

Interaksi Genotipe x Lingkungan untuk Hasil Gabah Padi Sawah

Genotype x Environment Interaction of Grain Yield in Rice

Trias Sitaresmi¹, Cucu Gunarsih¹, Nafisah¹, Yudhistira Nugraha¹, Buang Abdullah¹, Ida Hanarida², H. Aswidinnoor³, I.G.P. Muliarta⁴, A.A. Daradjat¹, dan B. Suprihatno¹

¹Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
Jl. Raya No. 9, Sukamandi, Subang 41211, Indonesia
E-mail: sitares_trias@yahoo.com

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia

³Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

⁴Universitas Mataram
Jl. Majapahit No.62, Gomong, Selaparang, Kota Mataram, NTB 83115, Indonesia

Naskah diterima 12 Juni 2015, direvisi 11 Maret 2016, disetujui diterbitkan 22 April 2016

ABSTRACT

Grain yield of rice is determined by genotype (G), environment (E), and interaction between genotype x environment (G x E). Variety can achieve its maximum yield potential if it is grown in suitable environments. This study was aimed to determine the adaptability and the yield stability of rice genotypes grown in different environments. Sixteen rice genotypes were tested using RBD in 16 sites during the wet season of 2010/2011, and dry season of 2011. The tested rice lines were developed for resistance to pest and diseases. The experiment unit was 4 m x 5 m of plot, plants were fertilized with urea, SP36, and KCl at rates of 250 kg/ha, 100 kg/ha, and 100 kg/ha, respectively. Variable observed was grain yield per plot. Combined analyses of variance showed that there was no lines yielded higher than did check variety Conde. The AMMI analysis showed that the largest variation was contributed by the environment factors (76.49%), genotype x environment interactions (17.55%), and the smallest was contributed by the genotypes (5.97%). Data exploration using boxplot method indicated that the low contribution of the genotype x environment interaction variance in this study was due to the high degree of similarity of yield potentials among the genotypes, and due to high similarity of environmental conditions of the sites. Based on the analysis of AMMI 2, lines B12743 - MR-18-2-3-8, IPB107-F-82-2-1, and Conde was each classified as widely adapted genotypes, while G8, IPB107-F-27-6-1, and BIO111-2-BC-PIR-3714, each was considered as genotype having a specific adaptation.

Keywords: Rice, grain yield, G x E, AMMI.

ABSTRAK

Hasil padi dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan interaksi genetik x lingkungan. Potensi hasil maksimum varietas padi akan muncul apabila ditanam pada lingkungan yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adaptasi dan stabilitas hasil 16 genotipe

padi pada 16 lokasi atau lingkungan tumbuh. Galur-galur yang diuji dalam percobaan ini dirakit untuk mendapatkan ketahanan hama penyakit yang lebih baik dari varietas yang sudah ada. Enam belas genotipe padi diuji menggunakan rancangan acak kelompok pada MH 2010/2011, dan MK 2011. Percobaan menggunakan ukuran plot 4 m x 5 m. Tanaman dipupuk urea, SP36, dan KCl dengan dosis masing-masing 250, 100, dan 100 kg/ha. Peubah agronomi yang diamati adalah hasil gabah per plot. Analisis ragam gabungan dari 16 lokasi menunjukkan tidak terdapat galur yang memiliki hasil yang nyata lebih tinggi dari varietas pembandingan Conde. Terdapat enam galur yang hasil gabahnya setara dengan Conde sebagai pembandingan, yaitu B12743-MR-18-2-3-8, B12411E-MR-10-1, BP10620F-BB4-15-BB8, IPB107-F-82-2-1, IPB117-F-18E-1-1, dan BIO 143-AC-BLAS. Analisis AMMI menunjukkan bahwa keragaman hasil terbesar berasal dari lingkungan dan interaksi genotipe x lingkungan. Berdasarkan analisis AMMI2, galur B12743-MR-18-2-3-8, IPB107-F-82-2-1, dan Conde diklasifikasikan sebagai genotipe beradaptasi luas. Galur G10 dan IPB117-F-18E-1-1 diduga sebagai genotipe beradaptasi spesifik.

Kata kunci: Padi, hasil gabah, G x E, AMMI.

PENDAHULUAN

Hasil padi sangat dipengaruhi oleh faktor genotipe, lingkungan, dan interaksi genotipe x lingkungan. Terkait dengan adanya pengaruh interaksi genotipe x lingkungan, potensi hasil maksimum varietas padi akan diperoleh bila ditanam pada lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan optimal genetik. Oleh karena itu, uji multilokasi yang merupakan salah satu dari rangkaian kegiatan pemuliaan tanaman mutlak diperlukan.

Pengujian multilokasi bertujuan untuk (1) memetakan konsistensi penampilan genotipe lintas lingkungan dan pada lingkungan spesifik, (2) menduga

interaksi genotipe x lingkungan, (3) menyeleksi dan menentukan lingkungan yang adaptif untuk genotipe yang diuji, dan (4) mengidentifikasi genotipe yang beradaptasi luas dan spesifik (Yan and Kang 2003, Baafi and Safo-Kantanka 2008).

Menurut Yan and Kang (2003), ada tiga tipe interaksi genotipe x lingkungan (G x E), yaitu (1) tidak ada interaksi, (2) tidak ada interaksi antarlingkungan (*no crossover interaction*, atau interaksi kuantitatif), dan (3) ada interaksi antarlingkungan (*crossover interaction*, atau interaksi kualitatif). Pemulia sepakat bahwa interaksi G x E menjadi penting apabila nilainya nyata dan menyebabkan perubahan nyata pada peringkat penampilan genotipe pada lingkungan yang berbeda. Seleksi akan lebih mudah apabila ragam lingkungan tidak berbeda nyata (Kan *et al.* 2010).

Analisis stabilitas digunakan apabila ragam genotipe x lingkungan berbeda nyata. Ketika interaksi nyata dan terdapat perubahan peringkat penampilan genotipe, pemuliaan diarahkan pada genotipe spesifik lokasi. Genotipe yang stabil memiliki ragam kecil, berpenampilan mirip terhadap rata-rata penampilan genotipe, dan deviasi regresi memiliki kuadrat tengat kecil (Bozoglu dan Gulumser 2000, Ozberk *et al.* 2004, Ozcan *et al.* 2005). Penampilan genotipe dan pengaruh lingkungan dapat dijelaskan melalui metode analisis ragam. Meskipun demikian, signifikansi interaksi genotipe x lingkungan menimbulkan interpretasi yang kompleks. Oleh karena itu, diperlukan analisis stabilitas statis (Dehghani *et al.* 2010).

Banyak metode yang dapat dipakai untuk menganalisis pengaruh interaksi genotipe x lingkungan. Secara umum metode analisis tersebut dikelompokkan ke dalam dua pendekatan yaitu, pendekatan parametrik dan nonparametrik. Salah satu pendekatan parametrik dalam program pemuliaan adalah metode *Additive Main Effects and Multiplicative Interaction* atau AMMI (Adugna and Labuschagne 2002).

Model AMMI dilaporkan efektif menduga interaksi G x E (Yan and Rajcan 2002, Tarakanovas and Ruzgas 2006, Suwanto and Nasrullah 2011, Lal 2012) karena dapat memisahkan pengaruh utama dan pengaruh interaksi, serta menyediakan banyak interpretasi (Ebdon and Gauch 2002). AMMI dan grafik biplot AMMI mampu memberikan lebih banyak informasi tentang interaksi genotipe x lokasi dibandingkan dengan metode ANOVA (Hadi dan Sa'diyah 2004).

Pada tanaman padi, terdapatnya interaksi G x E tercermin dari adanya varietas yang berkembang di suatu wilayah tetapi tidak berkembang di wilayah lain. Walaupun faktor penentu adaptasi varietas padi bisa disebabkan oleh faktor nonlingkungan, seperti preferensi mutu beras dan ras nasi, tetapi faktor

kesesuaian lingkungan tetap menjadi komponen penting. Pada lingkungan dengan ciri spesifik, seperti suhu rendah, rawa lebak, lahan masam dan lahan salin, interaksi G x E akan lebih terlihat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adaptasi dan stabilitas hasil 16 genotipe padi pada 16 lokasi atau lingkungan tumbuh. Galur-galur yang diuji dirakit selain untuk umur genjah dan adaptasi yang baik pada lahan sawah, juga untuk mendapatkan genotipe yang memiliki ketahanan hama penyakit yang lebih baik dari varietas yang sudah ada.

BAHAN DAN METODE

Percobaan daya hasil dan adaptasi galur-galur padi sawah berumur genjah dilakukan di 16 lokasi atau lingkungan (Tabel 1). Bahan percobaan terdiri dari 14 galur yang berasal dari BB Padi, BB Biogen, IPB, Unram dan dua varietas pembanding (Ciherang dan Conde), ditata dalam rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan (Tabel 2). Ukuran petak percobaan sebagai unit perlakuan adalah 4 m x 5 m. Ciherang merupakan varietas padi populer di Indonesia, sedangkan Conde tahan penyakit hawar daun bakteri.

Percobaan dilakukan pada lahan sawah di sentra produksi padi. Bibit berumur 21 hari setelah sebar ditanam satu batang per rumpun dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm. Tanaman dipupuk urea, SP36, dan KCl dengan dosis masing-masing 250, 100, dan 100 kg/ha. Satu hari setelah tanam, tanaman diaplikasi 1/3 dosis pupuk urea, seluruh dosis SP36, dan KCl. Sepertiga dosis urea masing-masing diaplikasikan sebagai pupuk susulan pada fase anakan maksimum dan primordia bunga.

Hasil per petak diukur dari petakan bersih 3,5 m x 4,5 m, dengan membuang satu baris rumpun tanaman di sekeliling petak percobaan. Hasil per petak bersih dikonversi ke dalam t/ha pada kadar air 14%.

Data dianalisis ragam dari percobaan tunggal, analisis ragam gabungan (Gomez and Gomez 1984), dan analisis parameter stabilitas AMMI. Beda rata-rata antara galur dengan rata-rata varietas pembanding dinyatakan dengan uji beda nyata terkecil (LSD) pada taraf d'' 5%. Pola distribusi respon hasil padi dalam kelompok genotipe dan lingkungan divisualisasi dengan metode boxplot (Michael *et al.* 1989). Analisis korelasi dilakukan terhadap faktor analisis komponen utama (*Principle Component Analysis*) dengan variabel lingkungan, yaitu tipe tanah dan ketinggian lokasi percobaan. Analisis korelasi Spearman's rho antarpeubah dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 11.5. Metode analisis ragam gabungan dan AMMI disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 1. Lokasi percobaan multilokasi galur-galur padi umur genjah pada tahun 2010 dan 2011.

No	Provinsi	Kabupaten	Kecamatan	Jenistanah	Ketinggian tempat (m dpl)
Tahun 2010					
1	Lampung	Lampung	Tegigeneng	Regosol	112
2	Jawa Barat	Bogor	Sindang Barang	Latosol	200
3	Jawa Barat	Tasikmalaya	Sukaresik	Ultisol	500
4	Nusa Tenggara Barat	Lombok Barat	Narmada	Entisol	150
5	Nusa Tenggara Barat	Lombok Utara	Tanjung	Entisol	5
Tahun 2011					
6	Jawa Barat	Bandung	Solokan Jeruk	Aluvial	650
7	Jawa Barat	Bogor	Sindang Barang	Latosol	200
8	Jawa Barat	Indramayu	Sukra	Aluvial	6
9	Jawa Barat	Karawang	Rawamerta	Aluvial	8
10	Nusa Tenggara Barat	Lombok Barat	Narmada	Entisol	150
11	Nusa Tenggara Barat	Mataram	Tanjungkarang	Entisol	10
12	Jawa Barat	Majalengka	Kadipaten	Regosol	75
13	Banten	Rangkas Bitung	Cibadak	Ultisol	23
14	Jawa Barat	Subang	Binong	Aluvial	16
15	Jawa Barat	Sumedang	Sumedang Selatan	Latosol	500
16	Jawa Barat	Tasikmalaya	Sukaresik	Ultisol	500

Tabel 2. Asal materi percobaan multilokasi galur padi umur genjah, tahun 2010 dan 2011.

No.	Genotipe	Asal Instansi	No.	Genotipe	Asal Instansi
1	G10	UNRAM	9	BP3782C-13-2	BB PADI
2	B12743-MR-18-2-3-8	BB PADI	10	G8	UNRAM
3	B12411E-MR-10-1	BB PADI	11	IPB107-F-16E-2-1	IPB
4	BP10620F-BB4-15-BB8	BB PADI	12	IPB107-F-27-6-1	IPB
5	BIO 130-BC-WBC	BB BIOGEN	13	G1	UNRAM
6	IPB107-F-82-2-1	IPB	14	BIO 111-2-BC-PIR-37	BB BIOGEN
7	IPB117-F-18E-1-1	IPB	15	Ciherang	Pembanding
8	BIO 143-AC-BLAS	BB BIOGEN	16	Conde	Pembanding

Tabel 3. Analisis ragam gabungan.

Sumber keragaman	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah
Lokasi	b-1	JK_L	KT_L
Ulangan/lokasi	b(n-1)	JK_K	KT_K
Genotipe	a-1	JK_G	KT_g
Genotipe x Lokasi	(a-1)(b-1)	JK_{GxL}	KT_{GxL}
Galat	b(a-1)(n-1)	JK_{galat}	KT_{galat}

Tabel 4. Analisis ragam AMMI.

Sumber keragaman	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah
Genotipe	a-1	$JK_{Genotipe}$	$KT_{Genotipe}$
Lingkungan	b-1	$JK_{Lingkungan}$	$KT_{Lingkungan}$
Interaksi GxL	(a-1)(b-1)	JK_{GxL}	KT_{GxL}
KUI-1	a+b-1-2	r_1	$KTKUI1$
KUI-2	a+b-1-4	r_2	$KTKUI2$
...
KUI-1-2r	a+b-1-2r	r_r	$KTKUIr$
Galat percobaan	ab(r-1)	JK_{Galat}	
Total	abr-1	JK_{Total}	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ragam untuk peubah hasil gabah menunjukkan bahwa antargenotipe di Lampung, Sumedang, dan Tasikmalaya tidak berbeda nyata, tetapi pada 13 lokasi lainnya, berbeda nyata dan sangat nyata (Tabel 5).

Pada MH 2010/2011, pengujian dilaksanakan di Lampung, Bogor, Tasikmalaya, Lombok Barat, dan Lombok Utara. Di Bogor terdapat satu galur (BP10620F-BB4-15-BB8) yang memberikan hasil gabah lebih tinggi dari varietas pembanding (Conde). Di Tasikmalaya terdapat tujuh galur (B12743-MR-18-2-3-8, B12411E-MR-10-1, BP10620F-BB4-15-BB8, IPB107-F-82-2-1, IPB117-F-18E-1-1, BIO 143-AC-BLAS, dan BP3782C-13-2) yang memberikan hasil gabah lebih tinggi dari Conde. Berbeda dengan ke dua lokasi tersebut, di Lombok Barat dan Lombok Utara tidak satu pun galur yang mampu menghasilkan gabah lebih tinggi, bahkan sebagian besar galur menghasilkan gabah lebih rendah dari Conde.

Percobaan pada musim kemarau di tujuh lokasi (Bandung, Bogor, Indramayu, Mataram, Subang, Sumedang, dan Tasikmalaya) menunjukkan hasil gabah galur yang diuji tidak lebih tinggi dari Conde. Rendahnya hasil galur-galur yang diuji karena di beberapa lokasi terjadi serangan hama tikus dan penyakit hawar daun bakteri (Majalengka 2011 dan Subang 2011), serta kekeringan (Lombok Barat 2010 dan 2011).

Di Karawang dan Rangkas Bitung, galur B12411E-MR-10-1 dan B12743-MR-18-2-3-8 menghasilkan gabah

lebih tinggi dari Conde. Di Lombok Barat, hasil galur IPB107-F-82-2-1 dan IPB117-F-18E-1-1 juga lebih tinggi dari Conde.

Rata-rata hasil pada MH 2010/2011 lebih rendah daripada musim kemarau karena di beberapa lokasi percobaan terjadi serangan penyakit hawar daun bakteri (HDB). Galur BP10620F-BB4-15-BB8 memiliki penampilan lebih baik daripada genotipe lain, karena tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri.

Hasil gabah pada percobaan MK 2011 di Lombok Barat, Majalengka, dan Subang termasuk rendah, karena selama percobaan berlangsung, terjadi kekeringan sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman. Pertanaman padi di Majalengka terserang tikus, sedangkan di Subang banyak yang mengalami rebah. Di Tasikmalaya, hasil genotipe yang diuji lebih bagus dan seragam. Kondisi percobaan di Tasikmalaya cukup optimum dan galur-galur yang diuji memiliki tingkat kemiripan yang tinggi (Gambar 1).

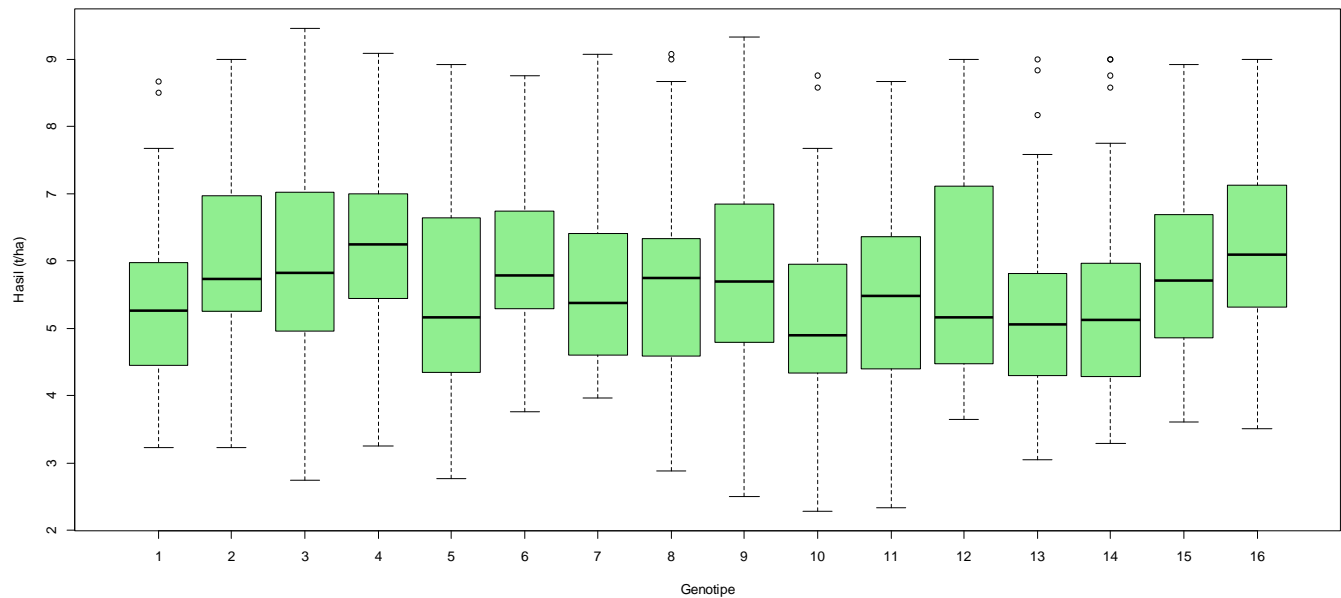
Analisis ragam gabungan 16 lokasi percobaan menunjukkan tidak terdapat galur yang memiliki hasil gabah yang nyata lebih tinggi dari Conde (Tabel 6 dan 7). Akan tetapi, enam di antara 14 galur yang diuji mampu memberikan hasil gabah setara dengan Conde. Galur-galur tersebut adalah B12743-MR-18-2-3-8, B12411E-MR-10-1, BP10620F-BB4-15-BB8, IPB107-F-82-2-1, IPB117-F-18E-1-1, dan BIO 143-AC-BLAS.

Tidak berbeda nyatanya hasil galur-galur yang diuji dengan varietas pembanding kemungkinan disebabkan oleh: 1) latar belakang genetik untuk potensi hasil dari

Tabel 5. Kuadrat tengah genotipe untuk peubah hasil gabah di enam belas lokasi pengujian, tahun 2010-2011.

No. Lokasi	Kuadrat tengah hasil gabah	Probabilitas uji F
Lampung, 2010	1,165	0,141
Bogor, 2010	2,403**	0,001
Singaparna, 2010	1,946**	0,000
Lombok Barat, 2010	0,908**	0,007
Lombok Utara, 2010	0,795**	0,003
Bandung, 2011	2,637**	0,002
Bogor, 2011	2,239**	0,000
Indramayu, 2011	0,624*	0,029
Karawang, 2011	3,106**	0,000
Lombok Barat ,2011	0,786*	0,024
Mataram, 2011	0,356	0,073
Majalengka, 2011	0,436*	0,025
Rangkas Bitung, 2011	1,144**	0,000
Subang, 2011	0,994**	0,000
Sumedang, 2011	0,237	0,336
Tasikmalaya, 2011	0,236	0,283

* dan ** = nyata dan sangat nyata.



Gambar 1. Sebaran data hasil gabah (t/ha) berdasarkan genotipe.

Tabel 6. Rata-rata hasil GKG 16 genotipe di lima lokasi pengujian pada MH 2010/2011.

Galur/varietas	Hasil GKG (t/ha)					Rata-rata MH 2010/2011
	1	2	3	4	5	
G10	5,72	4,15	5,17	4,68	4,74	4,89
B12743-MR-18-2-3-8	4,35	5,41	6,09	5,53	5,34	5,34
B12411E-MR-10-1	6,33	5,41	5,92	4,55	4,45	5,33
BP10620F-BB4-15-BB8	6,10	7,23	6,47	5,50	5,39	6,14
BIO 130-BC-WBC	5,39	4,78	3,98	4,45	4,27	4,58
IPB107-F-82-2-1	6,01	5,81	5,72	5,62	5,48	5,73
IPB117-F-18E-1-1	4,85	4,55	5,77	4,68	4,57	4,89
BIO 143-AC-BLAS	5,58	5,40	5,68	3,74	3,65	4,81
BP3782C-13-2	5,43	5,51	5,81	4,70	4,61	5,21
G8	5,89	4,01	4,87	4,44	4,66	4,77
IPB107-F-16E-2-1	4,70	4,10	3,47	4,88	4,77	4,38
IPB107-F-27-6-1	4,15	4,73	5,10	5,17	4,99	4,83
G1	5,32	3,47	5,38	4,46	4,68	4,66
BIO 111-2-BC-PIR-37	5,63	5,32	4,92	4,35	4,25	4,89
Ciherang	5,45	5,56	6,15	5,15	4,95	5,45
Conde	5,84	5,21	4,71	5,71	5,62	5,42
BNT (5%)	1,43	1,36	0,92	0,94	0,83	0,49
KK (%)	15,9	16,2	10,3	11,6	10,4	13,3

1 = Lampung 2010; 2 = Bogor 2010; 3 = Tasikmalaya 2010; 4=Lombok Barat 2010; 5 = Lombok Utara 2010.

Tabel 7. Rata-rata hasil GKG 16 galur padi di 11 lokasi pengujian pada MK 2011.

Galur/varietas	Hasil GKG (t/ha)										Rata-rata MK 2011	Rata-rata MH dan MK	
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			16
G10	5,29	5,47	6,20	5,51	3,95	5,75	4,28	5,24	4,65	7,50	8,20	5,64	5,40
B12743-MR-18-2-3-8	7,54	7,47	5,70	6,09	4,84	5,50	4,33	6,41	5,53	8,00	8,50	6,35	6,04
B12411E-MR-10-1	8,43	6,29	5,88	8,09	3,96	5,38	4,91	4,38	5,92	7,61	8,53	6,31	6,00
BP10620F-BB4-15-BB8	5,94	8,11	5,37	7,38	4,38	6,35	4,82	5,76	5,73	7,86	8,42	6,37	6,30
BIO 130-BC-WBC	6,55	6,68	6,57	6,25	3,95	5,32	4,33	4,75	4,55	7,33	8,28	5,87	5,46
IPB107-F-82-2-1	6,74	6,70	6,25	6,35	5,16	4,96	4,44	4,72	5,26	7,78	8,31	6,06	5,96
IPB117-F-18E-1-1	5,96	6,08	5,89	5,46	5,40	5,99	4,57	5,68	4,79	7,58	8,17	5,96	5,63
BIO 143-AC-BLAS	7,42	6,04	6,30	5,02	4,20	5,64	4,02	5,73	4,88	8,28	8,75	6,03	5,65
BP3782C-13-2	7,26	7,52	6,32	5,73	3,55	5,32	4,39	5,59	5,49	7,44	8,67	6,12	5,83
G8	6,62	5,67	5,37	4,73	3,62	5,72	3,82	4,92	4,32	7,45	8,11	5,49	5,26
IPB107-F-16E-2-1	5,51	6,54	6,13	7,11	4,56	5,62	4,21	5,30	5,03	7,28	8,03	5,94	5,45
IPB107-F-27-6-1	7,69	7,88	5,96	5,77	4,11	5,69	4,07	4,42	5,34	7,61	8,89	6,13	5,72
G1	6,11	5,23	5,25	4,38	4,69	5,50	4,17	4,93	4,33	7,47	8,67	5,52	5,25
BIO 111-2-BC-PIR-37	6,74	5,95	5,77	4,64	4,31	5,23	4,01	4,05	4,52	7,97	8,86	5,64	5,41
CIHERANG	8,02	6,24	5,73	6,47	4,18	5,23	4,65	4,76	5,79	7,42	8,56	6,09	5,89
CONDE	7,87	7,23	6,95	6,05	4,15	5,96	5,29	5,20	6,01	7,92	8,83	6,50	6,16
BNT (5%)	1,46	0,94	0,88	1,40	0,97	0,73	0,73	0,83	0,66	0,75	0,72	0,28	0,24
KK (%)	12,8	8,6	8,8	14,2	13,5	7,9	9,9	9,7	7,7	5,8	5,1	9,5	10,6

6 = Bandung 2011; 7 = Bogor 2011; 8= Indramayu 2011, 9 = Karawang 2011; 10= Lombok Barat 2011; 11= Mataram 2011; 12 =Majalengka 2011; 13 = Rangkas Bitung 2011; 14 = Subang 2011; 15 = Sumedang 2011; 16= Tasikmalaya 2011.

galur-galur yang diuji relatif sama, 2) kondisi lahan percobaan relatif mirip sehingga tidak memberikan respon daya hasil yang sangat jelas antargenotipe. Pengaruh lingkungan terhadap hasil gabah sulit dijelaskan karena faktor kemampuan lingkungan sangat kompleks, sehingga tidak bisa dijelaskan komponen

lingkungan yang dominan, dengan informasi faktor lingkungan yang terbatas.

Galur yang hasilnya tidak berbeda nyata dengan Conde memiliki karakter lain (ketahanan terhadap hama penyakit, mutu gabah dan beras) yang lebih baik. Galur-

galur tersebut berpeluang diusulkan untuk dilepas sebagai varietas unggul baru.

Analisis ragam gabungan menunjukkan bahwa pengaruh lokasi, genotipe dan interaksi genotipe x lokasi nyata pada taraf $\alpha = 0.05$ (Tabel 8). Hal ini memberikan indikasi bahwa terdapat perbedaan adaptasi genotipe terhadap serangkaian lingkungan pengujian, yang dapat dijelaskan lebih lanjut dengan model analisis AMMI.

Penguraian matriks pengaruh interaksi genotipe x lingkungan menghasilkan empat komponen utama interaksi (PCA1, PCA2, PCA3, dan PCA4). Masing-masing komponen utama interaksi tersebut secara berturut-turut menyumbangkan ragam sebesar 25,26% (PCA1), 19,78% (PCA2), 15,07% (PCA3), dan 14,03% (PCA4).

Tabel 8. Analisis ragam gabungan untuk hasil gabah pada percobaan multilokasi di 16 lokasi, 2010-2011.

Sumber keragaman	DB	KT	F Hitung	Prob
Lokasi	15	65,07**	24,98	<.0001
Ulangan (lokasi)	32	2,605**	7,11	<.0001
Genotipe	15	5,08**	5,10	<.0001
Lokasi*Genotipe	225	0,996**	2,72	<.0001
Galat	480	0,366**		
Total terkoreksi	767			

DB = derajat bebas, KT = Kuadrat tengah.

Tabel 9. Korelasi antara IPCA dengan tipe tanah dan ketinggian tempat.

Kondisi agroekologi	PCA1	PCA2	PCA3	PCA4
Tipe tanah	-0,35	0,227	-0,519*	0,117
Ketinggian tempat	0,069	0,564*	-0,325	-0,192

PCA = Principle Component Analysis.

Tabel 10. Analisis ragam AMMI terhadap hasil gabah kering giling.

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F hitung	Prob	Kontribusi terhadap besaran ragam (%)	Kontribusi terhadap besar nilai ragam G X E (%)
Genotipe	15	25,38	1,69			5,97	
Lokasi	15	325,43	21,70			76,49	
Genotipe x Lokasi	225	74,67	0,33			17,55	
PCA 1	29	18,86	0,65	2,285	0,000		25,26
PCA 2	27	14,77	0,55	2,253	0,001		19,78
PCA 3	25	11,25	0,45	2,177	0,002		15,07
PCA 4	23	10,47	0,46	2,855	0,000		14,03
Sisa G X E	121	19,30					25,85
Total	255	425,48					

PCA = Principle Component Analysis; DB = Derajat Bebas; JK = Jumlah Kuadrat, KT = Kuadrat Tengah.

Keempat komponen bermakna melalui uji F ($<0,05$). Berdasarkan nilai kontribusi keragaman tersebut terlihat empat komponen memiliki peranan yang dominan dalam menerangkan keragaman pengaruh interaksi (Tabel 10).

Total kontribusi ragam dari ke empat PCA mencapai 74,15%. Semakin tinggi nilai kontribusi maka faktor tersebut sangat berperan menjelaskan karakternya. Hal ini memberikan indikasi bahwa meskipun menggunakan model AMMI4, namun besaran ragam respon hasil gabah yang dapat diterangkan dengan model AMMI hanya 74,15%.

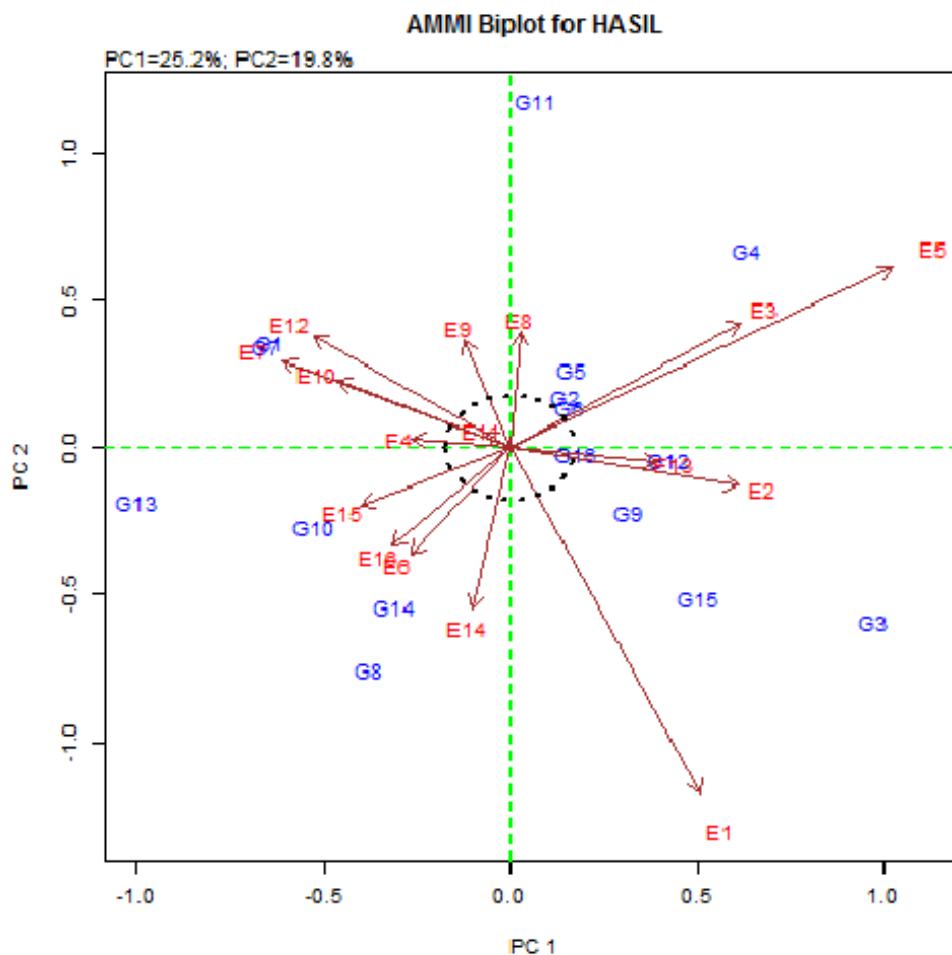
Di lokasi percobaan hanya tipe tanah dan ketinggian tempat yang diamati. Hubungan antara kondisi agroekologi dengan komponen utama (PCA) dijelaskan melalui korelasi Spearman's rho (Tabel 9). Skor empat komponen utama (PCA) untuk lokasi dikorelasikan dengan data tipe tanah dan ketinggian tempat di masing-masing lokasi. Korelasi ini dapat digunakan untuk menunjukkan faktor lingkungan yang mewakili pengaruh interaksi (Sholihin 2009). Berdasarkan analisis tersebut, PCA1 dan PCA4 tidak berkorelasi dengan faktor lingkungan tipe tanah dan ketinggian tempat. PCA2 berkorelasi positif dengan ketinggian tempat, sedangkan PCA3 berkorelasi negatif dengan tipe tanah. Hal ini menunjukkan bahwa PCA2 disebabkan oleh penciri lingkungan ketinggian tempat, sedangkan PCA3 disebabkan oleh penciri lingkungan tipe tanah. Tipe tanah dan ketinggian tempat merupakan faktor yang penting dalam menentukan stabilitas hasil padi. Faktor lingkungan lain tidak dapat diidentifikasi ini karena keterbatasan data yang dikumpulkan.

Untuk menerangkan pengaruh interaksi genotipe x lingkungan digunakan biplot antara PCA1 dengan PCA2, atau dengan model analisis AMMI2 (Hadi dan Sa'diyah 2004).

Biplot antara PCA 1 dan PCA 2 memberikan 45,04% informasi dari pola distribusi ragam interaksi antara genotipe x lingkungan (Gambar 2). Garis imager nilai-nilai faktor "loading" PCA1 dan PCA2 dapat membentuk koordinat tempat kedudukan masing-masing genotipe. Dari biplot Gambar 2 dapat ditafsirkan bahwa genotipe yang berada di sekitar titik nol (titik pertemuan sumbu yang membagi bidang biplot ke dalam 4 kuadran) beradaptasi luas dan memiliki respon daya hasil yang stabil di semua lokasi pengujian. Sebaliknya, genotipe yang jauh dari titik nol berindikasi memiliki daya adaptasi yang relatif lebih baik pada lokasi yang berdekatan sumbu imajiner tertentu. Berdasarkan analisis biplot tersebut, galur (2) B12743-MR-18-2-3-8, (6) IPB107-F-82-2-1, dan (16) Conde memiliki kedudukan yang mendekati titik nol, dengan kata lain memiliki daya

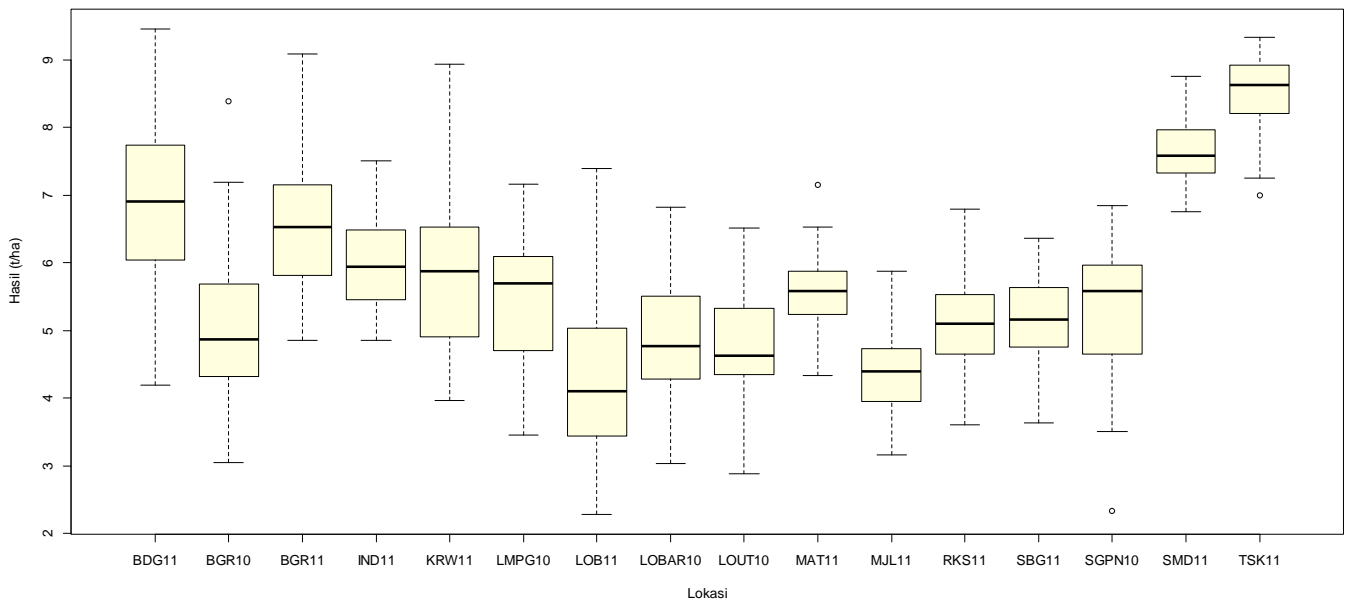
adaptasi luas dan daya hasil yang stabil. Sebaliknya, genotipe (1) G10 dan (7) IPB117-F-18E-1-1 beradaptasi spesifik terhadap lingkungan tumbuh di Bogor pada tahun 2011. Meskipun demikian, kedua genotipe di lokasi tersebut memiliki hasil gabah lebih rendah daripada varietas pembanding Conde. Oleh karena itu, dalam penentuan genotipe yang spesifik lokasi selain berdasarkan AMMI juga perlu dipertimbangkan hasil gabah genotipe yang bersangkutan.

Angka nominal hasil gabah dari genotipe yang termasuk beradaptasi luas dan stabil (B12743-MR-18-2-3-8 dan IPB107-F-82-2-1) memberikan hasil gabah tidak berbeda nyata dengan Conde, sedangkan genotipe yang beradaptasi spesifik (G10 dan IPB117-F-18E-1-1) memberikan hasil gabah yang nyata lebih rendah dari Conde (Tabel 7).



Gambar 2. Biplot antara besaran PCA 1 dengan PCA 2.

E1 = Lampung 2010; E2 = Bogor 2010; E3 = Tasikmalaya 2010; E4=Lombok Barat 2010; E5 = Lombok Utara 2010; E6 = Bandung 2011; E7 = Bogor 2011; E8 = Indramayu 2011, E9 = Karawang 2011; E10 = Lombok Barat 2011; E11 = Mataram 2011; E12 = Majalengka 2011; E13 = Rangkas Bitung 2011; E14 = Subang 2011; E15 = Sumedang 2011; E16 = Tasikmalaya 2011.



Gambar 3. Sebaran data hasil gabah (t/ha) berdasarkan lokasi pengujian.

Eksplorasi karakteristik respon hasil genotipe dengan metode *boxplot* menunjukkan sebaran data hasil gabah 16 genotipe terhadap nilai mediannya memiliki kisaran sempit (Gambar 1). Pola sebaran data seperti ini memberikan indikasi bahwa potensi hasil genotipe memiliki tingkat kemiripan yang tinggi.

Hasil genotipe padi yang diuji di 16 lokasi berkisar antara 5-6 t/ha. Nilai tengah (median) hasil gabah di Sumedang 2011 (SMD11) dan Tasikmalaya (TSK11) lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lain. Meskipun demikian, sebaran data tersebut tidak melebihi nilai batas atas hasil pada semua lokasi pengujian.

Berdasarkan eksplorasi pola respon hasil dengan metode *boxplot* terlihat indikasi bahwa daya hasil dan respon genotipe terhadap lingkungan pengujian memiliki tingkat kemiripan yang tinggi (Gambar 3). Nampaknya kedua hal tersebut menyebabkan besaran varians interaksi genotipe x lingkungan pada pengujian relatif kecil (17,55%) dibandingkan dengan varians lingkungan yang cukup tinggi (76,49%).

Terkait dengan itu, penafsiran pola adaptasi genotipe terhadap lingkungan pengujian perlu dipertimbangkan secara hati-hati, mengingat analisis biplot AMMI2 didasarkan atas keragaman data yang rendah (45,04%).

KESIMPULAN

Dari 16 genotipe padi berumur genjah yang diuji terdapatnya interaksi genotipe x lingkungan, yang berarti genotipe tertentu beradaptasi pada lokasi spesifik.

Genotipe yang diuji tidak memiliki produktivitas yang lebih tinggi dari varietas pembanding Ciherang atau Conde.

Terdapat dua galur yang memiliki hasil gabah > 6 t/ha dan setara dengan Conde, sehingga dapat diusulkan untuk dilepas sebagai varietas unggul baru, yaitu B12743-MR-18-2-3-8 dan BP10620F-BB4-15-BB8.

Berdasarkan biplot AMMI2, genotipe B12743-MR-18-2-3-8, IPB107-F-82-2-1, dan Conde diklasifikasikan sebagai varietas beradaptasi luas. Genotipe G10 dan IPB117-F-18E-1-1 bersifat spesifik lokasi tetapi memiliki hasil lebih rendah daripada Conde. Penentuan genotipe spesifik lokasi selain berdasarkan AMMI juga perlu verifikasi lebih lanjut terhadap hasil gabah genotipe yang bersangkutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih kepada BB Padi dalam program Konsorsium Penelitian Padi atas biaya pengujian multilokasi tahun anggaran 2010 dan 2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Adugna, W. and M.T. Labuschagne. 2002. Genotype-environment interactions and phenotypic stability analyses of linseed in Ethiopia. *Plant Breeding* 121:66-71.
- Baafi, E. and O. Safo-Kantanka. 2008. Agronomic evaluation of some local elite and released cassava varieties in the forest and traditional ecozones of Ghana. *Asian Journal of Agriculture Research* 2(1):32-36.

- Bozoglu H., and A. Gulumser. 2000. Determination of genotype x environment interactions of some agronomic characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Turk. J. Agric. 24:211-220.
- Dehghani H., S.H. Sabaghpour, and A. Ebadi. 2010. Study of genotype x environment interaction for chickpea yield in Iran. Agron. J. 102: 1-8.
- Ebdon, J.S. and H.G. Gauch. 2002. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of national turfgrass performance trials II cultivar recommendations. Crop Science 42:497-506.
- Gomez, K.A. and Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2nd edition. John Wiley and Sons, New York.
- Hadi, A.F. dan H. Sa'diyah. 2004. Model AMMI untuk analisis interaksi genotipe x lokasi. Jurnal Ilmu Dasar 5(1):33-41.
- Hussein, M.A., Bjornstad, and Aastveit. 2000. SASG × ESTAB: A SAS program for computing genotype × environment stability statistics. Agron. J. 92:454-459.
- Kan, A., M. Kaya, A. Gurbuz, A. Sanli, K. Ozcan, and C.Y. Ciftci. 2010. A study on genotype x environment interaction in chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) grown in arid and semi-arid conditions. Scientific Research and Essays 5(10):1164-1171. www.academicjournals.org/SRE.
- Lal, R.K. 2012. Stability for oil yield and variety recommendations using AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interactions) model in Lemongrass (*Cymbopogon species*). Industrial Crops and Products 40:296-301.
- Malosetti, M., J.M. Ribaut, and F.A. van Eeuwijk. 2013. The statistical analysis of multi-environment data: modeling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. Front Physiol 4:44.
- Michael, F., D.C. Hoaglin, and B. Iglewicz. 1989. Some Implementations of the Boxplot. The American Statistician 43(1):50-54.
- Ozberk I., F. Ozberk, Y. Coskun, E. Demir, and C. Dongru. 2004. An assessment of genotype x environment interactions in durum wheat variety registration trials by rank stability method. J. Agric. Fac. HR. U. 8(1):71-75.
- Ozcan H., N. Aydin, and H.O. Bayramoglu. 2005. Yield stability and correlation among the stability parameters in wheat. Tarim Bilimleri Dergisi 11(1):21-25.
- Sholihin. 2009. The genotypes x environment interaction for starch yield in nine-month old cassava promising clones. Indonesian Journal of Agricultural Science 10(1):12-18.
- Suwarto and Nasrullah. 2011. Genotipe x environment interaction for Iron concentration of rice in Central Java of Indonesia. Rice Science 18(1):75-78.
- Tarakanovas, P. and V. Ruzgas. 2006. Additive Main Effects and Multiplicative Interaction. Agronomy Research 4(1):91-98.
- Yan, W. and I. Rajcan. 2002. Biplots analysis of the test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science 42:11-20.
- Yan, W. and M.S. Kang. 2003. GGE biplot analysis, a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. Boca Raton, London, New York, Washington D.C: CRC Press.

