

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditi pangan dunia, dimana jagung ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan, bahan pakan ternak, kebutuhan industri, dan makanan. Jagung merupakan salah satu makanan pokok dunia, selain padi dan gandum. Masyarakat Indonesia di wilayah Madura, Sulawesi, Bali dan Nusa Tenggara Timur mengkonsumsi jagung sebagai makanan pokoknya. Jagung juga merupakan salah satu tanaman sereal yang strategis dan bernilai ekonomis serta mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras dan juga sebagai sumber pakan (Melia et al., 2023). Tanaman jagung ini juga dipandang sebagai komoditas yang cukup strategis seperti halnya beras (Purba et al., 2023).

Kebutuhan dan konsumsi jagung di Indonesia terus meningkatnya seiring dengan jumlah penduduk dan industri yang menggunakan jagung sebagai bahan baku industri makanan dan pakan ternak. Peningkatan produksi yang telah dicapai melalui perluasan areal tanam dan perbaikan teknologi produksi ternyata belum mampu untuk mengimbangi kebutuhan dan konsumsi jagung di dalam negeri. Hal ini berdampak buruk hal tersebut ialah akan menguras devisa negara karena Indonesia harus impor jagung untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Produktivitas jagung di Indonesia sangat penting karena jagung menjadi salah satu komoditas tanaman pangan yang mengambil peran dalam bidang pertanian dalam membangun sektor pertanian terkemuka di negara ini (Pamusu dan Yunus, 2023).

Produktivitas jagung nasional selama lima tahun terakhir dari tahun 2020 hingga 2024 mengalami fluktuasi yang disebabkan oleh berbagai faktor yang mempengaruhi hasil per hektar. Produktivitas jagung pipilan kering kadar air 14% di Indonesia pada tahun 2020 sebanyak 5,53 t.ha⁻¹, lalu meningkat pada tahun 2021 sebesar 5,76 t.ha⁻¹ dan tahun 2022 sebesar 5,98 t.ha⁻¹. Tahun 2023 menurun menjadi 5,97 t.ha⁻¹ lalu menurun lagi pada tahun 2024 sebesar 5,94 t.ha⁻¹. (BPS Indonesia, 2025). Potensi hasil panen pada beberapa varietas jagung diketahui mencapai 12 t.ha⁻¹ hingga 13,7 t.ha⁻¹ yang disajikan pada Tabel deskripsi varietas (Lampiran Tabel 1 hingga Lampiran Tabel 5), dimana produktivitas jagung nasional selama lima tahun terakhir tidak mencapai 50% dari potensi hasil beberapa varietas jagung. Faktor yang menyebabkan menurunnya produktivitas jagung nasional, yaitu perubahan iklim seperti kemarau panjang akibat El Niño yang terjadi pada tahun 2023 dan juga penurunan luas lahan produktif yang di alihkan menjadi sektor industri sehingga mengurangi luas lahan tanam. Hal ini menjadi masalah penting yang membutuhkan perhatian dari pemerintah, petani, maupun instansi terkait dengan hal tersebut, sebab jagung merupakan kebutuhan utama pakan dan industri. Rendahnya produktivitas jagung dapat berdampak pada stabilisasi pakan, serta operasional industri. Produktivitas jagung mesti ditindaklanjuti secara serius agar dapat

meningkatkan jumlah total produksi (Suhana et al., 2023). Solusi utama untuk mengurangi kuota impor Indonesia adalah dengan meningkatkan produktivitas jagung melalui intensifikasi pemuliaan tanaman jagung (Sulaiman et al., 2017).

Upaya yang dapat ditempuh untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil jagung adalah melalui program pemuliaan tanaman. Program pemuliaan tanaman yang dilakukan yaitu dengan persilangan antar kedua tetua yang bertujuan untuk mendapatkan varietas unggul berdaya hasil tinggi (Okasa et al., 2023). Varietas hibrida terbentuk dari persilangan antar tetua yang menghasilkan keturunan F1 dengan sifat yang lebih unggul di bandingkan tetuanya. Varietas unggul tersebut dapat mendukung penanaman jagung sehingga meningkatnya produksi jagung nasional (Eggy et al., 2022). Mendapatkan suatu varietas yang unggul, dalam program pemuliaan tanaman perlu diketahui beberapa informasi antara lain pengaruh jumlah gen pengendali, aksi gen dan heritabilitas. Informasi ini sangat penting dalam pemuliaan tanaman untuk menentukan strategi pemuliaan tanaman yang akan digunakan agar menjadi lebih efektif. Pola pewarisan karakter ini merupakan parameter yang perlu diketahui hubungannya dengan proses seleksi dan penggabungan karakter-karakter penting dalam suatu genotipe (Pudjiwati dan Danang, 2021).

Persilangan dialel memberikan suatu pendekatan evaluasi dan seleksi tetua dapat dikombinasikan dalam usaha perbaikan pada suatu populasi. Persilangan *full diallel* dalam persilangan jagung adalah metode perkawinan di mana setiap induk dalam satu set disilangkan dalam semua kombinasi yang mungkin, menghasilkan banyak hibrida. Program pemuliaan jagung ini sering digunakan untuk mengevaluasi kinerja hibrida dan menentukan kombinasi sifat terbaik dari galur hibrida atau inbrida yang berbeda. Persilangan *full diallel* dapat membantu pemulia memilih galur tetua yang paling menjanjikan, memajukan perolehan genetik untuk mengembangkan varietas jagung baru dengan sifat dan karakteristik yang lebih baik, dan memahami proses pewarisan sifat (Liu et al., 2020).

Hasil persilangan tentunya diperoleh suatu pewarisan sifat yang ingin diketahui apakah sifat tersebut dikendalikan oleh faktor genetik ataupun lingkungan. Nilai duga heritabilitas sangat penting untuk diketahui dalam upaya mengetahui pewarisan sifat dan metode seleksi yang tepat. Menurut Kusuma et al. (2016), karakter tanaman yang penampilannya lebih dipengaruhi oleh faktor genetik daripada faktor lingkungan memiliki nilai heritabilitas yang tinggi dan berperan dalam mengendalikan pembentukan suatu karakter. Heritabilitas menentukan kemajuan genetik, semakin tinggi nilai heritabilitas semakin besar pula kemajuan genetik, dan sebaliknya. Keragaman genetik dan heritabilitas bermanfaat untuk menduga kemajuan genetik dari seleksi. (Lubis et al., 2014).

Persilangan tanaman jagung terdapat fenomena heterosis, yaitu hibrida F1 yang dihasilkan memperlihatkan penampilan yang lebih baik daripada rerata kedua tetuanya (Afkindarwan, 2023). Heterobeltiosis adalah hibrida F1 yang dihasilkan memperlihatkan penampilan lebih baik daripada penampilan salah satu tetua terbaik (best parent). Hal ini memungkinkan untuk dibentuk varietas hibrida yang memiliki sifat lebih baik dari pada varietas tanaman menyerbuk sendiri. Upaya untuk

mendapatkan hibrida dengan hasil yang tinggi, maka tetua galur murni berasal dari dua atau lebih populasi dasar yang berbeda secara genetik, sehingga memberikan tingkat heterosis yang tinggi pada F1 hasil persilangan (Arif et al., 2012).

Evaluasi pada tanaman jagung sangat penting dilakukan untuk menilai potensi genetik, produktivitas, serta ketahanan terhadap faktor lingkungan dan serangan hama atau penyakit. Melalui evaluasi, dapat diketahui karakteristik agronomis yang unggul, seperti daya tumbuh, tingkat heterosis dan heterobeltoxis, hasil panen per hektar, efisiensi penggunaan nutrisi, serta toleransi terhadap cekaman biotik dan abiotik. Selain itu, evaluasi juga menjadi dasar dalam pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas jagung yang lebih adaptif, berkualitas tinggi, dan sesuai dengan kebutuhan pasar atau industri. Dengan melakukan evaluasi yang sistematis, petani dan peneliti dapat memilih genotipe terbaik yang berpotensi meningkatkan hasil produksi dan ketahanan pangan, sehingga mendukung keberlanjutan pertanian jagung di masa depan (Ekawati dan Elmiati, 2018).

Sumber benih yang digunakan pada penelitian ini berasal dari hasil persilangan *full diallel* 10 galur tetua S5. Hasil dari persilangan *full diallel* didapatkan 90 genotipe. 90 genotipe tersebut dan 10 galur tetua di uji untuk dilakukan evaluasi. Evaluasi hasil persilangan *full diallel* jagung diperlukan karena program ini merupakan kegiatan yang dinamis dan berkelanjutan dalam peningkatan produktivitas tanaman (Amzeri, 2015). Evaluasi tersebut dapat membantu dalam menghasilkan varietas baru yang lebih produktif dan memiliki kualitas yang lebih baik. Selain itu, evaluasi ini juga membantu dalam mengetahui potensi genetik suatu galur pada saat disilangkan dengan galur lainnya, sehingga dapat dipilih galur yang paling sesuai untuk pengembangan varietas unggul (Manto et al., 2023). Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan diatas maka dilakukan penelitian mengenai evaluasi karakter beberapa genotipe jagung hasil persilangan *full diallel*.

1.2. Landasan Teori

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia dan mempunyai peran strategis dalam perekonomian nasional, mengingat fungsinya yang multiguna, sebagai sumber pakan, dan bahan baku industri. Meningkatnya jumlah penduduk dan perkembangan industri saat ini akan langsung berdampak pada peningkatan permintaan atau konsumsi jagung. Peningkatan produksi jagung masih menghadapi berbagai masalah sehingga produksi jagung dalam negeri belum mampu mencukupi kebutuhan nasional. Tanaman jagung mulai gencar ditanam dalam rangka swasembada pangan di Indonesia diikuti dengan kebutuhan pasar akan jagung masih terus meningkat, oleh sebab itu, pengembangan jagung terus diupayakan dalam menjaga kestabilan pangan dan ekonomi di Indonesia. Peningkatan produktivitas menjadi solusi terbaik dalam mendongkrak produksi jagung nasional, untuk memenuhi kebutuhan jagung nasional yang kian meningkat (Aristoteles et al., 2019). Upaya yang dapat dilakukan dengan perakitan varietas melalui program pemuliaan tanaman.

Program pemuliaan tanaman bertujuan untuk mengembangkan varietas jagung yang telah ada agar lebih unggul dalam produktivitas ataupun karakter tertentu. Perakitan varietas jagung dalam pemuliaan banyak diarahkan untuk membentuk suatu varietas hibrida. Varietas ini dinilai memiliki potensi yang lebih baik dibandingkan varietas bersari bebas (Farid et al., 2020). Beberapa metode persilangan telah dikonfirmasi untuk merakit varietas hibrida, salah satunya yaitu melalui metode persilangan *full diallel* yang berfokus memaksimalkan keragaman potensi tetua.

Persilangan *diallel* antara induk yang berbeda dianggap sebagai salah satu sistem perkawinan penting yang dapat diambil kesimpulan tentang sifat gen dan kemampuan kombinasi umum dan khusus dengan pemahaman beberapa parameter genetik yang memungkinkan untuk menentukan metode terbaik untuk pemuliaan tanaman, serta memanfaatkan fenomena heterosis yang menarik minat pemulia tanaman ini. Banyak peneliti dan pemulia tanaman telah menggunakan galur murni jagung dalam program persilangan *full diallel* (Ahmed et al., 2014).

Tahapan awal pada program pemuliaan tanaman yaitu dengan melakukan evaluasi terhadap hibrida yang diperoleh dari hasil persilangan *full diallel*. Proses evaluasi, yaitu melalui karakterisasi. Karakterisasi tanaman bertujuan untuk mengidentifikasi keragaman karakter tanaman yang memiliki hasil produktivitas, variabilitas genetik luas dan nilai heritabilitas yang tinggi agar dapat dijadikan bahan informasi dalam kegiatan pemuliaan tanaman (Siswati et al., 2015). Variabilitas genetik yang luas akan mempermudah proses seleksi karena memiliki kondisi genetik yang beragam. Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa karakter tersebut lebih besar dipengaruhi oleh genetik yang dapat diwariskan pada keturunannya. Nilai heritabilitas akan memberikan gambaran tentang proporsi ragam genetik yang dapat diwariskan pada keturunannya (Priyanto et al., 2018).

Jagung hibrida mempunyai potensi hasil lebih tinggi dibandingkan varietas penyerbukan bebas karena adanya pengaruh vigor hibrida atau yang disebut heterosis (Riadi et al., 2021). Heterosis merupakan salah satu pencapaian dalam bidang pemuliaan tanaman yang digunakan secara luas untuk meningkatkan produksi pada tanaman. Pendugaan heterosis dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan *mid parent* heterosis (MP), yaitu penampilan hibrida (F1) lebih baik dibandingkan penampilan rata-rata tetuanya dan *high parent* heterosis (HP) atau biasa disebut dengan heterobeltiosis, yaitu penampilan hibrida (F1) lebih baik dibandingkan penampilan tetua terbaiknya (Fehr 1987; Crow 1999).

Pembentukan populasi tetua penelitian ini didapatkan dari hasil penelitian Afkindarwan (2023), yang telah dilakukan dengan metode *single cross*, *double cross* dan *MAGIC population*. Metode silang tunggal (*single cross*) merupakan persilangan antara satu tetua jantan dengan satu tetua betina. Metode seleksi ini diharapkan memiliki karakter-karakter positif yang banyak dan sesedikit mungkin karakter negatif. Hibrida silang tunggal mempunyai potensi hasil yang tinggi dengan fenotipe tanaman lebih seragam daripada hibrida silang ganda atau silang puncak. Silang ganda (*double cross*) merupakan persilangan antara dua tetua yang memiliki karakter unggul yang keduanya merupakan hibrida (F1) dari silang tunggal.

Persilangan tersebut akan menghasilkan F1 yang baik apabila diteruskan akan menghasilkan keragaman yang tinggi. Hasil persilangan *double cross* bersifat homogen heterozigot. Sedangkan *MAGIC population* merupakan persilangan yang dilakukan lebih dari empat tetua. *MAGIC population* memiliki keragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan persilangan ganda, khususnya untuk karakter yang sangat poligenik.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dilakukannya penelitian mengenai evaluasi karakter pertumbuhan dan komponen produksi jagung hibrida hasil persilangan *full diallel* terhadap produktivitas, yaitu:

1. Mendapatkan satu atau lebih genotipe jagung hibrida terseleksi hasil persilangan *full diallel* yang memiliki potensi hasil tinggi berdasarkan nilai heterosis dan heterobeltiosis lebih baik dibandingkan tetuanya.
2. Mendapatkan karakter pertumbuhan dan komponen produksi jagung hibrida hasil persilangan *full diallel* yang memberikan nilai heritabilitas tinggi dan komponen ragam yang luas.
3. Memperoleh karakter pertumbuhan dan komponen produksi yang menjadi kriteria seleksi dalam evaluasi jagung hibrida hasil persilangan *full diallel*.

Manfaat penelitian ini diharapkan menjadi bahan referensi dan informasi bagi peneliti dalam evaluasi karakter pertumbuhan dan komponen produksi jagung hibrida hasil persilangan *full diallel* yang memberikan produktivitas yang tinggi.

1.4. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini terfokus akan tiga hal, yaitu:

1. Terdapat satu atau lebih genotipe jagung hibrida terseleksi hasil persilangan *full diallel* yang memiliki potensi hasil tinggi berdasarkan nilai heterosis dan heterobeltiosis yang lebih baik dibandingkan tetuanya
2. Terdapat karakter pertumbuhan dan komponen produksi jagung hibrida hasil persilangan *full diallel* yang memberikan nilai heritabilitas tinggi dan komponen ragam yang luas.
4. Terdapat karakter pertumbuhan dan komponen produksi yang menjadi kriteria seleksi dalam evaluasi jagung hibrida hasil persilangan *full diallel*.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Serealia, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan pada ketinggian 27,2 m dpl, dengan titik koordinat 5° 18' 21.5"LS, 119° 28' 38.6"BT. Jenis tanah yang digunakan memiliki pH 5,14 (hasil analisis tanah terdapat pada Gambar Lampiran 4). Penelitian dilaksanakan pada Juli sampai November 2024.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah 90 genotipe F1 hasil persilangan *full diallel*, 10 *selfing*/tetua t1 (SG1.10.6), t2 (SG2.7.2), t3 (SG2.7.14), t4 (SG2.16.6), t5 (SG2.19.6), t6 (SG2.25.6), t7 (SG3.18.8), t8 (SG3.31.4), t9 (SG3.32.8), t10 (SG3.35.12), serta 5 varietas jagung sebagai pembanding (BISI 18, NK 7328 SUMO, Pioneer 27, NASA 29, JH 37), Urea, SP22, KCl, KNO₃, *Eco farming*, kompos, pestisida, furadan 3GR, air, kantong benih, karung panen, plastik sampel panen, papan plot.

Alat yang digunakan adalah traktor, meteran, tugal, ajir, mesin pompa air, selang air, sprayer, jangka sorong, mistar, kamera digital, timbangan, *Content Chlorofil Meter Plus 200+*, *Grain Moisture Tester PM-410* (Alat Pengukur Kadar Air Benih), *Drone multispectral*, Soil Plant Analysis Development-502 Plus dan alat tulis-menulis.

2.3. Metode Penelitian

Kegiatan dilakukan dengan menguji benih jagung 100 genotipe hasil persilangan *full diallel* yang terdiri atas 90 genotipe F1, 10 *selfing* (tetua) yang disajikan pada Tabel 1, serta 5 varietas jagung sebagai pembanding yang digunakan yaitu (BISI 18, NK 7328 SUMO, Pioneer 27, NASA 29, JH 37). Keseluruhan genotipe ditanam dengan augmented design yang dikelompokkan kedalam 8 blok. Setiap pembanding diulang pada setiap blok, sedangkan genotipe persilangan dan tetua disebar ke dalam 8 blok dan tidak diulang pada setiap bloknnya. Hal ini menjadikan terdapat 140 satuan percobaan.

Tabel 1. Sumber genotipe yang digunakan

G	S.G								
t1	t1(x)	g21	t3xt1	g41	t5xt1	g61	t7xt1	g81	t9xt1
g2	t1xt2	g22	t3xt2	g42	t5xt2	g62	t7xt2	g82	t9xt2
g3	t1xt3	t3	t3(x)	g43	t5xt3	g63	t7xt3	g83	t9xt3
g4	t1xt4	g24	t3xt4	g44	t5xt4	g64	t7xt4	g84	t9xt4
g5	t1xt5	g25	t3xt5	t5	t5(x)	g65	t7xt5	g85	t9xt5
g6	t1xt6	g26	t3xt6	g46	t5xt6	g66	t7xt6	g86	t9xt6
g7	t1xt7	g27	t3xt7	g47	t5xt7	t7	t7(x)	g87	t9xt7
g8	t1xt8	g28	t3xt8	g48	t5xt8	g68	t7xt8	g88	t9xt8
g9	t1xt9	g29	t3xt9	g49	t5xt9	g69	t7xt9	t9	t9(x)
g10	t1xt10	g30	t3xt10	g50	t5xt10	g70	t7xt10	g90	t9xt10
g11	t2xt1	g31	t4xt1	g51	t6xt1	g71	t8xt1	g91	t10xt1
t2	t2(x)	g32	t4xt2	g52	t6xt2	g72	t8xt2	g92	t10xt2
g13	t2xt3	g33	t4xt3	g53	t6xt3	g73	t8xt3	g93	t10xt3
g14	t2xt4	t4	t4(x)	g54	t6xt4	g74	t8xt4	g94	t10xt4
g15	t2xt5	g35	t4xt5	g55	t6xt5	g75	t8xt5	g95	t10xt5
g16	t2xt6	g36	t4xt6	t6	t6(x)	g76	t8xt6	g96	t10xt6
g17	t2xt7	g37	t4xt7	g57	t6xt7	g77	t8xt7	g97	t10xt7
g18	t2xt8	g38	t4xt8	g58	t6xt8	t8	t8(x)	g98	t10xt8
g19	t2xt9	g39	t4xt9	g59	t6xt9	g79	t8xt9	g99	t10xt9
g20	t2xt10	g40	t4xt10	g60	t6xt10	g80	t8xt10	t10	t10(x)

Keterangan :

S.G = Sumber Genotipe

G = Genotipe

g = Genotipe

t = Tetua

2.4. Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Pengolahan Lahan

Pengolahan lahan dilakukan untuk menggemburkan tanah dengan menggunakan traktor, kemudian lahan yang telah diolah dibuatkan blok. Lahan diukur dengan membuat 8 blok yang berukuran 3 m x 37,8 m dengan jarak antar baris 1 m dan jarak antar blok 2 m. Setiap blok terdapat petak yang berukuran 1,4 m x 3 m dengan petak yang terdapat dua baris dimana tiap baris terdapat 15 lubang sehingga dalam 1 petak terdapat 30 lubang tanam dengan jarak tanam 70 cm x 20 cm.

2.4.2 Penyiapan Benih

Benih yang akan digunakan terlebih dahulu dilakukan perendaman untuk mengetahui benih yang normal, jika terdapat benih yang mengapung, sebaiknya dipisahkan untuk tidak ditanam. Setelah perendaman benih, diberikan perlakuan fungisida (metalaksil) sebelum di tanam. Benih yang dipilih yaitu, benih yang memiliki daya tumbuh minimal 80%, benih yang sehat (terbebas dari hama dan penyakit), bernas, mengkilat dan murni baik secara fisik maupun genetik (kemurnian terjamin).

2.4.3 Penanaman

Tiap bedengan dibuatkan lubang tanam menggunakan tugal dengan jarak tanam 70 cm x 20 cm. Tiap lubang ditanami 2 benih jagung, masing-masing lubang tanam diberi furadan untuk menghindari serangan hama lalu diberikan kompos dan ditutupi dengan tanah. Bedengan yang telah ditanami benih kemudian diberikan label perlakuan berupa kertas yang berisi nama perlakuan yang telah dilaminating.

2.4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi; penyulaman, penjarangan, penyiangan pembumbunan, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, dan pengairan. Penyulaman dilakukan pada tanaman yang tidak tumbuh, atau terlambat pertumbuhannya sehingga dilakukan penyulaman yang dilakukan pada minggu pertama setelah tanaman tumbuh. Penjarangan dilakukan jika terdapat dua tanaman yang tumbuh pada satu lubang tanam, sehingga salah satunya dimatikan dengan tujuan pertumbuhan yang satu menjadi maksimal dan tidak terjadi perebutan hara dan juga digunakan sebagai sulaman. Penjarangan dilakukan pada saat minggu pertama sampai minggu kedua. Penyulaman dan penjarangan dilakukan pada waktu yang bersamaan. Pemupukan dilakukan sebanyak 2 kali dimana pemupukan pertama dilakukan pada umur tanaman 7-10 HST dan pemupukan kedua dilakukan pada umur tanaman 35-40 HST. Pemupukan dilakukan dengan cara penugalan dengan membuat lubang 10-15 cm di samping lubang tanam. Penyiangan dilakukan dengan membersihkan gulma yang terdapat di sekitar tanaman jagung yang dilakukan pada minggu ketiga hingga minggu keempat setelah tanaman tumbuh secara intens. Pembumbunan dilakukan dengan meninggikan guludan dan menggemburkan tanah agar aerasi tanah menjadi lebih baik yang dilakukan pada minggu ketiga hingga minggu keempat yang bersamaan dengan penyiangan. Pengendalian hama ini dapat dilakukan pada saat tanaman terserang hama dan penyakit dengan cara melakukan penyemprotan menggunakan fungisida dan insektisida yang sesuai dan dengan dosis sesuai anjuran. Pengairan dilakukan setiap minggu dengan menggunakan mesin pompa air dimana pengairan ini dilakukan dengan cara menggenangi petakan yang diairi hingga setinggi bedengan.

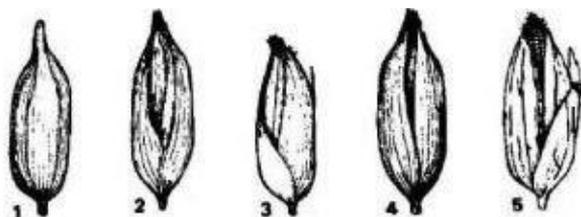
2.4.7 Panen

Panen jagung ditandai oleh kematangan fisiologis yang dicirikan dengan adanya lapisan hitam (black layer). Secara morfologi, daun mulai mengering berwarna kuning kecoklatan, kulit tongkol menjadi kering keriput dan bobot jagung mencapai bobot maksimal yang ditandai rambut (silk) mengering. Panen dilakukan secara manual dengan mengambil tongkol jagung pada setiap tanaman dengan cara memutar tongkol dengan klobotnya atau dapat juga dilakukan dengan cara mematahkan tangkai buah jagung.

2.5. Parameter Pengamatan

Pengamatan diamati dengan menggunakan 5 sampel tanaman dan 5 sampel tongkol setiap genotipe. Berikut adalah parameter pengamatan yang diamati, yaitu:

1. Tinggi tanaman (cm)
Tinggi tanaman jagung diukur pada umur tanaman 90 HST. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur dari permukaan tanah hingga pangkal terakhir bunga jantan.
2. Jumlah daun (helai)
Jumlah daun dihitung pada umur tanaman 90 HST saat tanaman telah mengalami akhir masa pembungaan yang ditandai oleh bunga jantan mengering dan bunga betina telah berdiferensiasi membentuk buah. Daun terhitung secara keseluruhan dari daun yang melekat didasar tanaman hingga ujung tanaman.
3. Diameter batang (mm)
Diameter batang diukur pada umur tanaman 90 HST yang diukur adalah ruas pertama dari akar menggunakan jangka sorong
4. Tinggi letak tongkol (cm)
Tinggi letak tongkol diukur pada umur tanaman 90 HST. Diukur dari buku pangkal batang sampai buku kedudukan tongkol. Bila tanaman mempunyai dua tongkol, maka diambil tongkol yang teratas/tongkol yang lebih normal perkembangannya.
5. Umur 50% berbunga jantan (HST)
Diamati saat 50% populasi tanaman tiap bedengan telah memproduksi serbuk sari ditandai pecahnya polen, dihitung sejak tanam hingga keluarnya bunga.
6. Umur 50% berbunga betina (HST)
Diamati saat 50% populasi tanaman tiap bedengan rambut (silk) tongkolnya telah keluar sepanjang ≥ 2 cm, dihitung sejak tanam hingga keluarnya bunga.
7. *Anthesis Silking Interval* (ASI) (hari)
Dihitung berdasarkan selisih umur berbunga betina dan jantan
8. Umur panen (HST)
Dihitung 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)
Diukur pada bagian tengah tongkol yang telah dikupas klobotnya. Dilakukan dengan menggunakan jangka sorong.
11. Panjang tongkol (cm)
Diukur dari bagian pangkal sampai pada bagian ujung tongkol yang telah dikupas klobotnya. Dilakukan dengan menggunakan mistar.
12. Panjang tongkol berbiji (cm)
Diukur dari bagian pangkal sampai pada bagian ujung tongkol yang berbiji. Dilakukan dengan menggunakan mistar.
13. Jumlah biji perbaris (biji)
Dihitung berdasarkan biji yang terbentuk utuh di setiap baris dalam tongkol.
14. Jumlah baris biji (baris)
Dihitung berdasarkan barisan biji yang terdapat pada setiap tongkol.
15. Bobot tongkol kering tanpa klobot (g)
Dihitung dengan cara menimbang sampel tongkol kering yang telah dipisahkan dengan klobotnya.
16. Bobot biji per tongkol (g)
Menimbang semua biji yang telah dipipil dari sampel tongkol menggunakan timbangan analitik
17. Bobot 1000 biji (g),
Dilakukan dengan cara menimbang 1000 biji jagung yang telah dipipil menggunakan timbangan analitik
18. *Chlorophyll Content Meter* (CCM plus 200+) ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)
Indeks klorofil, diamati menggunakan alat *Chlorophyll Content Meter* (CCM plus 200+) dengan cara menjepit daun dari pangkal hingga ujung daun ketiga sebanyak 10 kali saat berumur 71 HST. Indeks klorofil daun dihitung menggunakan rumus: 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 (Goncalves, 2008).

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

19. Klorofil SPAD ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)
Indeks klorofil, diamati menggunakan alat *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) pada daun ketiga dari atas tanaman, daun tengah (terhitung mulai ujung tanaman) dan daun terbawah tanaman saat berumur 71 HST

20. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

Pengamatan indeks vegetasi menggunakan drone. Drone dilakukan sebanyak tiga kali yaitu, fase vegetatif pada 35 HST, fase pembungaan pada 55 HST, dan fase pengisian biji pada 85 HST. Indikator yang digunakan untuk menilai indeks pertanaman jagung yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band merah dan band NIR (Near-Infrared Radiation). Nilai NDVI akan digunakan untuk analisis pertanaman jagung. Perhitungan NDVI dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

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

Keterangan:

M = Merah (Reflaktansi panjang gelombang merah 600-700 nm)

IMD = Inframerah dekat (Reflaktansi panjang gelombang inframerah dekat 800-900 nm)

21. Rendemen (%)

Diukur dengan menimbang tongkol kupasan basah kemudian dipipil. Janggal tongkol di timbang kembali sehingga rendemen dapat diketahui dengan persamaan berikut (Valentin et al. 2023) :

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

22. 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 Analisis Ragam

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

Tabel 2. Analisis ragam rancangan *augmented*

Sumber Keragaman	DB	KT	F.HITUNG
Ulangan	r-1	M1	M1/M6
Perlakuan	(g+c)-1	M2	M2/M6
Kontrol	c-1	M3	M3/M6
Galur	g-1	M4	M4/M6
G vs K	1	M5	M5/M6
Error	((g+rc)-1)-((g+c)-1)-(r-1)	M6	
Total terkoreksi	(g+rc)-1	JKT	

r = Ulangan dalam kontrol, c = Varietas pembandingan, g = Galur

Uji pendugaan nilai ragam berdasarkan nilai E (KT) adalah sebagai berikut:

1. Ragam Lingkungan : $\sigma_e^2 = M6/r$
2. Ragam Genotipe : $\sigma_g^2 = \frac{M4-M6}{r}$
3. Ragam Fenotipe : $\sigma_p^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$

2.6.2 Analisis Heritabilitas

Nilai heritabilitas dihitung dengan menggunakan persamaan yang digunakan oleh Syukur et al. (2015), nilai heritabilitas dihitung dengan menggunakan formasi sebagai berikut :

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times 100\%$$

Selanjutnya menentukan kriteria nilai heritabilitas, dengan kategori sebagai berikut :

- H > 50% : heritabilitas tinggi
- 20% ≤ H ≤ 50% : heritabilitas sedang
- H < 20% : heritabilitas rendah

2.6.3 Analisis Variabilitas

Variabilitas genetik suatu karakter diduga berdasarkan nilai ragam genetik (σ^2g), rata-rata populasi (\bar{x}). Koefisien keagaman genetik (KKG) menurut Anderson dan Brancoff (1952), dikutip oleh (Azrai et al., 2016) dengan persamaan berikut:

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

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

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

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

\bar{x} : Rata-Rata Umum

2.6.4 Analisis Korelasi

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

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

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 $-1 \leq r \leq 1$. Tanda + dan - menunjukkan arah hubungan. Rentang nilai korelasi adalah nilai korelasi $r < 0,166$ (baik + atau -) berarti berkorelasi tidak nyata, nilai korelasi $0,166 \leq r \leq 0,217$ (baik + atau -) berarti berkorelasi nyata, dan nilai korelasi $r > 0,217$ (baik + atau -) berarti berkorelasi sangat nyata.

2.6.4 Analisis Lintas

Analisis lintas digunakan untuk mengetahui pengaruh langsung setiap karakter terhadap hasil uji biji per hektar. Analisis lintas dihitung menggunakan persamaan simultan (Singh dan Chaudhary, 2010), dengan 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 X_i dengan peubah tidak bebas

2.6.4 Analisis Heterosis dan Heterobeltiosis

Heterosis (%) dan Heterobeltiosis (%), yang dihitung dengan rumus sebagai berikut (Fetahu et al., 2015):

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

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