

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Daya Gabung Galur Inbred, Penampilan dan Heterosis Hibrida Silang Tunggal Jagung (*Zea mays* L.)*****Combining Ability of Inbred Lines, Performance, and Heterosis of Single-Cross Maize (*Zea mays* L.) Hybrids*****Dela Oktakia<sup>1</sup>, P.K. Dewi Hayati<sup>1\*</sup>, Sutoyo<sup>1</sup>, Hafid Harnas<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Kampus Unand, Limau Manis  
Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163<sup>2</sup> PT. Agro Zuriat Mandiri, Nagari Situjuah, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat, Indonesia, 26250

Received: December 08, 2024/ Received in Revised: August 03, 2025/ Accepted: August 19, 2025

**ABSTRACT**

The utilization of superior hybrid varieties is pivotal in enhancing national maize productivity. Therefore, the continuous development of cultivars specifically adapted to distinct agroecosystems remains imperative. To that end, this study evaluated six inbred lines and 15 single-cross hybrids derived from a half diallel mating design to assess the combining ability of these inbred lines and examine the agronomic performance and heterotic expression manifested in the resulting hybrids. All genotypes, including the hybrids, inbred parents, and a check variety (P32), were tested using an RCBD with two replications in Nagari Situjuah, West Sumatra, Indonesia. The data were analyzed using F-tests followed by a planned LSD test with SAS software at the 5% significance level. PCA and path analysis were performed using RStudio, while General Combining Ability (GCA) and Specific Combining Ability (SCA) were analyzed using Diallel-SAS software. Results showed that the UZ 9 line performed the highest GCA for growth, flowering and yield-related traits. Hybrids UZ 3><UZ 9 (H2), P137-1><R2 (H14), and CLYN><R2 (H15) exhibited the best SCA values, coupled with superior agronomic performance, positive and high heterosis, heterobeltiosis, and standard heterosis for yield, achieving up to 11 tons hectare<sup>-1</sup>, comparable to P32. PCA further supported these findings, which revealed that H2, H14, and H15 were associated with shorter flowering, harvesting periods and higher kernel yield. Path analysis identified kernel weight ear<sup>-1</sup> as the most influential variable affecting kernel yield hectare<sup>-1</sup>. These findings highlight H2, H14, and H15 as promising hybrids with strong potential for further development and evaluation before release as new superior hybrid varieties.

**Keywords:** *Diallel; Heterobeltiosis; Path analysis; Principal Component Analysis; Standard heterosis.***ABSTRAK**

Penggunaan varietas hibrida unggul berperan penting dalam meningkatkan produktivitas jagung nasional, sehingga perakitan varietas adaptif terhadap agroekosistem spesifik perlu terus dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk menilai daya gabung galur inbred dan penampilan agronomis dan heterosis hibrida yang dihasilkan dari persilangan half diallel enam galur inbred. Seluruh genotipe, termasuk 15 hibrida, enam tetua inbred dan satu varietas hibrida pembandingan (P32), diuji menggunakan RAK dengan dua ulangan di Nagari Situjuah, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatra Barat. Data dianalisis dengan uji F dan dilanjutkan dengan BNT terencana pada taraf 5% menggunakan aplikasi SAS, analisis komponen utama atau PCA dan analisis jalur menggunakan aplikasi RStudio, sedangkan analisis Daya Gabung Umum (DGU) dan Daya Gabung Khusus (DGK) menggunakan aplikasi Diallel-SAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa galur UZ 9 memiliki nilai DGU terbaik terhadap karakter pertumbuhan, pembungaan, dan hasil, sementara kombinasi persilangan galur UZ3><UZ 9 (H2), P137-1><R2 (H14) dan CLYN><R2 (H15) menunjukkan nilai DGK terbaik, serta nilai heterosis, heterobeltiosis, dan heterosis standar yang positif dan tinggi terhadap hasil. Ketiga hibrida memiliki produksi mencapai hingga 11 ton hektare<sup>-1</sup>, sebanding dengan varietas P32. Hasil temuan ini diperkuat oleh analisis PCA yang menunjukkan bahwa H2, H14, dan H15 berasosiasi dengan umur berbunga dan umur panen yang lebih

pendek serta bobot biji yang tinggi. Analisis jalur mengidentifikasi variabel bobot biji-tongkol<sup>-1</sup> sebagai faktor yang paling berpengaruh langsung terhadap bobot biji hektare<sup>-1</sup>. Temuan ini menegaskan bahwa H2, H14, dan H15 merupakan hibrida yang berpotensi untuk dikembangkan dan dievaluasi lebih lanjut sebelum dilepas sebagai varietas unggul baru.

**Kata kunci:** Analisis jalur; Analisis komponen utama; Dialel; Heterobeltiosis; Heterosis standar.

\*Korespondensi Penulis.

E-mail: [pkdewihayati@agr.unand.ac.id](mailto:pkdewihayati@agr.unand.ac.id) (PKD Hayati)

DOI: <https://doi.org/10.33019/fsxx0486>

## 1. Pendahuluan

Jagung (*Zea mays* L.) beradaptasi luas di iklim tropis-subtropis dan menempati urutan ketiga tanaman pangan dunia (Canton, 2021). Di Indonesia, komoditas ini menjadi sumber pangan kedua setelah padi, dengan permintaan utama untuk pakan ternak sebesar 3 juta ton tahun<sup>-1</sup>, industri pakan sebesar 1,5-2 juta ton tahun<sup>-1</sup>, dan bioetanol sebesar 535.000 ton tahun<sup>-1</sup> (Kementerian Pertanian, 2022). Meski luas panen relatif stabil (2,47 juta ha pada 2021 dan 2,34 juta ha pada 2023), namun produksinya justru menurun dari 23,04 juta ton tahun<sup>-1</sup> menjadi 19,99 juta ton tahun<sup>-1</sup> (BPS, 2023), mengindikasikan bahwa upaya peningkatan produktivitas jagung nasional perlu terus didorong.

Salah satu strategi untuk meningkatkan produksi jagung yaitu penggunaan varietas unggul hibrida sehingga tidak mengherankan adopsi varietas hibrida menunjukkan peningkatan, menjadi 76,83 % pada tahun 2023 (Kementan, 2024). Varietas hibrida berpotensi menaikkan hasil karena heterosis, keseragaman, dan toleransi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan (Hayati *et al.*, 2014; Hayati *et al.*, 2016; Priyanto *et al.*, 2021). Hibrida unggul yang sesuai pada kondisi lingkungan spesifik seperti wilayah berintensitas hujan tinggi (Fidiyawati *et al.*, 2024), perlu terus dihasilkan apalagi ketika kawasan dengan agroekosistem tersebut berpotensi sebagai sentra produksi jagung di masa depan.

Perakitan hibrida meliputi pengembangan dan seleksi galur inbred potensial, serta evaluasi persilangan antar galur (Handayani *et al.*, 2022; Supriyanta *et al.*, 2023). Tujuan utama persilangan galur inbred adalah memanfaatkan *hybrid vigor* (heterosis) pada generasi F1 (Amzeri, 2019; Setyowidianto *et al.*, 2017), sekaligus mengevaluasi potensi hasil, keragaman genetik, serta daya gabung umum dan khusus (Hayati *et al.*, 2018). Analisis dialel metode Griffing 2 digunakan karena memadukan data tetua dan keturunannya (Hayati *et al.*, 2018), mampu menunjukkan pengaruh dari nilai ragam gen-gen aditif dan non-aditif (Sandesh *et al.*, 2018) yang penting dalam pengembangan varietas hibrida unggul.

Korelasi antar karakter yang memengaruhi hasil menjadi dasar dalam menentukan karakter seleksi yang efektif, namun keterbatasannya adalah tidak mampu menjelaskan pengaruh kausal. Oleh karena itu, analisis jalur (*path analysis*) digunakan untuk menguraikan efek langsung dan tidak langsung dari masing-masing karakter terhadap hasil, sehingga memberikan gambaran yang lebih akurat dalam menentukan kriteria seleksi yang efektif (Krisnawati & Adie, 2016; Fadhli *et al.*, 2023). Selain itu, untuk mengatasi multikolinearitas antar variabel dan mereduksi dimensi data yang kompleks, analisis komponen utama (*Principal Component Analysis*) atau PCA sering diterapkan sebagai pendekatan statistik multivariat dalam mengeksplorasi variabilitas genetik dan menyederhanakan data tanpa kehilangan informasi penting (Mustakim *et al.*, 2019). Penggunaan terpadu antara analisis korelasi, *path analysis*, dan PCA menjadi sangat penting dalam menyeleksi genotipe-genotipe hibrida yang berpotensi unggul, efisien, dan adaptif terhadap lingkungan.

Penggunaan varietas pembanding komersial merupakan kunci penting untuk mengetahui keunggulan kompetitif dari hibrida baru terhadap varietas unggul yang sudah ada (Gomez & Gomez, 1995) seperti varietas P32 yang telah dikenal luas oleh petani dan memiliki produktivitas tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hibrida dari persilangan kombinasi 6 galur *inbred* yang menunjukkan performa agronomis yang lebih baik dibandingkan dengan P32. Hibrida yang terpilih diharapkan menunjukkan keunggulan pada beberapa karakter penting dengan hasil minimal 11 ton ha<sup>-1</sup>.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Nagari Situjuah, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatra Barat pada 00°13' LS dan 100°37' - 100°56' BT dengan ketinggian 623 m dpl, dengan jenis tanah ordo Andosol. Penelitian dimulai dengan melakukan persilangan dari Oktober 2023 hingga Februari 2024 dan evaluasi hibrida dari Maret hingga Juni 2024. Curah hujan selama evaluasi berkisar antara

180 - 257 mm dengan rata-rata 224 mm bulan<sup>-1</sup>, tergolong dalam kriteria curah hujan tinggi.

## 2.2. Bahan dan Alat

Evaluasi dilakukan terhadap 15 genotipe F1 hasil persilangan kombinasi dari 6 galur inbred jagung (UZ 3, MAL, UZ 9, P137-1, CLYN, R2) dan satu varietas pembanding P32. Bahan lain yang digunakan adalah pupuk NPK (15:15:15), urea, kompos, plastik sungkup, plastik klip, label, karung, kertas minyak, fungisida dengan bahan aktif *Dimetomorf* 500gL<sup>-1</sup> dan *Piraklostrobin* 200gL<sup>-1</sup>, dan insektisida dengan bahan aktif *Fibronil* 50gL<sup>-1</sup> dan *Klorantraniliprol* 50gL<sup>-1</sup>.

## 2.3. Metode Penelitian

### *Persilangan Galur Inbred*

Benih hibrida diperoleh dari hasil persilangan galur *inbred* dalam semua kombinasi persilangan (Tabel 1) yang dilakukan secara manual. Persilangan, termasuk resiprokalnya, dilakukan minimal dua kali untuk memastikan ketersediaan benih. *Tassel* (bunga jantan) ditutup saat bunga mulai mekar menggunakan kertas roti kedap air, sementara bakal tongkol ditutup dengan plastik sebelum munculnya *silk* (bunga betina) (Gambar 1). Polen yang digunakan minimal telah berumur dua hari setelah penyungkupan untuk mencegah kontaminasi polen asing dan menyediakan jumlah polen yang cukup. Polen yang diperoleh kemudian ditebarkan pada *silk* sebelum ditutup kembali dengan kertas sungkup (Hayati dan Sutoyo, 2022).

### *Evaluasi Hibrida*

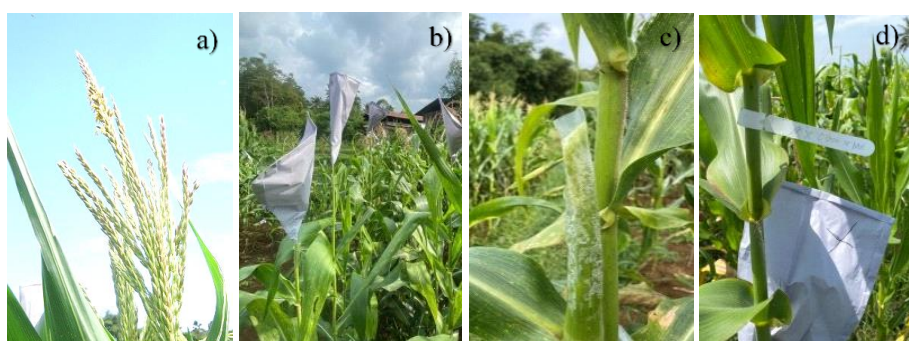
Seluruh genotipe, meliputi hibrida, galur inbred dan hibrida pembanding dievaluasi menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua ulangan. Masing-masing genotipe ditanam dalam plot yang berukuran 2 m x 3 m, terdiri atas 4 baris tanaman dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm untuk hibrida dan 2 baris tanaman untuk *inbred*. Masing-masing hibrida silang tunggal, galur *inbred* maupun varietas hibrida pembanding ditempatkan secara acak dalam setiap blok, namun terpisah antara penempatan hibrida dan galur inbred untuk menghindari kompetisi antara hibrida dengan galur *inbred* yang memiliki penampilan lebih kecil.

Pengamatan terdiri atas tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, panjang tongkol, diameter tongkol dan bobot biji tongkol<sup>-1</sup> yang diambil dari 10 tanaman sampel, sedangkan umur berbunga jantan, umur berbunga betina, umur panen, jumlah tongkol<sup>-1</sup>, dan bobot biji ha<sup>-1</sup> diambil dari data keseluruhan tanaman dalam plot.

Analisis ragam dan uji lanjut dilakukan menggunakan aplikasi SAS, sedangkan PCA dan analisis jalur menggunakan aplikasi RStudio. Analisis daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) dilakukan berdasarkan metode Griffing II menggunakan aplikasi Diallel-SAS05 mengacu pada Hayati *et al.* (2015). Pendugaan nilai heterosis dilakukan berdasarkan nilai rata-rata tetua (*mid-parent*=MP), nilai tetua terbaik (*better-parent*=BP), dan nilai hibrida pembanding (HP) varietas hibrida P32 mengacu pada Hayati (2018).

Tabel 1. Skema persilangan *half diallel* 6 x 6 galur inbred menurut Griffing metode 2

| Genotipe | UZ 3 | MAL | UZ 9 | P137-1 | CLYN | R2  |
|----------|------|-----|------|--------|------|-----|
| UZ 3     | -    | H1  | H2   | H3     | H4   | H5  |
| MAL      | H1   | -   | H6   | H7     | H8   | H9  |
| UZ 9     | H2   | H6  | -    | H10    | H11  | H12 |
| P137-1   | H3   | H7  | H10  | -      | H13  | H14 |
| CLYN     | H4   | H8  | H11  | H13    | -    | H15 |
| R2       | H5   | H9  | H12  | H14    | H15  | -   |



Gambar 1. Tahapan persilangan yang dilakukan, a) Bunga jantan baru mekar, b) Penyungkupan bunga jantan, c) Penyungkupan bunga betina, d) Penyungkupan tongkol setelah persilangan.



### 3. Hasil

#### 3.1. Penampilan Hibrida

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa hibrida berpengaruh nyata terhadap semua karakter yang diamati, kecuali umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan jumlah tongkol. Secara umum, semua hibrida yang dievaluasi menunjukkan tinggi tanaman yang menyamai varietas pembanding P32, kecuali H8 dan H9 yang berpenampilan lebih pendek daripada varietas P32. Hibrida H2, H4, H11, H14, dan H15 menunjukkan letak tongkol lebih tinggi dibandingkan P32, sedangkan hibrida lainnya memiliki letak tongkol yang relatif sama dengan varietas pembanding (Tabel 1).

Meskipun semua hibrida menunjukkan umur berbunga jantan dan umur berbunga betina yang sama, hibrida H1, H4, H5, dan H6 menunjukkan umur panen 1,5–2,5 hari lebih cepat dari P32. Pada karakter komponen hasil, hibrida H6, H11, H14 dan H15 memiliki diameter tongkol lebih besar, namun hanya H14 yang menunjukkan tongkol lebih panjang dibandingkan varietas P32. Hibrida H1, H3, H6, H10, H12, H14, dan H15 secara bersama-sama menunjukkan bobot biji ha<sup>-1</sup> yang setara dengan P32, sementara bobot biji ha<sup>-1</sup> tertinggi dan mengungguli varietas hibrida P32 ditunjukkan oleh hibrida H2. Tongkol dari empat hibrida dengan hasil tertinggi yaitu H2, H6, H14, H15 dan pembanding hibrida P32 ditampilkan pada Gambar 2.

Tabel 1. Penampilan karakter pertumbuhan, pembungaan, komponen hasil, dan hasil 15 hibrida silang tunggal dan varietas P32

| Hibrida | TT     | TLT     | UBJ  | UBB  | UP      | JT  | PT     | DT     | BBT    | BBH    |
|---------|--------|---------|------|------|---------|-----|--------|--------|--------|--------|
| H1      | 217,7  | 95,3    | 56,0 | 56,0 | 112,5** | 1,2 | 17,7   | 46,1   | 150,5  | 9,7    |
| H2      | 238,7  | 119,9** | 57,5 | 57,5 | 115,0   | 1,7 | 16,7   | 47,5   | 154,0  | 13,0** |
| H3      | 230,5  | 113,4   | 58,0 | 58,0 | 115,5*  | 1,1 | 19,0   | 47,8   | 166,5  | 9,7    |
| H4      | 232,8  | 123,8** | 56,5 | 56,5 | 112,5** | 1,4 | 16,1   | 48,3   | 134,0  | 9,0*   |
| H5      | 218,9  | 107,0   | 58,5 | 57,0 | 112,5** | 1,6 | 18,1   | 45,0   | 115,5* | 8,2*   |
| H6      | 213,2  | 106,1   | 57,5 | 57,5 | 111,5** | 1,5 | 18,5   | 49,2** | 185,5  | 11,0   |
| H7      | 204,0  | 107,0   | 59,5 | 59,5 | 115,5*  | 1,0 | 19,5   | 44,8   | 103,5* | 8,8*   |
| H8      | 172,0* | 89,9    | 58,5 | 58,0 | 113,5   | 1,4 | 15,1*  | 45,6   | 102,5* | 7,8*   |
| H9      | 183,0* | 113,5   | 56,5 | 56,5 | 113,0   | 1,2 | 17,6   | 44,0   | 108,0* | 9,0*   |
| H10     | 217,6  | 101,5   | 57,5 | 57,0 | 113,0   | 1,1 | 18,0   | 48,3   | 155,0  | 9,7    |
| H11     | 238,5  | 121,3** | 59,0 | 59,0 | 113,5   | 1,1 | 17,1   | 49,3** | 146,0  | 8,8*   |
| H12     | 203,3  | 99,1    | 56,5 | 56,0 | 113,5   | 1,1 | 18,7   | 46,7   | 146,0  | 9,5    |
| H13     | 225,1  | 99,2    | 57,0 | 57,0 | 113,5   | 1,0 | 18,5   | 46,3   | 117,0* | 8,3*   |
| H14     | 230,9  | 124,8** | 58,0 | 58,5 | 115,0   | 1,3 | 21,0** | 49,3** | 195,0  | 11,7   |
| H15     | 230,5  | 127,7** | 60,5 | 59,5 | 113,0   | 1,2 | 16,8   | 49,3** | 153,0  | 11,0   |
| P32     | 222,1  | 99,9    | 59,0 | 58,5 | 114,0   | 1,3 | 18,2   | 46,3   | 159,5  | 11,0   |

Keterangan: TT= tinggi tanaman, TLT= tinggi letak tongkol, UBJ= umur berbunga jantan, UBB= umur berbunga betina, UP=umur panen, JT=Jumlah tongkol, PT= panjang tongkol, DT= diameter tongkol, BBT= bobot biji tongkol<sup>-1</sup>, BBH= bobot biji ha<sup>-1</sup>, \* = nyata lebih pendek/kecil dibandingkan P32, \*\* = nyata lebih panjang/besar dibandingkan P32 menurut BNT pada taraf 5%.

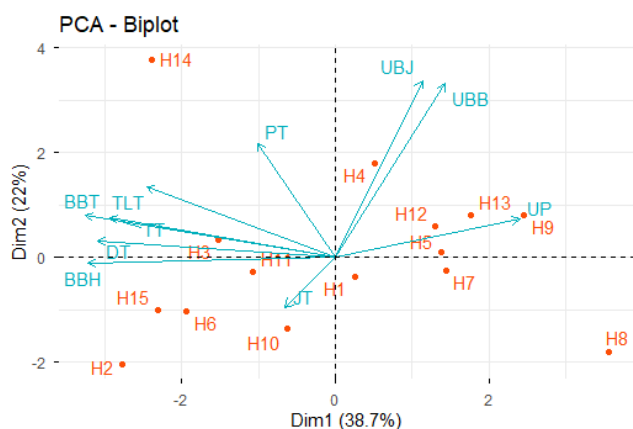


Gambar 2. Penampilan tongkol jagung beberapa hibrida potensial yang memiliki karakter agronomis dan hasil produksi tinggi atau menyamai varietas pembanding hibrida P32.

### 3.2. PCA dan Analisis Jalur

Bobot biji ha<sup>-1</sup> merupakan parameter hasil yang menjadi karakter utama dalam perakitan varietas hibrida unggul baru sehingga identifikasi karakter agronomis yang memiliki korelasi terhadap karakter hasil dapat memperluas cakupan seleksi tidak langsung dan multisifat (Devasree *et al.*, 2020). Analisis komponen utama atau Prinsip(PCA) digunakan untuk menyederhanakan serta memprediksi hubungan antar karakter agronomis dan mengidentifikasi karakter sekunder yang berperan terhadap hasil.

Analisis PCA menghasilkan biplot yang menggambarkan sebaran hibrida jagung berdasarkan karakter agronomis utama (Gambar 3). Dimensi 1 dan Dimensi 2 secara kumulatif menjelaskan 60,7% total keragaman karakter yang diamati. Berdasarkan arah dan panjang vektor, karakter umur berbunga jantan (UBJ), umur berbunga betina (UBB), dan umur panen (UP) memberikan kontribusi dominan terhadap Dimensi 1 (38,7%), dengan arah yang berlawanan terhadap bobot biji tongkol<sup>-1</sup> (BBT) dan bobot biji ha<sup>-1</sup> (BBH) mengindikasikan bahwa hibrida dengan hasil biji yang tinggi cenderung akan memiliki umur berbunga dan panen yang lebih singkat.



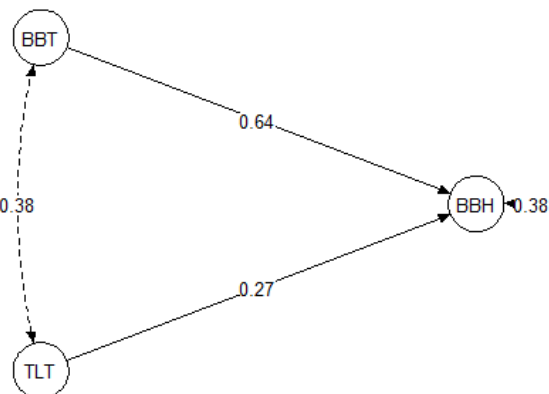
Gambar 3. *Biplot-PCA* sebaran 16 hibrida jagung terhadap karakter tinggi, pembungaan, panen, komponen hasil dan hasil. TT= tinggi tanaman, TLT= tinggi letak tongkol, UBJ= umur berbunga jantan, UBB= umur berbunga betina, UP=umur panen, JT=Jumlah tongkol, PT= panjang tongkol, DT= diameter tongkol, BBT= bobot biji tongkol-l, BBH= bobot biji ha<sup>-1</sup>, H1 - H15 = hibrida, P32 = hibrida pembandingan

Vektor karakter bobot biji ha<sup>-1</sup> (BBH), bobot biji tongkol<sup>-1</sup> (BBT), diameter tongkol (DT), tinggi letak tongkol (TLT), dan tinggi tanaman (TT) memiliki arah dan panjang yang hampir sama, mengindikasikan kontribusi yang besar terhadap

Dimensi 2 (22,0%), menunjukkan asosiasi yang positif terhadap karakter utama hasil yaitu bobot biji ha<sup>-1</sup> (BBH).

Analisis vektor pada PCA menunjukkan posisi hibrida H14 searah dengan panjang tongkol (PT) dan bobot biji tongkol<sup>-1</sup> (BBT), sementara hibrida H3 searah dengan bobot biji tongkol<sup>-1</sup> (BBT). Posisi hibrida H2, H6 dan H15 terdistribusi pada kuadran yang searah dengan bobot biji ha<sup>-1</sup> (BBH), mengindikasikan potensi hasil yang tinggi. Namun posisi H6 yang lebih dekat dengan titik pusat biplot, mengindikasikan potensi hasil yang lebih lemah dibandingkan hibrida H2 dan H15. Sebaliknya hibrida H4, H12, H9 dan H13 berada dalam kuadran yang sama dengan pembungaan dan umur panen, mengindikasikan kecenderungan umur berbunga dan panen yang lebih lama.

Analisis jalur (Gambar 4) menunjukkan hubungan kausal antara bobot biji tongkol<sup>-1</sup> (BBT) dan tinggi letak tongkol (TLT) terhadap bobot biji ha<sup>-1</sup> (BBH). Bobot biji tongkol<sup>-1</sup> memiliki pengaruh langsung yang kuat terhadap bobot biji ha<sup>-1</sup> sebesar 0,64, lebih besar dibandingkan pengaruh tinggi letak tongkol (TLT) terhadap BBH (0,27). Artinya semakin besar bobot biji tongkol<sup>-1</sup> atau tinggi letak tongkol, semakin tinggi pula hasil biji hektar<sup>-1</sup> yang diperoleh.



Gambar 4. *Path analysis* bobot biji tongkol<sup>-1</sup> (BBT) dan tinggi letak tongkol (TLT) terhadap bobot biji ha<sup>-1</sup> (BBH).

Hubungan antara TLT dan BBT menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,38, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi letak tongkol, cenderung semakin bobot biji tongkol<sup>-1</sup> yang dihasilkan. Dengan demikian, TLT memberikan pengaruh tidak langsung terhadap BBH melalui BBT, sebesar 0,24 sehingga pengaruh total TLT terhadap BBH mencapai 0,51. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan hasil biji ha<sup>-1</sup> lebih banyak ditentukan oleh peningkatan bobot biji tongkol<sup>-1</sup>, namun pengaturan tinggi letak tongkol juga penting karena dapat meningkatkan bobot biji tongkol<sup>-1</sup> dan pada akhirnya berdampak positif terhadap peningkatan hasil biji ha<sup>-1</sup>.

Tabel 3. Nilai kuadrat tengah daya gabung 6 galur inbred dalam skim Half diallel menggunakan Griffing metode 2

| Sumber   | db | Kuadrat Tengah |        |      |      |      |       |       |         |      |
|----------|----|----------------|--------|------|------|------|-------|-------|---------|------|
|          |    | TT             | TLT    | UBJ  | UBB  | UP   | PT    | DT    | BBT     | BBH  |
| Genotipe | 20 | 1764,2*        | 583,0* | 6,2* | 7,7* | 2,3* | 12,4* | 40,0* | 3065,5* | 5,6* |
| - DGU    | 5  | 1466,6*        | 398,5* | 1,6  | 3,3* | 0,5* | 7,9*  | 3,6*  | 1211,0* | 3,8* |
| - DGK    | 15 | 687,4*         | 255,9* | 3,7* | 4,0* | 1,4* | 5,6*  | 25,5* | 1640,6* | 2,9* |
| Galat    | 20 | 64,7           | 61,4   | 0,6  | 0,7  | 0,2  | 0,5   | 1,3   | 189,3   | 1,0  |

Keterangan: TT= tinggi tanaman, TLT= tinggi letak tongkol, UBJ= umur berbunga jantan, UBB= umur berbunga betina, UP=umur panen, PT= panjang tongkol, DT= diameter tongkol, BBT= bobot biji tongkol<sup>-1</sup>, BBH= bobot biji ha<sup>-1</sup>, DGU= daya gabung umum, DGK= daya gabung khusus \* = nyata pada taraf 5% pada uji F.

Tabel 4. Nilai DGU pada karakter pertumbuhan, pembungaan, panen, komponen hasil, dan hasil dari 6 galur inbred dalam skema Half diallel menggunakan Griffing metode 2

| Inbred | TT     | TLT    | UBJ   | UBB    | UP     | PT     | DT    | BBT     | BBH    |
|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|---------|--------|
| UZ 3   | 7,6*   | 3,3    | -0,04 | -0,02  | -0,33* | -0,77* | 0,73  | -3,06   | 0,47   |
| MAL    | -24,0* | -11,6* | -0,41 | -0,64* | -0,02  | -0,06  | -0,49 | -12,75* | -0,47  |
| UZ 9   | 6,0*   | -0,9   | -0,41 | -0,33  | -0,02  | 0,33   | 0,90* | 21,68*  | 0,99*  |
| P137-1 | 13,4*  | 5,6*   | -0,04 | -0,08  | 0,10   | 1,20*  | -0,43 | 4,87    | 0,23   |
| CLYN   | 4,5    | 7,4*   | 0,77* | 1,22*  | 0,41*  | -1,47* | -0,02 | -9,43*  | -0,82* |
| R2     | -7,1*  | -4,0   | 0,14  | -0,14  | -0,14  | 0,78*  | -0,69 | -1,31   | -0,39  |
| Gi     | 5,0    | 1,2    | -0,03 | 0,01   | -0,01  | 0,06   | 0,44  | 3,45    | 0,08   |

Keterangan: TT= tinggi tanaman, TLT= tinggi letak tongkol, UBJ= umur berbunga jantan, UBB= umur berbunga betina, UP=umur panen, JT= jumlah tongkol, PT= panjang tongkol, DT= diameter tongkol, BBT= bobot biji tongkol<sup>-1</sup>, BBH= bobot biji ha<sup>-1</sup>, \* = nyata taraf 5% pada uji T.

Tabel 5. Nilai DGK pada karakter pertumbuhan, pembungaan, panen, komponen hasil, dan hasil dari 6 galur inbred dalam skema *half-diallel* menggunakan Griffing metode 2

| Genotipe       | TT    | TLT    | UBJ    | UBB    | UP    | PT    | DT    | BBT    | BBH   |
|----------------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| UZ 3 >< MAL)   | 28,9* | -1,6   | 0,48   | -0,64  | -0,6  | 1,84* | 1,18  | 41,59* | 0,56  |
| UZ 3 >< UZ 9   | 19,9* | 12,1   | -2,01* | -1,95* | -0,6  | 0,46  | 1,23  | 10,66  | 2,30* |
| UZ 3 >< P137-1 | 4,9   | -0,7   | -0,89  | -0,71  | -1,7* | 1,83* | 2,87* | 39,97* | -0,21 |
| UZ 3 >< CLYN   | 16,0* | 7,9    | 0,29   | -0,02  | 1,9*  | 1,61* | 2,91* | 21,79  | 0,21  |
| UZ 3 >< R2     | 13,3  | 2,5    | -0,08  | -0,14  | 0,5   | 1,40* | 0,28  | -4,84  | -1,02 |
| MAL >< UZ 9    | 26,1* | 13,1   | -1,14  | -0,83  | -0,4  | 1,53* | 4,10* | 51,84* | 1,29  |
| MAL >< P137-1  | 9,5   | 7,8    | -0,52  | -0,58  | -0,5  | 1,61* | 1,05  | -13,34 | -0,16 |
| MAL >< CLYN    | -13,1 | -11,2  | -1,33  | -1,39  | 1,1*  | -0,05 | 1,44  | -0,03  | -0,09 |
| MAL >< R2      | 9,0   | 23,8*  | 0,79   | 1,48   | 0,2   | 0,19  | 0,51  | -2,65  | 0,68  |
| UZ 9 >< P137-1 | -6,9  | -8,7   | -1,52  | -1,89* | -0,5  | -0,28 | 3,15* | 3,72   | -0,68 |
| UZ 9 >< CLYN   | 23,3* | 9,3    | -1,83* | -2,20* | -0,4  | 1,55* | 3,73* | 9,04   | -0,56 |
| UZ 9 >< R2     | -0,7  | -1,4   | -0,21  | 0,17   | 2,2*  | 0,84  | 1,86  | 0,91   | -0,30 |
| P137-1 >< CLYN | 2,6   | -19,1* | -1,21  | -0,96  | 1,0*  | 2,03* | 2,08  | -3,15  | -0,31 |
| P137-1 >< R2   | 19,4* | 18,0*  | 1,91*  | 1,42   | -0,4  | 2,27* | 5,75* | 66,72* | 2,70* |
| CLYN >< R2     | 28,4* | 19,0*  | -2,80* | -2,89* | -1,2* | 0,81  | 5,38* | 39,03* | 3,00* |
| Gi-Gj          | -0,6  | 3,3    | -0,92  | -1,03  | 0,04  | 1,07  | 2,39  | 13,86  | 0,64  |

Keterangan: TT= tinggi tanaman, TLT= tinggi letak tongkol, UBJ= umur berbunga jantan, UBB= umur berbunga betina, UP=umur panen, JT= jumlah tongkol, PT= panjang tongkol, DT= diameter tongkol, BBT= bobot biji tongkol<sup>-1</sup>, BBH= bobot biji ha<sup>-1</sup>, \* = nyata pada taraf 5%.

### 3.3. Daya gabung

Analisis ragam menunjukkan bahwa daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) berpengaruh terhadap seluruh karakter, kecuali pada umur berbunga jantan (Tabel 3). Signifikansi kedua komponen ini mengindikasikan peran aksi gen aditif dan non-aditif dalam pengendalian karakter. Nilai ragam DGK (Daya Gabung Khusus) yang tinggi pada beberapa karakter mengindikasikan bahwa pengaruh gen non-aditif, seperti dominansi dan epistasis, lebih berperan dibandingkan dengan gen aditif.

Karakter umur berbunga betina, umur panen, diameter tongkol, dan bobot biji tongkol<sup>-1</sup> lebih dipengaruhi oleh aksi gen non-aditif, seperti dominansi dan overdominansi. Sebaliknya, tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, panjang tongkol, dan bobot biji<sup>-1</sup> lebih dipengaruhi oleh gen aditif. Nilai DGK yang lebih tinggi dari DGU mencerminkan adanya efek saling melengkapi antar alel dominan di berbagai lokus, yang berkontribusi terhadap heterosis pada hibrida F1.

Galur dengan nilai DGU positif diinginkan untuk peningkatan karakter hasil, sebaliknya DGU negatif diinginkan untuk singkat atau lebih rendahnya karakter seperti umur berbunga dan umur panen.

Hampir semua galur *inbred* mempunyai nilai DGU yang positif dan nyata untuk semua karakter, kecuali galur MAL (Tabel 4). DGK menjadi nilai penting untuk menentukan galur terpilih yang dapat menghasilkan hibrida dengan karakter unggul. Umumnya kombinasi persilangan antar galur menunjukkan nilai DGK yang positif pada karakter tinggi tanaman dan tinggi letak tongkol, sedangkan pada umur berbunga, sebagian besar bernilai negatif. Kombinasi persilangan menunjukkan nilai DGK yang negatif pada umur berbunga, kecuali P137-1  $\times$  R2, sebaliknya umur panen justru menunjukkan yang sebaliknya, hanya UZ 3  $\times$  P137-1 dan CLYN  $\times$  R2 yang menunjukkan nilai DGK negatif. Kombinasi persilangan P137-1  $\times$  R2 dan CLYN  $\times$  R2 konsisten menunjukkan DGK yang besar dan nyata untuk diameter tongkol dan bobot biji, diikuti oleh MAL  $\times$  UZ 9 dan UZ 3  $\times$  UZ 9.

Beberapa kombinasi yang menonjol antara lain UZ 3  $\times$  UZ 9, MAL  $\times$  UZ 9, dan P137-1  $\times$  R2, melibatkan salah satu tetua dengan nilai DGU besar dan positif. Kombinasi CLYN  $\times$  R2 juga menunjukkan nilai DGK tinggi pada karakter bobot biji ha<sup>-1</sup>, meskipun kedua tetua memiliki nilai DGU negatif.

Tabel 6. Nilai heterosis, heterobeltiosis dan heterosis standar 15 hibrida silang tunggal untuk karakter hasil.

| Hibrida | .....Bobot biji tongkol <sup>-1</sup> ..... |           |           |            |            |           | .....Bobot biji ha <sup>-1</sup> ..... |           |           |            |            |           |
|---------|---------------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|----------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
|         | F1<br>(g)                                   | P1<br>(g) | P2<br>(g) | MPH<br>(%) | BPH<br>(%) | HS<br>(%) | F1<br>(g)                              | P1<br>(g) | P2<br>(g) | MPH<br>(%) | BPH<br>(%) | HS<br>(%) |
| H1      | 150,2                                       | 64,0      | 60,5      | 141,4      | 134,8      | -5,6      | 9,7                                    | 9,2       | 7,1       | 19,0       | 5,3        | -11,4     |
| H2      | 153,5                                       | 64,0      | 129,7     | 58,4       | 18,3       | -3,6      | 13,0                                   | 9,2       | 10,1      | 34,1       | 28,1       | 18,3      |
| H3      | 166,2                                       | 64,0      | 87,5      | 119,5      | 90,0       | 4,4       | 9,7                                    | 9,2       | 9,0       | 6,4        | 5,1        | -11,6     |
| H4      | 134,0                                       | 64,0      | 90,0      | 74,0       | 48,9       | -15,9     | 9,1                                    | 9,2       | 6,4       | 16,0       | -1,8       | -17,5     |
| H5      | 115,5                                       | 64,0      | 72,2      | 69,5       | 59,9       | -27,5     | 8,2                                    | 9,2       | 5,8       | 9,3        | -10,8      | -25,0     |
| H6      | 185,0                                       | 60,5      | 129,7     | 94,5       | 42,6       | 16,2      | 11,0                                   | 7,1       | 10,1      | 27,1       | 8,1        | -0,1      |
| H7      | 103,5                                       | 60,5      | 87,5      | 39,9       | 18,3       | -35,0     | 8,8                                    | 7,1       | 9,0       | 9,1        | -2,4       | -19,8     |
| H8      | 102,5                                       | 60,5      | 90,0      | 36,2       | 13,9       | -35,6     | 7,8                                    | 7,1       | 6,4       | 15,6       | 9,7        | -29,0     |
| H9      | 108,0                                       | 60,5      | 72,2      | 62,7       | 49,5       | -32,2     | 9,0                                    | 7,1       | 5,8       | 39,2       | 26,6       | -18,0     |
| H10     | 155,0                                       | 129,7     | 87,5      | 42,7       | 19,5       | -2,7      | 9,7                                    | 10,1      | 9,0       | 1,6        | -4,0       | -11,3     |
| H11     | 145,7                                       | 129,7     | 90,0      | 32,6       | 12,3       | -8,5      | 8,8                                    | 10,1      | 6,4       | 6,4        | -13,2      | -19,8     |
| H12     | 145,7                                       | 129,7     | 72,2      | 44,3       | 12,3       | -8,5      | 9,5                                    | 10,1      | 5,8       | 19,4       | -6,0       | -13,2     |
| H13     | 116,9                                       | 87,5      | 90,0      | 31,8       | 29,9       | -26,6     | 8,3                                    | 9,0       | 6,4       | 7,7        | -7,9       | -24,4     |
| H14     | 194,7                                       | 87,5      | 72,2      | 143,8      | 122,6      | 22,3      | 11,7                                   | 9,0       | 5,8       | 58,3       | 30,3       | 7,0       |
| H15     | 152,7                                       | 90,0      | 72,2      | 88,3       | 69,7       | -4,1      | 11,0                                   | 6,3       | 5,8       | 79,9       | 72,0       | 0,1       |

Keterangan: MPH= *Mid-Parent* Heterosis, BPH= *Better-Parent* Heterosis, HS=heterosis standar.

### 3.4. Heterosis

Hibrida *single-cross* hasil persilangan dari 6 galur *inbred* memiliki peningkatan hasil biji dibandingkan dengan kedua tetuanya (Tabel 6) ditunjukkan dengan positif dan besarnya bobot biji

tongkol<sup>-1</sup> dan sebagian pada bobot biji ha<sup>-1</sup>. Tiga hibrida yaitu H2, H14 dan H15 konsisten menunjukkan nilai heterosis, heterobeltiosis dan heterosis standar yang positif dan tinggi pada kedua karakter hasil, mencerminkan keunggulan hibrida F1 dibandingkan tetuanya. Peningkatan bobot biji

ha<sup>-1</sup> pada penelitian ini berkisar antara 1,6% hingga 79,9%, lebih tinggi dibandingkan laporan Akhmad *et al.* (2022) yang berada pada kisaran 13,4% – 51,0%. Variasi ini mencerminkan adanya pengaruh jarak genetik yang jauh serta ragam genetik yang tinggi antar tetua. Inbred yang digunakan berasal dari populasi dasar yang berkembang di berbagai wilayah Indonesia, sehingga keragaman susunan genetiknya turut berkontribusi terhadap tingkat heterosis yang diamati.

## 4. Pembahasan

### 4.1. Penampilan Hibrida

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor genetik memberikan pengaruh signifikan terhadap sebagian besar karakter agronomis, yang mengindikasikan adanya keragaman genetik yang cukup luas di antara hibrida yang diuji. Tinggi tanaman dan tinggi letak tongkol merupakan karakter penting dalam seleksi hibrida karena berhubungan dengan ketahanan tanaman terhadap kerebahan. Hibrida H2, H4, H11, H14, dan H15 yang memiliki letak tongkol lebih tinggi daripada varietas P32, cenderung menunjukkan vigor pertumbuhan yang lebih kuat, namun juga berpotensi lebih rentan mengalami kerebahan pada musim hujan dan kondisi angin kencang. Sebaliknya H8 dan H9 dengan letak tongkol yang lebih rendah, walaupun lebih tahan rebah, tetapi berisiko mudah diserang hama tikus karena posisi tongkolnya yang lebih dekat dengan permukaan tanah. Nilai proporsi tinggi letak tongkol dengan tinggi tanaman sekitar 0,5 merupakan penampilan hibrida yang baik (Hayati *et al.*, 2014).

Perbedaan umur panen di antara hibrida, khususnya pada H1, H4, H5, dan H6 yang lebih cepat 1,5 hingga 2,5 hari dibandingkan varietas P32, menunjukkan potensi nilai heterosis negatif untuk karakter umur panen. Hal ini sesuai dengan kehendak petani yang mengharapkan tanaman dengan umur panen yang lebih singkat (Adi *et al.*, 2021). Sementara itu, pada karakter hasil hanya hibrida H14 yang secara konsisten menunjukkan panjang tongkol dan diameter tongkol lebih besar daripada varietas pembandingan P32. Meskipun demikian, bobot biji ha<sup>-1</sup> tertinggi dan mengungguli varietas hibrida P32 ditunjukkan oleh hibrida H2, sementara hibrida H1, H3, H6, H10, H12, H14, dan H15 secara bersama-sama menunjukkan bobot biji ha<sup>-1</sup> yang setara dengan P32.

### 4.2. PCA dan Analisis Jalur

Analisis PCA memberikan gambaran keterkaitan antara karakter agronomis dan hasil biji, di mana umur berbunga dan umur panen berasosiasi negatif dengan hasil, sedangkan karakter tinggi tanaman,

tinggi letak tongkol, diameter tongkol dan bobot biji tongkol<sup>-1</sup> menunjukkan korelasi positif terhadap hasil. Pola ini mengindikasikan bahwa semakin genjah umur berbunga dan panen, hasil biji cenderung meningkat, sejalan dengan temuan Fadhli *et al.* (2023) dan Priyanto *et al.* (2023). Bobot biji tongkol<sup>-1</sup>, diameter tongkol, tinggi letak tongkol dan tinggi tanaman berada dalam klaster yang sama dengan bobot biji ha<sup>-1</sup> menunjukkan bahwa keempat karakter ini dapat digunakan sebagai karakter sekunder yang efektif dalam menyeleksi hibrida dengan potensi hasil yang tinggi. Korelasi positif yang signifikan terhadap hasil panen juga dilaporkan oleh Hayati *et al.* (2016) dan Hutaeruk dan Sugiharto (2017) untuk diameter tongkol dan bobot biji tongkol<sup>-1</sup>, serta Reddy dan Jabeen (2016) dan Pandey *et al.* (2017) untuk tinggi tanaman, dan tinggi letak tongkol.

Analisis vektor pada PCA menunjukkan bahwa beberapa hibrida yang memiliki penampilan karakter komponen hasil dan hasil yang tinggi, berada dalam kuadran yang sama atau terletak pada posisi yang searah serta berdekatan dengan vektor karakter tersebut (Gambar 3). Hasil tinggi yang ditunjukkan oleh hibrida H14 (11,7 ton ha<sup>-1</sup>) merupakan kontribusi dari dua komponen hasil yaitu panjang tongkol (PT) dan bobot biji tongkol<sup>-1</sup> (BBT), sejalan dengan posisinya yang searah dengan kedua vektor tersebut. Posisi hibrida H2, H6 dan H15 yang terdistribusi searah dengan vektor bobot biji ha<sup>-1</sup> (BBH) menunjukkan asosiasi yang kuat dari ketiga hibrida tersebut dengan potensi hasil yang tinggi, konsisten dengan pengamatan lapangan. Namun dari posisinya ke titik pusat biplot, hibrida H2 dan H15 memiliki asosiasi yang lebih kuat dengan hasil dibandingkan H6.

Hasil PCA juga menegaskan bahwa umur berbunga dan umur panen yang lebih genjah pada hibrida-hibrida yang memiliki arah berlawanan dengan vektor pembungaan dan panen, berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi pengisian biji. Kedua karakter merupakan karakter yang diinginkan dalam program pemuliaan jagung.

Kontribusi tinggi letak tongkol terhadap biji sebagaimana hasil analisis jalur yang diperlihatkan Gambar 4, mengindikasikan pentingnya karakter ini. Posisi tongkol yang lebih tinggi pada hibrida berdaya hasil tinggi seperti pada H2, H6, H14 dan H15 memungkinkan penerimaan cahaya yang lebih optimal di sekitar tongkol, yang secara langsung berkontribusi dalam meningkatkan asupan asimilat ke tongkol dan berpotensi meningkatkan hasil (Cagnola *et al.*, 2021). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Singh *et al.* (2020) dan Aman *et al.* (2020) bahwa tinggi letak tongkol memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan hasil biji ha<sup>-1</sup>.



Secara keseluruhan, kombinasi hasil PCA dan analisis jalur memberikan gambaran yang konsisten bahwa hibrida H2, H14, dan H15 memiliki potensi hasil tinggi yang didukung oleh komponen hasil utama dan karakter agronomis lain yang sesuai, sehingga layak diprioritaskan dalam program seleksi dan pengembangan varietas unggul baru.

### 4.3 Daya gabung

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa baik daya gabung umum (DGU) maupun daya gabung khusus (DGK) berpengaruh nyata terhadap sebagian besar karakter agronomis yang dievaluasi. Hal ini menandakan bahwa pewarisan sifat pada karakter tersebut dikendalikan oleh aksi gen aditif dan non-aditif secara bersamaan. Aksi gen aditif mencerminkan kontribusi kumulatif gen-gen tunggal yang dapat dipertahankan melalui seleksi, sedangkan aksi gen non-aditif mencakup dominansi dan epistasis yang berperan penting dalam pembentukan heterosis (Ruswandi *et al.*, 2015; Purushottam & Shanthakumar, 2017; Arsyam *et al.*, 2024).

Karakter seperti umur berbunga betina, umur panen, diameter tongkol, dan bobot biji tongkol<sup>-1</sup> lebih dipengaruhi oleh gen non-aditif, yang menunjukkan pentingnya pemanfaatan heterosis dalam perakitan hibrida unggul. Sebaliknya, karakter tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, panjang tongkol, dan bobot biji<sup>-1</sup> dipengaruhi oleh gen aditif, sehingga dapat diperbaiki melalui seleksi bertahap.

Galur *inbred* UZ 9 menunjukkan nilai DGU yang positif dan tinggi untuk karakter hasil dan pertumbuhan, serta nilai negatif pada umur berbunga dan umur panen. Nilai DGU yang tinggi pada UZ 9 mengindikasikan kemampuan gabung atau membentuk kombinasi yang baik dengan *inbred* lainnya secara umum untuk menghasilkan hibrida yang berproduksi tinggi (Hayati, 2018). Dengan demikian galur UZ 9 berpotensi untuk digunakan sebagai tetua penggabung umum yang baik dalam pembentukan varietas komposit atau hibrida berumur genjah (Supriyanta *et al.*, 2023). Galur UZ 9 yang digunakan pada penelitian ini, sesuai dengan rekomendasi galur tetua pada penelitian Cahyani (2024).

Kombinasi persilangan UZ 3  $\times$  UZ 9 (H2), MAL  $\times$  UZ 9 (H14) dan P137-1  $\times$  R2 (H15) melibatkan salah satu tetua yang memiliki nilai DGU yang besar dan positif. Kombinasi persilangan antara tetua dengan DGU positif dan positif atau sebaliknya, cenderung menghasilkan nilai DGK yang tinggi. Penelitian Putri *et al.* (2022) juga menunjukkan bahwa kombinasi persilangan terbaik seringkali melibatkan salah satu tetua dengan DGU bernilai

negatif, terutama untuk karakter hasil. Temuan ini menunjukkan adanya interaksi gen-gen menguntungkan yang mampu menutupi pengaruh gen-gen yang merugikan, sehingga menghasilkan kombinasi silang dengan performa baik. Efendi *et al.* (2017) menambahkan bahwa pasangan *inbred* dengan banyak alel dominan dapat berinteraksi secara positif, sehingga menghasilkan hibrida dengan potensi hasil tinggi meskipun salah satu tetua memiliki gen yang kurang menguntungkan.

Kombinasi CLYN  $\times$  R2 juga menunjukkan nilai DGK besar dan signifikan pada karakter bobot biji ha<sup>-1</sup>, namun berasal dua tetua dengan nilai DGU negatif. Walaupun umumnya kombinasi persilangan terbaik dihasilkan dari kedua tetua dengan nilai DGU yang baik (Subba *et al.*, 2022), namun persilangan antara dua *inbred* dengan DGU rendah juga dapat menghasilkan keturunan dengan nilai DGK yang tinggi, seperti dilaporkan oleh Priyanto *et al.* (2019).

### 4.4. Heterosis

Nilai heterosis yang tinggi mencerminkan adanya efek gen dominan dan overdominan yang berperan penting dalam mengendalikan karakter hasil (Sulastri *et al.*, 2020). Efek dominan dihasilkan oleh akumulasi gen dominan menguntungkan, sedangkan efek overdominan menunjukkan keunggulan genotipe heterozigot dibandingkan dengan kedua tetuanya. Hibrida H2, H6, H14, dan H15 memperlihatkan nilai heterosis dan heterobeltiosis yang tinggi pada karakter hasil, menunjukkan bahwa kombinasi silang antar galur tersebut berhasil memunculkan efek heterosis maksimum. Nilai heterosis yang tinggi ini juga berkaitan dengan jarak genetik yang jauh antar tetua, sebagaimana dilaporkan oleh Mishra *et al.* (2024) bahwa besarnya heterosis bervariasi antar karakter dan tergantung pada kombinasi persilangan.

Nilai heterosis yang tinggi idealnya sejalan dengan nilai DGK, namun hal ini tidak selalu terjadi karena heterosis dihitung berdasarkan dua galur tetua yang dikombinasikan, sedangkan DGK mencerminkan efek spesifik dari seluruh kombinasi yang diuji. Oleh karena itu, seleksi hibrida unggul perlu mempertimbangkan nilai DGU, DGK dan heterosis secara bersamaan. Efek heterosis yang tinggi pada varietas hibrida dibandingkan *inbred* tetuanya disebabkan oleh pengaruh genetik dan memang diinginkan, namun varietas hibrida yang akan dilepas tentu saja harus memiliki keunggulan ekonomis dibandingkan hibrida yang sudah ada di tengah masyarakat.

Nilai heterosis standar yang positif dan tinggi mencerminkan keunggulan tersebut. Ada tiga hibrida yaitu H2, H14, dan H15 yang menunjukkan

nilai heterosis standar bernilai positif, menandakan bahwa ketiga hibrida memiliki hasil bobot biji ha<sup>-1</sup> lebih tinggi dari varietas pembanding P32. Ketiga hibrida tersebut menunjukkan adanya peluang yang besar untuk mendapatkan varietas hibrida potensial pada kondisi agroekosistem curah hujan tinggi sebagaimana lokasi penelitian pada wilayah yang lebih luas.

## 5. Kesimpulan

Hibrida H2, H6, H14, dan H15 menunjukkan performa agronomis yang unggul pada karakter pertumbuhan, pembungaan dan hasil yang sebanding atau bahkan lebih baik dibandingkan dengan varietas P32, dengan hasil mencapai 11 ton ha<sup>-1</sup>. Galur UZ 9 terbukti memiliki nilai Daya Gabung Umum (DGU) terbaik terhadap karakter pertumbuhan, pembungaan, dan hasil, sementara kombinasi persilangan galur UZ 3  $\times$  UZ 9 (H2), P137-1  $\times$  R2 (H14), dan CLYN  $\times$  R2 (H15) memiliki nilai Daya Gabung Khusus (DGK) terbaik. Ketiga hibrida ini juga konsisten memiliki nilai heterosis, heterobeltiosis, dan heterosis standar yang tinggi terhadap hasil. Temuan ini juga diperkuat oleh analisis PCA yang menunjukkan bahwa ketiga hibrida yaitu H2, H14 dan H15 berasosiasi dengan hasil biji yang tinggi, serta umur berbunga dan umur panen yang lebih pendek.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada PT Agro Zuriat Mandiri atas dukungan dan kesempatan kerja sama yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Andalas Tahun 2024 atas pendanaan yang diberikan melalui skema riset tugas akhir Penelitian Skripsi Sarjana (PSS) Batch I Nomor: 218/UN1619/PT.01.03/PSS/2024 yang telah mendukung terlaksananya penelitian dan publikasinya ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Arief Munandar, M.Si dan Alponsin, M.Si atas kontribusi pemikiran dan diskusi yang konstruktif selama penulisan manuskrip.

## 7. Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflicting Interests*)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

## 8. Daftar Pustaka

- Adi EBM, Indrayani S, Burhana N, & Mulyaningsih, ES. 2021. Parameter Genetik Karakter Agronomi pada Galur F1 Padi Hasil Persilangan Galur Murni dan Kultivar Lokal Indonesia. *Agrosainstek: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 5(1): 8-17. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v5i1.143>
- Armandoni EA, Purnamaningsih SL, Rifianto A. 2023. Pendugaan Nilai Heterosis Tujuh Hibrida Jagung Manis (*Zea mays* L. var. *saccharata* Sturt). *Plantropica: Journal of Agricultural Science*. 7(2): 10-17. <https://doi.org/10.21776/ub.jpt.2022.007.2.2>
- Aman J, Bantte K, Alamere S, Sbhatu DB. 2020. Correlation and Path Coefficient Analysis of Yield and Yield Components of Quality Protein Maize (*Zea mays* L.) Hybrids at Jimma, Western Ethiopia. *International Journal of Agronomy*. 1-7. <https://doi.org/10.1155/2020/9651537>
- Amzeri A. 2019. Evaluasi Nilai Heterosis dan Heterobeltiosis pada Persilangan Dialel Tanaman Jagung Madura. *Jurnal Agrosains*. 3(2): 286-295. <https://doi.org/10.21107/amzeri.2016.1>
- Arsyam A, Saptadi D, Sugiharto AN. 2024. Aksi Gen dan Daya Gabung pada Persilangan Jagung Ketan Ungu terhadap Karakter Hasil. *Agricultural Journal*. 7(2): 628-640. <https://doi.org/10.37637/ab.v7i2.1750>
- Badan Pusat Statistik. 2022. Luas Panen dan Produksi Jagung di Indonesia. Subang : Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjIwNCMy/luas-panen--produksi--dan-produktivitas-jagung-menurut-provinsi.html>
- Cagnola J, Parco M, Rotili DH, Ploschuk EL, Curin F, Amas J, Luque SF, Maddonni GA, Otegui ME, Casal JJ. 2021. Artificial selection for grain yield has increased net CO<sub>2</sub> exchange of the ear leaf in maize crops. *Journal of Experimental Botany*. 72(10), 3902-3913. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab119>
- Cahyani RR. 2024. Evaluasi Karakter Agronomis Beberapa Galur Inbred Jagung (*Zea mays* L.). [Skripsi]. Padang: Fakultas Pertanian, Universitas Andalas
- Canton H. 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations—FAO. In *The Europa Directory of International Organizations 2021* : Routledge.
- Devasree S, Ganesan KN, Ravikesavan R, Senthil N, Paranidharan V. 2020. Relationship between

- yield and its component traits for enhancing grain yield in single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.). *Electronical Journal of Plant Breeding*. 1(3):796-802.  
<https://doi.org/10.37992/2020.1103.131>
- Efendi R, Makkulawu AT, Azrai M. 2017. Daya Gabung Inbrida Jagung Toleran Cekaman Kekeringan dan Nitrogen Rendah pada Pembentukan Varietas Hibrida. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 1(2): 83–96.  
<https://doi.org/10.21082/jpptp.v1n2.2017.p83-96>
- Fidiyawati E, Cahyono T, Setyorini D. 2024. Optimasi Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.) dengan Pupuk Ammonium Klorida pada Dataran Rendah. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*. 8(1): 17–24.  
<https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v8i1.418>
- Fadhli N, Farid M, Azrai M, Nur A, Efendi R, Priyanto SB, Nasruddin AD, Novianti F. 2023. Morphological parameters, heritability, yield component correlation, and multivariate analysis to determine secondary characters in selecting hybrid maize. *Biodiversitas*. 24: 3750-3757.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d240712>
- Gomez KA, Gomez AA. 1995. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd Ed. John Wiley and Sons, New York, 680 p.
- Handayani N, Supriyanta, Mulyani E. 2022. Seleksi hibrida jagung toleran cekaman lingkungan. *Buletin Plasma Nutfah*. 28(2): 121–129.  
<https://doi.org/10.21082/blpn.v28n1.2022.p1-12>
- Hayati PKD, Prasetyo T, Syarif A. 2014. Evaluasi hibrida dan kemampuan daya gabung beberapa galur inbred jagung di lahan masam. *Jurnal Agroteknologi*, 4(2): 39–43.  
<https://doi.org/10.24014/ja.v4i2.1136>
- Hayati PKD, Sutoyo, Prasetyo T. 2016. Penampilan Jagung Hibrida Hasil Silang-Tunggal dari Berbagai Kombinasi Persilangan Galur Inbrida. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 2(2): 165–168.  
<https://doi.org/10.13057/psnmbi/m020208>
- Hayati PKD. 2018. *Analisis rancangan dalam Pemuliaan Tanaman: Penerapan Statistika dalam Bidang Pemuliaan Tanaman*. Padang: Andalas University Press.
- Hayati PKD, Sutoyo. 2022. *Penuntun Praktikum Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman*. Padang. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Hutauruk JN, Sugiharto AN. 2017. Uji Daya Hasil Pendahuluan 9 Galur Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(12): 2070 – 2078.  
<https://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/607>
- Kementerian Pertanian. 2022. Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2021. Jakarta: Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan.
- Kementerian Pertanian. 2024. Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2023. Jakarta: Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan.
- Krisnawati A, Adie MM. 2016. Relationship between morphological component with seed yield characters of soybean. *Bul Palawija*. 14: 49–54.  
<https://doi.org/10.21082/bulpa.v14n2.2016.p49-54>
- Mishra DK, Singh B, Chakraborty M, Verma N, Surin SS, Mishra SK. 2024. Combining Ability and Heterosis in Maize (*Zea mays* L.) Inbred Lines. *Journal of Scientific Research and Reports*. 30(6): 943–954.  
<https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i62112>
- Mustakim, Samuddin S, Maemunah. 2019. Genetic diversity, heritability and correlation between local cultivars of upland rice. *Agroland Agric Sci J*. 6 (1): 20-26. <https://doi.org/10.22487/agroland.v6i1.7>.
- Pandey Y, Vyas RP, Kumar J, Singh L, Singh HC, Yadav PC. 2017. Heritability, Correlation and Path coefficient analysis for determining inter-relationships among grain yield and related characters in maize (*Zea mays* L.). *Internat. J. of Pure Appl. Biosci*. 5(2): 595-603.  
<https://doi.org/10.18782/2320-7051.2921>
- Priyanto SB, Makkulawu AT, Iriany RN. 2019. Estimasi Nilai Daya Gabung Inbrida Jagung Menggunakan Metode Line x Tester. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 3(2): 83.  
<https://doi.org/10.21082/jpptp.v3n2.2019.p83-90>
- Priyanto SB, Wicaksana N, Rachmadi M. 2021. Stabilitas Hasil Calon Varietas Jagung Hibrida Toleran Nitrogen Rendah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 5(1): 44–53.  
<https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v5i1.203>
- Priyanto SB, Prayitno, OD, Efendi R. 2023. Correlation and Path Analysis Maize Hybrid Yield. *Journal of Suboptimal Lands*. 12(1): 80-87  
<https://doi.org/10.36706/JLSO.12.1.2023.629>
- Purushottam, Y., & Shanthakumar, G. 2017. General and Specific Combining Ability Studies for Ear Traits in Maize (*Zea mays* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(5): 2242–2245.
- Putri LDN, Saptadi D, Waluyo B. 2022. Analisis Daya Gabung dan Aksi Gen Jagung (*Zea mays* L.)

- menggunakan Rancangan Perkawinan Line X Tester. *Journal of Applied Agricultural Sciences*. 6(2): 191-201.  
<https://doi.org/10.25047/agriprima.v6i2.492>
- Reddy VR, Jabeen F. 2016. Narrow sense heritability, correlation and path analysis in maize (*Zea mays* L.). *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*. 48(2):120-126.
- Ruswandi D, Supriatna J, Makkulawu AT, Waluyo B, Marta H, Suryadi E, Ruswandi S. 2015. Determination of Combining Ability and Heterosis of Grain Yield Components for Maize Mutants Based on Line×Tester Analysis. *Asian Journal of Crop Science*. 7(1): 19-33.  
<https://doi.org/10.3923/ajcs.2015.19.33>
- Sandesh GM, Karthikeyan A, Kavithamani D, Thangaraj K, Ganesan KN, Ravikesavan R, Senthil N. 2018. Heterosis and Combining Ability Studies for Yield and its Component Traits in Maize (*Zea mays* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 9(3): 1012-1023.  
<https://doi.org/10.5958/0975-928X.2018.00126.6>
- Setyowidianto EP, Basuki N, Damanhuri D. 2017. Daya Gabung dan Heterosis Galur Jagung (*Zea mays* L.) pada Karakter Hasil dan Komponen Hasil. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 45(2): 124-129.  
<https://doi.org/10.24831/jai.v45i2.11650>
- Singh D, Kumar A, Kumar R, Singh SK, Kushwaha N, Mohanty TA. 2020. Correlation and Path Coefficient Analysis for 'Yield Contributing' Traits in Quality Protein Maize (*Zea mays* L.). *Current Journal of Applied Science and Technology*. 39(25): 91-99.  
<https://doi.org/10.9734/cjast/2020/v39i2530889>
- Sulastri D, Kusmiyati F, Karno D. 2020. Heterobeltiosis, dan Aksi Gen Generasi F1 Hasil Persilangan Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill) Varietas Devon dan Dering. *J. Agro Complex*. 4(1): 1-6.  
<https://doi.org/10.14710/joac.4.1.1-6>
- Supriyanta B, Pratama MS, Nabila N. 2023. Pendugaan Daya Gabung Umum dan Daya Gabung Khusus Jagung Manis dengan Persilangan Dialel Metode Griffing-1. *Vegetalika*. 12(2): 146-159.  
<https://doi.org/10.22146/veg.77955>