Agrotechnology Research Journal
Volume 7, No. 1, June 2023, pp. 26–32

ISSN 2655-7924 (Print)
ISSN 2614-7416 (Online)
https://jurnal.uns.ac.id/arj
doi:10.20961/agrotechresj.v7i1.71861

# Karakter Morfologi dan Depresi Silang dalam Galur F4 Jagung Ungu Hasil Persilangan Bersari Bebas

## *Morphological Characters and Cross Depression in F4 Lines of Purple Corn Yields from Free-breeding Cross*

**Eries Dyah Mustikarini**, **Gigih Ibnu Prayoga***, **Yufikar**

*Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung, Pangkal Pinang, Indonesia*

Received 28 February 2023; Accepted 23 June 2023; Published 30 June 2023

**ABSTRACT**

Breeding of corn plants resulting from crosses experienced problems with inbreeding depression. Inbreeding depression can cause a decrease of good characters in maize lines. Information about inbreeding depression needs to be known so that it does not appear in the maize lines. This research aims to determine the presence of inbreeding depression in purple corn lines from open pollinated and to determine the morphological character as a selection criterion for the F4 lines. Research using experimental methods. Plant selection was carried out using the ear-to-row method. Isolation of plants using distance and time of planting method. Observation of morphological characters using Royal Horticultural Society (RHS) Color Charts and the inbreeding depression test. F4 lines has inbreeding depression on the characters of plant height, stem diameter, number of leaves, male flowering age, female flowering age, cob length, cob weight with husk, cob weight without husk, and weight of 100 seeds . The F 4 lines of corn plants that did not experience inbreeding depression on plant height and stem diameter characters in lines $F_4$-PxU-11-25-18 and F4-PxU-11-25-25. Characters that can be used in the selection of F5 generation corn lines are plant height, stem diameter, cob length, cob weight with husk, cob weight without husk, and weight of 100 seeds. These characters can be used as selection criteria for the next generation.

**Keywords:** Corn*; Plant breeding; Selection*

***Cite this as (CSE Style)*:** Mustikarini ED, Prayoga GI, Yulfikar. 2023. Karakter Morfologi dan Depresi Silang dalam Galur F4 Jagung Ungu Hasil Persilangan Bersari Bebas. Agrotechnology Res J. 7(1):26–32. https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v7i1.71861

## PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.)merupakan tanaman pangan yang memiliki peluang strategis dalam perkembangan industri di Indonesia. Kebutuhan jagung akan semakin meningkat dengan berkembangnya industri pengolahan pangan di Indonesia (Khair et al. 2013). Data Badan Pusat Statistik (2020) menunjukan, produktivitas jagung nasional mencapai 54,74 kuintal/ha. Produksi jagung di Indonesia saat ini diketahui belum mampu memenuhi kebutuhan jagung dalam negeri setiap tahunnya sehingga membuat Indonesia mengimpor jagung dari negara lain. Kementerian Perdagangan (2021) menyatakan, pemerintah pada tahun 2020 mengimpor jagung sebanyak 1,07 juta ton untuk memenuhi total kebutuhan jagung nasional yang mencapai 8,6 juta ton per tahun. Kondisi ini menunjukkan bahwa produksi jagung dalam negeri perlu ditingkatkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menggunakan varietas unggul jagung yang dirakit melalui pemuliaan tanaman.

Pemuliaan tanaman jagung selain berfokus pada produksi juga mulai berupaya meningkatkan kandungan nutrisi jagung. Jagung yang mengandung nutrisi tinggi dan berbeda dengan jagung biasa digolongkan sebagai jagung antioksidan atau dikenal juga dengan jagung fungsional (Birner et al. 2021; Winn et al. 2023). Kandungan antosianin pada jagung ungu mendapat perhatian dalam pemuliaan tanaman. Antosianin bermanfaat sebagai antioksidan dalam tubuh, antikanker, serta mencegah penyakit jantung koroner (Suarni and Subagio 2013). Kandungan antosianin pada tanaman jagung ungu mencapai 46,2-83,6% (Harakort et al. 2014). Kegiatan persilangan tanaman dapat dilakukan untuk mendapatkan karakter-karakter yang diinginkan (Sain 2016). Penggabungan karakter jagung ungu yang kaya kandungan antasionin dengan produksi tinggi telah dilakukan yang menghasilkan varietas jagung ungu dengan produksi tinggi (Bello et al. 2010).

Pengembangan varietas unggul jagung berbiji ungu merupakan tantangan bagi pemulia tanaman (Bahtiar et al. 2023; Boateng et al. 2023). Saat ini sedang dilakukan

**Corresponding Author*:
*E-mail:* gigihibnuprayoga@gmail.com

CC BY-SA


© 2023 Agrotechnology Research Journal

pemuliaan tanaman jagung ungu di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Pemuliaan tanaman jagung ungu tersebut menggunakan dua jenis tetua yaitu jagung ungu Marassempulu asal Sulawesi Selatan dan jagung putih Mageten asal Jawa Timur. Hibridisasi dilakukan pada jagung putih Mageten, jagung ungu Marassempulu dan jagung kuning Sungailiat untuk mendapatkan karakter biji jagung berwarna ungu yang tahan terhadap serangan hama penggerek batang (Yahya 2018). Seleksi F1 mendapatkan 14 galur jagung berbiji ungu dengan daya hasil tinggi (Anirban, Hayward, et al. 2023; Showkath Babu et al. 2023). Seleksi F2 selanjutnya mendapatkan 9 galur jagung berbiji ungu yang berdaya hasil tinggi (Harish et al. 2023). Jagung seleksi F3 dengan kriteria sempit pada karakter jumlah daun per tanaman, umur tanaman berbunga jantan, umur tanaman berbunga betina, dan umur panen (Anirban, Hong, et al. 2023). Seleksi F3 dan mendapatkan 5 galur jagung berbiji ungu yang berdaya hasil tinggi (Han et al. 2023). Namun, pada penelitian-penelitian tersebut belum diketahui ada atau tidaknya depresi silang dalam pada galur jagung yang dirakit, sehingga diperlukan penelitian untuk mendapatkan informasi mengenai depresi silang dalam pada galur jagung ungu.

Pemuliaan tanaman jagung bersari bebas memungkinkan untuk terjadinya depresi silang dalam yang diakibatkan oleh penyerbukan sendiri (*selfing*). Depresi silang dalam (*inbreeding depression*) dapat mengakibatkan penampilan tanaman menjadi lebih buruk dan mengurangi sifat-sifat yang tidak diinginkan. *Selfing* merupakan bentuk *inbreeding* yang paling ekstrim, *selfing* mengurangi 50% heterozigositas tanaman hanya dalam satu kali generasi (Mackay et al. 2021). Akibat silang dalam dan seleksi yang terus menerus suatu populasi dapat menyebabkan keragaman genetik yang semakin sempit (Foote et al. 2021). Peningkatan homozigositas disebabkan terekspresinya gen – gen yang bersifat detrimental sebelumnya tertutup alel dominan (Fang et al. 2021). Sifat-sifat ini timbul karena gen-gen resesif yang mengatur karakter yang tidak diinginkan dalam keadaan homozigot akan menampilkan diri (Cao et al. 2020; Zhang et al. 2021).

Informasi mengenai depresi silang dalam sangat diperlukan untuk meningkatkan keberhasilan perakitan jagung ungu berdaya hasil tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan ada atau tidaknya depresi silang dalam generasi F4 jagung ungu hasil persilangan bersari bebas. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan infromasi yang dapat digunakan untuk seleksi galur F4 yang memiliki karakter-karakter baik untuk dilanjutkan pada seleksi generasi F5.

## BAHAN DAN METODE

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Juli 2022. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan dan Penelitian (KP2), Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung. Lokasi kebun percobaan berada di ketinggian 12 mdpl, posisi -2º04’13”S dan 106º04’51”E, dengan kondisi musim kemarau. Alat yang digunakan yaitu parang, gembor, gunting, jangka sorong, kertas label, streples, meteran, cangkul, tali rafia, penggaris, RHS (*Royal Horticultural Society*) *Colour Charts*, alat tulis, kamera dan timbangan analitik. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah benih jagung galur F4 hasil seleksi pada generasi F4, pupuk organik, pupuk anorganik NPK, waring, jaring, *poradan*, rodentisida, fungisida dan insektisida. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental tanpa tata letak (penanaman tanpa ulangan). Metode seleksi yang digunakan yaitu tongkol ke baris (*ear to row*). Bahan tanam yang diperoleh dari hasil seleksi pada generasi $F_4$ ada 6 galur, yaitu $F_3$-PxU-11-2-17, $F_3$-PxU-11-13-25, $F_3$-PxU-11-25-25, $F_3$-PxU-6-15-15, $F_3$-PxU-11-25-18, dan $F_3$-PxU-11-14-8 serta dua jenis tetua yang digunakan sebagai varietas pembanding yaitu jagung ungu Marassempulu asal Sulawesi Selatan dan jagung putih Mageten asal Jawa Timur. Petakan dibuat sebanyak 8 petakan yang dibagi menjadi 4 lokasi penanaman dengan isolasi jarak 20 m. Setiap lokasi terdapat 2 petakan ditanam dengan selisih waktu 3 minggu. Satu petakan terdiri dari 30 sampel dari galur yang sama, sehingga semua sampel berjumlah 240 sampel. Pengamatan karakter morfologi menggunakan RHS (*Royal Hortucultural Society*) *Colour Charts* yang disajikan dalam bentuk tabel atau gambar. Selain itu juga dilakukan uji *inbreeding depression* untuk menentukan depresi silang dalam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakter morfologi

Generasi F4 tanaman jagung hasil persilangan jagung ungu Marassempulu asal Sulawesi Selatan dan jagung putih Mageten asal Jawa Timur yang diteliti sebanyak 95 tanaman. Hasil tersebut kemudian dilakukan seleksi untuk mendapatkan generasi terpilih F5. Karakter kualitatif generasi F4 dan tetua ditabulasi warna dalam bentuk persentase menggunakan RHS *Colour Charts*. Persentase karakter warna batang, warna *gluma*, warna *anther*, warna *silk* dan sebaran warna biji disajikan pada Tabel 1.

Generasi F4 tanaman jagung pada karakter morfologi memiliki hasil yang beragam. Karakter warna batang dan warna *gluma* pada galur F4 didominasi warna *strong yellow green*, lebih mengikuti gen tetua induk betina. Karakter warna kotak sari (*anther*) terdapat perbedaan antara lima galur generasi $F_4$ dimana pada galur $F_4$-PxU-11-14, F4-PxU-11-13-25 dan F4-PxU-11-25-25 didomonasi oleh warna *brilliant greenish yellow* dan *strong yellow green* mengikuti tetua betina (Magetan), sedangkan galur F4-PxU-11-25-18 dan F4-PxU-11-2-17 didominasi oleh warna *greyish purplish red* dan *dark red* mengikuti tetua jantan (Marassempulu). Karakter warna rambut tongkol (*silk*) lebih mengikuti gen tetua betina yang didominasi oleh warna *strong yellowish green* dan *light greenish yellow*. Induk betina lebih besar sumbangan gen pada keturunannya dibandingkan induk jantan sehingga sifat keturunannya biasa mengikuti tetua induknya (Ma et al. 2022). (Bowles et al. 2022), menyatakan efek maternal terjadi apabila genotipe nukleus dari tetua betina menentukan fenotipe keturunannya. Menurut (Prentout et al. 2020)(Pamandungan and Ogie 2018), faktor keturunan berupa gen-gen nukleus yang dipindahkan oleh kedua

jenis kelamin dan dalam persilangan tertentu sifat-sifat keturunan itu mengalami segregasi mengikuti pola Mendel.

**Tabel 1.** Karakter morfologi generasi F4 dan tetua yang paling sering muncul

| Galur | Karakter morfologi | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Warna batang | Warna *gluma* | Warna *anther* | Warna *silk* | Sebaran warna biji |
| F4-PxU-11-14-8 | 76% Strong Yellow Green A | 60% Strong Yellow Green A | 40% Brilliant Greenish Yellow D | 40% Strong Yellowish Green A | 28% Strong Red A |
| | 16% Light Olive A | 32% Strong Yellow Green B | 20% Strong Yellow D | 32% Light Greenish Yellow C | 20% Strong Orange Yellow A |
| | 8% Strong Yellow Green B | 8% Strong Yellow Green C | 20% Strong Greenish Yellow A | 16% Pale Greenish Yellow D | 16% Deep Red A |
| F4-PxU-11-25-18 | 68,18% Strong Yellow Green A | 27,27% Strong Yellow Green A | 13,63% Greyish Purplish Red B | 45,46% Pale Greenish Yellow D | 77,27% Strong Orange Yellow A |
| | 18,18% Strong Yellow Green B | 22,72% Strong Yellow Green B | 9,09% Strong Yellow Green A | 22,72% Light Greenish Yellow C | 9,09% Strong Red A |
| | 9,09% Greyish Purple A | 18,18% Strong Yellow Green C | 9,09% Light Reddish Purple D | 9,09% Strong Purplish Red B | 9,09% Pale Yello D |
| F4-PxU-11-2-17 | 45,46% Dark Red A | 27,28% Strong Yellow Green B | 18,18% Dark Red A | 54,55% Strong Yellowish Green A | 27,28% Dark Reddish Orange B |
| | 18,18% Strong Yellow Green A | 27,28% Dark Purplish Red A | 18,18% Strong purplish Red B | 18,18% Pale Yellow Green D | 18,18% Deep Red A |
| | 9,09% Strong Yellow Green C | 18,18% Strong Yellow Green A | 9,09% Moderate Purplish Red A | 18,18% Moderate Purplish Red A | 18,18% Pale Yellow D |
| F4-PxU-11-13-25 | 64,28% Strong Yellow Green A | 50% Strong Yellow Green B | 42,86% Strong Yellow D | 42,86% Light Greenish Yellow C | 28,57% Yellowish White D |
| | 21,43% Strong Yellow Green B | 35,71% Strong Yellow Green A | 42,86% Brilliant Greenish Yellow D | 28,57% Strong Purplish Red A | 21,43% Strong Red A |
| | 14,29% Greyish Purple A | 14,29% Dark Purplish Red A | 7,14% Dark PurPlish Red A | 28,57% Pale Greenish Yellow D | 21,43% Vivid Red A |
| F4-PxU-11-25-25 | 65,22% Strong Yellow Green A | 52,18% Strong Yellow Green A | 13,04% Strong Yellowish Green A | 60,88% Light Greenish Yellow C | 34,79% Strong Red A |
| | 26,09% Strong Yellow Green B | 30,44% Strong Yellow Green B | 13,04% Strong Purplish Red A | 21,74% Strong Yellow Green D | 30,44% Strong Orange Yellow A |
| | 8,69% Greyish Purple A | 13,04% Strong Yellow Green C | 13,04% Light Orange C | 8,69% Brilliant Greenish Yellow A | 26,09% Dark Red A |
| Magetan (Putih) | 62,50% Light Olive A | 75% Strong Yellow Green A | 25% Strong Yellow Green A | 87,50% Light Purplish Pink D | 62,50% Yellowish White B |
| | 25% Strong Yellow Green A | 25% Strong Yellow Green B | 25% Strong Yellow Green D | 12,50% Pale Greenish Yellow D | 37,50% Yellowish White D |
| | 12,50% Greyish Purple A | | 25% Brilliant Yellow Green A | | |
| Marassempulu (ungu) | 81,82% Greyish Purple A | 36,36% Dark Purplish Red A | 27,27% Greyish Purple A | 36,36% Dark Red A | 63,63% Greyish Purple A |
| | 9,09% Greyish Reddish Purple C | 18,19% Dark Red A | 18,19% Dark Purplish Red B | 36,36% Deep Purplish Red B | 18,19% Dark Greyish Purple A |
| | 9,09% Dark Red A | 9,09% Strong Purple B | 18,19% Dark Red A | 18,19% Greyish Purple A | 9,09% Dark Reddish Orange B |

**Keterangan**: Persentase warna didapatkan pergalur dengan jumlah warna yang muncul dibagikan jumlah sampel galur dan dikalikan 100%. A = pekat, B = agak pekat, C = agak pucat, D = pucat.

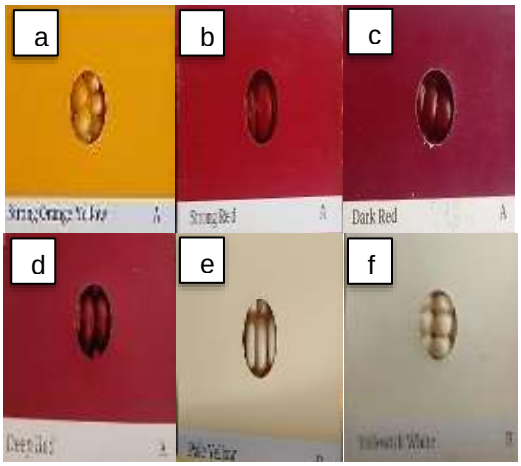
**Sebaran warna biji**

Sebaran warna biji tanaman jagung F4 memiliki warna yang beragam. Karakter sebaran warna biji dikelompokan menjadi *strong orange yellow* (29), *strong red* (20), *dark red* (15), *pale yellow* (7), *deep red* (7), *yellowish white* (4), *vivid red* (3), *dark reddish orange* (3), *moderate orange* (2), *light yellow* (1), *strong orange* (1), *moderate red* (1), *dark greyish red* (1), dan *brownis orange* (1). Warna *strong orange yellow* mendapatkan jumlah yang paling tinggi pada sebaran warna biji dibandingkan dengan warna yang lain. Sebaran warna biji yang dominan muncul dapat dilihat pada Gambar 1.

Sebaran warna biji pada generasi F4 beragam dimana warna biji lebih didominasi *strong orange yellow*, *strong red* dan *dark red* mengikuti gen tetua jantan. Warna-warna seperti *yellow* dan *orange* muncul pada jagung karena adanya persilangan bebas pada generasi sebelumnya. Persilangan secara bebas menimbulkan keragaman pada warna biji dan sebagian besar warna yang muncul mengikuti gen dominan pewarisan dari tetua persilangan. Menurut de los Reyes (2019), hal

tersebut terjadi karena adanya dominasi antara gen-gen pengendali warna dominan yang menyebabkan hanya salah satu gen dominan saja yang memunculkan ekspresi warna dan mendominasi.

Pembentukan warna biji jagung dikendalikan oleh gen Pr/pr, C/c dan Y/y (Legris et al. 2019). Galur generasi F4 pada penelitian memiliki warna biji yang beragam. Terjadinya keragaman warna dikarenakan terjadi pernyerbukan sari bebas sehingga warna masing-masing galur tidak sama persis dengan tetuanya. Warna ungu akan tampak ketika memiliki gen Pr/-, Cl/-, Rl/- dan Cl/-, Rl/- (Yamuangmorn and Prom-U-thai 2021). Biji jagung tak berwarna apabila adanya alel cl/cl atau rl/rl. Variasi warna biji jagung juga dikendalikan oleh pigmen sintesis oleh senyawa antosianin dan karotenoid. Gonzali and Perata (2020) menyatakan pigmen karotenoid menyebabkan biji jagung berwarna kuning atau *orange* sedangkan pigmen antosianin biji akan berwarna ungu atau merah. Tidak terbentuknya kedua warna pigmen tersebut menghasilkan warna putih.




**Gambar 1**. Sebaran warna biji (a) *strong orange yellow,* (b) *strong red,* (c) *dark red,* (d) *deep red,* (e) *pale yellow,* (f) *yellowish white*.

**Uji depresi silang dalam**

Nilai rata-rata galur F4 yang dibandingkan dengan F5, didapatkan depresi silang dalam (*Inbreeding depression*) pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, panjang tongkol, bobot tongkol dengan kelobot, bobot tongkol tanpa kelobot dan bobot 100 biji. Maruthi and Rani (2015) menyatakan bahwa, *inbreeding depression* pada persilangan tanaman jagung dapat menurunkan komponen pertumbuhan vegetatif dan hasil terutama pada bobot biji per tongkol. Menurut (Maruthi and Rani 2015)(Paige 2010), menyatakan depresi silang dalam terjadi karena peningkatan homozigositas alel-alel resesif yang membawa sifat tidak baik sehingga sifat tersebut terekspresi ketika terbentuk homozigot alel resesif. Depresi silang dalam tidak terjadi pada lokus heterozigot karena ekspresi dari alel-alel resesif terhalangi oleh alel dominan yang normal.Hasil uji depresi silang dalam F4 disajikan pada Tabel 2.

Generasi F4 pada karakter yang diamati sebagian besar mengalami depresi silang dalam. Karakter tinggi tanaman dan diameter batang tidak mengalami depresi silang dalam pada galur F4-PxU-11-25-18 dan F4-PxU-11-25-25. Karakter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, umur berbunga jantan, dan umur berbunga betina terjadi depresi silang dalam dengan persentase dibawah 20%. Tabel 2 menunjukan galur dengan persentase paling rendah pada karakter bobot 100 biji, bobot tongkol dengan kelobot dan tanpa kelobot adalah galur F4-PxU-11-25-25. Depresi tertinggi terjadi pada karakter bobot tongkol tanpa kelobot yaitu galur F4-PxU-11-13-25 sebesar 82,31%. Galur F4-PxU-11-2-17 menunjukan nilai depresi silang dalam lebih tinggi dibandingkan galur lainnya untuk semua karakter yang diamati, kecuali karakter bobot tongkol dengan kelobot dan tanpa kelobot. Kegiatan silang akibat penyerbukan bersari bebas pada tanaman menyerbuk silang yang terjadi dari generasi ke generasi dapat menyebabkan kerugian pada tanaman. Dampak silang dalam dan seleksi secara terus menerus pada suatu populasi menyebabkan keragaman genetik yang semakin sempit (Thiele et al. 2010), penurunan sifat yang menguntungkan, kehilangan gen yang bermanfaat, dan *genetic erosion* pada suatu organisme (Lubis et al. 2013).

Hasil dari uji depresi silang dalam (*inbreeding depression*) menunjukan galur F4-PxU-11-25-18 dan F4-PxU-11-25-25 mengalami peningkatan karakter tinggi tanaman dan diameter batang. Karakter tinggi tanaman pada tanaman jagung dapat mempengaruhi tingkat kerebahan tanaman. (Anggraini et al. 2020) Tinggi tanaman 200 – 250 cm dapat mengalami kerebahan jika terkena angin. Tanaman tidak terlalu tinggi dapat mengatur keseimbangan pertumbuhan vegetatif dan generatif seperti mengurangi fotosintat yang berlebihan pada batang dan meningkatkan jumlah biji. Tingkat depresi silang dalam pada karakter bobot tongkol dengan kelobot dan bobot tongkol tanpa kelobot cukup tinggi dimana persentase terbesar mencapai 82,31%. Faktor genetik mempengaruhi dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung. Genetik yang terkandung setiap tanaman menentukan produksi dan hasil tanaman itu sendiri dalam beradaptasi dengan lingkungan dan kemampuan penyerapan nutrisi. Hal ini sejalan dengan penelitian (Arnold et al. 2019) menyatakan, genotipe yang berbeda akan memberikan respon yang berbeda walaupun dalam lingkungan yang sama.

Depresi silang dalam pada karakter bobot 100 biji dan panjang tongkol berpengaruh terhadap produksi tanaman jagung. Terjadi depresi silang dalam cukup tinggi dari generasi sebelumnya mempengaruhi pertumbuhan dan daya hasil tanaman jagung. Yang et al. (2020) menyatakan, banyak faktor yang dapat mempengaruhi panjang tongkol salah satunya genetik. Hal ini sependapat dengan penelitian (Shahzad et al. 2023) yang menyatakan, bahwa faktor genotipe pada beberapa varietas lebih dominan terhadap faktor lingkungan. Ukuran tongkol jagung dapat mempengaruhi jumlah biji. Semakin panjang tongkol maka biji yang dihasilkan juga semakin banyak (Budiastuti et al. 2023).

Depresi silang dalam pada karakter umur berbunga jantan, umur berbunga betina, tinggi tanaman dan jumlah daun cukup rendah dengan persentase terkecil 1,15% dan terbesar 14,69%. Persentase ini menunjukan kecilnya penurunan atau tekanan pada karakter tersebut

setelah dibandingkan dengan generasi F4. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian Takdir et al. (2007), bahwa tanaman hasil *open pollinated* lebih lama mencapai homozigot karena sifat tanaman jagung yang menyerbuk silang. Kemungkinan terjadi silang sendiri (*inbriding*) cukup rendah, sehingga tidak banyak mengalami perubahan pada karakter jumlah daun, umur berbunga jantan dan betina karena presentase *depresi inbreeding* cukup kecil. Hasil pengamatan menunjukan selisih antara keluarnya bunga jantan dan betina berada dalam kisaran optimal 1-4 hari. Menurut (Ifah et al. 2018), menyatakan bahwa bunga jantan muncul 1-3 hari sebelum munculnya bunga betina. Kondisi ini memungkinkan sinkronisasi dalam proses penyerbukan dan pembuahan sehingga berpotensi untuk menghasilkan produksi maksimal.

Generasi F4 tanaman jagung terjadi penurunan pada beberapa karakter kuantitatif dibandingkan generasi sebelumnya. Depresi silang dalam terjadi karena adanya susunan genetik yang mengarah ke homozigot bersifat resesif. Faktor- faktor yang dapat menyebabkan depresi silang dalam yaitu adanya gen resesif atau dominan yang mengakibatkan peran gen tersebut tidak berfungsi dan bersifat merugikan (Fox 2005). Jagung merupakan tanaman penyerbukan silang sehingga terjadi persilangan dengan tanaman yang berdekatan. Penyerbukan ini menyebabkan persilangan dari galur atau famili yang sama dan terjadi silang dalam (*inbreeding*). Seleksi tongkol ke baris memiliki kelemahan yaitu terjadinya *inbreeding* yang cukup besar sehingga satu tongkol jagung menjadi satu baris yang mana didalam baris tersebut merupakan satu famili (Alfian 2014). Penyerbukan sendiri mengakibatkan adanya segregasi dan penurunan vigor. Setengah terjadi penurunan vigor pada generasi pertama penyerbukan sendiri, kemudian menjadi setengahnya pada generasi berikutnya (Nugroho dan Budi 2014).

Memperbaiki kelemahan pada seleksi tongkol ke baris (*ear to row*) dapat menggunakan metode modifikasi seleksi tongkol ke baris (*modified ear to row selection*) yaitu seleksi saudara tiri (*half-sib family selection*) dengan menyiapkan sejumlah benih yang terpilih sebagai tanaman penyerbukan *polinator* (Mangoendidjojo 2003). Penyerbukan *polinator* dari saudara tiri (*half-sib family*) bertujuan untuk penambahan karakter-karakter baik dari galur terpilih untuk meningkatkan heterozigositas dan mengurangi homozigositas resesif yang bersifat merugikan. Billiard et al. (2021), menyatakan teori overdominan dimana alel yang heterozigot pada suatu lokus akan lebih baik dibandingkan lokus yang memiliki alel yang homozigot walaupun terdiri dari homozigot dominan. Kegiatan ini dapat mengurangi kehilangan heterozigositas yang menyebabkan terjadinya depresi silang dalam (*inbreeding depresion*). Semakin jauh tingkat kekerabatan dalam satu lokus maka akan menghasilkan penampilan yang semakin baik.

**Tabel 2.** Hasil uji depresi silang dalam generasi F4

| Karakter | Galur | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | F4-PxU-11-14-8 | F4-PxU-11-25-18 | F4-PxU-11-25-25 | F4-PxU-11-13-25 | F4-PxU-11-2-17 |
| Tinggi tanaman | 2,94% | -0,47% | -5,54% | 8,67% | 9,45% |
| Diameter batang | 17,85% | -23,56% | -15,80% | 16,73% | 19,38% |
| Jumlah daun | 9,33% | 12% | 8,38% | 13,77% | 14,69% |
| Umur berbunga jantan | 1,15% | 1,45% | 4,83% | 12,50% | 14,07% |
| Umur berbunga betina | 4,61% | 1,94% | 6,52% | 8,73% | 11,85% |
| Panjang tongkol | 27,68% | 5,82% | 12,41% | 42,17% | 45,52% |
| Bobot tongkol dengan kelobot | 65,18% | 53,31% | 38,59% | 80,82% | 72,49% |
| Bobot tongkol tanpa kelobot | 67,85% | 49,62% | 42,81% | 82,31% | 71,06% |
| Bobot 100 biji | 52,74% | 37,59% | 31,60% | 29,36% | 57,79% |

**Keterangan**: Hasil data bernilai positif "+" menunjukan terjadinya depresi silang dalam dan hasil data bernilai negatif "-" menunjukan tidak terjadinya depresi silang dalam.

Karakter warna biji merupakan salah satu kriteria seleksi untuk memperoleh tanaman jagung yang berbiji ungu. Kriteria seleksi dilakukan untuk mendapatkan galur terbaik pada beberapa karakter tertentu yang diinginkan peneliti. Menurut Aguilar-Hernández et al. (2019), kriteria seleksi dilakukan untuk menentukan nilai pada indikator seleksi yang dapat memberikan perubahan pada hasil yang diinginkan untuk suatu karakter. Kriteria seleksi selanjutnya dipilih dari daya hasil jagung pada karakter bobot tongkol dengan kelobot dan bobot tongkol tanpa kelobot. Menurut Mansilla et al. (2021), kualitas produksi tanaman jagung ditentukan oleh berat tongkol, dimana semakin berat tongkol yang dimiliki maka penimbunan cadangan makanan yang ditranslokasikan ke biji akan meningkat berat biji. 10 galur yang terseleksi secara umum berasal dari galur

F4-PxU-11-25-18 dan F4-PxU-11-25-25 dengan depresi silang dalam lebih rendah di bandingkan genotipe lainnya. Galur yang terseleksi memiliki mayoritas warna biji seperti *Strong Red*, *Strong Orange Yellow*, *Dark Red* dan *Moderate Red*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Generasi ke 4 (F4) mengalami depresi silang dalam pada sebagian besar karakter. Galur F4 tanaman jagung yang tidak mengalami depresi silang dalam pada karakter tinggi tanaman dan diameter batang yaitu galur F4-PxU-11-25-18 dan F4-PxU-11-25-25. Karakter yang dapat digunakan pada seleksi galur jagung generasi F5 adalah tinggi tanaman, diameter batang, panjang tongkol, bobot tongkol dengan kelobot, bobot tongkol tanpa kelobot dan bobot 100 biji. Perlu dilakukan seleksi lanjutan pada generasi F5 untuk memastikan kestabilan genetik. Jika diperlukan, maka dapat dilakukan modifikasi seleksi tongkol ke baris yaitu seleksi saudara tiri (*half-sib family selection*). Galur tanaman jagung yang telah terseleksi perlu uji organoleptik untuk mengetahui kualitas biji tanaman yang ditentukan lebih cocok untuk pangan atau pakan.

## DAFTAR PUSTAKA


Aguilar-Hernández Á, Salinas-Moreno Y, Ramírez-Díaz J, Alemán-De La Torre I, Bautista-Ramírez E, Flores-López H. 2019. Anthocyanins and color in grain and cob of peruvian purple corn grown in Jalisco, Mexico. Rev Mex Ciencias Agrícolas. 10(5):1071–1082. http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n5/2007-0934-remexca-10-05-1071-en.pdf.

Alfian B. 2014. Penyerbukan silang tanaman jagung. [Makalah].

Anggraini I, Kartahadimaja J, Hakim NA. 2020. Uji adaptasi empat galur hibrida (Zea mays L.) pada dataran menengah Tanggamus. J Planta Simbiosa Vol. 2(1):74–83.

Anirban A, Hayward A, Hong HT, Masouleh AK, Henry RJ, O'Hare TJ. 2023. Breaking the tight genetic linkage between the a1 and sh2 genes led to the development of anthocyanin-rich purple-pericarp super-sweetcorn. Sci Rep. 13(1):1–13. doi:10.1038/s41598-023-28083-4. https://doi.org/10.1038/s41598-023-28083-4.

Anirban A, Hong HT, O'Hare TJ. 2023. Profiling and Quantification of Anthocyanins in Purple-Pericarp Sweetcorn and Purple-Pericarp Maize. Molecules. 28(6):1–13. doi:10.3390/molecules28062665.

Arnold PA, Kruuk LEB, Nicotra AB. 2019. How to analyse plant phenotypic plasticity in response to a changing climate. New Phytol. 222(3):1235–1241. doi:10.1111/nph.15656.

B. BO, Y. AS, S. AM, Ige SA. 2010. Correlation and path coefficient analysis of yield and agronomic characters among open pollinated maize varieties and their F 1 hybrids in a diallel cross. African J Biotechnol. 9(18):2633–2639.

Bahtiar, Arsyad M, Salman D, Azrai M, Tenrirawe A, Yasin M, Gaffar A, Sebayang A, Ochieng PJ. 2023. Promoting the New Superior Variety of National Hybrid Maize: Improve Farmer Satisfaction to Enhance Production. Agric. 13(1):1–18. doi:10.3390/agriculture13010174.

Billiard S, Castric V, Llaurens V. 2021. The integrative biology of genetic dominance. Biol Rev. 96(6):2925–2942. doi:10.1111/brv.12786.

Birner R, Daum T, Pray C. 2021. Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges. Appl Econ Perspect Policy. 43(4):1260–1285. doi:10.1002/aepp.13145.

Boateng ID, Mustapha A, Kuehnel L, Daubert CR, Kumar R, Agliata J, Flint-Garcia S, Wan C, Somavat P. 2023. From purple corn waste (pericarp) to polyphenol-rich extract with higher bioactive contents and superior product qualities using two-step optimization techniques. Ind Crops Prod. 200(PA):116871. doi:10.1016/j.indcrop.2023.116871. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116871.

Bowles AMC, Paps J, Bechtold U. 2022. Water-related innovations in land plants evolved by different patterns of gene cooption and novelty. New Phytol. 235(2):732–742. doi:10.1111/nph.17981.

Budiastuti M, Purnomo D, Pujiasmanto B, Setyaningrum D. 2023. Response of Maize Yield and Nutrient Uptake to Indigenous Organic Fertilizer from Corn Cobs. Agric. 13(2):1–11. doi:10.3390/agriculture13020309.

Cao Y, Zhou H, Zhou X, Li F. 2020. Control of Plant Viruses by CRISPR/Cas System-Mediated Adaptive Immunity. Front Microbiol. 11(October):1–9. doi:10.3389/fmicb.2020.593700.

Fang Y, Hao X, Xu Z, Sun H, Zhao Q, Cao R, Zhang Z, Ma P, Sun Y, Qi Z, et al. 2021. Genome-Wide Detection of Runs of Homozygosity in Laiwu Pigs Revealed by Sequencing Data. Front Genet. 12(April):1–11. doi:10.3389/fgene.2021.629966.

Foote AD, Hooper R, Alexander A, Baird RW, Baker CS, Ballance L, Barlow J, Brownlow A, Collins T, Constantine R, et al. 2021. Runs of homozygosity in killer whale genomes provide a global record of demographic histories. Mol Ecol. 30(23):6162–6177. doi:10.1111/mec.16137.

FOX CW. 2005. IN MEASURING AMONG - FAMILY VARIATION. Am J Bot. 92(11):1929–1932. doi:10.3732/ajb.92.11.1929.

Gonzali S, Perata P. 2020. Anthocyanins from purple tomatoes as novel antioxidants to promote human health. Antioxidants. 9(10):1–17. doi:10.3390/antiox9101017.

Han S, Zhang S, Ouyang Y, Yu X, Hu S, Borjigin Q, Gao J. 2023. An improved method for corn stalk in-situ degrading synthetic bacterial consortium construction in a cold region of China. Biocatal Agric Biotechnol. 50(October 2022):102648. doi:10.1016/j.bcab.2023.102648. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102648.

Harakotr B, Scott MP. 2014. Anthocyanins and

antioxidant activity in coloured waxy corn at different maturation stages.

Harish J, Jambhulkar PP, Bajpai R, Arya M, Babele PK, Chaturvedi SK, Kumar A, Lakshman DK. 2023. Morphological characterization, pathogenicity screening, and molecular identification of Fusarium spp. isolates causing post-flowering stalk rot in maize. Front Microbiol. 14(March):1–16. doi:10.3389/fmicb.2023.1121781.

Ifah A Al, Yuniastuti E, Parjanto P. 2018. Analysis of breadfruit plant diversity (Artocarpus altilis P.) by random amplified polymorphic DNA (RAPD) in DIY. AIP Conf Proc. 2021(October 2018). doi:10.1063/1.5062802.

Khair H. 2013. No 1. 18(1):13–22.

Legris M, Ince YÇ, Fankhauser C. 2019. Molecular mechanisms underlying phytochrome-controlled morphogenesis in plants. Nat Commun. 10(1). doi:10.1038/s41467-019-13045-0. http://dx.doi.org/10.1038/s41467-019-13045-0.

de los Reyes BG. 2019. Genomic and epigenomic bases of transgressive segregation – New breeding paradigm for novel plant phenotypes. Plant Sci. 288(April):110213. doi:10.1016/j.plantsci.2019.110213. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110213.

Lubis YA, Rosmayati LAPP. 2013. Pengaruh selfing terhadap karakter tanaman jagung (Zea mays L.) PADA GENERASI F4 SELFING. J Online Agroekoteknologi. 1(2):304–317.

Ma J, Wang S, Zhu X, Sun G, Chang G, Li L, Hu X, Zhang S, Zhou Y, Song CP, et al. 2022. Major episodes of horizontal gene transfer drove the evolution of land plants. Mol Plant. 15(5):857–871. doi:10.1016/j.molp.2022.02.001. https://doi.org/10.1016/j.molp.2022.02.001.

Mackay IJ, Cockram J, Howell P, Powell W. 2021. Understanding the classics: the unifying concepts of transgressive segregation, inbreeding depression and heterosis and their central relevance for crop breeding. Plant Biotechnol J. 19(1):26–34. doi:10.1111/pbi.13481.

Mansilla PS, Bongianino NF, Nazar MC, Pérez GT. 2021. Agronomic and chemical description of open-pollinated varieties of opaque-2 and purple maize (Zea mays L.) adapted to semiarid region of Argentina. Genet Resour Crop Evol. 68(6):2351–2366. doi:10.1007/s10722-021-01133-4.

Maruthi RT, Rani KJ. 2015. Genetic variability, heritability and genetic advance estimates in maize (Zea mays L.) inbred lines. J Appl Nat Sci. 7(1):149–154. doi:10.31018/jans.v7i1.579.

Nugroho B, Budi GP. 2014. Keragaan Tanaman Jagung ( Zea Mays L .) Lokal Srowot Banyumas Karena Pengaruh Selfing Pada Generasi F2 Selfing Email : bambangpert_ump@yahoo.com. Pros Semin Has Penelit LPPM UMP.:20–24.

Paige KN. 2010. The Functional Genomics of Inbreeding Depression : A New Approach to an Old Problem. 60(4):267–277. doi:10.1525/bio.2010.60.4.5.

Pamandungan Y, Ogie B. 2018. Pewarisan sifat warna dan tipe biji jagungmanado kuning. 24(1):1–8.

Prentout D, Razumova O, Rhoné B, Badouin H, Henri H, Feng C, Käfer J, Karlov G, Marais GAB. 2020. An efficient RNA-seq-based segregation analysis identifies the sex chromosomes of Cannabis sativa. Genome Res. 30(2):164–172. doi:10.1101/gr.251207.119.

Sain A. 2016. Keragaman Genetik Empat Varietas Jagung ( *Zea mays*. L) Bersari Bebas Menggunakan Marka Ssrs (Simple Sequence Repeats). [Skripsi].:1–91.

Shahzad A, Gul H, Ahsan M, Wang D, Fahad S. 2023. Comparative Genetic Evaluation of Maize Inbred Lines at Seedling and Maturity Stages Under Drought Stress. J Plant Growth Regul. 42(2):989–1005. doi:10.1007/s00344-022-10608-2. https://doi.org/10.1007/s00344-022-10608-2.

Showkath Babu BM, Lohithaswa HC, Triveni G, Mallikarjuna MG, Mallikarjuna N, Balasundara DC, Anand P. 2023. Comparative Assessment of Genetic Variability Realised in Doubled Haploids Induced from F1 and F2 Plants for Response to Fusarium Stalk Rot and Yield Traits in Maize (Zea mays L.). Agronomy. 13(1). doi:10.3390/agronomy13010100.

Suarni, Subagio H. 2013. Potensi Pengembangan Jagung Dan Sorgum Sebagai Sumber Pangan Fungsional. Balai Penelit Tanam Serelia. 32(2):47–55.

Takdir AM, Sunarti S, Mejaya MJ. 2007. Pembentukan Varietas Jagung Hibrida. Balai Penelit Tanam Serelia. 5(2):74–95.

Thiele J, Hansen T, Siegismund HR, Hauser TP. 2010. Genetic variation of inbreeding depression among floral and fitness traits in Silene nutans. Heredity (Edinb).:52–60. doi:10.1038/hdy.2009.103.

Winn CA, Archontoulis S, Edwards J. 2023. Calibration of a crop growth model in APSIM for 15 publicly available corn hybrids in North America. Crop Sci. 63(2):511–534. doi:10.1002/csc2.20857.

Yahya R. 2018. Karakterisasi tetua dan hibridisasi jagung tahan penggerek batang melalui penyerbukan bersari bebas. [Skripsi].:26.

Yamuangmorn S, Prom-U-thai C. 2021. The potential of high-anthocyanin purple rice as a functional ingredient in human health. Antioxidants. 10(6):1–21. doi:10.3390/antiox10060833.

Yang L, Li T, Tian X, Yang B, Lao Y, Wang Y, Zhang X, Xue J, Xu S. 2020. Genome-wide association study (GWAS) reveals genetic basis of ear-related traits in maize. Euphytica. 216(11):1–13. doi:10.1007/s10681-020-02707-6. https://doi.org/10.1007/s10681-020-02707-6.

Zhang M, Liu X, Peng T, Wang D, Liang D, Li H, Hao M, Ning S, Yuan Z, Jiang B, et al. 2021. Identification of a recessive gene YrZ15-1370 conferring adult plant resistance to stripe rust in wheat-Triticum boeoticum introgression line. Theor Appl Genet. 134(9):2891–2900. doi:10.1007/s00122-021-03866-3. https://doi.org/10.1007/s00122-021-03866-3.