

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan salah satu komoditi serealia yang telah dibudidayakan untuk kebutuhan pangan. Jagung memiliki peran penting dalam perdagangan produk pertanian nasional maupun internasional karena bersifat multiguna baik sebagai komoditas pangan yang dikonsumsi langsung maupun sebagai bahan pakan ternak (Okasa et al., 2023). Selain beras dan gandum, komoditas ini merupakan salah satu makanan pokok terpenting karena kandungan karbohidrat yang relatif tinggi sehingga termasuk sebagai salah satu sumber karbohidrat yang penting bagi tubuh manusia. Hal ini menyebabkan tingginya permintaan jagung seiring dengan penambahan penduduk, kebutuhan jagung di Indonesia dilaporkan terus meningkat setiap tahunnya (Rifai et al., 2023).

Tingginya permintaan jagung terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun sebab kebutuhan jagung tidak hanya dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat dan protein melainkan untuk bahan baku industri dan pakan ternak. Tantangan di masa mendatang adalah bagaimana memenuhi kebutuhan jagung tersebut sebagai bahan pakan dan pangan. Dengan demikian, dalam rangka menjaga kontinuitas tersedianya pasokan jagung diperlukan upaya peningkatan produksi (Manto et al., 2023).

Produktivitas jagung tahun 2023 mencapai $5,97 \text{ ton.h}^{-1}$ dan mengalami penurunan jika dibandingkan dengan produksi tahun sebelumnya. Pada tahun 2022, produktivitas jagung mencapai $5,98 \text{ ton.h}^{-1}$. Produktivitas jagung pipilan kering dengan kadar air 14 persen, sepanjang Januari hingga Desember 2024 sebesar $5,94 \text{ t.ha}^{-1}$, atau mengalami penurunan jika dibandingkan 2023 yang sebesar $5,97 \text{ juta t.ha}^{-1}$ (BPS Indonesia, 2025). Varietas jagung hibrida yang umum digunakan petani di Indonesia diantaranya adalah BISI 18, NK, NASA 29, JH 37, dan Pioneer 27. Potensi hasil pada varietas BISI 18 mencapai 12 t.ha^{-1} , pada varietas NK 7328 mencapai $11,5 \text{ t.ha}^{-1}$, pada varietas NASA 29 mencapai $13,7 \text{ t.ha}^{-1}$, pada varietas JH37 mencapai $12,5 \text{ t.ha}^{-1}$, dan pada varietas Pioneer 27 mencapai 11 t.ha^{-1} . Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk meningkatkan produksi jagung pakan nasional agar dapat terus swasembada adalah dengan menggunakan varietas jagung pakan hibrida yang lebih unggul daripada varietas jagung pakan hibrida yang sudah beredar saat ini. Penggunaan jagung hibrida yang masif di Indonesia saat ini ditunjukkan oleh fakta bahwa jagung hibrida memiliki produktivitas yang lebih tinggi daripada jagung bersari bebas.

Jagung hibrida merupakan generasi pertama dari hasil persilangan antara tetua berupa galur inbrida. Varietas hibrida dapat dibentuk pada tanaman menyerbuk sendiri maupun menyerbuk silang. Benih yang dihasilkan (F1) ketika ditanam diharapkan akan memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan dua

tetuanya (Arifin et al., 2020). Benih hibrida memiliki susunan genetik yang berbeda dari kedua tetuanya dan akan menghasilkan tanaman yang memiliki karakteristik tertentu. Jagung hibrida memiliki produktivitas yang lebih tinggi, kemampuan adaptasi yang lebih baik, ketahanan terhadap stres yang lebih baik, tongkol yang lebih besar, dan bulir yang lebih banyak daripada jagung non-hibrida. Selain itu, jagung hibrida telah terbukti memiliki tongkol yang lebih besar, dan meningkatkan pendapatan petani (Curry, 2022). Dengan demikian, berdasarkan pada hal tersebut, pengembangan galur inbrida yang diperoleh dapat dimanfaatkan dalam perakitan varietas jagung hibrida baru. Salah satu metode yang dapat digunakan ialah dengan metode persilangan diallel penuh (Haryanto, et.al. 2023).

Persilangan diallel pada dasarnya melibatkan banyak tetua dalam rangka memanfaatkan sebanyak mungkin keragaman genetik yang ada dalam menghasilkan sejumlah kombinasi F1, salah satunya dengan menggunakan metode *full diallel*. Persilangan melalui metode *full diallel* akan memperoleh lebih banyak kombinasi persilangan dan sumber daya genetik yang dimanfaatkan dibandingkan *half diallel* karena metode *full diallel* melibatkan resiprokalnya. Selain itu, penggunaan metode *full diallel* dilakukan untuk menentukan daya gabung tetua-tetua yang digunakan dalam persilangan untuk menentukan kombinasi persilangan membentuk varietas hibrida (Andayani & Navita, 2021).

Persilangan dua genotipe pada perakitan varietas hibrida dapat menghasilkan turunan yang lebih baik dari kedua tetuanya, dan ini dikenal dengan heterosis. Fenomena heterosis merupakan hal yang paling mendasar dalam pemuliaan jagung hibrida. Nilai heterosis menunjukkan besarnya peningkatan genotipe dan fenotipe F1 dibandingkan rata-rata tetuanya pada karakter yang diamati. Istilah heterosis sering disamakan dengan ketegapan hibrida, mengacu pada superioritas F1 yang dihasilkan terhadap tetuanya. Ekspresi heterosis hanya akan muncul pada generasi pertama saja, dan telah dimanfaatkan secara luas dalam pembentukan hibrida yaitu dari dua tetua. Heterosis pada jagung akan lebih besar pada persilangan dua tetua dengan hubungan kekerabatan jauh daripada persilangan dua tetua dengan hubungan kekerabatan dekat. Penilaian peningkatan karakter hibrida juga dapat dinilai dengan nilai heterobeltiosis. Heterobeltiosis adalah bentuk khusus dari heterosis yang mengacu pada peningkatan kinerja hibrida dibandingkan dengan induk terbaiknya. Dengan kata lain, heterobeltiosis menunjukkan seberapa besar peningkatan yang dapat dicapai melalui hibridisasi dibandingkan dengan menggunakan varietas induk yang terbaik (Setyowidianto et al. 2017).

Metode persilangan *full diallel* digunakan untuk mengembangkan varietas jagung hibrida baru dan uji daya hasil pendahuluan serta uji daya hasil lanjutan dilakukan untuk mengevaluasi kinerjanya. Hibrida ini masih perlu diuji kestabilannya dengan uji daya hasil pendahuluan. Uji daya hasil pendahuluan digunakan untuk mengidentifikasi galur tetua dan hibrida jagung yang memiliki

potensi hasil tinggi dari persilangan *full diallel*. Uji hasil pendahuluan dilakukan pada varietas jagung hibrida untuk menilai kinerja varietas dalam hal potensi hasil panen dan atribut agronomi lainnya. Sebelum varietas baru diberikan kepada petani, pengujian ini biasanya dilakukan di ladang percobaan atau petak-petak kecil. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menemukan varietas yang paling baik dalam hal hasil panen dan memberikan informasi tentang sifat-sifat penting seperti ketahanan terhadap hama dan penyakit serta hasil panen yang mungkin. Setelah uji daya hasil pendahuluan, uji daya hasil lanjutan pada jagung hibrida dilakukan di lahan yang lebih besar. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menemukan varietas yang memiliki kinerja terbaik. Data yang dikumpulkan selama pengujian ini digunakan untuk memilih varietas dengan performa terbaik untuk pengujian lebih lanjut (Magar, et.al. 2021).

Dalam pemuliaan tanaman jagung, "evaluasi" berarti menguji hibrida jagung pada tahap pengujian lanjutan untuk menemukan hibrida yang memiliki potensi hasil yang tinggi. Untuk mengurangi biaya pemuliaan, menemukan hibrida unggul, dan mengembangkan hibrida jagung yang kuat dan tahan stres, uji hasil lanjutan sangat penting (Ma and Cao, 2021). Uji hasil lanjutan dalam pemuliaan jagung dilakukan untuk mengevaluasi kinerja hibrida jagung pada tahap pengujian lanjutan untuk mengidentifikasi hibrida yang unggul dengan potensi hasil tinggi. Evaluasi dalam pemuliaan jagung melibatkan penilaian keragaman genetik, sifat agronomi, kemampuan beradaptasi lingkungan dan heritabilitas. Ini sangat penting untuk menemukan hibrida unggul dan mengurangi biaya pemuliaan. Pemilihan garis induk yang baik dan pengembangan hibrida jagung yang menghasilkan hasil tinggi dibantu oleh komponen-komponen ini (Atanda, et.al. 2021). Berdasarkan pada uraian diatas maka dilakukan penelitian dengan harapan mampu memberikan informasi terkait evaluasi berbagai genotipe jagung hibrida hasil persilangan *full diallel* dalam mengatasi permasalahan produksi jagung hibrida.

1.2 Landasan Teori

Tanaman jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman pangan penghasil karbohidrat yang sangat penting. Tanaman jagung banyak dibudidayakan untuk mensuplai kebutuhan pangan dalam negeri dan merupakan komoditi yang diekspor. Jagung juga telah ditetapkan sebagai tanaman pangan utama setelah beras dikarenakan jagung memiliki manfaat yang cukup banyak antara lain sebagai bahan pangan, penghasil minyak, bahan pakan ternak serta bahan baku industri olahan. Produktivitas jagung sangat bergantung pada genotipe, lingkungan, dan interaksi antara keduanya. Oleh karena itu, pengembangan varietas unggul menjadi salah satu fokus utama dalam peningkatan hasil jagung (Yusnida, 2022).

Salah satu cara untuk meningkatkan hasil tanaman jagung adalah menggunakan benih bermutu melalui pemanfaatan genotipe jagung hibrida untuk menghasilkan varietas unggul yang didapatkan dari proses persilangan tanaman

jagung. Contohnya seperti metode persilangan *full diallel*, Penggunaan benih varietas unggul dalam budidaya tanaman jagung merupakan salah satu faktor penunjang dalam meningkatkan produktivitas jagung nasional karena memiliki potensi hasil yang nyata dan lebih unggul dibandingkan varietas bersari bebas.

Persilangan *full diallel* merupakan teknik yang potensial dalam meningkatkan daya hasil suatu tanaman dengan karakter-karakter yang dikehendaki oleh pemulia. Hibrida merupakan cara produksi jagung di berbagai negara seperti di Amerika Serikat, salah satu metode persilangan untuk memilih tetua dalam menghasilkan varietas baru ialah dengan menggunakan metode *full diallel*. Metode *full diallel* terbukti dapat membantu pemulia dalam memilih materi pemuliaan berupa pasangan galur *inbreed* yang memiliki sifat heterosis dan heterobeltiosis. Heterosis adalah peningkatan karakter yang unggul dari suatu hibrida yang melebihi rerata kedua tetuanya dan heterobeltiosis adalah peningkatan katakter hibrida yang melebihi salah satu tetua terbaiknya (Juhriah et al., 2019).

Persilangan dialel menggunakan karakter unggul pada tanaman untuk memilih tetua dan mengetahui efek genetik yang terlibat dalam karakter tanaman, dan menduga nilai daya gabung umum dan khusus. Persilangan dialel didasarkan pada serangkaian kombinasi persilangan antara beberapa genotipe homozigot (*inbrida*), yang dapat digunakan untuk memprediksi efek genetik seperti daya gabung umum dan khusus, efek maternal, dan heterosis secara bersamaan yang sangat berguna bagi pemulia dalam merakit varietas baru (Onofri et al., 2021). Daya gabung adalah ukuran kemampuan suatu genotipe tanaman dalam persilangan untuk menghasilkan tanaman unggul. Daya gabung yang diperoleh dari persilangan antara kedua tetua dapat menunjukkan kombinasi persilangan yang dapat memberikan keturunan yang lebih baik (Arsyam et al., 2024).

Pemilihan materi sebagai bahan dasar pembentukan galur harus memperhatikan latar belakang genetik. Seleksi secara bertahap yang dilakukan perlu memperhatikan daya gabung galur yang dihasilkan. Pewarisan karakter adalah salah satu hal yang mendasar pada pemuliaan tanaman untuk mengetahui aksi gen, kemampuan menggabungkan serta nilai heritabilitas. Heritabilitas adalah perbandingan antara besaran ragam genotipe dengan besaran total ragam fenotipe dari suatu karakter. Heritabilitas merupakan parameter penting dalam pemuliaan tanaman jagung. Nilai duga heritabilitas digunakan untuk mengetahui seberapa besar karakter tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik. Makin tinggi nilai heritabilitas suatu sifat maka makin besar pengaruh genetiknya dibanding lingkungan (Afandi & Sakka, 2022). Heritabilitas yang tinggi menyebabkan seleksi dalam mendapatkan generasi berikutnya menjadi lebih efektif karena pengaruh lingkungan yang sangat kecil dan pengaruh genetik yang lebih dominan. nilai duga heritabilitas yang tinggi menyebabkan kemajuan genetik suatu karakter menjadi tinggi dan kemajuan

genetik yang tinggi menyebabkan seleksi menjadi lebih efektif (Fathan & Arifin, 2024).

Varietas jagung yang dilepas sebagai varietas unggul harus melalui tahap evaluasi untuk mengetahui stabilitas genetik dalam daya hasil dan adaptasi pada berbagai lingkungan. Hasil dari evaluasi adalah diperolehnya informasi galur jagung berupa karakter agronomi. Calon varietas jagung yang diujikan akan dibandingkan dengan varietas jagung unggul yang telah didaftarkan di Kementerian Pertanian sebagai varietas uji. Varietas uji yang digunakan adalah varietas yang mempunyai ciri unggul dan juga banyak diminati, sehingga menjadi tolak ukur untuk menentukan apakah ciri-ciri suatu calon varietas sudah sesuai yang diinginkan (Nurhana et al., 2021). Evaluasi sebagai tahapan akhir kegiatan pemuliaan dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat unggul yang diinginkan, dimana varietas unggul idealnya mempunyai karakteristik berdaya hasil tinggi, tahan hama penyakit utama, dan stabil pada kondisi lingkungan.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dilakukannya penelitian mengenai evaluasi berbagai genotipe jagung hibrida hasil persilangan *full diallel* yaitu:

1. Memperoleh satu atau lebih genotipe jagung hibrida dengan produktivitas tinggi.
2. Memperoleh genotipe jagung terseleksi yang lebih unggul dibandingkan tetuanya berdasarkan nilai heterosis dan heterobeltiosis pada karakter produktivitas.
3. Memperoleh karakter pertumbuhan dan produksi jagung yang memberikan nilai variabilitas genetik dan fenotipe yang luas dan heritabilitas yang tinggi.
4. Memperoleh karakter vegetatif dan generatif yang dapat dijadikan kriteria seleksi pada evaluasi terhadap karakter produktivitas pada persilangan *full diallel*.

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat membantu peneliti lebih memahami persilangan *full diallel* pada tanaman jagung dan menjadi bahan referensi tentang evaluasi berbagai genotipe jagung hibrida hasil persilangan *full diallel*.

1.4 Hipotesis

1. Terdapat satu atau lebih genotipe jagung hibrida dengan produktivitas tinggi
2. Terdapat genotipe jagung terseleksi yang lebih unggul dibandingkan tetuanya berdasarkan nilai heterosis dan heterobeltiosis pada karakter produktivitas.
3. Terdapat karakter pertumbuhan dan produksi jagung yang memberikan nilai variabilitas genetik dan fenotipe yang luas dan heritabilitas yang tinggi.
4. Terdapat karakter vegetatif dan generatif yang dapat dijadikan kriteria seleksi terhadap karakter produktivitas pada persilangan *full diallel*.

BAB II

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP) Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Serealia Bajeng, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian terletak pada titik koordinat 5° 18' 21.5"LS, 119° 28' 38.6"BT. Jenis tanah yang digunakan memiliki pH 5,14 (Tabel Lampiran 38). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai November 2024.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah benih 90 genotipe F1 hasil persilangan *full diallel*, benih 10 sefing sebagai tetua t1 (SG4.36.1), t2 (SG4.41.4), t3 (SG4.51.4), t4 (CB1.5.2), t5 (CB1.5.7), t6 (CB2.22.4), t7 (CB5.10.4), t8 (CB.5.2.6), t9 (CB5.5.8), t10 (ST.3.86), benih 5 varietas jagung sebagai pembandingan (BISI 18, NK, Pioneer 27, NASA 29, JH 37), Urea, NPK Phonska, kompos, pestisida, furadan, insektisida, herbisida, kantong benih, kertas label persilangan, karung panen, plastik sampel panen, papan plot.

Alat yang digunakan adalah traktor, cangkul, meteran, tugal, ajir, mesin pompa air, selang air, *knapsack sprayer*, jangka sorong, mistar, kamera digital, timbangan analitik, *grain moisture tester* PM-410 (alat pengukur kadar air benih), *chlorophyll content meter*, SPAD-502 Plus, *drone multispectral* dan alat tulis-menulis.

Tabel 1. Sumber genotipe yang digunakan pada penelitian

t1	t1(x)	g19	t3xt1	g37	t5xt1	g55	t7xt1	g73	t9xt1
g1	t1xt2	g20	t3xt2	g38	t5xt2	g56	t7xt2	g74	t9xt2
g2	t1xt3	t3	t3(x)	g39	t5xt3	g57	t7xt3	g75	t9xt3
g3	t1xt4	g21	t3xt4	g40	t5xt4	g58	t7xt4	g76	t9xt4
g4	t1xt5	g22	t3xt5	t5	t5(x)	g59	t7xt5	g77	t9xt5
g5	t1xt6	g23	t3xt6	g41	t5xt6	g60	t7xt6	g78	t9xt6
g6	t1xt7	g24	t3xt7	g42	t5xt7	t7	t7(x)	g79	t9xt7
g7	t1xt8	g25	t3xt8	g43	t5xt8	g61	t7xt8	g80	t9xt8
g8	t1xt9	g26	t3xt9	g44	t5xt9	g62	t7xt9	t9	t9(x)
g9	t1xt10	g27	t3xt10	g45	t5xt10	g63	t7xt10	g81	t9xt10
g10	t2xt1	g28	t4xt1	g46	t6xt1	g64	t8xt1	g82	t10xt1
t2	t2(x)	g29	t4xt2	g47	t6xt2	g65	t8xt2	g83	t10xt2
g11	t2xt3	g30	t4xt3	g48	t6xt3	g66	t8xt3	g84	t10xt3
g12	t2xt4	t4	t4(x)	g49	t6xt4	g67	t8xt4	g85	t10xt4
g13	t2xt5	g31	t4xt5	g50	t6xt5	g68	t8xt5	g86	t10xt5
g14	t2xt6	g32	t4xt6	t6	t6(x)	g69	t8xt6	g87	t10xt6
g15	t2xt7	g33	t4xt7	g51	t6xt7	g70	t8xt7	g88	t10xt7
g16	t2xt8	g34	t4xt8	g52	t6xt8	t8	t8(x)	g89	t10xt8
g17	t2xt9	g35	t4xt9	g53	t6xt9	g71	t8xt9	g90	t10xt9
g18	t2xt10	g36	t4xt10	g54	t6xt10	g72	t8xt10	t10	t10(x)

Keterangan :

t1	= SG4.36.1	t6	= CB2.22.4
t2	= SG4.41.4	t7	= CB5.10.4
t3	= SG4.51.4	t8	= CB5.2.6
t4	= CB1.5.2	t9	= CB5.5.8
t5	= CB1.5.7	t10	= ST.3.86

2.3 Metode Penelitian

Kegiatan dilakukan dengan menguji 90 genotipe F1 (G) hasil persilangan *full diallel* dari 10 tetua (T), serta 5 varietas sebagai pembanding (BISI 18, NK, Pioneer 27, NASA 29, JH 37). Penelitian ini menggunakan rancangan augmented design. Keseluruhan genotipe persilangan dan tetua ditanam dengan dikelompokkan ke dalam 8 blok dan tidak diulang pada tiap blok, sedangkan 5 varietas pembanding diulang pada tiap blok. Dengan demikian, terdapat 140 unit percobaan dimana terdapat 13 dan 12 genotipe serta 5 varietas pembanding pada setiap blok.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Pengolahan Lahan

Pengolahan lahan dilakukan untuk menggemburkan tanah dengan menggunakan traktor. Lahan yang telah diolah kemudian dibuat 8 blok dengan ukuran 7 m x 37,8 m dengan jarak antar baris 1 m dan jarak antar blok 2 m. Setiap blok terdapat plot dengan ukuran 1,4 m x 3 m dan setiap plot terdapat dua baris dan tiap baris terdapat 15 lubang sehingga dalam 1 plot terdapat 30 lubang tanam dengan jarak tanam 70 cm x 20 cm.

2.4.2 Penyiapan Benih

Benih yang akan digunakan, terlebih dahulu diberikan perlakuan perendaman. Benih yang mengapung sebaiknya tidak digunakan karena menunjukkan kondisi benih yang tidak baik. Sebelum ditanam, benih diberi perlakuan fungisida metalaksil untuk mencegah serangan penyakit bulai. Benih yang dipilih yaitu, benih yang memiliki daya tumbuh minimal 80% dan benih yang sehat.

2.4.3 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan membuat lubang tanam secara tugal dengan jarak tanam 70 x 20 cm. Pada setiap lubang tanam, jagung ditanam sebanyak dua biji dan diberi furadan. Setelah biji dimasukkan ke dalam lubang tanam kemudian ditutup dengan menggunakan kompos.

2.4.5 Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi pengairan, penjarangan, penyulaman, penyiangan, pembumbunan, pemupukan serta pengendalian hama dan penyakit. Pengairan dilakukan setiap minggu dengan mengalirkan air pada setiap plot dan dibiarkan meresap. Penjarangan dilakukan dengan menyisahkan

satu tanaman per lubang tanam. Penyulaman dilakukan bersamaan dengan penjarangan yang dilakukan dengan mengganti tanaman yang tidak tumbuh atau mengalami kerusakan dengan sulaman pada galur yang sama. Penyiangan dilakukan dengan menyemprotkan herbisida dan membersihkan gulma yang terdapat di sekitar tanaman jagung yang dilakukan pada 35 HST. Pembumbunan dilakukan bersamaan dengan penyiangan. Pembumbunan dilakukan dengan menimbun dan menutup akar tanaman yang timbul di atas permukaan tanah dari tanah di sebelah kanan dan kiri tanaman. Pemupukan dilakukan sebanyak 2 kali dimana pemupukan pertama dilakukan pada umur tanaman 10 HST dan pemupukan kedua dilakukan pada umur tanaman 40 HST. Pemupukan dilakukan dengan cara penugalan dengan membuat lubang 10-15 cm di samping lubang tanam. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan menyemprotkan fungisida dan insektisida pada saat tanaman terserang hama dan penyakit.

2.4.7 Panen

Panen dilakukan saat tanaman menunjukkan ciri-ciri jagung yang siap panen diantaranya yaitu 80% daun tanaman sudah kering dan berwarna kuning kecoklatan, klobot menjadi kering keriput dan silk mengering. Pemanenan dilakukan dengan mengambil tongkol jagung pada setiap tanaman dengan cara mematahkan tangkai buah jagung.

2.5 Pengamatan dan Pengukuran

Parameter pengamatan yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tinggi tanaman (cm)
Pengamatan tinggi tanaman dilakukan saat tanaman telah melewati fase pembungaan. Pengukuran dilakukan dengan mengukur bagian batang dari permukaan tanah sampai pangkal terakhir bunga jantan. Pengukuran dilakukan pada 5 tanaman sampel pada setiap plot.
2. Tinggi letak tongkol (cm)
Pengamatan tinggi letak tongkol dilakukan bersamaan dengan pengamatan tinggi tanaman pada 5 tanaman sampel yang sama. Tinggi letak tongkol diukur dari buku pangkal batang sampai buku kedudukan tongkol. Bila tanaman mempunyai dua tongkol, maka diambil tongkol yang teratas/tongkol yang lebih normal perkembangannya.
3. Jumlah daun (helai)
Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang sudah terbuka sempurna di setiap tanaman jagung. Pengamatan dilakukan terhadap 5 tanaman sampel saat tanaman telah mengalami akhir masa pembungaan yang ditandai oleh bunga jantan mengering dan bunga betina telah berdiferensiasi membentuk buah. Daun dihitung secara keseluruhan dari daun yang melekat di dasar tanaman hingga ujung tanaman.

4. Diameter batang (mm)
Diameter batang diukur menggunakan jangka sorong pada saat tanaman telah melewati fase pembungaan. Pengukuran dilakukan pada bagian ruas batang pertama dari akar pada 5 tanaman sampel yang dipilih pada setiap plot.
5. Umur berbunga jantan (HST)
Umur berbunga jantan dihitung sejak tanam hingga keluar serbuk sari sejumlah 50% dari populasi tanaman pada setiap plot. Pengamatan dilakukan setiap hari sepanjang fase pembungaan.
6. Umur berbunga betina (HST)
Umur berbunga betina dihitung dari sejak tanam hingga keluar rambut tongkol dengan panjang ≥ 2 cm sejumlah 50% dari populasi tanaman pada setiap plot.
7. *Anthesis Silking Interval* (ASI) (hari)
Anthesis Silking Interval (ASI) dihitung berdasarkan selisih umur berbunga betina dan jantan.
8. Umur panen (HST)
Pengamatan umur panen dilakukan dengan menghitung jumlah hari dari mulai tanam sampai panen pertama.
9. Penutupan Klobot (Skor)
Tingkat penutupan klobot diberi skor 1 (baik) sampai 5 (jelek), dengan kriteria sebagai berikut:
Skor 1: Klobot menutup rapat dengan baik, sehingga beberapa tongkol dapat diikat menjadi satu pada ujung tongkol
Skor 2: Klobot menutup ketat hanya sampai ujung tongkol saja
Skor 3: Klobot menutup agak longgar di ujung tongkol
Skor 4: Klobot menutup tongkol kurang baik, ujung tongkol terlihat
Skor 5: Klobot menutup tongkol sangat jelek, sebahagian biji nampak tidak dilindungi klobot



Gambar 1. Skor penutupan klobot

10. Diameter tongkol (mm)
Diameter tongkol diukur pada 5 sampel tongkol yang dipilih pada setiap genotipe. Pengukuran diameter tongkol menggunakan jangka sorong yang diukur pada bagian tengah tongkol yang telah dikupas kelobotnya.

11. Panjang tongkol (cm)
 Panjang tongkol diukur bersamaan dengan pengamatan diameter tongkol pada 5 sampel tongkol yang dipilih pada setiap genotipe. Pengukuran panjang tongkol dilakukan dengan menggunakan penggaris dan diukur pada bagian pangkal sampai pada bagian ujung tongkol yang telah dikupas kelobotnya. Panjang tongkol berbiji (cm)
 Diukur dari bagian pangkal sampai pada bagian ujung tongkol yang berbiji. Dilakukan dengan menggunakan mistar.
12. Jumlah biji per baris (biji)
 Jumlah biji per baris dihitung berdasarkan biji yang terbentuk utuh di setiap baris dalam tongkol pada 5 sampel tongkol yang dipilih dari setiap genotipe.
13. Jumlah baris biji (baris)
 Jumlah baris biji per tongkol diamati dengan menghitung jumlah baris tiap tongkol pada 5 sampel tongkol yang dipilih pada setiap genotipe.
14. Bobot tongkol kering tanpa klobot (g)
 Perhitungan bobot tongkol dilakukan dengan cara menimbang 5 sampel tongkol kering yang telah dipisahkan dengan klobotnya.
15. Bobot biji per tongkol (g)
 Perhitungan bobot biji per tongkol dilakukan dengan cara menimbang semua biji yang telah dipipil dari 5 sampel tongkol yang dipilih menggunakan timbangan analitik.
16. Bobot 1000 biji (g),
 Perhitungan bobot 1000 biji dilakukan dengan cara menimbang 1000 biji jagung yang telah dipipil menggunakan timbangan analitik.
17. Indeks klorofil ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)
 Pengamatan indeks klorofil menggunakan alat CCM 200+ dilakukan dengan cara menjepit daun dari pangkal hingga ujung daun ketiga sebanyak 10 kali. Daun yang digunakan pada pengamatan indeks klorofil yaitu daun muda (daun ketiga dari pucuk), daun dewasa (daun pada pertengahan tajuk tanaman) dan daun tua (daun paling bawah). Indeks klorofil daun dihitung menggunakan rumus berikut: IKD = Rata-rata indeks klorofil daun + standar deviasi. Klorofil a ($\mu\text{mol.m}^{-2}$), klorofil b ($\mu\text{mol.m}^{-2}$), dan total ($\mu\text{mol.m}^{-2}$) dihitung dengan menggunakan rumus :

Parameter	Rumus: $y = a + b (CCI)c$		
	A	B	C
Klorofil a	-421.35	375.02	0.1863
Klorofil b	38.23	4.03	0.88
Total Klorofil	-283.2	269.96	0.277

18. Klorofil *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)
Pengamatan indeks klorofil menggunakan alat *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) dilakukan pada daun ketiga dari atas tanaman, daun tengah (terhitung mulai ujung tanaman) dan daun terbawah tanaman.

19. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)
Pengamatan indeks vegetasi menggunakan drone. Drone dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada 35 HST, 55 HST, dan 85 HST. Indikator yang digunakan untuk menilai indeks pertanian jagung yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi antara band merah dan band IMD (Inframerah dekat). Perhitungan NDVI dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{NDVI} = (\text{IMD}-\text{M}) / (\text{IMD}+\text{M})$$

Keterangan:

M = Merah

IMD = Inframerah dekat

20. Rendemen (%)
Perhitungan rendemen dilakukan dengan menimbang tongkol kupasan basah kemudian dipipil. Rendemen dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Bobot biji tongkol}}{\text{Bobot tongkol kupasan}} \times 100\%$$

21. Produktivitas (t.ha^{-1})
Produktivitas dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{10.000}{L.P} \times \frac{100-KA}{100-15} \times B \times R$$

Keterangan:

L.P = Luas Panen (m^2)

KA = Kadar Air Panen

B = Bobot Tongkol Kupasan (kg)

R = Rendemen

2.6 Analisis Data

2.6.1 Sidik Ragam

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (Anova) sesuai rancangan yang digunakan, yaitu Rancangan *Augmented Design* menggunakan *software* SAS 9.1 dan dilanjutkan dengan uji lanjut BNT 0,05%.

Tabel 2. Analisis ragam rancangan augmented

Sumber Keragaman	DB	KT	F. Hitung
Ulangan	r-1	KTu	KTu/KTe
Perlakuan Kontrol	(g+c)-1	KTp	KTp/KTe
Galur	c-1	KTc	KTc/KTe
G vs K	g-1	KTg	KTg/KTe
Galat	1	KT (g vs c)	KT (g vs c)/KTe
Total	((g+rc)-1)-((g+c)-1)-(r-1)	KTe	
	(g+rc)-1		

Keterangan:

r = ulangan dalam kontrol,

c = varietas pembanding,

g = galur

2.6.2 Analisis Heritabilitas dan Pendugaan Komponen Ragam

Nilai heritabilitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$H^2 = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p} \times 100\%$$

Kriteria nilai heritabilitas dapat diketahui dengan kategori sebagai berikut :

$H^2 > 50\%$: heritabilitas tinggi

$20\% \leq H^2 \leq 50\%$: heritabilitas sedang

$H^2 < 20\%$: heritabilitas rendah

Pendugaan nilai ragam berdasarkan nilai kuadrat tengah adalah sebagai berikut :

1. Ragam Lingkungan: $\sigma_e^2 = KTe / r$
2. Ragam Genotipe : $\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$
3. Ragam Fenotipe : $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$

2.6.3 Analisis Variabilitas

Variabilitas genetik suatu karakter diduga berdasarkan nilai ragam genetik (σ^2g), rata-rata populasi (x). Koefisien keagaman genetik (KKG) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$KKG = \frac{\sqrt{\sigma^2g}}{x} \times 100\%$$

Variabilitas fenotipik suatu karakter ditentukan berdasarkan varians fenotipik (σ^2p), rata-rata populasi (x). Koefisien keragaman fenotipik (KKF) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$KKF = \frac{\sqrt{\sigma^2p}}{x} \times 100\%$$

Suatu karakter memiliki variabilitas genotipik dikategorikan luas apabila nilai KKG > 20%, sedang apabila nilai KKG 10-20%, dan sempit apabila KKG 0-10%.

Keterangan:

KKG : Koefisien keragaman genotipe

KKF : Koefisien keragaman fenotipe

σ^2g : Ragam genotipe

σ^2p : Ragam fenotipe

x : Rata-rata umum

2.6.4 Analisis Heterosis dan Heterobeltiosis

Heterosis (%) dan Heterobeltiosis (%) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Ht (\%) = \frac{\mu_{F1} - \mu_{MP}}{\mu_{MP}} \times 100 \quad Hb (\%) = \frac{\mu_{F1} - \mu_{HP}}{\mu_{HP}} \times 100$$

Keterangan:

Ht (%) : Heterosis terhadap kedua tetua

Hb (%) : Heterobeltiosis terhadap tetua terbaik

F1 : Nilai rata-rata hibrida turunan pertama

MP : Nilai rata-rata kedua tetua

HP : Nilai tetua terbaik

μ : rata-rata populasi

2.6.5 Analisis Korelasi

Analisis korelasi dihitung menggunakan persamaan teknik korelasi pearson produk moment dengan rumus sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{\sqrt{\sum xy - (\sum x \times \sum y)}}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \times \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Keterangan:

- r : koefisien korelasi Pearson
- n : banyak pasangan nilai X dan Y
- $\sum xy$: jumlah dari hasil kali nilai X dan nilai Y
- $\sum x$: jumlah nilai X
- $\sum y$: jumlah nilai Y
- $\sum x^2$: jumlah dari kuadrat nilai X
- $\sum y^2$: jumlah dari kuadrat nilai Y

Nilai r merupakan kekuatan linier. Nilai korelasi berada pada interval - 1 ≤ r ≤ 1. Tanda + dan - menunjukkan arah hubungan. Rentang nilai korelasi adalah nilai korelasi r < 0,166 (baik + atau -) berarti berkorelasi tidak nyata, nilai korelasi 0,166 ≤ r ≤ 0,217 (baik + atau -) berarti berkorelasi nyata, dan nilai korelasi r > 0,217 (baik + atau -) berarti berkorelasi sangat nyata.

2.6.6 Sidik Lintas

Sidik lintas digunakan untuk mengetahui pengaruh langsung setiap karakter terhadap hasil uji biji per hektar. Sidik lintas dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1p} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{p1} & R_{p2} & \dots & R_{pp} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ R_p \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} C_{1y} \\ C_{2y} \\ \dots \\ R_{py} \end{bmatrix} \\ R_x & C & & R_y \end{matrix}$$

Berdasarkan persamaan di atas, nilai C (pengaruh langsung) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$C = R_x^{-1}R_y$$

Keterangan:

- R_x : matriks korelasi antar peubah bebas
- R_x^{-1} : invers matriks R_x
- C : vektor koefisien lintas yang menunjukkan pengaruh langsung setiap peubah bebas yang telah dibuatkan terhadap peubah tak bebas
- R_y : vektor koefisien korelasi antara peubah bebas Xi dengan peubah tidak bebas