

Buletin

ISSN 1410-4377

Plasma Nutfah

Volume 21 Nomor 1 Tahun 2015

Akreditasi Nomor: 598/AU3/P2MI-LIPI/03/2015



Bul. Plasma Nutfah	Vol. 21	No. 1	hlm. 1-46	Bogor Juni 2015	ISSN 1410-4377
--------------------	---------	-------	--------------	--------------------	-------------------



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian**

Buletin *Plasma Nutfah*

Vol. 21 No. 1, Juni 2015

Daftar Isi

Seleksi Karakter Vegetatif yang Berpengaruh terhadap Jumlah Bunga dan Buah Kakao pada Agroekosistem Iklim Kering, Nusa Tenggara Timur

(Selection of Vegetative Characters Affecting the Number of Flowers and Fruits of Cacao in Dry Climatic Agroecosystems, East Nusa Tenggara)

Edi Wardiana dan Rubiyo

1–8

Keragaman Malai Anakan dan Hubungannya dengan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa*)

(Panicle Tiller Diversity and Its Relationship with Irrigated Rice Result [*Oryza sativa*])

Sutoro, Tintin Suhartini, Mamik Setyowati, dan Kurniawan R. Trijatmiko

9–16

Skrining Ketahanan Galur S₁ Jagung terhadap Penyakit Bulai dan Pembentukan Galur S₂ Tahan Penyakit Bulai

(Resistance Screening of S₁ Mayze Lines to Downy Mildew Disease and Development of S₂ Lines Resistant to Downy Mildew Disease)

Amran Muis, Nurnina Nonci, dan Marcia B. Pabendon

17–24

Characterization of 56 Soybean Accessions on Yield Components and Maturity-related Traits

(Karakterisasi 56 Aksesori Kedelai untuk Karakter Komponen Hasil dan Umur)

I Made Tasma, Puji Lestari, and Reflinur

25–38

Pengaruh Iradiasi Ultraviolet terhadap Multiplikasi Tunas Aksiler dan Kadar Klorofil Anyelir (*Dianthus caryophyllus* L.)

(Effect of Ultraviolet Radiation to the Multiplication of Axillary Buds and Chlorophyll Levels Carnation [*Dianthus caryophyllus* L.]

Higa Afza dan Iriawati

39–46

Keragaman Malai Anakan dan Hubungannya dengan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa*)

(Panicle Tiller Diversity and Its Relationship with Irrigated Rice Result [*Oryza sativa*])

Sutoro*, Tintin Suhartini, Mamik Setyowati, dan Kurniawan R. Trijatmiko

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia
Telp. (0251) 8337975; Faks. (0251) 8338820

*E-mail: stor08@gmail.com

Diajukan: 12 Januari 2015; Direvisi: 27 Februari 2015; Diterima: 24 April 2015

ABSTRACT

Morpho-physiological and yield components of rice are important character that affect the crop yield potential. Seeds as a sink of crops, its yield are very much determined by the panicle yield components, one of which is various type of tillers. The purpose of the research was to study the variability of panicle types and their relationship with grain yield of rice. Thirty rice varieties/lines were planted and observed in experimental pots. The study revealed that there are differences in total number of panicle among varieties or lines. Average number of panicle ranges from 20–50 panicle. Among varieties, there were also differences in total number of panicles grown from primary, secondary, tertiary and quarterly tillers. The number of empty seeds of the panicles increases in the order of the sequences of tiller emergence, i.e., main panicle (11%), primary (12%), secondary (12%), tertiary (16%) and quarterly (22%). High yielding rice could be obtained through the development of varieties or cultivation techniques that enable the crops produce more panicle in primary and secondary tillers compare to that in tertiary and quarterly tillers.

Keywords: rice, panicle, variability.

ABSTRAK

Karakter morfofisiologi dan komponen hasil merupakan karakteristik tanaman yang mempengaruhi produktivitas. Hasil biji sebagai salah satu bagian dari *sink* tanaman ditentukan oleh komponen hasil, di antaranya malai yang berasal dari berbagai tipe/jenis anakan padi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keragaman malai anakan dan hubungannya dengan hasil padi. Percobaan dilaksanakan dengan menanam 30 varietas/galur pada pot percobaan. Hasil analisis menunjukkan perbedaan jumlah total malai di antara varietas/galur yang diuji. Jumlah malai berkisar antara 20–50 buah. Di antara varietas yang diuji juga terdapat perbedaan yang nyata pada jumlah malai yang berasal dari anakan primer, sekunder, tersier, dan kuarter. Kehampaan gabah dari setiap jenis malai cenderung meningkat menurut urutan pemunculan malai anakan padi, dimulai dari malai tanaman induk (11%), primer (12%), sekunder (12%), tersier (16%), dan kuarter (22%). Tanaman padi yang dapat memberi hasil tinggi dapat diperoleh melalui perakitan varietas atau teknik budi daya yang dapat menghasilkan terutama malai anakan primer dan sekunder yang relatif banyak dan sedikit atau tanpa anakan tersier dan kuarter.

Kata kunci: padi, malai, keragaman.

PENDAHULUAN

Program pemuliaan tanaman padi untuk mendapatkan varietas unggul memerlukan sumber gen yang dapat dijadikan sebagai tetua dalam persilangan tanaman. Sumber gen tersebut dapat diketahui melalui serangkaian penelitian karakterisasi atau evaluasi terhadap plasma nutfah, baik varietas unggul, varietas lokal maupun galur yang ada. Karakterisasi plasma nutfah diperlukan sebagai upaya peningkatan pemanfaatan plasma nutfah. Karakter morfofisiologi dan komponen hasil merupakan karakteristik tanaman yang mempengaruhi produktivitas. Karakter tanaman yang menentukan hasil biji diperlukan dalam program pemuliaan.

Hasil biji sebagai salah satu bagian dari *sink* tanaman ditentukan oleh komponen hasil, seperti ukuran/bobot biji, malai yang berasal dari anakan padi primer, sekunder, tersier, dan malai anakan selanjutnya. Kemampuan menghasilkan jenis malai padi dan tingkat produktivitas masing-masing malai akan menentukan produktivitas total tanaman. Malai yang muncul belakangan, seperti malai tersier, kurang banyak berkontribusi terhadap hasil (Mohanan dan Mini, 2008). Dilaporkan terdapat perbedaan kemampuan menghasilkan anakan (*tiller*) di antara genotipe, jumlah malai (*panicle*) berkorelasi positif dengan hasil dan total anakan berpengaruh langsung terhadap hasil biji (Shahidullah *et al.*, 2009). Genotipe padi sawah, baik dalam bentuk galur harapan, varietas unggul, maupun varietas lokal, perlu dievaluasi untuk mendapatkan informasi karakteristik malainya. Sifat pe-warisan karakteristik malai sebagai komponen hasil tanaman melalui heritabilitas telah dihasilkan (Ketan dan Sarkar, 2014; Kiani, 2013), namun pada karakter total jumlah malai dan heritabilitas karakter jenis malai belum banyak diungkapkan.

Upaya peningkatan potensi hasil padi melalui konsep padi tipe baru memerlukan kajian lebih lanjut terhadap desain tanaman padi dengan pemahaman yang lebih mendalam terhadap karakter malai yang menentukan potensi hasilnya. Pemahaman mengenai hubungan karakter-karakter tanaman diharapkan dapat memberikan informasi bagi pemulia tanaman untuk melakukan perbaikan potensi hasil padi secara lebih efisien. Tujuan

penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman dan heritabilitas karakteristik malai anakan padi serta hubungannya dengan hasil gabah.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan dengan menanam 30 varietas/galur padi dalam pot dengan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan di rumah kaca, BB Biogen, 2013. Pemilihan 30 varietas/galur yang diuji mempertimbangkan keragaman fenotipik padi yang cukup luas. Varietas/galur padi ditanam satu tanaman dalam pot yang menampung tanah kering udara 8 kg, dengan tinggi 40 cm dan diameter 30 cm.

Untuk menunjang pertumbuhan tanaman padi, pada setiap pot diberikan perlakuan pengairan yang optimal, pupuk 5 g urea, 2 g SP36, dan 2 g KCl. Jenis anakan diberi tanda dengan tali berwarna mulai dari awal munculnya anakan. Jumlah anakan primer, sekunder, tersier, dan kuarter, hasil gabah isi dan hampa dari malai anakan primer, sekunder, tersier, dan kuarter serta panjang malai padi di-amati. Heritabilitas (*h*) dalam arti luas (*broad sense heritability*) dihitung sebagai $h = (MSG - MSE) / r$, MSG = kuadrat tengah genotipe, MSE = kuadrat tengah galat, dan *r* = banyaknya ulangan (Singh dan Chaudhary, 1979).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Jenis Malai Padi

Perkembangan bibit padi yang ditanam pada fase vegetatif awalnya menghasilkan anakan (*tiller*) yang disebut sebagai anakan primer. Selanjutnya anakan primer menghasilkan anakan padi yang muncul dari ruas anakan primer yang disebut anakan sekunder. Anakan sekunder menghasilkan anakan tersier. Tiap jenis anakan padi ini pada fase generatif dapat menghasilkan malai (*panicle*). Malai yang keluar dari tiap jenis anakan disebut malai primer, sekunder, tersier, dan kuarter.

Hasil analisis data jumlah total malai padi menunjukkan perbedaan di antara varietas/galur yang diuji. Jumlah malai anakan berkisar antara 20–50 malai. Di antara varietas juga terdapat per-

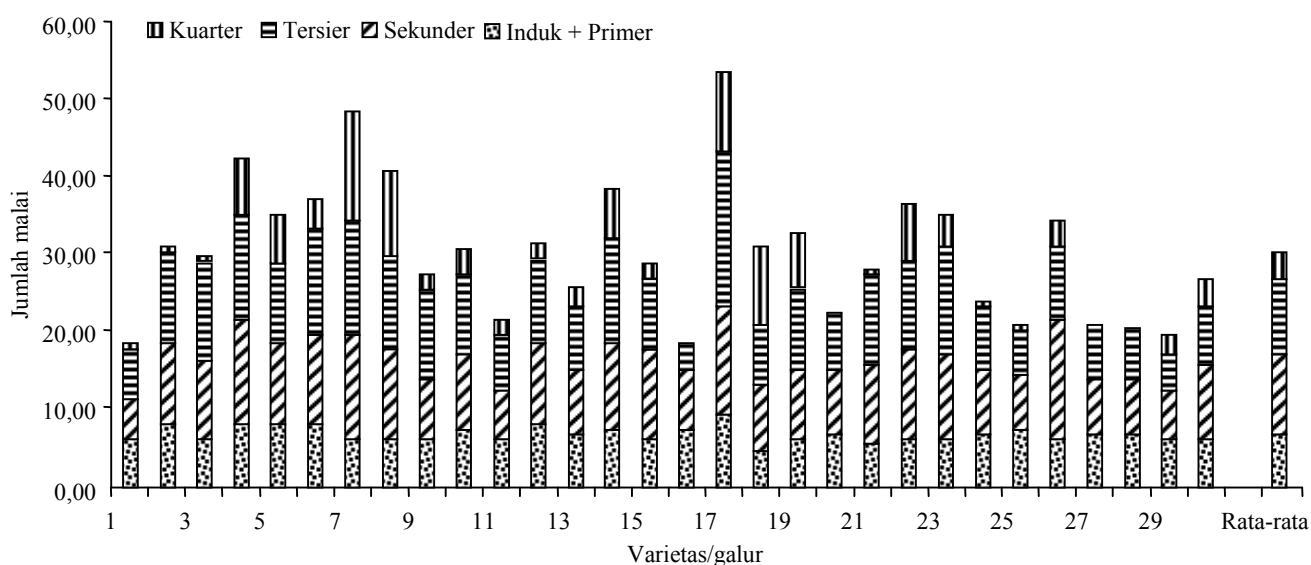
bedaan yang nyata pada jumlah malai primer, sekunder, tersier, dan kuartar (Gambar 1). Varietas/galur yang memiliki total malai yang lebih dari 40 adalah Silugonggo, TIL 4, dan Padi Hungkai, sedangkan varietas/galur Fatmawati, Beureum Batu, dan IPB 159-F-17-4-1 kurang dari 20 malai. Hasil pengamatan juga menunjukkan terdapat lima varietas/galur yang tidak menghasilkan anakan kuartar, yaitu Bereum Batu, galur B111430-MR-1-PN-3-MR-3-Si-2-3-PN-1, PK 21, IPB 3S, dan IPB 159-F-3-1-1 (Tabel 1). Uji LSD menunjukkan bahwa varietas/galur padi yang memiliki jumlah malai yang sama dengan varietas Fatmawati adalah Huang Huaz Han, Z x 117, HIPA 8, B12512E-MR-14-PN-1-3, dan IPB 159-F-17-4-1. Padi Hungkai merupakan varietas lokal yang memiliki jumlah malai dari setiap jenis anaknya lebih banyak daripada varietas Fatmawati. Tidak ada varietas/galur yang memiliki jumlah malai dari setiap jenis malai yang lebih rendah dari varietas Fatmawati.

Hasil analisis menunjukkan tidak ada korelasi yang nyata antara jumlah total malai ($r = -0,137$), jumlah malai anakan primer ($r = 0,312$), sekunder ($r = 0,079$), tersier ($r = -0,098$) maupun kuartar ($r = -0,304$) dengan total bobot biji tiap rumpun. Namun, terdapat indikasi korelasi yang lemah positif antarjumlah malai primer dengan bobot gabah isi, dan korelasi negatif lemah antara bobot gabah isi dengan jumlah malai kuartar.

Hal ini mengindikasikan terdapat kecenderungan semakin banyak malai dari anakan kuartar semakin kurang produktivitas tanaman padi. Penyebabnya adalah kapasitas fotosintesis dari anakan padi yang lebih awal lebih tinggi daripada anakan yang muncul belakangan dan daun bendera dari anakan yang lambat muncul kurang toleran terhadap stres *photo-oxidative* yang dapat menurunkan aktivitas *source* dan *sink* (Kariali *et al.*, 2012). Di samping itu, anakan tersier hanya diproduksi oleh varietas yang beranak banyak dan muncul lebih lambat, sehingga pembungaan dan periode masak juga terlambat sehingga tidak berkontribusi banyak terhadap hasil (Counce *et al.*, 1996; Mohanan dan Mini, 2008). Pada padi yang memiliki anakan banyak, kandungan protein dan amilosa dari anakan tersier lebih rendah daripada anakan primer (Wang *et al.*, 2007).

Keragaman Bobot Biji Tiap Jenis Malai Padi

Bobot biji tiap malai dari tanaman induk, anakan primer, sekunder, tersier, dan kuartar disajikan pada Gambar 2. Semakin lambat pemunculan anakan semakin rendah bobot biji tiap malai. Tanaman induk menghasilkan biji tertinggi, diikuti berturut-turut oleh malai anakan primer, sekunder, tersier, dan kuartar. Persentase bobot gabah isi tanaman induk juga lebih tinggi, diikuti oleh malai anakan berikutnya sesuai urutan pemunculan anak-



Gambar 1. Sebaran jumlah malai anakan padi primer, sekunder, tersier, dan kuartar dari 30 varietas/galur.

Tabel 1. Jumlah malai anakan primer, sekunder, tersier, dan kuarter tiap rumpun tanaman padi, Rumah Kaca BB Biogen 2013.

Varietas/galur	Jumlah malai tiap rumpun tanaman*			
	Utama+Primer	Sekunder	Tersier	Kwarter
Fatmawati	5,67	5,33	6,67	0,67
Ciherang	8,00*	10,33*	11,33	0,67
Inpari 13	6,00	10,00*	12,67	0,67
Silugonggo	7,67	13,67*	13,67*	7,33*
IR64	8,33*	9,67*	10,33	6,33*
TIL 3	8,67*	11,67*	13,67*	4,00
TIL 4	6,00	12,67*	15,67*	14,00*
Til 10	6,33	11,33*	12,00	10,67*
Huang Huaz Han	5,67	8,00	12,00	1,67
Zhongzu-14	7,00	9,67*	10,67	3,00
Z x 117	6,00	6,33	7,67	1,67
BP14574B-27-3-1m-3-2-B	7,33	10,67*	11,00	2,33
HIPA 8	6,67	8,00	8,33	2,67
HIPA Jatim-2	7,33	11,00*	13,33*	6,33*
Ketan Putih	6,33	10,67*	9,67	2,00
Beureum Batu	7,00	8,00	3,67	
Padi Hungkai	9,00*	14,33*	16,67*	10,00*
Nipponbare	4,33	8,33	7,67	10,67*
BP143 56e-1-B	5,67	9,00*	11,33	6,67*
B111430-MR-1-PN-3-MR-3-Si-2-3-PN-1	6,33	8,33	7,67	
B12404E-MR-20-PN-3-3	5,33	10,33*	11,67	0,67
B12344-3D-PN-37-6	5,67	12,00*	11,33	7,33*
B12411E-MR-9-4-1	6,00	10,67*	14,33*	4,00
B12512E-MR-14-PN-1-3	6,67	8,33	8,00	0,67
PK 21	7,33	7,00	5,33	
PK 88	6,33	14,67*	9,67	3,67
IPB 3S	6,67	7,00	7,33	
IPB 159-F-3-1-1	6,33	7,33	6,67	
IPB 159-F-17-4-1	6,00	6,33	5,00	2,00
IPB 160-F-3-3-1	6,33	9,00*	7,67	3,33
LSD 5%	2,09	3,45	6,50	5,07

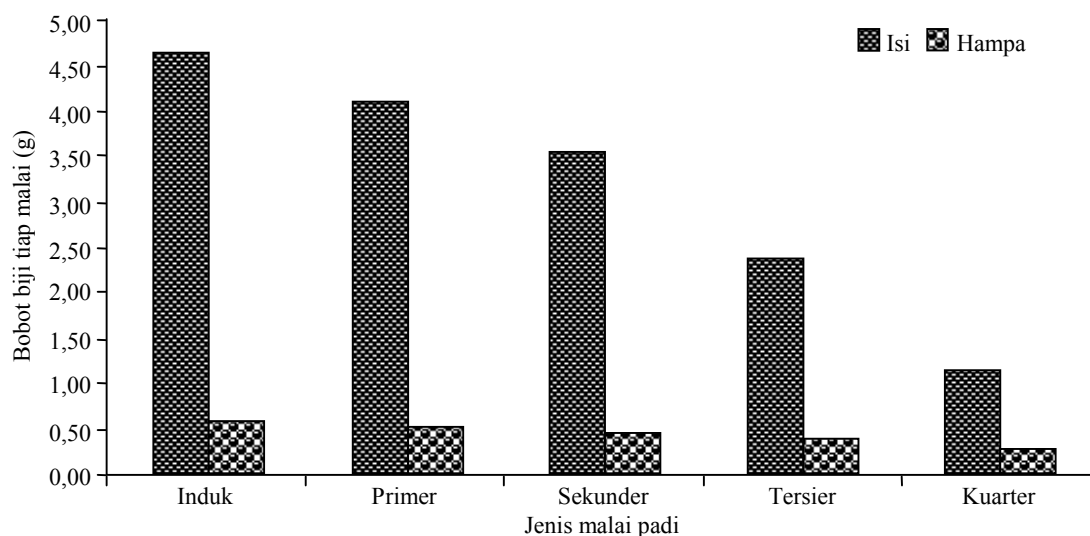
Angka pada kolom yang sama yang diikuti dengan tanda * lebih tinggi daripada varietas Fatmawati menurut uji LSD taraf 5%.

an. Kehampaan gabah dari setiap jenis anakan cenderung meningkat menurut urutan malai anakan, dimulai dari malai tanaman induk (11%), primer (12%), sekunder (12%), tersier (16%), dan kuarter (22%). Gabah sebagai *sink* tampaknya kurang pasokan hasil fotosintat dari tanaman. Potensi *sink* dua kali dari kenyataannya, karena anakan produktif tidak dapat mencapai perkembangan secara penuh (Sheehy *et al.*, 2001).

Pengelolaan tanaman yang dapat mengontrol munculnya anakan dapat meningkatkan jumlah biji secara nyata, yang dapat memacu pembentukan gabah isi tiap malai (Lafarge *et al.*, 2004). Pembentukan anakan juga nyata dipengaruhi oleh pemberian pupuk fosfor (Alam *et al.*, 2009) dan malai dari tanaman dengan jarak tanam jarang lebih banyak menghasilkan anakan daripada jarak tanaman rapat

(Defeng *et al.*, 2002; Guifu *et al.*, 2012). Di samping itu, sitokinin merangsang munculnya anakan, terutama hasil biosintesis dari ruas anakan (Liu *et al.*, 2011) dan auksin menghambat pembentukan anakan padi (Choi *et al.*, 2012).

Korelasi bobot gabah dari tiap jenis malai anakan padi dengan total bobot gabah tiap rumpun bervariasi. Bobot gabah isi dari malai tanaman induk, anakan primer, sekunder, dan tersier nyata berkorelasi positif dengan total bobot gabah isi tiap rumpun tanaman, sedangkan bobot gabah isi dari anakan kuarter tidak nyata (Tabel 2). Hal ini menunjukkan malai dari anakan kuarter tidak nyata berkontribusi terhadap total bobot gabah isi tiap rumpun tanaman. Dengan demikian, malai dari anakan primer, sekunder, dan tersier berkontribusi terhadap bobot biji tiap rumpun. Korelasi bobot



Gambar 2. Bobot gabah hampa dan isi tiap malai tanaman induk, anakan primer, sekunder, tersier, dan kuarter.

Tabel 2. Korelasi peubah bobot gabah malai dengan total bobot gabah isi tiap rumpun.

Peubah	Koefisien korelasi (r)
Bobot gabah isi tanaman induk	0,65*
Bobot gabah hampa tanaman induk	0,21
Bobot gabah isi anakan primer	0,79*
Bobot gabah hampa anakan primer	0,29
Bobot gabah isi anakan sekunder	0,92*
Bobot gabah hampa anakan sekunder	0,27
Bobot gabah isi anakan tersier	0,64*
Bobot gabah hampa anakan tersier	0,31
Bobot gabah isi anakan kuarter	-0,03
Bobot gabah hampa anakan kuarter	0,33

* $p < 0,5$.

gabah hampa dari setiap jenis malai tidak nyata dengan bobot biji tiap rumpun.

Heritabilitas Karakter Malai

Telah diidentifikasi beberapa gen yang dapat mengatur karakteristik malai padi. Telah dilaporkan gen *Dwarf 88 (D88)/Dwarf 14 (D14)* mengatur tinggi tanaman dan jumlah anakan. Namun, gen *D88/D14* tidak hanya mengatur anakan, tetapi juga mempengaruhi struktur malai (Peng *et al.*, 2014). Gen *MONOCULM 1 (MOC1)* merupakan gen yang penting dalam mengontrol anakan padi. Tanaman mutan *moc1* hanya memiliki batang/tanaman induk tanpa memiliki anakan primer (Li *et al.*, 2003). Di samping itu, hasil analisis genetik menunjukkan bahwa tipe pertumbuhan anakan secara vertikal-

horizontal dikontrol oleh satu gen resesif *la-1* (Li *et al.*, 2013). Gen *dwt1* mengontrol keseragaman anakan padi (Wang *et al.*, 2014). Gen *OsSPL14* menekan tunas anakan dan juga mengatur perkembangan malai (Luo *et al.*, 2012). Gen-gen tersebut dapat diwariskan ke keturunannya.

Heritabilitas suatu karakter (peubah) tanaman merupakan indikator besarnya karakter tersebut dapat diturunkan atau diwariskan. Besaran heritabilitas dapat dikategorikan rendah ($h < 0,3$), agak rendah ($0,3 < h < 0,5$), agak tinggi ($0,5 < h < 0,7$) dan tinggi ($h > 0,7$) (Haeruman *et al.*, 1990). Heritabilitas karakter jumlah malai dari setiap jenis anakan agak rendah antara 0,3–0,4, tetapi untuk jumlah total malai relatif agak tinggi/ sedang sebesar 0,7 (Tabel 3). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menyatakan heritabilitas arti luas jumlah

Tabel 3. Heritabilitas arti luas (*broad-sense heritability*) dari karakter malai padi tiap rumpun.

Karakter	Heritabilitas
Jumlah malai primer	0,31
Jumlah malai sekunder	0,44
Jumlah malai tersier	0,41
Jumlah malai kuarter	0,41
Total jumlah malai	0,71
Bobot gabah isi tanaman induk	0,78
Bobot gabah hampa tanaman induk	0,75
Bobot gabah isi malai primer	0,55
Bobot gabah hampa malai primer	0,75
Bobot gabah isi malai sekunder	0,68
Bobot gabah hampa malai sekunder	0,74
Bobot gabah isi malai tersier	0,31
Bobot gabah hampa malai tersier	0,71
Bobot gabah isi malai kuarter	0,28
Bobot gabah hampa malai kuarter	0,71
Bobot total gabah isi	0,69
Panjang malai tanaman induk	0,59
Panjang malai primer	0,75
Panjang malai sekunder	0,67
Panjang malai tersier	0,61
Panjang malai kuarter	0,63

malai anakan padi $h = 0,570$ (Ketan dan Sarkar, 2014; Kiani, 2013). Namun, heritabilitas arti sempit jumlah malai padi relatif kecil 0,08–0,20 (Fahlani *et al.*, 2010; Selammal *et al.*, 2014; Surek dan Beser, 2003; Verica *et al.*, 2003). Hal ini menunjukkan bahwa karakter jumlah malai dari setiap jenis malai cukup banyak dipengaruhi oleh lingkungan. Seperti telah dikemukakan sebelumnya, pengelolaan tanaman dapat mengontrol munculnya anakan (Alam *et al.*, 2009; Defeng *et al.*, 2002; Guifu *et al.*, 2012; Lafarge *et al.*, 2004).

Heritabilitas bobot gabah isi tanaman induk, anakan primer, sekunder antara 0,55–0,78 (agak tinggi/sedang) dan heritabilitas bobot gabah hampanya tinggi sekitar 0,74 (Tabel 3). Ishak (2012) yang mengamati jumlah gabah isi tanaman padi memper-oleh nilai heritabilitas arti luas yang rendah 0,34. Heritabilitas bobot gabah isi malai tersier dan kuarter rendah antara 0,31–0,28, tetapi heritabilitas bobot gabah hampanya tinggi sekitar 0,71. Hal ini menunjukkan bahwa malai anakan primer dan sekunder sangat berperan dalam menentukan produktivitas tanaman padi. Heritabilitas karakter panjang malai dari setiap jenis anakan antara 0,58–0,74. Seleksi tanaman yang memiliki

bobot gabah isi yang tinggi dan panjang malai pada anakan primer dan sekunder diharapkan akan menghasilkan tanaman yang memiliki total bobot gabah isi tiap rumpun tinggi pula.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tanaman padi jumlah total malai anakan bervariasi berkisar antara 20–50 malai tiap rumpun. Di antara varietas/galur juga terdapat perbedaan yang nyata dari jumlah malai primer, sekunder, tersier, dan kuarter tiap rumpun tanaman.

Bobot gabah isi tanaman induk relatif tinggi diikuti oleh malai anakan berikutnya, dan sebaliknya gabah hampa dari setiap jenis anakan cenderung meningkat menurut urutan pemunculannya.

Seleksi tanaman yang memiliki bobot gabah isi yang tinggi dan panjang malai pada anakan primer dan sekunder diharapkan akan menghasilkan tanaman yang memiliki total bobot gabah isi tiap rumpun tinggi, di samping penerapan teknik budi daya yang dapat menghasilkan malai anakan primer dan sekunder yang relatif banyak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada BB Padi, Balitbang Pertanian dalam kegiatan konsorsium padi yang telah menyediakan benih untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M., M. Hasanuzzaman, and K. Nahar. 2009. Tiller dynamics of three irrigated rice varieties under varying phosphorus levels. *American-Eurasian J. Agron.* 2(2):89–94.
- Choi, M.-S., E.-B. Koh, M.-O. Woo, R. Piao, C.-S. Oh, and H.-J. Koh. 2012. Tiller formation in rice is altered by overexpression of OsIAGLU gene encoding an IAA-conjugating enzyme or exogenous treatment of free IAA. *J. Plant. Biol.* 55:429–435.
- Counce, P.A., T.J. Siebenmorgen, M.A. Poag, G. E. Holloway, M.F. Kocher, and R. Lu. 1996. Panicle emergence of tiller types and grain yield of tiller order for direct-seeded rice cultivars. *Field Crops Res.* 47:235–242.
- Defeng, Z., C. Shihua, Z. Yuping, and L. Xiaqing. 2002. Tillering patterns and the contribution of tillers to grain yield with hybrid rice and wide spacing. Research report. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development. <http://ciifad.cornell.edu/sri> (diakses 7 Mei 2014).
- Fahliani, R.A., M. Khodambashi, S. Houshmandand, and A. Arzani. 2010. Estimation of heritability of agromorphological traits in rice (*Oryza sativa* L.) using F_{2,3} families. *Afr. J. Agric. Res.* 5(11):1297–1303. doi:10.5897/AJAR10.010.
- Guifu, L., H. Zhu, G. Zhang, L. Li, and G. Ye. 2012. Dynamic analysis of QTLs on tiller number in rice (*Oryza sativa* L.) with single segment substitution lines. *Theor Appl. Genet.* 125(1):143–153. doi:10.1007/s00122-012-1822-x.
- Haeruman, M., A. Baihaki, G. Satari, T. Danakusuma, dan A.H. Permadi. 1990. Variasi genetik sifat-sifat tanaman bawang putih di Indonesia. *Zuriat* 1(1):32–36.
- Ishak. 2012. Sifat agronomis, heritabilitas, dan interaksi G x E galur mutan padi gogo (*Oryza sativa* L.). *J. Agron. Indonesia* 40(2):105–111.
- Kariali, E.S. Sarangi, R. Panigrahi, B. Panda, and P. Mohapatra. 2012. Variation in senescence pattern of different classes of rice tillers and its effect on panicle biomass growth and grain yield. *Am. J. Plant Sci.* 3(8):1047–1057. doi:10.4236/ajps.2012.38125.
- Ketan, R. and G. Sarkar. 2014. Studies on variability, heritability, genetic advance, and path analysis in some indigenous Aman rice (*Oryza sativa* L.). *J. Crop and Weed* 10(2):308–31.
- Kiani, G. 2013. Heritability and diversity analysis of quantitative traits in rice. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 78(2):113–117.
- Lafarge, T., B. Tubana, and E. Pasuquin. 2004. Yield advantage of hybrid rice induced by its higher control in tiller emergence, New directions for a diverse planet: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia, 26 September-1 October 2004. http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/2/7/1/862_lafargeta.htm. (diakses 7 Mei 2014).
- Li, X., Q. Qian, Z. Fu, Y. Wang, G. Xiong, D. Zeng, X. Wang, X. Liu, S. Teng, F. Hiroshi, M. Yuan, D. Luo, B. Han, and J. Li. 2003. Control of tillering in rice. *Nature* 422:618–621.
- Liu, Y., D. Gu, Y. Ding, Q. Wang, G. Li, and S. Wang. 2011. The relationship between nitrogen, auxin and cytokinin in the growth regulation of rice (*Oryza sativa* L.) tiller buds. *AJCS* 5(8):1019–1026.
- Luo, L., W. Li, K. Miura, M. Ashikari, and J. Koyozuka. 2012. Control of tiller growth of rice by OsSPL14 and Strigolactones, which work in two independent pathways. *Plant Cell Physiol.* 53(10):1793–801. doi:10.1093/pcp/pcs122.
- Mohanani, K.V. and C.B. Mini. 2008. Relative contribution of rice tillers of different status towards yield. *Int. J. Plant. Breed. Genet.* 2:9–12.
- Peng, Y., Z. Gao, B. Zhang, C. Liu, J. Xu, B. Ruan, J. Hu, G. Dong, L. Guo, G. Liang, and Q. Qian. 2014. Fine mapping candidate gene analysis of a major QTL for panicle structure in rice. *Plant. Cell. Rep.* 33:1843–1850. doi:10.1007/s00299-014-1661-0.
- Sellammal, R., S. Robin, and M. Raveendran. 2014. Association and heritability studies for drought resistance under varied moisture stress regimes in backcross inbred population of rice. *Rice Sci.* 21(3): 150–161. doi:10.1016/S1672-6308(13):60177–8.
- Shahidullah, S.M., Musa, M. Hanafi, M.A. Ismail, M.R. and S.M. Abdus. 2009. Tillering dynamics in aromatic rice genotypes. *Int. J. Agric. Biol.* 11(5):509–514.
- Sheehy, J.E., M.J.A. Dionora, and P.L. Mitchell. 2001. Spikelet numbers, sink size and potential yield in rice, *Field Crop Res.* 71(2):77–85.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publishers, New Delhi.
- Surek, H.H. and N. Beser. 2003. Selection for grain yield and yield components in early generations for temperate rice. *PJCS* 28(3):3–15.

- Verica, I., Stojkovski, Cane, Ivanovska, Sonja, Andov, and Dobre. 2003. Heritability of yield components in rice (*Oryza Sativa*, L.). Yearbook of the Faculty of Agriculture 48, University of Southampton, UK.
- Wang, F., C. Fang-min, and Z. Guo-ping. 2007. Difference in grain yield and quality among tillers in rice genotypes differing in tillering capacity. Rice Sci. 14(2):135–140.
- Wang, W., G. Li, J. Zhao, H. Chu, and W. Lin. 2014. DWARF TILLER1, a WUSCHEL-related homeobox transcription factor, is required for tiller growth in rice. PLoS Genet 10(3):e1004154.
-