

Interaksi Genotipe x Lingkungan pada Morfologi Malai Galur-galur Padi (*Oryza sativa* L.) Bermalai Lebat

*Genotype x Environment Interaction on Panicle Morphology of Heavy Panicle Rice Genotypes (*Oryza sativa* L.)*

Elvita Dwi Jayaningsih¹, Willy Bayuardi Suwarno², Anggi Nindita², dan Hajrial Aswidinnoor^{2*}

¹Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 16 Mei 2019/Disetujui 5 November 2019

ABSTRACT

*Breeding rice for heavy panicle is prospective to improve production. However, the information on genotype x environment interaction (GxE) of rice panicle morphology is limited. This study was aimed to evaluate the GxE interaction on panicle morphology of heavy panicle rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. The experiments were conducted in four environmental conditions. The research was conducted from December 2017 to May 2019 at the Department of Agronomy and Horticulture, IPB University, using 24 genotypes (F5-F6 generation) with 6 check varieties. The experimental design was an augmented design (3 replicates of check). Analysis of variance showed that GxE interaction effects were significant on the panicle length, number of axis nodes, primary branches number, secondary branches number, tertiary branches number, number of grains per panicle, and grain density per primary branch. The results showed that the two environments in the rainy season produced higher primary branches number, secondary branches number, tertiary branches number, number of grain per panicle, and grain density per primary branch than the two environments in the dry season. Correlation and path analyses showed that panicle length, number of secondary branches, and grain density per primary branch had a significant and direct positive effect on the number of grains per panicle.*

Keywords: primary branches, panicle length, secondary branches, tertiary branches

ABSTRAK

Pemuliaan padi bermalai lebat sangat prospektif untuk meningkatkan hasil, akan tetapi informasi tentang interaksi genotipe x lingkungan pada morfologi malai masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi interaksi genotipe x lingkungan morfologi malai lebat galur-galur padi sawah yang diuji pada empat kondisi lingkungan. Penelitian dilaksanakan dari Desember 2017 sampai Mei 2019 di Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB, menggunakan 24 genotipe (generasi F5-F6) dengan 6 varietas pembanding. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan augmented 3 ulangan pada varietas pembanding. Hasil analisis ragam menunjukkan adanya interaksi G x E yang sangat nyata pada karakter panjang malai, panjang aksis malai, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, jumlah cabang tersier, total gabah per malai, dan kerapatan gabah per cabang primer. Dua kondisi lingkungan pada musim hujan cenderung menghasilkan jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, jumlah cabang tersier, jumlah gabah total per malai, dan kerapatan gabah per cabang primer yang lebih tinggi dibandingkan dua kondisi lingkungan pada musim kemarau. Hasil analisis korelasi dan sidik lintas menunjukkan karakter panjang malai, jumlah cabang sekunder, dan kerapatan gabah per cabang primer memiliki korelasi dan pengaruh langsung yang signifikan terhadap karakter jumlah gabah total per malai.

Kata kunci: cabang primer, cabang sekunder, cabang tersier, panjang malai

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) banyak dibudidayakan di berbagai belahan dunia terutama di Asia, Amerika Latin, dan Afrika, serta digunakan sebagai makanan pokok untuk

lebih dari 50% populasi dunia (Lou *et al.*, 2012). Padi masih menjadi salah satu komoditas pangan pokok masyarakat Indonesia. Seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk dan berkurangnya jumlah lahan produktif membuat kebutuhan padi semakin meningkat (BPS, 2019). Adanya penambahan populasi menyebabkan produksi padi tidak memungkinkan hanya bergantung pada penambahan

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: hajrial@apps.ipb.ac.id

luas lahan (Liang *et al.*, 2017). Pendekatan melalui perakitan varietas baru dan teknik budidaya menjadi dua kunci untuk mendapatkan pertambahan hasil padi yang diinginkan (Yang *et al.*, 2014). Perluasan lahan menjadi tidak mungkin dilakukan karena terbatasnya sumberdaya (Tilman *et al.*, 2002) sehingga pendekatan dengan morfologi malai lebat pada padi menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan.

Hasil gabah padi ditentukan oleh banyak faktor, diantaranya jumlah anakan dan morfologi malai yang dianggap sebagai faktor kunci (Wang, 2011). Jumlah gabah total pada malai berhubungan dengan hasil yang tinggi, dan untuk menghasilkan malai yang efektif bergantung kemampuan tanaman mengubah anakan menjadi malai (Yang *et al.*, 2014). Karakter-karakter malai penting seperti aksis malai (Wang, 2011; Ikeda *et al.*, 2010), jumlah gabah per cabang primer dan cabang sekunder menjadi penentu dari hasil padi. Cabang primer merupakan cabang yang terhubung langsung dengan aksis malai, sedangkan cabang sekunder terhubung langsung ke cabang primer malai (Park *et al.*, 2010). Arsitektur malai dan kapasitas *sink* yang ditingkatkan melalui gabah per malai telah terbukti menjadi pendekatan yang efektif untuk meningkatkan hasil padi di Cina (Zhang *et al.*, 2013) dan telah menjadi strategi penting dalam program pemuliaan (Xiong *et al.*, 2013). Namun demikian, sampai saat ini belum ada metode secara visual dan komprehensif yang dapat menunjukkan perbedaan pola percabangan malai padi (Mo *et al.*, 2012).

Keragaan dari setiap karakter adalah hasil gabungan dari faktor genotipe (G), lingkungan (E) dan interaksi antara genotipe dan lingkungan (GxE) (Blanche *et al.*, 2009). Interaksi GxE terjadi ketika respon genotipe terhadap berbagai tingkat tekanan lingkungan tidak konsisten dan interaksi GxE dapat diketahui dengan menggunakan beberapa prosedur berdasarkan evaluasi sejumlah genotipe di beberapa lingkungan (Sharifi *et al.*, 2017). Hasil panen padi dikendalikan oleh beberapa gen, yang secara signifikan dipengaruhi oleh lingkungan (Huang *et al.*, 2013). Efek ekologi tanaman memiliki pengaruh yang lebih tinggi pada total hasil dibandingkan dengan kontrol genetik dari individu (Yang *et al.*, 2014). Kontribusi komponen-komponen hasil dapat berubah bergantung pada kondisi lingkungan tumbuh padi pada fase perkembangannya (Shrestha *et al.*, 2012). Tujuan Penelitian untuk mengetahui interaksi genotipe dan lingkungan pada morfologi malai mengenai percabangan seperti karakter cabang primer, cabang sekunder, dan cabang tersier.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada dua musim tanam yaitu musim hujan dan kemarau dari bulan Desember 2017-Mei 2019. Kegiatan lapang dilakukan di Kebun Percobaan IPB Babakan, Dramaga, Bogor dan kegiatan pascapanen di Laboratorium Pemuliaan Tanaman 2, Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB. Penelitian dilaksanakan dengan rancangan augmented, materi genetik yang digunakan adalah 24 galur padi sawah generasi F5-F6 yang terdiri dari 8 galur populasi IPB187 (hasil seleksi dari zuriat persilangan IPB160-F-36-4 X IPB3S), 5 galur populasi

IPB189 (hasil seleksi dari zuriat persilangan IPB160-F-36-4 X IPB93-F-8-1), 1 galur populasi IPB191 (hasil seleksi dari zuriat persilangan IPB4S X IPB160-F-7-1-1), 5 galur IPB193 (hasil seleksi dari zuriat persilangan IPB8G X IPB160-F-36-4), 5 galur populasi IPB194 (hasil seleksi dari zuriat persilangan IPB160-F-36-4 X IPB4S) dan 6 varietas pembanding (Tabel 1). Penanaman dilakukan pada plot berukuran 2 m x 4 m, dengan jarak tanam 25 cm x 20 cm dan jumlah dua bibit per lubang tanam. Penanaman dilakukan dengan tiga ulangan pada varietas pembanding, sedangkan galur-galur yang diuji tidak dilakukan pengulangan. Total plot yang digunakan selama penelitian adalah 168 plot pada dua musim tanam. Pemupukan dilakukan tiga kali yaitu saat padi berumur 1 MST, 3 MST, dan 6 MST.

Penelitian dilakukan pada empat kondisi lingkungan yang berbeda, terdiri atas dua lingkungan pada setiap musim tanam: (1) Musim hujan 2017/2018 dengan dosis pupuk 250 kg ha⁻¹ Urea (45% N) dan 350 kg ha⁻¹ Phonska (15-15-15); (2) Musim hujan 2017/2018 dengan dosis pupuk 100 kg ha⁻¹ Urea (45% N) dan 200 kg ha⁻¹ Phonska (15-15-15); (3) Musim kemarau 2018 dengan dosis pupuk 300 kg ha⁻¹ Urea (45% N) dan 400 kg ha⁻¹ Phonska (15-15-15); (4) Musim kemarau 2018 dengan dosis pupuk 150 kg ha⁻¹ Urea (45% N) dan 250 kg ha⁻¹ Phonska (15-15-15). Pengendalian hama penyakit dilakukan dengan monitoring secara berkala. Pemanenan dilakukan saat padi telah matang ± 90% dan pengairan dihentikan ±10 hari sebelum panen.

Pengamatan pascapanen karakter morfologi malai dilakukan pada tiga rumpun per plot dan pada setiap rumpun diambil dua malai. Malai yang dipilih adalah malai utama dan satu yang lainnya dipilih secara acak. Peubah yang diamati dalam pengamatan morfologi malai adalah panjang malai (cm), panjang aksis malai (cm), jumlah buku, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, jumlah cabang

Tabel 1. Daftar 24 genotipe padi dan 6 varietas pembanding yang digunakan pada percobaan dua musim di Kebun Percobaan IPB Babakan, Dramaga, Bogor

No	Genotipe	No	Genotipe
1	IPB187-F-1	16	IPB193-F-2
2	IPB187-F-2	17	IPB193-F-3
3	IPB187-F-3	18	IPB193-F-4
4	IPB187-F-4	19	IPB193-F-5
5	IPB187-F-5	20	IPB194-F-1
6	IPB187-F-6	21	IPB194-F-14-1
7	IPB187-F-7	22	IPB194-F-2
8	IPB187-F-8	23	IPB194-F-14-2
9	IPB189-F-1	24	IPB194-F-8
10	IPB189-F-9	25	IPB3S
11	IPB189-F-3	26	IPB160-F-54-4-1
12	IPB189-F-4	27	IPB8G
13	IPB189-F-5	28	IPB9G
14	IPB191-F-1	29	Ciherang
15	IPB193-F-1	30	Limboto

tersier, total gabah per malai (gabah per malai), panjang cabang primer malai (cm), inisiasi gabah per cabang primer, dan kerapatan gabah per cabang primer.

Data yang didapatkan kemudian dianalisis ragam dari percobaan tiap lingkungan dan gabungan antar lingkungan. Analisis ragam gabungan antar lingkungan dilakukan untuk mengetahui adanya interaksi antar galur dengan lingkungan (interaksi G x E). Komponen ragam pada masing-masing karakter antara lain ragam genotipe, ragam lingkungan, ragam fenotipe, dan nilai heritabilitas arti luas. Persamaan nilai heritabilitas arti luas yang digunakan (Poespodarsono 1988): $h^2_{bs} = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p} \times 100\%$. Klasifikasi nilai heritabilitas menurut Stanfield (1983) : rendah jika $h^2_{bs} < 20\%$, sedang jika $20\% \leq h^2_{bs} < 50\%$ dan tinggi jika $50\% \leq h^2_{bs} \leq 100\%$. Analisis korelasi dan analisis sidik lintas dilakukan dengan program R dan analisis gerombol (*clustering*) dengan PBSTAT CL (www.pbstat.com) menggunakan metode *average linkage* berdasarkan matriks ketidakmiripan Gower.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ragam gabungan antar lingkungan dilakukan untuk melihat pengaruh interaksi antara lingkungan uji dengan genotipe yang digunakan pada percobaan. Tabel 2 menjelaskan bahwa lingkungan percobaan memiliki pengaruh utama yang sangat nyata terhadap semua karakter malai yang diamati kecuali karakter inisiasi gabah per cabang primer. Hal tersebut dapat disebabkan kondisi dan tingkat kesuburan pada lingkungan yang berbeda. Genotipe yang digunakan dalam percobaan memiliki pengaruh yang sangat nyata pada karakter panjang malai, panjang aksis malai, jumlah buku, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, jumlah cabang tersier, jumlah gabah total per malai, panjang cabang primer, inisiasi gabah per cabang primer dan kerapatan gabah per cabang primer. Penggunaan genotipe uji yang berbeda akan mempengaruhi nilai dari karakter-karakter malai yang diamati (Tabel 2).

Interaksi GxE yang nyata menunjukkan suatu genotipe tertentu yang memiliki karakter malai unggul di satu kondisi lingkungan belum tentu menghasilkan karakter malai yang unggul di kondisi lingkungan yang lainnya sehingga adanya perubahan kondisi lingkungan menyebabkan perubahan ranking genotipe. Koefisien keragaman karakter-karakter malai pada percobaan berkisar (2.08-16.45%) (Tabel 2). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Bai *et al.* (2016) yang menerangkan bahwa karakter panjang malai, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, dan panjang cabang primer memiliki keragaman yang kecil yaitu $< 20\%$. Tabel 3 merupakan hasil uji lanjut berdasarkan uji beda nyata terkecil untuk mengetahui adanya perbedaan galur uji dengan pembanding, namun dalam hal ini hanya menampilkan uji lanjut terhadap pembanding IPB3S (mewakili varietas padi tipe baru) dan Ciherang (varietas unggul baru). Hasil analisis menunjukkan galur-galur uji rata-rata menghasilkan karakter malai lebih tinggi dibandingkan dengan Ciherang. Kondisi lingkungan satu dan tiga cenderung menghasilkan panjang malai yang lebih panjang dibandingkan kedua lingkungan lainnya. Karakter jumlah buku per malai pada dua kondisi lingkungan saat musim kemarau memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua kondisi lingkungan saat musim hujan. Dua kondisi lingkungan pada musim hujan cenderung menghasilkan jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, jumlah cabang tersier, jumlah gabah total per malai, dan kerapatan gabah per cabang primer yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan dua kondisi lingkungan pada musim kemarau. Beberapa genotipe pada empat indeks lingkungan untuk karakter malai menunjukkan respon yang beragam, antara lain terdapat genotipe yang sangat peka terhadap lingkungan (IPB187-F-3) dan terdapat genotipe yang adaptif dengan semua kondisi lingkungan (Gambar 1). Genotipe padi yang berbeda memiliki respon yang berbeda pada keragaan karakter jumlah cabang primer pada kondisi aplikasi berbagai dosis N (Rahayu *et al.*, 2018).

Hasil analisis parameter genetik menunjukkan bahwa semua karakter malai yang diamati memiliki nilai ragam

Tabel 2. Nilai Kuadrat Tengah (KT) karakter malai 30 genotipe padi yang diuji pada empat kondisi lingkungan

Karakter	Kuadrat Tengah (KT)			KK(%)
	G	E	GxE	
Panjang malai (cm)	28.648**	51.146**	2.013**	2.079
Panjang aksis malai (cm)	25.063**	34.865**	2.087tn	4.459
Jumlah buku per malai	3.244**	17.029**	1.258*	7.235
Jumlah cabang primer	9.952**	16.368**	0.789*	3.661
Jumlah cabang sekunder	622.824**	2036.987**	69.419**	5.767
Jumlah cabang tersier	94.737**	941.176**	39.046**	16.452
Jumlah gabah total per malai	19,964.374**	99,069.851**	2,853.711**	5.888
Panjang cabang primer (cm)	11.973**	24.153**	0.942tn	4.193
Inisiasi gabah per cabang primer (cm)	1.264**	0.659 tn	0.222tn	14.544
Kerapatan gabah per cabang primer	0.216**	0.368**	0.034**	4.082

Keterangan: ** = sangat nyata pada tingkat α 1%; * = nyata pada tingkat α 5%; tn = tidak nyata pada tingkat α 5%; G = genotipe; E = lingkungan; GxE = interaksi genotipe dan lingkungan; KK = koefisien keragaman

Tabel 3. Nilai rata-ran karakter malai padi yang diuji pada empat kondisi lingkungan

Genotipe	PM	PA	JB	JCP	JCS	JCT	JGT	PCP	IGCP	KGCP
IPB187-F-1	28.8e	16.5e	7.3	12.3e	53.2ae	6.1ae	258.1e	13.8e	2.8e	2.033ae
IPB187-F-2	32.3ae	18.5ae	7.5	12.9ae	64.4ae	13.1ae	377.6ae	16.3ae	3.2e	2.156ae
IPB187-F-3	30.3e	17.9ae	7.4	11.9e	58.2ae	14.1ae	322.8ae	14.1e	2.2	2.109ae
IPB187-F-4	31.3ae	17.2e	6.9	11.3e	52.7ae	11.4ae	329.2ae	15.7e	2.9e	2.104ae
IPB187-F-5	32.3ae	19.0ae	6.4	12.8ae	62.3ae	10.9ae	333.9ae	16.5ae	3.0e	1.968ae
IPB187-F-6	29.8e	16.9e	7.5	12.3e	63.5ae	8.3ae	340.0ae	14.5e	2.4	2.292ae
IPB187-F-7	30.6e	17.6ae	7.1	11.5e	57.0ae	8.9ae	333.6ae	14.2e	2.1	2.312ae
IPB187-F-8	27.9e	18.5ae	9.3ae	13.1ae	46.4e	0.6	240.5e	11.9	2.4	1.816
IPB189-F-1	28.5e	16.3e	8.2	11.8e	48.2e	2.3	237.4e	13.2e	2.3	1.751
IPB189-F-9	28.9e	16.7e	7.4	11.8e	58.8ae	11.1ae	314.3ae	14.1e	2.0	2.132ae
IPB189-F-3	30.1e	16.6e	8.1	12.0e	57.4ae	4.6e	298.5ae	14.5e	2.3	2.014ae
IPB189-F-4	29.1e	20.7ae	8.7e	13.0ae	49.0e	2.6	270.8e	11.6	1.4	1.989ae
IPB189-F-5	29.7e	20.6ae	7.9	13.0ae	54.3ae	6.5ae	296.0e	12.7e	1.6	2.061ae
IPB191-F-1	29.7e	18.8ae	7.9	14.3ae	61.2ae	3.4e	318.9ae	13.7e	3.5e	2.052ae
IPB193-F-1	30.2e	18.1ae	7.4	13.2ae	65.7ae	6.8ae	358.6ae	14.5e	2.6	2.147ae
IPB193-F-2	30.6ae	18.2ae	8.4	12.9ae	73.3ae	15.6ae	390.8ae	14.2e	2.0	2.488ae
IPB193-F-3	31.7ae	21.0ae	9.1ae	14.7ae	57.6ae	8.1ae	328.7ae	12.4e	2.3	2.010ae
IPB193-F-4	32.2ae	21.9ae	10.5ae	14.0ae	51.9ae	2.4e	290.5ae	12.9e	2.4	1.910e
IPB193-F-5	30.5e	20.5ae	8.5e	13.4ae	58.7ae	3.6e	318.1ae	12.6e	2.0	2.090ae
IPB194-F-1	30.0e	19.1ae	8.4	12.8ae	67.6ae	9.8ae	373.9ae	14.0e	2.3	2.338ae
IPB194-F-14-1	31.5ae	17.6ae	7.7	12.6ae	65.4ae	10.5ae	372.8ae	16.0e	2.4	2.054ae
IPB194-F-2	30.2e	16.9e	7.0	11.5e	60.8ae	5.1ae	305.9ae	14.3e	2.0	2.140ae
IPB194-F-14-2	30.8ae	17.6ae	7.7	12.1e	56.8ae	7.2ae	308.9ae	15.1e	2.2	1.881
IPB194-F-8	30.4e	19.2ae	8.3	13.0ae	56.7ae	5.1ae	315.7ae	13.8e	2.3	2.030ae
IPB3S	29.4	15.6	7.6	11.5	44.2	2.5	247.3	14.9	3.1	1.768
IPB160-F-54-4-1	25.1	14.0	7.1	9.8	36.6	1.8	199.8	12.0	2.1	1.966
IPB8G	31.5	19.8	7.3	12.1	51.0	2.8	274.1	15.1	2.0	1.709
IPB9G	30.0	17.7	8.1	11.7	47.4	3.0	266.8	14.5	2.9	1.936
Ciherang	24.1	13.7	7.3	9.4	28.7	0.3	150.5	11.0	2.1	1.74
Limboto	28.2	16.1	8.7	13.8	53.5	0.9	263.9	12.5	1.9	1.707
<i>LSD</i>	1.3	1.6	1.2	0.9	6.5	2.1	35.9	1.2	0.7	0.2

Keterangan: PM = panjang malai (cm); PA = panjang aksis (cm); JB = jumlah buku; JCP = jumlah cabang primer; JCS = jumlah cabang sekunder; JCT = jumlah cabang tersier; JGT = jumlah gabah total per malai; PCP = panjang cabang primer (cm); IGCP = inisiasi gabah per cabang primer (cm); KGCP = kerapatan gabah per cabang primer; a = berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan IPB3S pada nilai BNT 5%; e = berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan Ciherang pada nilai BNT 5%

genotipe lebih besar dibandingkan dengan komponen ragam lingkungan sehingga fenotipe genotipe-genotipe uji banyak dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman itu sendiri (Tabel 4). Nilai heritabilitas (Tabel 4) pada semua karakter malai masuk pada kriteria tinggi (58.8-93.0%). Nilai heritabilitas yang dilakukan pada percobaan menjelaskan keterulangan (*repeatability*) sehingga apabila sebuah karakter memiliki nilai heritabilitas yang tinggi maka urutan ranking genotipe antar lingkungan diharapkan tidak banyak berubah. Ramadhan *et al.* (2018) melaporkan bahwa karakter panjang cabang primer dan jumlah gabah per cabang

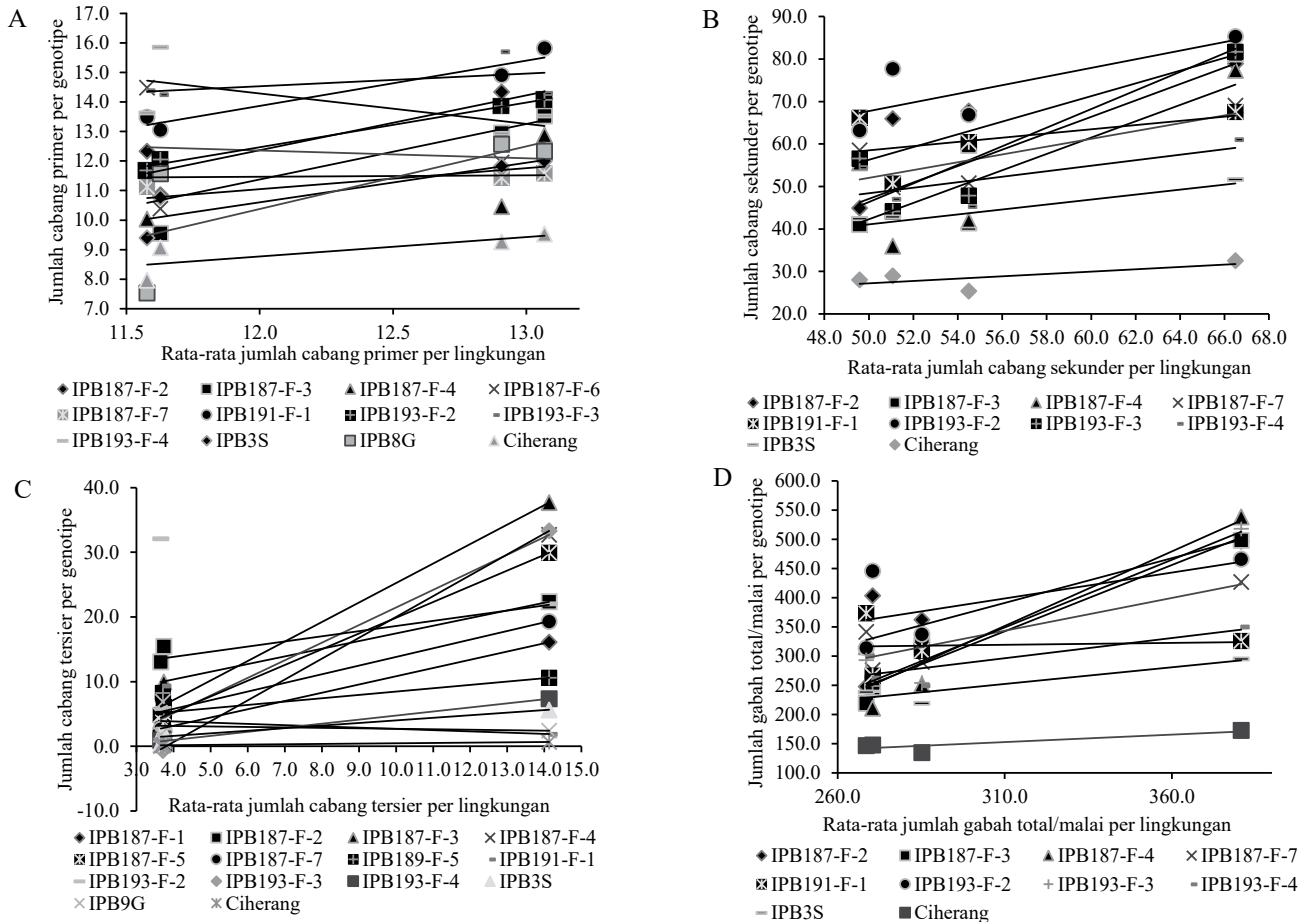
primer menunjukkan nilai heritabilitas yang tinggi pada dua populasi yang diuji. Hal yang sama juga dilaporkan Bai *et al.* (2016) bahwa nilai heritabilitas dari karakter panjang malai, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, panjang cabang primer, dan panjang cabang sekunder lebih dari 85%.

Hasil analisis korelasi (Tabel 5) menunjukkan karakter jumlah gabah total per malai memiliki hubungan yang nyata dan positif dengan karakter panjang malai, panjang aksis, jumlah cabang sekunder, panjang cabang primer, dan kerapatan gabah per cabang primer. Jumlah

cabang sekunder memiliki hubungan linier ($r = 0.90$, $P < 0.05$) terhadap karakter jumlah gabah total per malai yang artinya jika ingin menyeleksi malai yang memiliki jumlah gabah per malai tinggi maka dapat menyeleksi melalui karakter jumlah cabang sekunder. Rahayu *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa karakter jumlah gabah dengan karakter malai lainnya memiliki nilai korelasi yang positif kecuali pada karakter panjang inisiasi gabah per malai dan

jumlah malai pada dua populasi padi. Hasil analisis ini juga sejalan dengan penelitian Hastini *et al.* (2019) yang menerangkan bahwa cabang sekunder malai memiliki kontribusi terbesar terhadap jumlah gabah total per malai melalui karakter jumlah cabang sekunder per malai, panjang cabang sekunder, dan jumlah gabah per cabang sekunder.

Analisis lintas dilakukan terhadap beberapa karakter yang berkorelasi positif dan nyata terhadap karakter jumlah



Gambar 1. Kurva kemiringan beberapa genotipe padi yang diuji pada empat indeks lingkungan untuk karakter (A) jumlah cabang primer; (B) jumlah cabang sekunder; (C) jumlah cabang tersier; (D) jumlah gabah total per malai

Tabel 4. Parameter genetik dan heritabilitas karakter malai 30 genotipe padi pada empat kondisi lingkungan

Karakter	σ^2_g	σ^2_e	σ^2_{gxe}	σ^2_p	h^2_{bs} (%)
Panjang malai (cm)	5.05	0.82	0.91	5.43	93
Panjang aksis (cm)	4.36	1.36	0.55	4.75	91.7
Jumlah buku per malai	0.38	0.69	0.43	0.61	61.2
Jumlah cabang primer	1.74	0.44	0.27	1.89	92.1
Jumlah cabang sekunder	104.91	21.64	36.23	118.07	88.9
Jumlah cabang tersier	10.56	2.28	27.88	17.96	58.8
Jumlah gabah total per malai	3,243.66	666.95	1,658.14	3,784.63	85.7
Panjang cabang primer (cm)	2.09	0.72	0.17	2.27	92.1
Inisiasi gabah per cabang primer (cm)	0.20	0.25	0.03	0.25	78.1
Kerapatan gabah per cabang primer	0.03	0.01	0.01	0.04	84.4

Keterangan: σ^2_g = ragam genotipe; σ^2_e = ragam lingkungan; σ^2_{gxe} = ragam GxE; σ^2_p = ragam fenotipe, h^2_{bs} = heritabilitas arti luas

Tabel 5. Analisis korelasi fenotipik karakter malai padi terhadap karakter jumlah gabah total per malai pada empat kondisi lingkungan

	PM	PA	JB	JCP	JCS	JCT	PCP	IGCP	KGCP
JGT	0.69*	0.36*	-0.05	-0.12	0.90*	0.32	0.56*	0.2	0.79*

Keterangan: * = nyata pada tingkat α 5%; JGT = jumlah gabah total per malai; PM = panjang malai (cm); PA = panjang aksis (cm); JB = jumlah buku; JCP = jumlah cabang primer; JCS = jumlah cabang sekunder; JCT = jumlah cabang tersier; JGT = jumlah gabah total per malai; PCP = panjang cabang primer (cm); IGCP = inisiasi gabah per cabang primer (cm); KGCP = kerapatan gabah per cabang primer

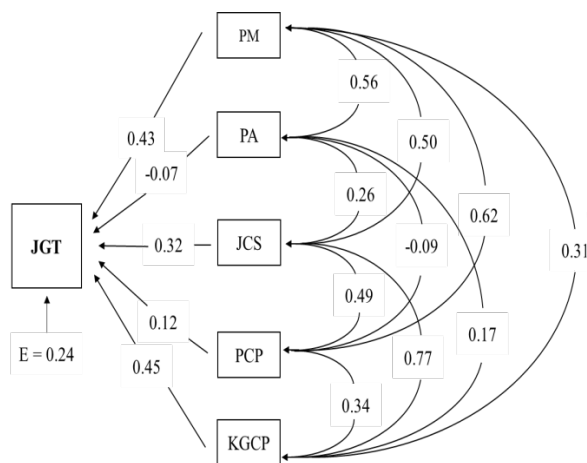
gabah total per malai (Gambar 2). Model ini dapat menjelaskan proporsi keragaman sebesar 76%. Karakter panjang malai dan kerapatan gabah per cabang primer memiliki nilai pengaruh langsung cukup besar terhadap jumlah gabah total per malai yaitu 0.43 dan 0.45. Karakter jumlah cabang sekunder memiliki pengaruh langsung terhadap jumlah gabah total per malai sebesar 0.32, sedangkan karakter panjang aksis malai memiliki pengaruh langsung bernilai negatif terhadap total gabah per malai yang berarti lebih besar pengaruh tidak langsung melalui karakter lainnya. Analisis

gerombol dilakukan dengan tujuan mengelompokkan genotipe-genotipe yang diuji berdasarkan karakter-karakter malai. Hasil analisis gerombol menunjukkan terdapat empat kelompok padi (Gambar 3) dan secara umum genotipe IPB187 mengelompok dengan sesama genotipe IPB187. Hasil uji F pada Tabel 6 menunjukkan bahwa dari semua karakter malai yang diamati terdapat perbedaan yang nyata antar kelompok, kecuali karakter inisiasi gabah per cabang primer. Kelompok I memiliki nilai karakter amatan cenderung paling rendah dibandingkan kelompok yang lain.

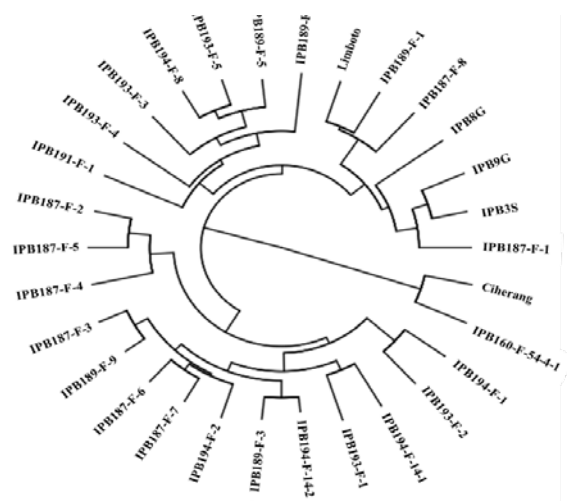
Tabel 6. Hasil uji F dan rata-rata karakter malai berdasarkan kelompok genotipe

Kelompok	n	PM	PA	JB	JCP	JCS	JCT	JGT	PCP	IGCP	KGCP
I	2	24.6b	13.9c	7.2c	9.6c	32.7d	1.1b	175.2d	11.5c	2.1a	1.853b
II	14	30.6a	17.7b	7.5bc	12.3b	61.7a	9.8a	340.1a	14.9a	2.4a	2.153a
III	7	30.5a	20.4a	8.7a	13.6a	55.6b	4.5b	305.5b	12.8bc	2.2a	2.020ab
IV	7	29.2a	17.2b	8.1ab	12.3b	49.1c	2.6b	255.4c	13.7ab	2.5a	1.817b
Uji F		**	**	**	**	**	**	**	**	tn	**

Keterangan: ** = sangat nyata pada tingkat α 1%; * = nyata pada tingkat α 5%; tn = tidak nyata pada tingkat α 5%; n = jumlah genotipe; PM = panjang malai (cm); PA = panjang aksis (cm); JB = jumlah buku; JCP = jumlah cabang primer; JCS = jumlah cabang sekunder; JCT = jumlah cabang tersier; JGT = jumlah gabah total per malai; PCP = panjang cabang primer (cm); IGCP = inisiasi gabah per cabang primer (cm); KGCP = kerapatan gabah per cabang primer; (Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%)



Gambar 2. Analisis lintas malai 30 genotipe padi pada empat kondisi lingkungan. JGT = jumlah gabah total per malai; PM = panjang malai (cm); PA = panjang aksis (cm); JCS = jumlah cabang sekunder; PCP = panjang cabang primer; KGCP = kerapatan gabah per cabang primer



Gambar 3. Analisis gerombol dari 30 genotipe padi yang diuji berdasarkan karakter-karakter malai

KESIMPULAN

Ada interaksi G x E yang nyata pada karakter panjang malai, jumlah buku, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, jumlah cabang tersier, jumlah gabah total per malai, dan kerapatan gabah per cabang primer. Dua kondisi lingkungan pada musim hujan cenderung menghasilkan jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, jumlah cabang tersier, jumlah gabah total per malai, dan kerapatan gabah per cabang primer yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan dua kondisi lingkungan pada musim kemarau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi tahun 2018 dan 2019, Nomor: 129/SP2H/PTNBH/DRPM/2018 dan Nomor: 3/E1/KP.PTNBH/2019 a.n. Hajriah Aswidinnoor.

DAFTAR PUSTAKA

- Bai, X., H. Zhao, Y. Huang, W. Xie, Z. Han, B. Zhang, Z. Guo, L. Yang, H. Dong, W. Xue, G. Li, G. Hu, Y. Hu, Y. Xing. 2016. Genome-wide association analysis reveals different genetic control in panicle architecture between indica and japonica rice. *Plant Genome* 9:1-10.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2019. Luas panen, produksi, dan produktivitas padi menurut provinsi 2018. <http://www.bps.go.id> [10 Mei 2019].
- Blanche, S.B., H.S. Utomo, I. Wenefrida, G.O. Myers. 2009. Genotype \times environment interactions of hybrid and varietal rice cultivars for grain yield and milling quality. *Crop Sci.* 49:2011-2018.
- Hastini, T., W.B. Suwarno, M. Ghulamahdi, H. Aswidinnoor. 2019. Correlation and regression among rice panicle branches traits. *Biodiversitas* 20:1140-1146.
- Huang, R.Y., L.R. Jiang, J.S. Zheng, T.S. Wang, H.C. Wang, Y.M. Huang, Z.L. Hong. 2013. Genetic bases of rice grain shape: So many genes, so little known. *Trends Plant Sci.* 18:218-226.
- Ikeda, M., Y. Hirose, T. Takashi, Y. Shibata, T. Yamamura, T. Komura, K. Doi, M. Ashikari, M. Matsuoka, H. Kitano. 2010. Analysis of rice panicle traits and detection of QTLs using an image analyzing method. *Breed. Sci.* 60:55-64.
- Liang, T., G. Hong, H. Yoshihiro, H. Koki, N. Tetsuya, L. Tian-sheng, S. Tatsuhiko, X. Zheng-jin. 2017. Erect panicle super rice varieties enhance yield by harvest index advantages in high nitrogen and density condition. *J. Integr. Agric.* 16:1467-1473.
- Lou, W.P., L.H. Wu, H.Y. Chen, Z.W. Ji. 2012. Assessment of rice yield loss due to torrential rain: A case study of Yuhang Country, Zhejiang Province, China. *Nat. Hazards* 60:311-320.
- Mo, Y.J., K.Y. Kim, H.S. Park. 2012. Changes in the panicle-related traits of different rice varieties under high temperature condition. *AJCS.* 6:436-443.
- Park, H.S., K.Y. Kim, Y.J. Mo, J.I. Choung, H.J. Kang, B.K. Kim, M.S. Shin, J.K. Ko, S.H. Kim, Y. Lee. 2010. Characteristics of panicle traits for 178 rice varieties bred in Korea. *Korean J. Breed. Sci.* 42:169-180.
- Rahayu, S., M. Ghulamahdi, W.B. Suwarno, H. Aswidinnoor. 2018. Analysis of panicle morphology traits in F2 and reciprocal F2 populations of rice (*Oryza sativa* L.). *SABRAO J. Breed. Genet.* 50:9-24.
- Rahayu, S., M. Ghulamahdi, W.B. Suwarno, H. Aswidinnoor. 2018. Morfologi malai padi (*Oryza sativa* L.) pada beragam aplikasi pupuk nitrogen. *J. Agron. Indonesia* 46:145-152.
- Ramadhan, F., W.B. Suwarno, A. Nindita, H. Aswidinnoor. 2018. Analisis genetik arsitektur malai padi menggunakan dua populasi F2. *J. Agron. Indonesia* 46:1-8.
- Sharifi, P., H. Aminpanah, R. Erfani, A. Mohaddesi, A. Abbasian. 2017. Evaluation of Genotype \times Environment Interaction in Rice Based on AMMI Model in Iran. *Rice Sci.* 24:173-180.
- Shrestha, S., F. Asch, J. Dusserre, A. Ramanantsoanirina, H. Brueck. 2012. Climate effects on yield components as affected by genotypic responses to variable environmental conditions in upland rice systems at different altitudes. *Field Crops Res.* 134:216-228.
- Tilman, D., K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor, S. Polasky, 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418:671-677.
- Wang, Y., J. Li. 2011. Branching in rice. *Current Opinion. Plant Biol.* 14:94-99.

- Xiong, J., C.Q. Ding, G.B. Wei, Y.F. Ding, S.H. Wang. 2013. Characteristic of dry-matter accumulation and nitrogen uptake of super-high-yielding early rice in China. *Agron. J.* 105:1142-1150.
- Yang, Z., N. Li, J. Ma, Y.J. Sun, H. Xu. 2014. High-yielding traits of heavy panicle varieties under triangle planting geometry: A new plant spatial configuration for hybrid rice in China. *Field Crops Res.* 168:135-147.
- Zhang, Z., G. Chu, L. Liu, W. Wang, X. Wang, H. Zhang, J. Yang, J. Zhang. 2013. Mid- season nitrogen application strategies for rice varieties differing in panicle size. *Field Crops Res.* 150:9-18.