

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Berdasarkan bukti genetik, antropologi, dan arkeologi diketahui bahwa daerah asal tanaman jagung adalah Amerika Tengah (Meksiko bagian Selatan), kemudian dibawa ke Amerika Selatan (Ekuador) sekitar 7.000 tahun yang lalu, dan mencapai daerah pegunungan di selatan Peru sekitar 4.000 tahun yang lalu. Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Jenis jagung dapat dikelompokkan menurut umur dan bentuk biji. Menurut umur, dibagi menjadi 3 golongan yaitu; berumur pendek (genjah): 75-90 hari, sedang (tengahan): 90-120 hari dan berumur panjang yaitu lebih dari 120 hari. Menurut bentuk biji, dibagi menjadi 7 golongan: Dent Corn, Flint Corn, Sweet Corn, Pop Corn, Flour Corn, Pod Corn, Waxy Corn (Anonymous, 2008).

Jagung memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah (diklin) dalam satu tanaman (monoecious). Tiap kuntum bunga memiliki struktur khas bunga dari suku Poaceae yang disebut floret. Pada jagung manis dua floret dibatasi oleh sepasang glumae (tunggal: gluma). Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman berupa karangan bunga (inflorescence). Serbuk sari berwarna kuning dan beraroma khas. Bunga betina tersusun dalam tongkol yang tumbuh di ketiak daun pada pertengahan batang. Setiap bunga betina memiliki tangkai putik yang tumbuh memanjang hingga menyembul keluar dari kelopak bunga. Kumpulan dari tangkai putik disebut rambut jagung (Iskandar, 2003).

Jagung merupakan sumber karbohidrat selain beras dan ubi dan sumber protein yang penting dalam menu masyarakat Indonesia. Kandungan gizi utama jagung adalah pati (72-73%), dengan nisbah amilosa dan amilopektin 25-30% : 70-75%, namun pada jagung pulut (waxy maize) 0-7% : 93-100%. Kadar gula sederhana jagung (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) berkisar antara 1-3%. Protein jagung (8-11%) terdiri atas lima fraksi, yaitu: albumin, globulin, prolamin, glutelin, dan nitrogen nonprotein (Suarni *et al.*, 2008)

2.2 Pemuliaan Tanaman Jagung Bersari Bebas

Jagung merupakan salah satu spesies tanaman yang dapat dikaji segi genetiknya sehingga pewarisan beberapa karakter dan genomnya sudah diketahui. Beberapa karakter keunggulan jagung dari spesies yang lain adalah jagung memiliki nilai ekonomis tinggi, keragaman genetiknya tinggi, banyaknya jumlah benih yang dapat diamati dari penyerbukan terkontrol (penyerbukan silang dan penyerbukan sendiri) dan dapat juga diamati perbedaan dalam tipe progeninya. Pemuliaan tanaman jagung ini mengkaji dasar pemuliaan dan aplikasinya yang kemudian hasilnya dapat digunakan untuk mempelajari spesies tanaman menyerbuk silang lainnya (Dahlan *et al.*, 1994).

Jagung termasuk tanaman menyerbuk silang. Pada umumnya tanaman menyerbuk silang genotipnya heterozigot dan heterogen. Karena pada populasi tanaman ini akan bersegregasi bebas. Saat ini cara yang sering digunakan dalam perakitan varietas unggul adalah mengontrol pewarisan genetisnya dengan menitikberatkan pada pembuatan silang dalam dan persilangan. Disamping itu keragaman genetik juga merupakan unsur dasar yang diperlukan dalam program pemuliaan tanaman. Jika keragaman genetik tidak tampak pada suatu populasi, maka seleksi tidak akan efektif (Allard, 1989). Usaha perbaikan ini melibatkan beberapa tahap antara lain, penyediaan keragaman genetik melalui koleksi plasma nutfah, persilangan, introduksi, adaptasi keunggulan dari suatu varietas, seleksi galur atau klon, menguji tingkat interaksi galur (Poespodarsono, 1988).

Jagung terdiri dari bermacam-macam jenis di antaranya adalah jagung hibrida dan jagung bersari bebas. Jagung bersari bebas berasal dari persilangan secara acak. Varietas bersari bebas menurut bahan asal penyusunannya dibagi menjadi varietas komposit dan varietas sintetik. Varietas sintetik dibentuk dari beberapa galur inbrida yang memiliki daya gabung umum yang baik, sedangkan varietas komposit dibentuk dari galur inbrida dan hibrida. Dalam pembentukan varietas bersari bebas yang perlu diperhatikan adalah populasi dasar yang akan diperbaiki dan metode yang digunakan dalam perbaikan populasi tersebut (Subandi, 2007).

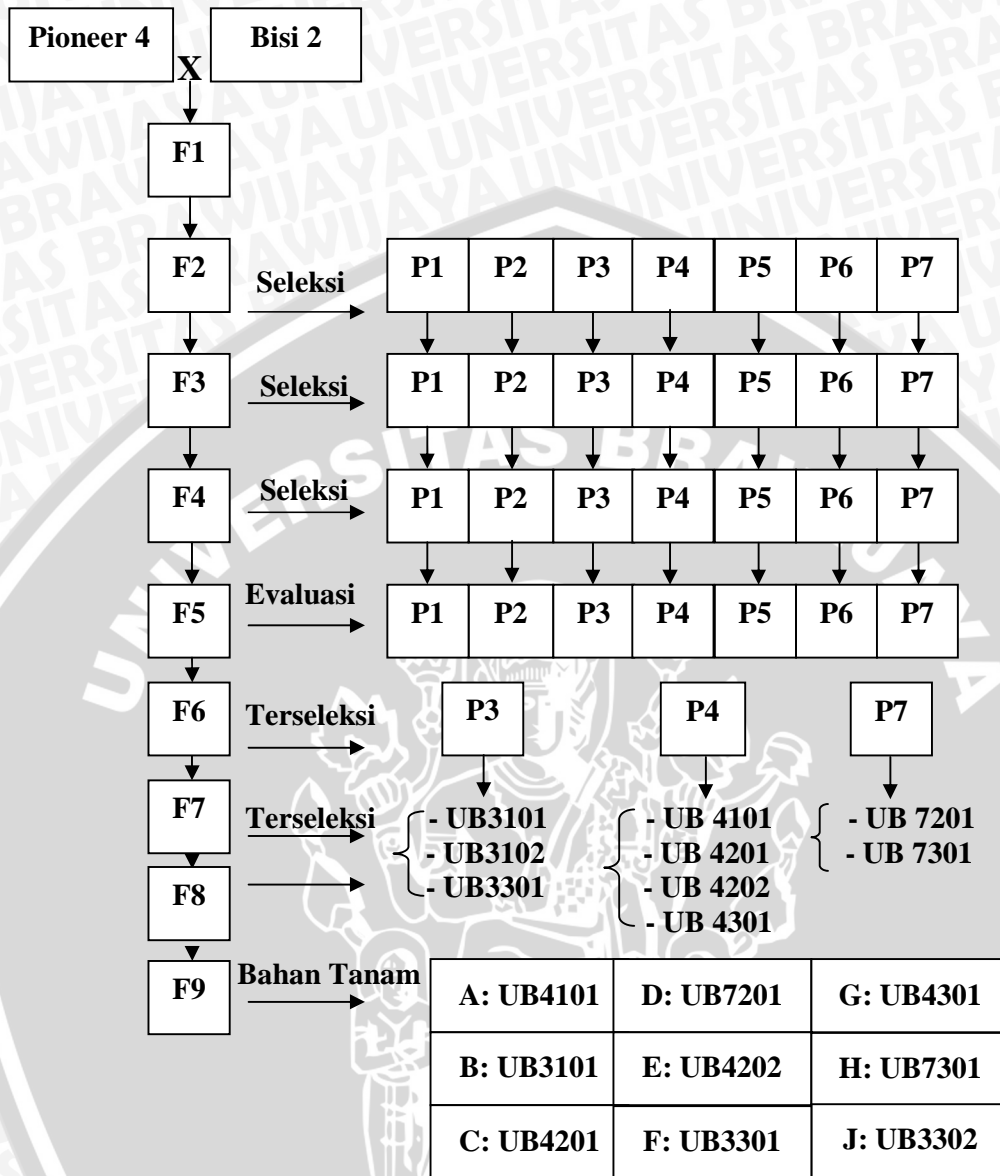
2.3 Pemuliaan Tanaman Jagung, Laboratorium Pemuliaan Tanaman Universitas Brawijaya

Pada tahun 2000 dilakukan penelitian terhadap 7 genotip jagung yaitu Bisma Pioneer 4, C-5, Bisi-2, UB001S1, UB002S1, dan UB003S1. Penelitian tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan informasi mengenai nilai parameter genetik dan komponen hasil tanaman jagung. Dari hasil penelitian menunjukkan nilai heritabilitas karakter yang diamati berkisar dari sedang sampai tinggi. Nilai heritabilitas yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa pengaruh faktor genetik lebih besar terhadap penampilan fenotipik dibandingkan dengan pengaruh lingkungan. Dengan demikian seleksi pada karakter-karakter tersebut bisa dilakukan pada generasi awal. Kendarini *et al.*, (2001) melaporkan bahwa terdapat keragaman genetik yang tinggi pada populasi. Semua karakter yang diamati mempunyai persentase kemajuan genetik harapan yang tinggi. Hal itu berarti 7 genotip tersebut mempunyai peluang yang besar untuk dilakukan perbaikan melalui seleksi.

Pada tahun 2001 dilakukan penelitian lanjutan oleh Puspitasari (2001) untuk mengetahui keragaman dan identifikasinya karena program pemuliaan tersebut merupakan kunci keberhasilan produktivitas tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, tingkat keragaman genetik populasi F_{1a} hasil persilangan Bisi-2 x Pioneer 4 lebih tinggi dibandingkan dengan populasi F_{1b} hasil persilangan C5 x Bisma.

Pada tahun selanjutnya dilakukan penelitian lanjutan, Witriyarini (2002) melaporkan bahwa hasil penelitian menunjukkan bahwa pada seri persilangan Bisi-2 x Pioneer 4, depresi silang dalam terlihat pada semua karakter sedangkan pada seri persilangan C5 x Bisma depresi terlihat pada karakter panjang tongkol, jumlah baris per tongkol, dan jumlah biji per tongkol.

Penelitian lanjutan dilakukan oleh Kristin (2003), hasil penelitian menunjukkan adanya beberapa kriteria seleksi tidak menimbulkan perbedaan yang nyata pada hasil kecuali seleksi terhadap karakter jumlah baris per tongkol dengan bobot biji per tongkol.



Gambar 1. Silsilah asal 9 populasi jagung bersari bebas sebagai bahan tanam.

Keterangan: P (populasi), P1 (seleksi tinggi tanaman), P2 (seleksi panjang tongkol), P3 (seleksi jumlah baris biji pertongkol), P4 (seleksi jumlah biji pertongkol), P5 (seleksi bobot 100 biji), P6 (seleksi bobot biji pertongkol), P7 (kontrol), A=UB4101 (Seleksi dengan penyerbukan terkontrol dari populasi 4), B=UB3101 (Seleksi dengan penyerbukan terkontrol dari populasi 3), C=UB4201 (Seleksi dengan penyerbukan terkontrol dari populasi 4), D=UB7201 (Seleksi dengan penyerbukan terkontrol dari populasi 7), E=UB4202 (Seleksi dengan penyerbukan terkontrol dari populasi 4), F=UB3301 (Seleksi dari populasi 3 dengan penyerbukan tidak terkontrol), G=UB4301 (Seleksi dari populasi 4 dengan penyerbukan tidak terkontrol) H=UB7301 (Seleksi dari populasi 7 dengan penyerbukan tidak terkontrol) dan J=UB3302 (Seleksi dengan penyerbukan terkontrol dari populasi 3).

Istanti (2004) menjelaskan hasil penelitiannya bahwa, jagung hasil persilangan Bisi-2 dan Pioneer 4 pada generasi kedua memiliki nilai kemajuan genetik harapan cukup tinggi. Dwi (2005) telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui efektifitas seleksi massa terhadap enam sifat agronomis tanaman jagung pada populasi F₄ hasil persilangan Bisi-2 dan Pioneer 4. Pada tahun 2006 dilakukan evaluasi karena tanaman yang dihasilkan sudah mengalami keseragaman. Nur Basuki, Kuswanto dan Budi Waluyo melakukan penanaman pada tahun 2007 dengan tujuan untuk perbanyak benih.

Pada tahun 2008 dilakukan penelitian oleh Zulaikah untuk mengetahui penampilan dari sembilan populasi tanaman jagung bersari bebas. Dari sembilan populasi yang diuji, terdapat perbedaan penampilan antar populasi, yaitu pada semua karakter yang diamati kecuali jumlah buku, panjang tongkol (cm) dan diameter tongkol (cm). Populasi yang memiliki penampilan terbaik adalah populasi UB3101.

Sembilan populasi ini juga dijadikan bahan materi pada penelitian selanjutnya, dengan judul “Interaksi genotip × Lingkungan pada Jagung Bersari Bebas (*Zea mays* L.) di Empat Lokasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

2.4. Interaksi Genotip × Lingkungan

Interaksi antara genotipe dan lingkungan telah diketahui sejak lama, yang merupakan fenomena umum pada seluruh organisme hidup. Genotip dan lingkungan berinteraksi untuk menghasilkan fenotipe. Interaksi Genotip dan Lingkungan didefinisikan sebagai perbedaan antara nilai fenotip dan nilai yang diharapkan dari hubungan nilai genotipe dan nilai lingkungan (Baker, 1988).

Rekomendasi terhadap genotip sebagai jenis/varietas tanaman baru untuk tujuan komersial memerlukan prediksi yang reliabel dan akurat terhadap rata produksi dari setiap varietas pada berbagai lingkungan serta pengetahuan yang memadai tentang interaksi genotip dan lingkungan. Informasi ini dapat diperoleh dari beberapa percobaan atau sering disebut *Multi Environment Trial* (MET) (Sumartajaya, 2007).

Ada atau tidaknya pengaruh genotip dengan lingkungan yang dimaksud merupakan bentuk dari sebuah interaksi, dimana interaksi genotip dan lingkungan ialah variasi yang disebabkan oleh pengaruh bersama dari genotip dan lingkungan. Keberadaan interaksi genotip dan lingkungan sangatlah penting dalam pemuliaan karena penampilan tanaman sangat dipengaruhi oleh interaksi antara genotipe tanaman itu sendiri dan lingkungan tumbuhnya (Gauch dan Zobel, 1996).

Kasno *et al.*, (1989) menjelaskan bahwa tanggapan varietas terhadap kualitas lingkungan untuk sifat-sifat kuantitatif seperti hasil dan komponen hasil umumnya beragam jika ditanam di berbagai lingkungan. Perbedaan tanggapan varietas dilingkungan berbeda-beda tersebut merupakan petunjuk adanya interaksi genotip dan lingkungan. Interaksi genotip dan lingkungan menimbulkan kesulitan dalam membuat peringkat. Keunggulan suatu genotip karena penampilannya yang berbeda-beda sehingga menyulitkan pemilihan genotip unggul, tetua persilangan atau genotip yang diuji.

Genotip merupakan tingkat penampilan tanaman yang ditentukan oleh sekelompok sifat yang diturunkan, sedangkan fenotip dihasilkan terutama oleh genotip hasil interaksi antara genetika dengan lingkungan tempat tanaman tumbuh. Suatu tanaman yang memiliki genotip yang sama tumbuh di tempat yang berbeda dapat menghasilkan fenotip yang berbeda. Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman yang ditanam lingkungan yang berbeda, hasilnya akan ditentukan oleh adanya pengaruh genotip, lingkungan dan interaksi antara genotip dengan lingkungan tempat tumbuhnya (Hall, 2001).

Identifikasi genotip ideal dalam hal produksi maksimum menjadi sulit apabila interaksi genotip dan lingkungan muncul. Hal ini tampak dari beberapa genotip yang diuji di beberapa lingkungan sering tidak menunjukkan rangking yang sama untuk daya hasilnya di semua lingkungan pengujian meskipun pada musim yang sama (Weber dan Wricke, 1990).

Dikatakan terdapat interaksi genotip \times lingkungan jika dua genotip atau lebih memberikan respon yang berbeda pada perubahan lingkungan dan dalam analisis ragam pada komponen interaksi genotip \times lingkungan berbeda nyata. Ini mengindikasikan kurangnya gen aditif pada tanaman. Umumnya karakter yang

ingin diketahui interaksi genotip \times lingkungan ditransformasikan terlebih dahulu sebelum dianalisis misalnya dengan menggunakan logaritma atau akar kuadrat.

Derajat interaksi dipengaruhi oleh semacam transformasi non linier. Untuk mendapatkan lebih banyak informasi mengenai genotip, maka harus dibuat grafik dengan level lingkungan pada garis horizontal dan hasil sebagian garis vertikal, lalu menghubungkan hasil dari genotip yang sama. Untuk dua genotip dan dua lingkungan, ada tiga situasi yang mungkin terjadi, yaitu garis paralel (tidak ada interaksi), garis tidak paralel tanpa perpotongan garis (Weber dan Wricke, 1990; Heuhn, 1990)

Analisis mengenai interaksi genotip \times lingkungan berhubungan dengan estimasi secara kuantitatif stabilitas fenotipe dari genotip yang diuji pada beberapa lingkungan. Beberapa metode statistik yang berbeda telah digunakan untuk mengestimasi dan memisahkan ragam genotip \times lingkungan, diantaranya adalah dengan komponen ragam, metode regresi, teknik pengelompokan atau kluster (Heuhn, 1990), pattern analysis dan Analysis Main Effect and Multiplicative Interaction (AMMI).

Interaksi dapat dihitung dengan analisis ragam. Pemisahan kuadrat tengah diperlukan untuk menginterpretasi hasil yang diperoleh. Dengan adanya partisi kuadrat tengah ini diharapkan pemulia tanaman dapat membuat kesimpulan berkenaan dengan reaksi genotip terhadap lingkungan. Tujuan yang lain adalah menemukan lingkungan terbaik bagi genotip (Weber dan Wricke, 1990)

2.5 Adaptasi Genotip Terhadap Lingkungan

Interaksi genotip \times lingkungan dalam pemuliaan dikenal dengan istilah adaptasi dan stabilitas. Stabilitas merupakan kemantapan dalam waktu sedangkan adaptabilitas adalah kemantapan dalam ruang. Untuk pengujian statistika, keduanya menggunakan istilah stabilitas. Analisis stabilitas diperlukan untuk mencirikan keragaan genotip di berbagai lingkungan dan membantu pemulia tanaman dalam memilih genotip unggul. Stabilitas dan adaptabilitas suatu genotip penting untuk diperoleh karena varietas hasil rakitan pemulia tanaman, akan ditanam petani pada lingkungan yang berbeda-beda, sehingga perlu varietas yang

adaptif untuk mengurangi resiko petani yang mungkin timbul akibat perubahan lingkungan yang tidak dapat diramalkan.

Menurut konsep stabilitas, suatu genotip dikatakan stabil bila:

1. Ragam antar lingkungan kecil
2. Respon terhadap lingkungan paralel dengan rata-rata respon semua genotip dalam percobaan yang dilakukan
3. KTsis dari model regresi (penyimpangan model) pada indeks lingkungan kecil

Berdasarkan konsep stabilitas tersebut, maka arah tujuan program pemuliaan tanaman akibat adanya interaksi genotip \times lingkungan adalah :

1. Perolehan genotip berdaya hasil tinggi dan stabil pada lingkungan luas (adaptasi luas)
2. Perolehan genotip berdaya hasil tinggi pada lingkungan tertentu (adaptasi sempit/lokal)

Tipe varietas yang ditandai dengan karakter tingkat heterogenitas yang rendah (seperti galur murni, klon, hibrida dari silang tunggal) atau heterozigositas yang rendah (seperti galur murni) cenderung untuk saling berinteraksi dengan lingkungan dibandingkan dengan tipe varietas dengan karakter heterogenitas dan heterozigositas yang tinggi (seperti populasi bersari bebas, varietas campuran dari galur murni). Hal seperti ini karena varietas yang mempunyai karakter heterogenitas dan heterozigositas yang rendah mempunyai sedikit gen-gen yang mempunyai kemampuan beradaptasi sehingga lebih peka terhadap kondisi lingkungan bervariasi, kondisi ini tersirat dalam struktur genetiknya (Baker, 1990)

Tanaman memiliki dua macam kemampuan adaptasi yaitu adaptasi luas dan adaptasi sempit. Adaptasi luas diartikan sebagai kemampuan varietas untuk dapat cepat menunjukkan sifat baiknya pada berbagai macam lingkungan. Sedangkan adaptasi sempit, tanaman hanya menunjukkan keistimewaan pada lingkungan tertentu saja. Varietas yang mampu beradaptasi luas dapat ditanam diberbagai daerah secara luas baik berbeda lokasi maupun musim. Sedangkan varietas yang beradaptasi sempit, diarahkan untuk lingkungan tertentu yang biasanya mempunyai perbedaan ekstrim dengan tempat lain (Poespodarsono, 1988).

Dalam pengembangan varietas baru diperlukan pengetahuan tentang interaksi genotip \times lingkungan. Interaksi genotip \times lingkungan penting dilakukan dalam membuat rekomendasi tentang kultivar yang dianjurkan dan seleksi tanaman, sesuai dengan yang dikemukakan oleh Soemartono *et al.*, (1992). Baker (1990) juga mengemukakan bahwa interaksi genotip dan lingkungan merupakan faktor penting dalam perkembangan dan hasil produksi tanaman.

Pengaruh lingkungan terhadap penampilan suatu genotip dapat diketahui dengan diadakannya pengujian varietas atau galur pada berbagai lokasi yang berbeda. Semakin banyak lokasi pengujian akan dapat membentuk gambaran tentang kemampuan adaptasi tanaman tersebut. Faktor lingkungan seperti ketinggian tempat, jenis tanah dan iklim berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Faktor lingkungan tersebut sering digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perbedaan lingkungan.

Poespodarsono (1988) menjelaskan bahwa pengujian yang biasa dilakukan adalah dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dari masing-masing lokasi dan perlakuannya adalah sejumlah varietas dan galur yang diuji. Ukuran percobaan yang digunakan biasanya kecil dan menggunakan rancangan yang sederhana. Data dari beberapa lokasi dianalisa bersama pada akhir setiap musim tanam dengan menggunakan analisis ragam gabungan untuk mengetahui pengaruh interaksi perlakuan, lokasi dan pengaruh rata-rata untuk perlakuan antar lokasi yang homogen. Pengaruh ini merupakan dasar utama untuk mengenali penampilan terbaik dan wilayah adaptasi (Gomez dan Gomez, 1995).