

PERFORMA AGRONOMI TANAMAN JAGUNG YANG BERASAL DARI BENIH HIBRIDA REGENERASI

AGRONOMIC PERFORMANCE OF MAIZE DERIVED FROM REGENERATED HYBRID SEEDS

Surianto Sipi^{1*}, Subiadi², Ernawati Djaya¹, dan Dian Meitasari¹

¹Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia

²Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Papua Barat, Indonesia

*Corresponding Author. E-mail address: surianto.sipi@gmail.com

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 1 Juni 2023

Direvisi: 24 Juli 2023

Disetujui: 11 Desember 2023

KEYWORDS:

Hybrid corn, regenerated seed

KATA KUNCI:

Benih regenerasi, jagung hibrida

ABSTRACT

The practice of cultivating maize using regenerated seeds is commonly practiced by farmers in Indonesia. They chose to planting regeneration seeds because the price of F1 hybrid seeds was expensive and difficult to obtain, especially for farmers in eastern Indonesia, such as Papua. The purpose of this study was to observe the differences of agronomic performance between F1 and F2 generations of three hybrid maize varieties that were widely disseminated through commercialization and dissemination programs. Parameters was observed included male flowering age, plant height, number of nodes, ear position, ear length, ear diameter, number of seed rows per ear, and seed weight per ear. The results showed that there was a change in the performance of several agronomic parameters of maize plants from the F2 generation. The most agronomic performance changes occurred in the F2 generation of the JH 27 variety, including decrease in plant height, ear position, ear diameter, seed weight per ear, and a reduction in the number of nodes. Significant changes in the F2 generation of the Bima URI variety include increase in the number of nodes and ear positions and decrease ear diameter. Significant agronomic performance changes in the F2 generation of the Nasa 29 variety include decrease plant height and ear position and reduction the number of nodes and ear length.

ABSTRAK

Praktek budidaya jagung menggunakan benih turunan hibrida sudah umum dilakukan oleh petani jagung di Indonesia. Petani memilih menanam benih regenerasi karena pertimbangan harga benih hibrida F1 yang mahal dan sulit diperoleh khususnya bagi petani di wilayah timur Indonesia seperti Papua. Tujuan penelitian untuk melihat perbedaan performa agronomi antara generasi F1 dan F2 tiga varietas jagung hibrida yang banyak disebarluaskan melalui komersialisasi dan program diseminasi. Parameter yang diamati meliputi: umur berbunga, tinggi tanaman, jumlah buku, posisi tongkol, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris dan bobot biji per tongkol. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan performa beberapa parameter agronomi tanaman jagung yang berasal dari generasi F2. Perubahan performa agronomi paling banyak terjadi pada generasi F2 varietas JH 27 meliputi: penurunan tinggi tanaman, posisi tongkol, diameter tongkol dan bobot biji per tongkol, serta pengurangan jumlah buku. Perubahan yang signifikan pada generasi F2 varietas Bima URI meliputi: peningkatan jumlah buku dan posisi tongkol serta penurunan diameter tongkol. Perubahan performa agronomi yang signifikan pada generasi F2 varietas Nasa 29 meliputi: penurunan tinggi tanaman dan posisi tongkol serta pengurangan jumlah buku dan panjang tongkol.

1. PENDAHULUAN

Praktek budidaya jagung menggunakan benih turunan hibrida sudah umum dilakukan oleh petani jagung di Indonesia karena dianggap lebih murah dan menguntungkan (Koes & Arif, 2015). Separuh dari petani jagung pengguna benih hibrida, menggunakan benih regenerasi (Nugraha *et al.*, 2003). Walaupun hasil panen yang mungkin diperoleh akan berkurang, petani tetap memilih menanam benih regenerasi karena pertimbangan harga benih jagung hibrida mahal dan budidayanya membutuhkan dosis pupuk yang banyak (Suryana dan Agustian, 2014; Bahtiar *et al.*, 2020). Faktor lainnya adalah keterbatasan petani untuk memperoleh benih hibrida F1, terutama pada daerah Indonesia bagian timur seperti Papua (Malik, 2016). Benih turunan hibrida yang ditanam kembali merupakan hasil panen dari tanaman sebelumnya. cara ini dianggap lebih menguntungkan dari sisi ekonomi karena petani tidak perlu lagi mengeluarkan biaya untuk membeli benih hibrida F1.

Praktek ini tidak hanya dilakukan di Indonesia, tetapi juga oleh petani jagung di berbagai negara berkembang lainnya (Wubben *et al.*, 2002). Perbedaan produksi antara generasi F1 dan generasi F2 di wilayah Afrika seperti Kenya sebanyak 20%, generasi F1 dengan F3 sebanyak 37% dan generasi F1 dengan F4 sebanyak 46% (Japhether *et al.*, 2006). Di Filipina penggunaan benih turunan hibrida bisa sampai generasi F5 dengan rata-rata penurunan 54,3% (Sola *et al.*, 2004). Walaupun demikian, Penurunan produksi pada generasi kedua dapat ditekan sampai 18% dengan penambahan pupuk yang cukup (Macharia, *et al.*, 2010). Selain berpengaruh pada hasil panen, penggunaan benih regenerasi juga kemungkinan akan berpengaruh terhadap karakter agronomi tanaman.

Penggunaan benih secara turun temurun identik dengan penurunan kualitas pertumbuhan tanaman dan dapat menurunkan hasil panen (Wulan *et al.*, 2017). Performa parameter agronomi yang dapat mempengaruhi hasil panen meliputi tinggi tanaman, diameter batang, panjang tongkol, bobot biji (Fromme *et al.*, 2019), jumlah baris per tongkol, jumlah biji per baris, umur berbunga (Maintang *et al.*, 2018) dan posisi tongkol (Mousavi & Nagy, 2021).

Senjang hasil tanaman jagung tidak hanya dipengaruhi oleh perubahan performa parameter agronomi tetapi juga dapat dipengaruhi oleh genotipe tanaman dan lingkungan tempat tumbuhnya (Ruswandi *et al.*, 2021). Variasi genotipe jagung hibrida dapat menunjukkan respon yang berbeda meskipun ditanam pada satu kondisi lingkungan yang sama (Maintang *et al.*, 2018). Oleh karena itu, perbedaan varietas jagung hibrida yang berasal dari benih regenerasi juga mungkin akan menunjukkan respon parameter agronomi yang berbeda satu dengan lainnya jika ditanam pada satu lahan yang sama.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat perbedaan performa agronomi antara generasi F1 dengan F2 dari tiga varietas jagung hibrida yang banyak disebarluaskan baik melalui komersialisasi maupun melalui program diseminasi atau bantuan benih kepada petani. Sehingga, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam penggunaan benih keturunan (F2) dari varietas tersebut.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian yang berlokasi di Kampung Anday, Distrik Manokwari Selatan, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat mulai bulan Maret sampai dengan Juni tahun 2020. Penelitian menggunakan varietas Bima Uri, JH 27, dan Nasa 29. Benih F1 diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Serealia, benih F2 diperoleh dari hasil panen tanaman F1 yang ditanam telah sebelumnya.

Setiap varietas jagung generasi F1 dan F2 ditanam pada plot dengan ukuran 1,5 x 36 meter. Jarak tanam yang digunakan adalah 75 cm x 40 cm dengan mengisi 2 biji per lubang tanam. Pemeliharaan tanaman meliputi: penyiraman, pengendalian hama dan penyakit, penyiangan gulma, pemupukan berimbang sebanyak 2 kali aplikasi (pada umur 7 dan 30 hari setelah tanam).

Parameter yang diamati meliputi: umur berbunga (hari), tinggi tanaman (cm), jumlah buku per batang (buku), posisi tongkol (buku), panjang tongkol (cm), diameter tongkol (cm), jumlah baris per tongkol (baris) dan bobot biji per tongkol (gram). Pengamatan umur berbunga dilakukan dengan cara mencatat umur tanaman saat kemunculan bunga jantan mencapai 90%. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur panjang tanaman mulai dari pangkal ruas paling bawah sampai ujung bunga jantan. Pengamatan jumlah buku per batang dilakukan dengan menghitung jumlah buku mulai dari pangkal batang sampai ruas terakhir tempat tumbuhnya bunga jantan. Pengamatan posisi tongkol dilakukan dengan mengamati posisi ruas tempat tumbuhnya tongkol. Pengamatan panjang tongkol dilakukan dengan menghitung panjang tongkol menggunakan jangka sorong digital mulai dari pangkal hingga ujung tongkol. Pengamatan diameter tongkol dihitung menggunakan jangka sorong digital. Pengamatan jumlah baris per tongkol dihitung dengan mengamati jumlah baris biji dalam setiap sampel tongkol. Pengamatan bobot biji per tongkol dilakukan dengan menimbang bobot biji dari setiap tongkol pada kadar air biji 14% menggunakan timbangan digital merk *Ohaus*. Penentuan kadar air biji jagung dilakukan diukur menggunakan alat tester kadar air merk *Draminski GMM*.

Data dianalisis dengan uji t dan dilanjutkan dengan analisis kluster *K-means* menggunakan aplikasi RStudio versi 4.1.2., sedangkan estimasi model pengaruh parameter agronomi terhadap bobot biji per tongkol dianalisis menggunakan *SEM-PLS*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Performa Parameter Agronomi Jagung Hibrida F1 dan F2

Penggunaan benih regenerasi menyebabkan perubahan performa agronomi tanaman jagung varietas Bima URI, JH 27 dan Nasa 29. Parameter agronomi yang berubah secara signifikan meliputi: tinggi tanaman, jumlah buku, posisi tongkol, panjang tongkol, diameter tongkol dan bobot biji per tongkol. Berdasarkan hasil uji t, Perubahan yang nyata pada generasi F2 varietas Bima URI meliputi parameter jumlah buku per batang, posisi tongkol dan diameter tongkol. Perubahan nyata pada generasi F2 varietas JH 27 yaitu penurunan tinggi tanaman, jumlah buku per batang, posisi tongkol, diameter tongkol dan bobot biji per tongkol. Varietas Nasa 29 generasi F2 mengalami perubahan nyata pada parameter tinggi tanaman, jumlah buku per batang, posisi tongkol dan panjang tongkol (Tabel 1).

Umur berbunga ketiga varietas uji tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara tanaman yang berasal dari benih F1 dan F2 (Tabel 1). Hal ini menandakan bahwa penggunaan benih generasi F2 tidak menyebabkan perubahan umur tanaman. Kemunculan bunga jantan berkaitan erat dengan umur matang panen, semakin cepat munculnya bunga jantan, semakin cepat pula tanaman mencapai umur matang fisiologis untuk dipanen (Jauhari *et al.*, 2021). Kemunculan bunga jantan dipengaruhi oleh genotipe tanaman (Setyawan *et al.*, 2016). Hal ini terlihat pada penelitian ini bahwa perbedaan umur berbunga antar varietas bukan antara generasi F1 dan F2 pada varietas yang sama. Bima URI mulai berbunga pada umur 53 hari setelah tanam, JH 27 berbunga pada 54 hari setelah tanam dan Nasa 29 pada 55-56 hari setelah tanam.

Performa parameter tinggi tanaman, jumlah buku dan posisi tongkol benih regenerasi (F2) varietas Nasa 29 dan JH 27 menurun signifikan dibandingkan dengan generasi F1 (Tabel 1). Pada varietas Bima URI, ketiga parameter tersebut justru lebih tinggi pada tanaman yang berasal dari benih regenerasi (F2) dibandingkan dengan tanaman jagung yang berasal dari benih F1 (Tabel 1). Hal ini membuktikan bahwa perubahan performa tinggi tanaman menjadi lebih rendah atau lebih tinggi dipengaruhi perbedaan genotipe jagung. Faktor ini disebabkan terjadinya segregasi gen (Wulan *et al.*, 2017). Parameter tinggi tanaman merupakan salah satu parameter agronomi yang paling berpotensi mengalami segregasi dan parameter ini berkorelasi positif dengan jumlah buku ($R=0,46$) dan buku letak tongkol ($R=0,77$) (Peiffer *et al.*, 2014).

Tabel 1. Hasil uji t parameter agronomis jagung hibrida yang berasal dari benih F1 dan F2

Parameter	Generasi	Varietas		
		Bima URI	JH 27	Nasa 29
Umur Berbunga	F1	54	55	57
	F2	54	54	56
	t hitung	0,510	1,772	1,763
	t tabel	1,983	1,983	1,983
	Signifikansi	tidak signifikan	tidak signifikan	tidak signifikan
Tinggi Tanaman	F1	182,64	189,27	191,74
	F2	188,19	176,37	183,03
	t hitung	-1,737	4,513	2,958
	t tabel	1,983	1,983	1,983
	Signifikansi	tidak signifikan	signifikan	signifikan
Jumlah Buku	F1	12,75	13,71	13,50
	F2	13,13	12,82	13,00
	t hitung	-2,275	4,553	2,642
	t tabel	1,983	1,983	1,983
	Signifikansi	signifikan	signifikan	signifikan
Posisi Tongkol	F1	7,01	8,07	8,05
	F2	7,50	7,30	7,65
	t hitung	-3,502	4,354	2,346
	t tabel	1,983	1,983	1,983
	Signifikansi	signifikan	signifikan	signifikan
Panjang Tongkol	F1	13,98	15,48	17,01
	F2	13,70	15,25	16,06
	t hitung	0,700	0,598	2,164
	t tabel	1,983	1,983	1,983
	Signifikansi	tidak signifikan	tidak signifikan	signifikan
Diameter Tongkol	F1	4,46	4,72	4,07
	F2	4,25	4,51	4,23
	t hitung	2,939	3,418	-1,702
	t tabel	1,983	1,983	1,983
	Signifikansi	signifikan	signifikan	tidak signifikan
Jumlah Baris Biji	F1	13,84	13,53	13,46
	F2	13,53	13,34	13,34
	t hitung	1,069	0,598	0,391
	t tabel	1,983	1,983	1,983
	Signifikansi	tidak signifikan	tidak signifikan	tidak signifikan
Bobot Biji	F1	108,72	142,37	107,93
	F2	99,77	128,09	103,80
	t hitung	1,661	2,009	0,609
	t tabel	1,983	1,983	1,983
	Signifikansi	tidak signifikan	signifikan	tidak signifikan
Jumlah parameter signifikan		3	5	4
Jumlah parameter tidak signifikan		5	3	4
Total parameter		8	8	8
Persentase parameter signifikan		37,5%	62,5%	50%

Penurunan bobot biji yang signifikan pada generasi F2 varietas JH 27 (F1=142,37 gr/tongkol, F2=128,09 gr/tongkol) dipengaruhi secara signifikan oleh perubahan diameter tongkol (F1=4,72 cm, F2=4,52 cm) (Tabel 1). Penurunan diameter tongkol tidak menyebabkan pengurangan jumlah baris biji per tongkol yang signifikan (F1=13,54 baris/tongkol, F2=13,35 baris/tongkol). Penyebab penurunan bobot biji per tongkol yang paling memungkinkan terjadi pada generasi F2 varietas JH 27 adalah tanaman tidak mengalami pengurangan jumlah baris biji dalam satu tongkol tetapi mengalami pengurangan jumlah biji atau bahkan penurunan ukuran dan bobot biji. Perubahan ini

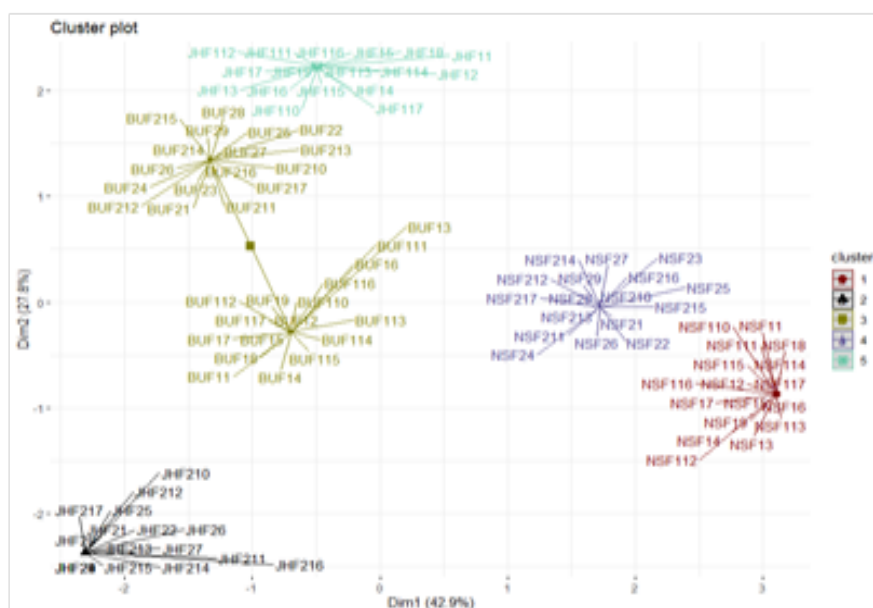
dapat dipengaruhi oleh penurunan peran gen *KRN4* sebagai salah satu gen pengatur variasi biji pada tongkol jagung (Liu *et al.*, 2015) dan peran lokus *FASCIATED EAR2* yang berperan dalam pengaturan ukuran meristem jaringan pembungaan tanaman jagung (Trung *et al.*, 2020).

Penurunan bobot biji per tongkol pada generasi F2 varietas Bima URI tidak signifikan walaupun mengalami penurunan diameter tongkol yang signifikan. Kemampuan Varietas Bima URI generasi F2 masih dapat mempertahankan kestabilan bobot biji karena penurunan diameter tongkol yang signifikan tidak diikuti penurunan panjang tongkol dan jumlah baris biji per tongkol, sehingga kemungkinan jumlah biji per tongkol tidak mengalami penurunan yang signifikan (Tabel 1).

Penurunan bobot biji per tongkol pada generasi F2 varietas Nasa 29 tidak signifikan, walaupun mengalami penurunan panjang tongkol yang signifikan. Hal ini ditunjang oleh peningkatan diameter tongkol walaupun tidak signifikan dan jumlah baris biji yang tidak berkurang signifikan (Tabel 1). Kemampuan tanaman mempertahankan bobot biji per tongkol dipengaruhi kemampuan tanaman tetap menghasilkan jumlah biji per tongkol yang stabil (Borras & Vitantonio-Mazzini, 2018). Kemampuan ini dikendalikan secara genetik oleh lokus *Fasciated EAR2* yang mengatur perkembangan ukuran jaringan meristem baris biji pada tongkol (Bommert *et al.*, 2013).

3.2 Analisis Kluster Performa Agronomi Jagung Hibrida F1 dan F2

Hasil analisis kluster *K-means* dari tiga varietas yang berasal dari benih F1 dan F2 membentuk 5 kluster. Varietas Bima URI membentuk satu kluster tersendiri tetapi masih terpisah antara kelompok tanaman yang berasal dari generasi F1 dan F2. Varietas Nasa 29 membentuk dua kluster, generasi F1 membentuk satu titik centroid tersendiri, demikian juga generasi F2 tetapi masih dalam jarak yang berdekatan. Varietas JH 27 membentuk dua kluster dengan jarak yang berjauhan antara titik centroid generasi F1 dan F2 (Gambar 1). Hasil analisis kluster berkaitan dengan hasil uji t pada tabel 1. Varietas jagung dengan perubahan parameter signifikan < 50 % membentuk satu kluster atau satu titik centroid, sedangkan varietas jagung dengan perubahan parameter yang signifikan $\geq 50\%$ membentuk dua kluster yang terpisah satu sama lain atau membentuk dua titik centroid. Varietas JH 27 merupakan varietas dengan perubahan parameter agronomi signifikan paling besar (62,5%) membentuk dua kluster yang terpisah jauh.



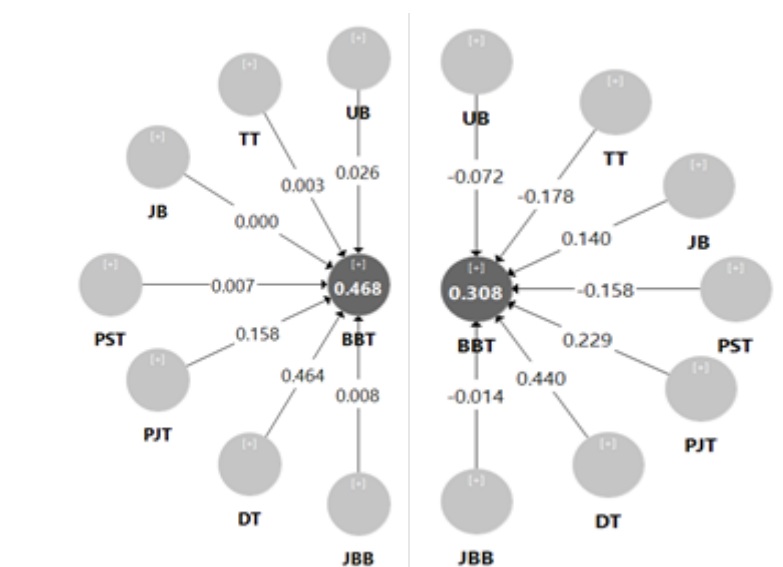
Gambar 1. Hasil analisis kluster tiga varietas jagung yang berasal dari benih regenerasi

Perubahan parameter agronomis pada varietas JH 27 lebih dominan dibandingkan varietas Bima URI dan Nasa 29. Perubahan signifikan pada parameter agronomi tersebut merupakan kombinasi antara sifat genotipe JH 27 sendiri dan interaksinya dengan lingkungan. Mendes-Moreira *et al.* (2015) menyatakan interaksi genotipe dengan lingkungan berpengaruh signifikan terhadap sebagian besar penampilan sifat jagung. Berdasarkan informasi ini maka dapat dikatakan bahwa varietas Bima URI dan Nasa 29 mempunyai sifat lebih stabil ketimbang JH 27 pada generasi F2. Perubahan parameter agronomi ini juga dapat diakibatkan oleh penyerbukan sendiri yang berakibat pada penurunan vigor dan munculnya beberapa karakter yang tidak diinginkan pada generasi selanjutnya (Wulan *et al.*, 2017).

3.3 Estimasi Model Pengaruh Performa Agronomi Jagung Hibrida F1 dan F2 terhadap Bobot Biji Jagung

Hasil analisis SEM-PLS menunjukkan pengaruh langsung parameter agronomi terhadap bobot biji per tongkol jagung yang berasal dari benih regenerasi. Hasil estimasi pengaruh langsung parameter agronomi tanaman jagung yang berasal dari benih F1 berupa panjang tongkol (koefisien path=0,158, $p=0,000$) dan diameter tongkol (koefisien path=0,454, $p=0,000$) signifikan terhadap bobot biji per tongkol. Pengaruh langsung parameter umur berbunga (koefisien path=0,026, $p=0,145$), tinggi tanaman (koefisien path=0,003, $p=0,570$), jumlah buku (koefisien path=0,000, $p=0,991$), posisi tongkol (koefisien path=0,007, $p=0,227$), dan jumlah baris biji (koefisien path=0,006, $p=0,296$) tidak signifikan terhadap bobot biji per tongkol (Gambar 2).

Hasil estimasi pengaruh langsung parameter agronomi tanaman jagung yang berasal dari benih F2 berupa tinggi tanaman (koefisien path=-0,178, $p=0,017$), panjang tongkol (koefisien path=0,229, $p=0,009$) dan diameter tongkol (koefisien path=0,440, $p=0,000$) signifikan terhadap bobot biji per tongkol. Pengaruh langsung parameter umur berbunga (koefisien path=-0,072, $p=0,359$), jumlah buku (koefisien path=0,140, $p=0,234$), posisi tongkol (koefisien path=-0,158, $p=0,157$) dan jumlah baris biji (koefisien path=-0,014, $p=0,872$) tidak signifikan terhadap bobot biji per tongkol (Gambar 2).



Gambar 2. Estimasi model pengaruh karakter agronomi terhadap bobot biji per tongkol. UB: umur berbunga, TT: tinggi tanaman, JB: jumlah buku, PST: posisi tongkol, PJT: panjang tongkol, DT: diameter tongkol, JBB: jumlah baris biji, BBT: bobot biji/tongkol

Panjang dan diameter tongkol merupakan parameter agronomi yang berpengaruh signifikan terhadap bobot biji per tongkol baik pada tanaman jagung yang berasal dari benih F1 maupun F2. Kedua parameter ini selalu berkorelasi satu sama lain dalam berkontribusi terhadap bobot hasil biji jagung. Mousavi *et al.* (2020) menyatakan diameter tongkol berkontribusi antara 37,9-56,4% terhadap bobot biji jagung dan berkorelasi dengan panjang tongkol, walaupun panjang tongkol sendiri tidak berkontribusi secara langsung terhadap penambahan bobot biji jagung.

Berdasarkan hasil analisis estimasi model diketahui nilai R-square bobot biji per tongkol tanaman yang bersumber dari benih F1 sebesar 0,468 yang berarti bahwa bobot biji per tongkol dipengaruhi oleh gabungan parameter umur berbunga, tinggi tanaman, jumlah buku, posisi tongkol, panjang dan diameter tongkol, serta jumlah baris biji sebesar 46,8% dan 53,2% lainnya dipengaruhi oleh faktor lainnya. Nilai R-square bobot biji per tongkol tanaman yang bersumber dari benih F2 sebesar 0,308 yang berarti bahwa bobot biji per tongkol dipengaruhi oleh gabungan parameter umur berbunga, tinggi tanaman, jumlah buku, posisi tongkol, panjang dan diameter tongkol, serta jumlah baris biji sebesar 30,8% dan 69,2% lainnya dipengaruhi oleh faktor lainnya. Hasil ini menunjukkan penurunan kontribusi parameter yang diamati terhadap bobot biji per tongkol tanaman jagung yang berasal dari generasi F2. Faktor selain parameter agronomi yang dapat mempengaruhi bobot biji per tongkol adalah populasi tanaman per satuan luas lahan (Fromme *et al.*, 2019), jenis dan dosis pupuk yang digunakan (Mousavi *et al.*, 2020), dan genotipe jagung itu sendiri yang ditentukan oleh tetua asal persilangannya (Setyawan *et al.*, 2016).

4. KESIMPULAN

Penggunaan benih regenerasi (F2) menyebabkan perubahan performa agronomi varietas Bima URI, JH 27 dan Nasa 29. Parameter yang mengalami perubahan secara signifikan adalah tinggi tanaman varietas JH 27 dan Nasa 29, jumlah buku, posisi tongkol, panjang tongkol varietas Nasa 29, diameter tongkol varietas Bima URI dan JH 27, dan bobot biji varietas JH 27.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kepala Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Papua Barat yang telah memberikan izin penggunaan fasilitas kebun percobaan selama pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiar, B. Zainuddin, M. Azrai. 2020. Advantages of Hybrid Corn Seed Production Compared to Corn Grain. *Int. J. Agr. Syst.* 8(1): 44-56.
- Bommert, P., N. S. Nagasawa dan D. Jackson. 2013. Quantitative Variation in Maize Kernel Row Number is Controlled by the *FASCIATED EAR2* Locus. *Nature Genetics.* 45(3): 334-338.
- Borras, L. dan L. N. Vitantonio-Mazzini. 2018. Maize Reproductive Development and Kernel Set Under Limited Plant Growth Environments. *Journal of Experimental Botany.* 69(13): 3235–3243.
- Fromme, D. D., T. A. Spivey dan W. J. Grichar. 2019. Agronomic Response of Corn (*Zea mays* L.) Hybrids to Plant Populations. *International Journal of Agronomy.* 3589768.
- Japhether, W., H. De Groote, M. Lawrence, D. Kengo, dan L. Mohammed. 2006. Recycling Hybrid Maize Varieties: Is It Backward Practice or Innovative Response to Adverse Conditions in Kenya?. *International Association of Agricultural Economists Conference.* Gold Coast, 12-18 Agustus, Australia. pp. 1-18.
- Jauhari, S., R. H. Praptana, Samijan, dan R. Oelviani. 2020. The Growth Character and Results of Hybrid Corn Parents from Three-Way Crossing to Produce Hybrid Corn Seed Variety of Bima URI 20.

- Prosiding International Conference on Agribusiness and Rural Development*. E3S Web of Conferences Volume 232, Yogyakarta, 13-14 Oktober 2020, pp. 03006.
- Koes, F. dan R. Arif. 2015. Pengaruh Penggunaan Benih Generasi F2 dan F3 terhadap Produktivitas Jagung Hibrida Silang Tiga Jalur. *Prosiding Seminar Nasional Serealia "Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia Mendukung Swasembada Pangan"*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. 30 April, pp. 495-501.
- Liu, L., Y. Du, X. Shen, M. Li, W. Sun, J. Huang, Z. Liu, Y. Tao, Y. Zheng, J. Yan, dan Z. Zhang. 2015. *KRN4* Control Quantitative Variation in Maize Kernel Row Number. *Plos Genetics*. 11(11): e1005670.
- Macharia, C. N., C. M. Njeru, G. A. Ombakho, dan M. S. Shiluli. 2010. Comparative Performance of Advanced Generations of Maize Hybrids with a Local Maize Variety: Agronomic and Financial Implications for Smallholder Farmers. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 7(2): 801- 809.
- Maintang, R. Efendi, dan M. Azrai. 2018. Penampilan Karakter Beberapa Genotipe Jagung Hibrida pada Kondisi Kekeringan. *Informatika Pertanian*. 27(1): 47-62.
- Malik, A. 2016. Prospek Pengembangan Produksi Jagung di Lahan Kering di Provinsi Papua. *Agros*. 18(1):1-10.
- Mendes-Moreira, P., M. L. Alves, Z. Satovic, J. Pacheco dos Santos, J. N. Santos, J. C. Souza, S. E. Pego, A. R. Hallauer, dan M. C. V. Patto. 2015. Genetic Architecture of Ear Fasciation in Maize (*Zea mays*) under QTL Scrutiny. *PLoS ONE*. 10(4): e0124543
- Mousavi, S. M. N., A. Illes, C. Bojtor, dan J. Nagy. 2020. The Impact of Different Nutritional Treatments on Maize Hybrids Morphological Traits Based on Stability Statistical Methods. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 32(9): 666-672.
- Mousavi, S. M. N. dan J. Nagy. 2021. Evaluation of Plant Characteristics Related to Grain Yield of FA0410 and FA0340 Hybrids Using Regression Models. *Cereal Research Communications*. 49:161–169.
- Nugraha, U., A. Hasanuddin dan Subandi. 2003. Perkembangan Teknologi Budidaya Jagung dan Industri Benih Jagung. *Di Dalam* Kasryno, E. Pasandaran dan A. M. Fagi (ed) *Ekonomi Jagung Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Peiffer, J.A., M. C. Romay, M. A. Gore, S. A. Flint-Garcia, Z. Zhang, M. J. Millard, C. A. C. Gardner, M. D. McMullen, J. B. Holland, P. J. Bradbury, dan E. S. Buckler. 2014. The Genetic Architecture of Maize Height. *Genetics*. Vol. 196: 1337-1356.
- Ruswandi, D., M. Syafii, H. Maulana, M. Ariyanti, N. P. Indriani, dan Y. Yuwariah. 2021. GGE Biplot Analysis for Stability and Adaptability of Maize Hybrids in Western Region of Indonesia. *International Journal of Agronomy*. 2166022.
- Setyawan, B., I. Suliansyah, A. Anwar, dan E. Swasti. 2016. Agronomic Characters, Yield Components and Grain Yield Evaluation of 11 New Hybrid Maize Prospective Genotypes. *International Journal on Advance Science Engineering Information Technology*. 6(4): 483-488.
- Sola, M. G. P., J. S. Lales, G. M. Villegas, dan A. L. Tagle. 2004. Response of Recycled Hybrid Maize (*Zea mays* L.) to Different Levels of Nitrogen Application. *Philippine Journal of Science*. 133 (1): 23-31.
- Suryana, A. dan A. Agustian. 2014. Analisis Daya Saing Usaha Tani Jagung di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian*. 12(2): 143-156.
- Trung, K. H., Q. H. Tran, N. H. Bui, T. T. Tran, K. Q. Luu, N. T. T. Tran, L. T. Nguyen, D. T. N. Nguyen, B. D. Vu, D. T. T. Quan, D. T. Nguyen, H. T. Nguyen, C. C. Dang, B. M. Tran, T. D. Khanh, dan S. L. Vi. 2020. A Weak Allele of *FASCIATED EAR 2* (FEA2) Increases Maize Kernel Row Number (KRN) and Yield in Elite Maize Hybrids. *Agronomy*. 10: 1774.
- Wubben, N., D. E. Farnham, dan J. McClure. 2002. F1/F2 Corn Variety Study. *Iowa State Research Farm Progress Reports*. 1629.
- Wulan, P. N., I. Yulianah, dan Damanhuri. 2017. Penurunan Ketegaran (*Inbreeding Depression*) pada Generasi F1, S1 dan S2 Populasi Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(3): 521-530.