 1981).

Menurut Pai (1985), perbedaan ciri-ciri antarindividu ditentukan oleh faktor-faktor yang diwariskan, yaitu heritabilitas. Heritabilitas hanya dapat diukur melalui pendekatan matematis saja. Heritabilitas sulit diukur karena tidak ada cara untuk membuat standar, mengukur, atau mengendalikan pengaruh lingkungan terhadap ciri-ciri tersebut.

Heritabilitas sangat penting dalam pemuliaan dan seleksi karakter kuantitatif. Heritabilitas didefinisikan sebagai bagian keragaman genetik dari keragaman total (keragaman fenotipe). Besarnya heritabilitas karakter kuantitatif dapat diduga melalui suatu desain persilangan-persilangan galur murni (Makmur, 1992).

Koefisien keragaman genetik (KKg) mengukur besarnya perbedaan genetik pada populasi yang diuji. Semakin besar nilai KKg, maka semakin besar perbedaan genetik antarindividu di dalam populasi tersebut. Nilai KKg juga menyatakan

apakah pengaruh lingkungan dapat diabaikan atau tidak. $KKg < 5\%$ menunjukkan bahwa pengaruh genetik lebih besar daripada pengaruh lingkungan sehingga pengaruh lingkungan dapat diabaikan. Sebaliknya, $KKg > 10\%$ berarti lingkungan berpengaruh terhadap kinerja genetik sehingga tidak dapat diabaikan (Hikam, 2010).