

Penampilan Galur Harapan Mutan Dihaploid Padi Tipe Baru di Sulawesi Selatan

Performance of Dihaploid Mutant Advanced Lines of New Plant Type of Rice in South Sulawesi

Iswari Saraswati Dewi*, Endang Gati Lestari, Chaerani, dan Rossa Yunita

Balai Besar Bioteknologi dan Sumberdaya Genetika Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 3A Bogor 16111, Indonesia

Diterima 6 Januari 2015/Disetujui 9 Juni 2015

ABSTRACT

South Sulawesi is known as one of national rice production centers. However, average productivity of rice varieties planted in that area (4.43 ton ha⁻¹) is lower than those of rice productivity in Java (5.25 ton ha⁻¹). The aims of this research were to evaluate agronomic characters and adaptation of 7 dihaploid mutant advanced lines of new plant type (DH-NPT) of rice at several locations in South Sulawesi. The research was conducted in 2012 at Maros, Gowa, Barru, and Pangkep. The experiments were conducted in randomized complete block design with 3 replications nested in locations. Treatment consisted of 7 DH-NPT of rice, i.e., BIO-MF115, BIO-MF116, BIO-MF125, BIO-MF130, BIO-MF133, BIO-MF151, BIO-MF153, and control varieties i.e., Fatmawati, Ciherang, and Inpari13. The results indicated that in general the lines had medium height (102.77-110.23 cm), moderate productive tiller (9-16 tiller per hill), moderate days to flower (50%), i.e., 73-76 days after sowing (DAS), earlier days to harvest (103-110 DAS), moderate panicle length (28.35-29.31 cm), large number of grain per panicle (> 250 grains) with moderate panicle fertility (63-70%), moderate 1,000 grain weight, i.e., 26.51-27.75 g, and high yield (7.51-8.09 ton ha⁻¹). Four lines, i.e., BIO-MF116, BIO-MF130, BIO-MF151, and BIO-MF153 were stable and had wide adaptability. Other lines, i.e., BIO-MF125 and BIO-MF133 were sensitive to environmental changes, therefore they were classified as specifically adapted to favorable environment; while BIO-MF115 was not sensitive to environmental changes, and therefore it was adapted to non-favorable environment.

Keywords: adaptation, agronomic characters, rice mutant

ABSTRAK

Sulawesi Selatan adalah salah satu lumbung padi nasional, namun produktivitas rata-rata varietas padi yang ditanam (4.43 ton ha⁻¹) masih lebih rendah dibandingkan rata-rata produktivitas padi di Pulau Jawa (5.25 ton ha⁻¹). Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi keragaan agronomi dan adaptasi 7 galur harapan mutan dihaploid padi tipe baru (DH PTB) di Sulawesi Selatan. Pengujian dilakukan pada tahun 2012 di 4 lokasi, yaitu di Maros, Gowa, Barru, dan Pangkep dengan menggunakan desain rancangan kelompok lengkap teracak dan 3 ulangan yang tersarang di lokasi uji. Perlakuan adalah 7 galur padi mutan DH PTB, yaitu BIO-MF115, BIO-MF116, BIO-MF125, BIO-MF130, BIO-MF133, BIO-MF151, dan BIO-MF153, serta 3 varietas pembanding, yaitu Fatmawati, Ciherang, dan Inpari13. Hasil penelitian menunjukkan semua galur memiliki tipe tinggi tanaman sedang (102.77-110.23cm), anakan produktif sedang (9-16 anakan per rumpun), umur 50% berbunga sedang (73-76 hari setelah semai (HSS)), umur panen genjah (103-110 HSS), panjang malai sedang (28.35-29.31 cm), jumlah biji per malai banyak (>250 biji) dengan fertilitas malai sedang (63-70%), bobot 1,000 biji moderat (26.51-27.75 g), dan produksi tinggi (7.51-8.09 ton ha⁻¹). Empat galur, yaitu galur BIO-MF116, BIO-MF130, BIO-MF151, dan BIO-MF153 terkategori stabil dan mampu beradaptasi pada lingkungan yang luas. Galur uji lainnya, yaitu galur BIO-MF125, BIO-MF133 peka terhadap perubahan lingkungan, sehingga beradaptasi baik di lingkungan yang subur; sedangkan galur BIO-MF115 tidak sensitif pada perubahan lingkungan, sehingga mampu beradaptasi pada lingkungan kurang subur.

Kata kunci: adaptasi, karakter agronomi, mutan padi

PENDAHULUAN

Padi merupakan komponen utama dalam sistem ketahanan pangan nasional. Sulawesi Selatan sebagai pemasok beras di kawasan timur Indonesia dan salah satu

lumbung pangan nasional, mempunyai lahan sawah seluas 662,495 ha (Dinas Pertanian Sulsel, 2010). Petani di Sulawesi Selatan mudah menerima inovasi baru. Berbagai varietas unggul baru (VUB), yaitu varietas Cisadane, Way Apo Buru, IR42, Memberamo, Cisantana, Ciherang, Cigeulis, Ciliwung, IR64, Sintanur, IR66, dan Selebes di Sulawesi Selatan mempunyai penyebaran yang paling luas berkisar 2,825-196,591 ha dalam setiap musim tanam. Produktivitas

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: iswari_dewi@yahoo.com

rata-rata varietas-varietas tersebut sekitar 4.43 ton ha⁻¹ yang masih lebih rendah dibandingkan produktivitas padi, sebesar 5.25 ton ha⁻¹, di Pulau Jawa. Terjadinya kesenjangan hasil tersebut antara lain disebabkan tingginya serangan hama dan penyakit pada varietas yang ditanam petani, akibat perubahan gen pada organisme pengganggu tanaman yang mengarah pada peningkatan adaptabilitas pada varietas tersebut setelah beberapa kali penanaman varietas yang sama (Fattah *et al.*, 2010). Oleh karena itu, penggunaan padi tipe baru (PTB) diharapkan akan berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas padi di Sulawesi Selatan, karena selain potensi daya hasilnya dapat mencapai 10% lebih tinggi dibandingkan VUB, PTB juga memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap hama dan penyakit (Peng *et al.*, 2008; Dewi dan Purwoko, 2012).

Penggunaan varietas unggul berdaya hasil tinggi, tahan hama dan penyakit maupun cekaman lingkungan merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas padi (Abdullah, 2009; Utama *et al.*, 2009). Berdasarkan laporan penelitian tentang pemuliaan melalui mutasi diketahui telah banyak diperoleh mutan-mutan yang berumur lebih pendek serta lebih tahan terhadap kendala biotik-abiotik dibandingkan induk, tetapi masih tetap dapat mempertahankan karakter unggul seperti daya hasil, rasa, dan kualitas seperti tanaman induknya (Ahloowalia dan Maluszynski, 2001; Lestari *et al.*, 2006; Waugh *et al.*, 2006). BATAN Jakarta telah berhasil melepas varietas unggul padi hasil iradiasi, antara lain varietas Atomita 1 tahun 1982, Atomita 2 tahun 1983, Atomita 3 tahun 1990, Atomita 4 tahun 1991, Situgitung tahun 1992, Cilosari tahun 1996, Woyla dan Meraoke tahun 2001, Kahayan, Winongo, dan Diah Suci (Soeranto, 2003).

Padi tipe baru adalah modifikasi tipe tanaman padi yang memiliki kemampuan menghasilkan bahan kering tanaman dan indeks panen yang tinggi (Peng *et al.*, 2008). PTB tidak berbeda dengan varietas inbrida yang sudah biasa ditanam petani, tetapi potensi produksinya lebih unggul karena dirakit dengan mengkombinasikan sifat khusus yang mendukung fotosintesis, pertumbuhan, dan produksi biji. Fatmawati adalah satu-satunya varietas padi sawah unggul tipe baru yang telah dilepas akhir tahun 2003 (Abdullah *et al.*, 2005). Varietas Fatmawati agak tahan terhadap wereng batang coklat biotipe 2 dan 3, tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri strain III, dan agak tahan terhadap strain IV, namun tidak tahan terhadap penyakit blas yang saat ini sudah mulai menyerang pertanaman padi sawah (Suprihatno *et al.*, 2011).

Penelitian induksi mutasi dengan menggunakan sinar gamma pada kisaran 1,000-5,000 rad telah dilakukan pada varietas Fatmawati untuk mendapatkan varietas PTB yang tetap berumur genjah namun lebih tahan terhadap kendala biotik-abiotik. Galur-galur mutan selanjutnya difiksasi melalui teknik kultur antera, sehingga diperoleh 119 galur mutan dihaploid (DH) atau galur murni yang bersifat *homozygous*. Galur-galur mutan DH tersebut telah diseleksi berdasarkan karakter agronomi PTB seperti yang dilakukan oleh Herawati *et al.* (2010) dan ketahanannya terhadap hama penyakit (Lestari *et al.*, 2010a). Berdasarkan observasi daya

hasil, uji daya hasil pendahuluan, dan uji daya hasil lanjutan telah diperoleh 7 galur harapan mutan DH PTB, yaitu BIO-MF115, BIO-MF116, BIO-MF125, BIO-MF130, BIO-MF133, BIO-MF151, dan BIO-MF153 yang mempunyai ketahanan lebih baik terhadap penyakit blas dibandingkan Fatmawati (Lestari *et al.*, 2013). Galur-galur tersebut perlu diuji daya adaptasi dan hasilnya di beberapa lokasi untuk mendukung produktivitas padi di Sulawesi Selatan.

Pengujian di berbagai lokasi penting dilakukan karena tanggap genotipe tidak sama terhadap lingkungan tumbuhnya (Satoto *et al.*, 2009; Aryana, 2009; Lestari *et al.*, 2010b). Kondisi tersebut menyebabkan perlu pengujian lebih lanjut berupa analisis stabilitas untuk menentukan genotipe, galur, atau varietas yang lebih tepat ditanam di suatu lingkungan tertentu atau ditanam pada lingkungan yang lebih luas (Cooper *et al.*, 1996; Blanche *et al.*, 2009). Analisis stabilitas Finlay dan Wilkinson (1963) merupakan suatu metode pengukuran stabilitas yang didasarkan pada koefisien regresi (nilai b_i) antara hasil rata-rata suatu genotipe dengan rata-rata umum semua genotipe yang diuji di semua lingkungan pengujian. Analisis ini dapat menjelaskan fenomena stabilitas dan adaptabilitas suatu genotipe. Berdasarkan metode stabilitas Finlay dan Wilkinson, koefisien regresi setara dengan satu (nilai $b_i = 1.0$) ditetapkan sebagai stabilitas standar. Peningkatan nilai koefisien regresi (nilai $b_i > 1$) menunjukkan penurunan dalam kemampuan adaptasi tanaman terhadap lingkungan, sedangkan penurunan koefisien regresi (nilai $b_i < 1$) menunjukkan peningkatan dalam kemampuan adaptasi tanaman terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keragaan agronomi dan adaptasi 7 galur harapan mutan dihaploid padi tipe baru (DH PTB) di empat lokasi di Sulawesi Selatan agar dapat diseleksi galur-galur yang memiliki adaptasi luas atau memiliki adaptasi khusus dengan keragaan agronomi baik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2012 di Sulawesi Selatan, yaitu di Barru, Gowa, Maros, dan Pangkep. Semua lokasi penelitian terletak di zona iklim sektor barat pada wilayah Sulawesi Selatan yang mempunyai topografi lahan datar dengan suhu rata-rata harian 26.8 °C, kelembaban udara 81.9%, dan curah hujan rata-rata bulanan 289 mm. Pelaksanaan percobaan menggunakan desain rancangan kelompok lengkap teracak dengan 10 perlakuan dan 3 ulangan yang tersarang di lokasi uji, sehingga seluruhnya terdapat 30 petak satuan percobaan yang berukuran 4 m x 5 m. Perlakuan adalah genotipe padi yang terdiri atas 7 galur harapan mutan DH PTB, yaitu BIO-MF115, BIO-MF116, BIO-MF125, BIO-MF130, BIO-MF133, BIO-MF151, dan BIO-MF153, serta tiga varietas pembanding, yaitu Fatmawati (cek terhadap induk mutan DH PTB), Ciherang, dan Inpari13 (cek terhadap varietas yang sudah beradaptasi baik di Sulawesi Selatan). Penanaman dilakukan dengan menanam satu bibit umur 21 hari setelah semai (HSS) per lubang dengan jarak tanam antar baris 20 cm dan dalam baris 20 cm. Pemupukan

diberikan dengan dosis 200 kg Urea ha⁻¹, 200 kg SP18 ha⁻¹, dan 100 kg KCl ha⁻¹. Setengah dosis pupuk Urea, seluruh pupuk SP18 dan KCl diberikan seluruhnya pada satu hari sebelum tanam sebagai pupuk dasar, sedangkan sisa pupuk Urea diberikan pada saat tanaman berumur 60 HSS. Pemeliharaan tanaman dan pengendalian serangan hama dan penyakit dilakukan sesuai keperluan. Pengamatan dilakukan terhadap 5 rumpun tanaman per satuan percobaan meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah, dan bobot 1,000 butir gabah. Umur berbunga 50%, umur panen, dan hasil gabah kering giling diamati per petak. Data dianalisis menggunakan sidik ragam dan jika pengaruh antar perlakuan nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf beda nyata 5% (Gomez dan Gomez, 1984). Analisis uji adaptasi dan uji stabilitas hasil dilaksanakan berdasarkan metode Finlay and Wilkinson (1963) untuk data GKG per hektar (kadar air 14%) menggunakan perangkat lunak SAS versi 9.0 (Hussein *et al.*, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan Agronomi Galur Mutan DH PTB

Besar kecilnya pengaruh interaksi genotipe dengan lingkungan tumbuh terhadap keragaan fenotipe sangat tergantung pada keragaman genotipe dan kompleksitas lingkungan yang mempengaruhinya (Baihaki dan Wicaksana, 2005). Rataan tinggi galur mutan DH PTB berkisar antara 102.77-110.23 cm, sedangkan tinggi tanaman pembanding sekitar 108 cm (Tabel 1). Berdasarkan ukuran tinggi tanaman, enam galur termasuk kategori pendek (<110 cm) kecuali BIO-MF125 (110.23 cm), sehingga semua galur yang diuji memenuhi kriteria varietas unggul padi sawah, yang termasuk kategori sedang (90-125 cm) (Abdullah *et al.*, 2005). Tinggi tanaman sangat berhubungan dengan

tingkat kerebahan dan kemudahan saat memanen, sehingga merupakan salah satu karakter penting dalam mempengaruhi tingkat penerimaan petani terhadap varietas baru. Umumnya petani kurang menyenangi varietas yang berpostur tinggi karena rentan rebah, sedangkan varietas berpostur terlalu pendek (< 80 cm) seringkali menyulitkan ketika panen (Dewi *et al.*, 2009).

Semua anakan ketujuh galur mutan DH PTB yang diuji adalah anakan produktif dengan jumlah anakan yang sama dengan PTB induknya, yaitu varietas Fatmawati (Tabel 2). Jumlah anakan produktif galur-galur tersebut di 4 lokasi berkisar antara 9-16 anakan produktif per rumpun, sementara untuk varietas pembanding lainnya, yaitu Ciherang dan Inpari13, berkisar antara 13-19 anakan produktif per rumpun. Ciherang dan Inpari13 adalah VUB dengan jumlah anakan yang banyak (>22 anakan per rumpun) walaupun tidak semuanya produktif, sedangkan Fatmawati yang merupakan induk dari semua galur yang diuji adalah padi tipe baru yang memiliki jumlah anakan tipe sedang dan semuanya produktif (Abdullah *et al.*, 2005; Suprihatno *et al.*, 2011).

Umur berbunga dan umur panen ditetapkan menurut jumlah hari setelah semai (HSS). Zen (1995) menyatakan bahwa umur berbunga dan umur panen memiliki nilai heritabilitas yang tinggi, sehingga umur berbunga dan panen lebih dominan dipengaruhi oleh faktor genetik. Rataan umur berbunga 50% galur DH PTB yang diuji berkisar antara 73-76 HSS (Tabel 3). Varietas Inpari13 menunjukkan umur berbunga 50% paling cepat diantara ketiga pembanding yang digunakan yaitu 71 HSS. Beberapa galur DH PTB di beberapa lokasi uji memiliki umur berbunga 50% yang tidak berbeda dibandingkan dengan Inpari13 (Tabel 3).

Menurut Yang *et al.* (2008) hasil panen padi berkorelasi positif dengan periode pengisian biji setelah tanaman berbunga 50%, karena tanaman harus mengakumulasi pertumbuhan vegetatif yang cukup untuk mendukung

Tabel 1. Tinggi tanaman (cm) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	102.73ab	104.87c	106.80c	96.67b	102.77
2	BIO-MF116	106.13ab	113.33a	111.67abc	101.87ab	108.25
3	BIO-MF125	106.93ab	111.80ab	116.80a	105.40 a	110.23
4	BIO-MF130	108.27a	106.07bc	116.33ab	101.53ab	108.05
5	BIO-MF133	103.27ab	106.93abc	114.33ab	102.27ab	106.70
6	BIO-MF151	102.13ab	104.40c	110.53bc	99.80ab	104.22
7	BIO-MF153	99.90b	105.33bc	111.93abc	98.60ab	103.94
8	Fatmawati	108.20a	105.33bc	111.80abc	101.73ab	106.77
9	Ciherang	108.67a	106.73abc	112.20abc	103.53ab	107.83
10	Inpari13	107.20a	104.20c	114.47ab	103.47ab	107.33
Rata-rata		105.36	106.90	112.69	101.49	106.61
KK (%)		3.94	3.77	3.02	4.84	
BNT (5%)		7.11	6.91	5.84	8.43	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Tabel 2. Jumlah anakan produktif (anakan per rumpun) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	13.3c	12.4a	10.9b	9.1b	11.4
2	BIO-MF116	11.1c	15.7a	10.3b	8.5b	11.4
3	BIO-MF125	11.5c	12.9a	11.1b	9.0b	11.1
4	BIO-MF130	13.0c	12.7a	9.1b	9.2b	11.0
5	BIO-MF133	14.1bc	12.3a	9.9b	9.1b	11.4
6	BIO-MF151	12.5c	13.2a	11.1b	8.5b	11.3
7	BIO-MF153	12.3c	12.7a	10.2b	10.0b	11.3
8	Fatmawati	12.7c	11.7a	10.4b	9.5b	10.6
9	Ciherang	17.7a	13.7a	18.5a	14.5a	15.9
10	Inpari13	16.2ab	12.6a	16.4a	12.5a	14.4
Rata-rata		13.2	13.0	11.8	9.9	12.0
KK (%)		14.0	21.6	11.6	12.1	
BNT (5%)		3.2	4.8	2.3	2.0	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Tabel 3. Umur berbunga 50% (hari setelah semai) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	71.0c	74.7c	75.0cde	72.3c	73.3
2	BIO-MF116	77.7ab	77.3ab	77.3b	74.3b	76.4
3	BIO-MF125	77.7ab	77.3ab	75.7bcde	74.3b	76.0
4	BIO-MF130	78.3ab	76.7abc	76.0bcd	74.0b	76.3
5	BIO-MF133	77.3ab	76.7abc	77.0b	73.7b	76.2
6	BIO-MF151	76.3ab	77.3ab	77.0b	74.3b	76.3
7	BIO-MF153	79.0a	75.7abc	76.7bc	70.7d	75.5
8	Fatmawati	75.0b	76.3abc	74.7de	71.7c	74.4
9	Ciherang	66.0d	77.7a	79.3a	75.7a	74.7
10	Inpari13	68.0cd	75.0bc	74.0e	68.0e	71.3
Rata-rata		74.4	76.5	76.3	72.9	75.0
KK (%)		2.7	1.9	1.4	0.7	
BNT (5%)		3.4	2.5	2.1	1.8	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

fase reproduktifnya. Menurut Cho *et al.* (1988) lamanya pengisian biji umumnya berkisar 5-20 hari yang selanjutnya diikuti fase pematangan sekitar 20 hari, sehingga diperkirakan umur panen berkisar antara 25 sampai dengan 40 hari setelah berbunga. Hal ini juga tampak pada rata-rata umur panen galur-galur yang diuji yaitu berkisar 103-110 HSS (Tabel 4). Berdasarkan pengelompokan umur panen (UP) yang telah dilakukan oleh Balai Besar Penelitian Padi (Suprihatno *et al.*, 2011), semua galur yang diuji termasuk berumur genjah ($104 < UP \leq 124$ HSS).

Semua galur mutan DH PTB yang diuji memiliki malai yang lebih panjang (> 28 cm) dibandingkan kedua pembanding VUB, yaitu Ciherang dan Inpari13, tetapi

sama dengan Fatmawati (Tabel 5). Rusdiansyah (2006) mengelompokkan panjang malai dalam tiga kelompok, yaitu pendek (≤ 20 cm), sedang (20-30 cm), dan panjang (> 30 cm). Berdasarkan kriteria tersebut, semua galur yang diuji memiliki panjang malai sedang.

Gabah merupakan komponen hasil yang terpenting pada tanaman padi, karena itu jumlah gabah isi dan gabah hampa per malai merupakan karakter agronomi yang pertama kali diseleksi (Dewi *et al.*, 2009). Semua galur uji dan Fatmawati, sesuai kriteria PTB (Peng *et al.*, 2008) mempunyai jumlah gabah banyak, yaitu > 250 butir per malai, sedangkan kedua pembanding VUB, yaitu Ciherang dan Inpari13, mempunyai sekitar 150 butir per malai

Tabel 4. Umur panen (hari setelah semai) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	96.0e	105.5b	110.3b	100.0b	102.8
2	BIO-MF116	105.0cd	106.0ab	113.0a	102.7ab	106.8
3	BIO-MF125	106.7cd	106.8ab	112.7a	104.3a	107.6
4	BIO-MF130	110.0ab	107.0ab	112.3a	104.3a	108.4
5	BIO-MF133	108.3bc	106.3ab	113.0a	102.7ab	107.6
6	BIO-MF151	113.0a	107.0a	112.3a	105.0a	109.5
7	BIO-MF153	113.0a	106.3ab	112.3a	103.7a	108.7
8	Fatmawati	110.3ab	106.5ab	112.3a	102.7ab	107.7
9	Ciherang	110.0ab	107.5a	11.03a	104.7a	108.8
10	Inpari13	104.0d	105.3b	108.7b	100.0b	104.3
Rata-rata		107.6	106.3	112.0	103.0	107.2
KK (%)		2.3	1.4	1.0	1.6	
BNT (5%)		4.2	2.6	1.9	2.8	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Tabel 5. Panjang malai (cm) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	29.45a	26.96bc	29.66bc	27.32a	28.35
2	BIO-MF116	29.60a	27.27b	28.67cd	28.04ab	28.39
3	BIO-MF125	29.12a	26.73bcd	30.40ab	28.90ab	28.78
4	BIO-MF130	29.73a	27.72ab	31.22a	28.51abc	29.30
5	BIO-MF133	29.65a	27.18bc	29.80abc	28.60abc	28.81
6	BIO-MF151	29.58a	30.61a	29.30bc	27.73abc	29.31
7	BIO-MF153	29.18a	27.97ab	29.14bc	27.59bc	28.47
8	Fatmawati	29.65a	27.30b	29.50bc	28.44c	28.72
9	Ciherang	25.12b	23.95d	24.88e	24.52d	24.62
10	Inpari 13	25.22b	24.34cd	27.25d	25.61d	25.61
Rata-rata		28.63	27.00	28.98	27.53	28.03
KK (%)		2.11	6.38	3.14	2.51	
BNT (5%)		1.04	2.91	1.56	1.19	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

(Tabel 6). Butir gabah yang banyak tersebut diakomodasi oleh malai yang lebih panjang pada galur-galur mutan DH PTB dibandingkan VUB (Tabel 5).

Hasil penghitungan jumlah gabah isi menunjukkan terdapat lima galur uji yang mempunyai rataan gabah isi berkisar 163.5-177.3 butir per malai, sedangkan dua galur uji lainnya (BIO-MF115 dan BIO-MF116) mempunyai gabah isi > 180 butir per malai (Tabel 7). Persentase gabah isi menunjukkan tingkat fertilitas malai yang dihitung berdasarkan jumlah gabah total per malai (Dewi *et al.*, 2009). Jumlah gabah isi mendukung potensi hasil padi, sehingga semakin tinggi fertilitas malai yang ditunjukkan oleh persentase gabah isi akan lebih berpeluang memberikan hasil yang tinggi (Hairmansis *et al.*, 2010). Tabel 7 menunjukkan

bahwa galur-galur yang diuji mempunyai tingkat fertilitas malai lebih rendah (63-70%), dibandingkan VUB Ciherang (82.3%) dan Inpari13 (75.4%).

Indeks lingkungan untuk persentase karakter gabah hampa tertinggi adalah di lokasi Barru dan Pangkep (Tabel 8). Hal itu terutama disebabkan oleh serangan hama penggerek batang. Terganggunya pengisian biji (beluk) akibat serangan hama penggerek batang secara sporadis pada saat pengujian, menyebabkan pengisian gabah tidak optimum. Berdasarkan jumlah gabah total per malai, persentase gabah hampa adalah sekitar 30-37% untuk galur-galur yang diuji (Tabel 8). Serangan hama penggerek batang sulit dikendalikan terutama jika serangga sudah menaruh telurnya di batang padi (Hendarsih dan Usyati, 2005). Pada

Tabel 6. Jumlah gabah total (butir per malai) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	302.5b	227.5b	256.4a	251.6b	259.5
2	BIO-MF116	340.6a	239.4ab	221.7a	272.1ab	268.5
3	BIO-MF125	283.4bc	230.3b	244.8a	296.5a	263.8
4	BIO-MF130	274.2c	256.0ab	245.3a	277.1a	263.2
5	BIO-MF133	279.4bc	243.8ab	234.5a	281.0a	259.7
6	BIO-MF151	296.5bc	247.4ab	242.4a	272.4a	264.7
7	BIO-MF153	298.4bc	270.7a	237.8a	276.4ab	270.8
8	Fatmawati	301.9b	233.2ab	247.9a	291.3a	268.6
9	Ciherang	155.8d	131.7c	141.3b	138.6d	141.9
10	Inpari13	163.4d	154.0c	156.1b	166.5c	160.0
Rata-rata		269.6	223.4	222.8	252.3	242.1
KK (%)		5.7	10.4	9.7	5.8	
BNT (5%)		26.5	39.9	37.0	13.5	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Tabel 7. Jumlah gabah isi (butir per malai) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	162.4b (53.7)	193.2a (84.9)	216.3a (84.4)	153.5c (61.0)	181.4 (69.9)
2	BIO-MF116	205.3a (60.3)	199.5a (83.3)	187.2ab (84.4)	159.8abc (58.7)	188.0 (70.0)
3	BIO-MF125	130.7cde (46.1)	193.0a (83.8)	198.1ab (80.9)	177.3ab (59.8)	174.8 (66.3)
4	BIO-MF130	135.1bcd (49.3)	211.6a (82.7)	190.6ab (77.7)	157.3bc (56.8)	173.7 (66.0)
5	BIO-MF133	120.3de (43.1)	192.7a (79.0)	186.8ab (79.7)	154.1bc (54.8)	163.5 (63.0)
6	BIO-MF151	161.6b (54.5)	203.9a (82.4)	191.1ab (78.8)	147.6c (54.2)	176.1 (66.5)
7	BIO-MF153	149.1bcd (50.0)	219.5a (81.1)	184.0b (77.4)	156.8bc (56.7)	177.4 (65.5)
8	Fatmawati	152.4bcd (50.5)	193.5a (83.0)	203.4ab (82.0)	181.9a (62.4)	182.8 (68.1)
9	Ciherang	104.3ef (66.9)	126.8b (96.3)	132.4c (93.7)	103.3d (74.5)	116.7 (82.3)
10	Inpari13	89.0f (54.5)	142.1b (92.3)	136.5c (87.4)	115.1d (69.1)	120.7 (75.4)
Rata-rata		141.0 (52.3)	187.6 (84.0)	182.6 (82.0)	150.7 (59.7)	165.5 (68.4)
KK (%)		12.0	11.4	10.0	9.4	
BNT (5%)		28.9	36.7	31.2	24.0	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%. Angka di dalam kurung adalah persentase dari peubah tersebut

saat penelitian, serangan hama penggerek batang di semua lokasi uji lebih sedikit ($\pm 5\%$) pada Ciherang dan Inpari13 yang mempunyai diameter batang lebih kecil dibandingkan Fatmawati dan semua galur yang diuji.

Bobot 1,000 butir gabah merupakan salah satu komponen hasil terpenting setelah jumlah gabah isi, kerapatan gabah pada malai, dan panjang malai (Dewi *et al.*, 2009). Bobot 1,000 butir gabah berkorelasi positif dengan ukuran gabah, yaitu panjang, lebar, dan ketebalannya serta pengisian gabah (Kato, 2010; Liu *et al.*, 2010). Galur-galur mutan DH PTB yang diuji mempunyai ukuran gabah sedang dengan rata-rata bobot 1,000 butir gabah berkisar 26.51-27.75 g (Tabel 9).

Hasil gabah kering giling (GKG) galur mutan DH PTB disajikan pada Tabel 10. Galur-galur yang menghasilkan gabah kering giling tertinggi berbeda di tiap lokasi. Galur BIO-MF115, BIO-MF116, BIO-MF133 dan BIO-MF125 berturut-turut menghasilkan gabah kering giling tertinggi di Barru, Gowa, Maros, dan Pangkep. Umumnya semua galur mampu menghasilkan rata-rata gabah kering giling lebih dari 7.50 ton ha⁻¹ di semua lokasi uji. Produksi semua galur yang diuji di Gowa dan Maros yang mempunyai indeks lingkungan tinggi untuk karakter hasil dapat mencapai > 8.0 ton GKG per hektar.

Tabel 8. Jumlah gabah hampa (butir per malai) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	140.1ab (46.3)	34.3b (15.1)	40.1b (15.6)	99.0b (39.0)	78.2 (30.1)
2	BIO-MF116	135.3b (39.7)	39.9b (16.7)	34.5bc (15.6)	112.3ab(41.3)	80.5 (30.0)
3	BIO-MF125	152.7ab (53.9)	37.3b (16.2)	46.7a (19.1)	119.2ab(40.2)	89.0 (33.7)
4	BIO-MF130	139.1b (50.7)	44.4ab (17.3)	54.7a (22.3)	119.8ab(43.2)	89.5 (34.0)
5	BIO-MF133	159.1a (56.9)	51.1a (21.0)	47.7a (20.3)	126.9a (45.2)	96.2 (37.0)
6	BIO-MF151	134.9b (45.5)	43.5ab (17.6)	51.3a (21.2)	124.8a (45.8)	88.6 (33.5)
7	BIO-MF153	149.3ab (50.0)	51.2a (18.9)	53.8a (22.5)	119.6ab(43.3)	93.5 (34.5)
8	Fatmawati	149.5ab (49.5)	39.7b (17.0)	44.5ab (18.0)	109.4ab(37.6)	85.8 (31.9)
9	Ciherang	51.5d (33.1)	4.9c (3.7)	8.9d (6.3)	35.3c (25.5)	25.2 (17.7)
10	Inpari13	74.4c (45.4)	11.9c (7.7)	19.6c (12.6)	51.4c (30.9)	39.3 (24.6)
Rata-rata		128.6 (47.7)	35.8 (16.0)	40.2 (18.0)	101.6 (40.3)	76.6 (31.6)
KK (%)		9.0	16.7	26.7	14.2	
BNT (5%)		19.9	10.3	18.4	24.7	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%. Angka di dalam kurung adalah persentase dari peubah tersebut

Tabel 9. Bobot 1,000 butir (g) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	26.67ab	27.73c	27.83a	28.77a	27.75
2	BIO-MF116	27.33a	27.68c	28.08a	27.86cd	27.74
3	BIO-MF125	26.33abc	28.00c	27.92a	28.61ab	27.72
4	BIO-MF130	25.33bc	28.85a	28.41a	28.11bc	27.68
5	BIO-MF133	26.67ab	28.14bc	28.25a	25.21f	27.07
6	BIO-MF151	26.00abc	27.03d	26.39c	26.64e	26.51
7	BIO-MF153	26.33abc	26.92d	26.60bc	27.98cd	26.96
8	Fatmawati	27.33a	28.56ab	28.40a	28.53ab	28.21
9	Ciherang	25.67bc	26.09e	26.48bc	27.38d	26.40
10	Inpari13	26.67b	26.65d	27.53ab	27.88cd	27.18
Rata-rata		26.43	27.56	27.59	27.69	27.32
KK (%)		2.81	1.17	2.26	1.32	
BNT (5%)		1.27	0.55	1.07	0.63	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Stabilitas dan Adaptasi Galur Mutan DH PTB

Sidik ragam gabungan menunjukkan tidak ada interaksi antara genotipe dan lingkungan terhadap hasil (Tabel 10). Namun dari sidik ragam diketahui bahwa genotipe dan lingkungan sebagai faktor tunggal masing-masing berpengaruh nyata terhadap hasil. Hal ini ditunjukkan oleh terjadinya pemingkatan produktivitas pada galur yang berbeda di setiap lokasi pengujian (Tabel 11).

Koefisien regresi (b_1) antara hasil rata-rata suatu galur DH PTB dengan rata-rata umum semua galur DH PTB yang diuji pada ke empat lingkungan pengujian disajikan pada Tabel 12. Hasil penelitian menunjukkan 50% galur uji

Tabel 10. Sidik ragam gabungan hasil GKG galur mutan dihaploid PTB di 4 lokasi di Sulawesi Selatan

Sumber	DB	KT	Nilai F
Lingkungan	3	60.527	20.24**
Ulangan (Lingkungan)	8	7.974	2.29*
Genotipe	9	9.248	2.36*
Genotipe x Lingkungan	27	18.837	1.6
Galat	72	31.351	
Total	119	127.937	

Keterangan: ** Berbeda sangat nyata ($P < 0.01$); * Berbeda nyata ($P < 0.05$)

Tabel 11. Hasil GKG (ton ha⁻¹) galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Barru	Gowa	Maros	Pangkep	Rata-rata
1	BIO-MF115	6.95a	8.72b	8.65abc	7.29c	7.90
2	BIO-MF116	6.10bcd	9.03ab	8.05bc	7.30c	7.62
3	BIO-MF125	5.35d	8.79b	8.65abc	8.99c	7.94
4	BIO-MF130	6.15bc	8.63b	8.93abc	7.47c	7.79
5	BIO-MF133	5.90cd	8.88ab	10.05ab	7.52c	8.09
6	BIO-MF151	5.67cd	8.77b	8.19abc	7.42c	7.51
7	BIO-MF153	5.91cd	8.47b	8.57abc	7.79abc	7.69
8	Fatmawati	5.90cd	8.43b	9.00abc	7.67bc	7.75
9	Ciherang	5.99cd	10.21a	11.06a	8.89ab	9.04
10	Inpari13	6.85ab	8.73b	6.11c	7.91abc	7.40
Rata-rata		6.08	8.86	8.73	7.83	7.87
KK (%)		7.39	9.09	19.48	9.15	
BNT (5%)		0.49	0.88	1.87	0.79	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Tabel 12. Hasil analisis stabilitas galur mutan DH PTB pada empat lokasi di Sulawesi Selatan

No.	Genotipe	Koefisien regresi (b _i)	Keterangan
1	BIO-MF115	0.65*	Tidak peka terhadap perubahan lingkungan, adaptasi meningkat pada lingkungan yang tidak menguntungkan (<i>non-favorable</i>)
2.	BIO-MF116	0.91tn	Stabil
3	BIO-MF125	1.23*	Peka terhadap perubahan lingkungan dan adaptasi menurun pada lingkungan tertentu atau beradaptasi khusus pada lingkungan yang menguntungkan (<i>favorable</i>) saja.
4	BIO-MF130	0.97 tn	Stabil
5	BIO-MF133	1.30*	Peka terhadap perubahan lingkungan dan adaptasi menurun pada lingkungan tertentu atau beradaptasi khusus pada lingkungan yang menguntungkan (<i>favorable</i>) saja.
6	BIO-MF151	1.04 tn	Stabil
7	BIO-MF153	0.95 tn	Stabil
8	Fatmawati	1.03 tn	Stabil
9	Ciherang	1.70*	Peka terhadap perubahan lingkungan dan adaptasi menurun pada lingkungan tertentu atau beradaptasi khusus pada lingkungan yang menguntungkan (<i>favorable</i>) saja.
10	Inpari13	0.24*	Tidak peka terhadap perubahan lingkungan, adaptasi meningkat pada lingkungan yang tidak menguntungkan (<i>non-favorable</i>)

Keterangan: b_i =Koefisien regresi genotipe; * = berbeda nyata dengan 1; tn = tidak berbeda nyata dengan 1

dan salah satu varietas pembanding memiliki nilai b_i yang tidak berbeda nyata dengan 1, yaitu galur BIO-MF116, BIO-MF130, BIO-MF151, dan BIO-MF153 serta varietas Fatmawati (Tabel 12). Menurut Finlay dan Wilkinson (1963) galur-galur tersebut dapat dikelompokkan sebagai genotipe yang stabil dan mampu beradaptasi luas di berbagai lokasi. Perubahan lingkungan hanya akan menyebabkan perubahan hasil yang tidak nyata pada genotipe yang stabil (Lestari *et al.*, 2010b).

Nilai koefisien regresi yang lebih tinggi atau lebih rendah (b_i>1 dan b_i<1) tidak menunjukkan suatu genotipe lebih stabil dibandingkan dengan yang memiliki nilai b_i=1,

tetapi tetap dapat menunjukkan pola tingkat adaptabilitas dari genotipe tersebut (Finlay dan Wilkinson, 1963). Genotipe yang memiliki nilai b_i>1 merupakan genotipe yang peka terhadap perubahan lingkungan dan menurun adaptabilitasnya terhadap lingkungan tertentu atau beradaptasi khusus pada lingkungan yang menguntungkan (*favorable*) saja. Pada penelitian ini, genotipe tersebut adalah galur BIO-MF125, BIO-MF133, dan varietas Ciherang (Tabel 12). Gowa dan Maros mempunyai indeks lingkungan yang tinggi untuk karakter hasil. Oleh karena itu, galur BIO-MF125 dan BIO-MF133 serta varietas Ciherang yang terkategori beradaptasi khusus tersebut mampu berproduksi

tinggi dengan menghasilkan gabah kering giling berturut-turut 8.79 ton ha⁻¹, 8.88 ton ha⁻¹, dan 10.21 ton ha⁻¹ di Gowa serta 8.65 ton ha⁻¹, 10.05 ton ha⁻¹, dan 11.06 ton ha⁻¹ di Maros.

Genotipe yang tidak peka terhadap perubahan lingkungan memiliki nilai $b_1 < 1$ (Finlay dan Wilkinson, 1963). Genotipe tersebut umumnya meningkat adaptabilitasnya terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan. Pada penelitian ini, genotipe tersebut adalah galur BIO-MF115 dan varietas Inpari13. Barru adalah lokasi uji dengan indeks lingkungan paling rendah untuk karakter hasil dibandingkan dengan ke tiga lokasi uji lainnya. Oleh karena itu, tampak BIO-MF115 dan Inpari13 mampu berproduksi tinggi berturut-turut 6.95 dan 6.85 ton GKG per hektar di Barru, sementara produksi enam galur uji lainnya, Fatmawati dan Ciherang hanya mencapai ≤ 6 ton GKG per hektar (Tabel 10).

KESIMPULAN

Keragaan agronomi galur mutan DH PTB yang diuji menunjukkan adanya keragaman dan memiliki ciri khas padi tipe baru. Galur mutan DH PTB yang diuji memiliki tinggi tanaman pendek (≤ 110 cm), umur berbunga 50% sedang, umur panen genjah (≤ 124 HSS), malai sedang (≤ 30 cm), jumlah gabah banyak ≥ 250 gabah per malai, fertilitas malai sedang (60-70%), serta bobot 1,000 butir gabah ± 27 g. Galur BIO-MF116, BIO-MF130, BIO-MF151, dan BIO-MF153 merupakan galur-galur stabil dan mampu beradaptasi dengan baik di semua lokasi uji dengan kisaran hasil 7.51-7.79 ton ha⁻¹. Galur BIO-MF125 dan BIO-MF133 yang peka terhadap perubahan lingkungan uji, mampu beradaptasi khusus dengan hasil berturut-turut 8.65 ton ha⁻¹ dan 10.05 ton ha⁻¹ di Maros serta 8.79 dan 8.88 ton ha⁻¹ di Gowa. Galur BIO-MF115 merupakan satu-satunya galur uji yang dapat menghasilkan > 6.5 ton ha⁻¹ di Barru yang mempunyai indeks lingkungan terendah untuk karakter hasil dibandingkan ketiga lokasi uji lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada Kementerian Riset dan Teknologi RI atas pemberian dana penelitian melalui Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perakayasa (PKPP) tahun 2012.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, B., T. Soewito, B. Kustianto, A.A. Daradjat. 2005. Pembentukan padi varietas unggul tipe baru. Penelitian Pertanian 24:1-7.

Abdullah, B. 2009. Progres of rice improvement through recurrent selection. J. Agron. Indonesia 37:188-193.

Ahloowalia, B.S., M. Maluszynski. 2001. Induced mutation -A new paradigm in plant breeding. Euphytica 118:167-173.

Aryana, I.G.P.M. 2009. Adaptasi dan stabilitas hasil galur-galur padi beras merah pada tiga lingkungan tumbuh. J. Agron. Indonesia 37:95-100.

Baihaki, A., N. Wicaksana. 2005. Interaksi genotipe x lingkungan, adaptabilitas, dalam pengembangan tanaman varietas unggul di Indonesia. Zuriat 16:1-8.

Blanche, S.B., H.S. Utomo, I. Wenefrida, G.O. Myers. 2009. Genotype x environment interactions of hybrid and varietal rice cultivars for grain yield and milling quality. Crop Sci. 49:2011-2018.

Cho, D.S., S.K. Jong, S.Y. Son, Y.K. Park. 1988. Studies on the duration and rate of grain filling in rice (*Oryza sativa* L.). II. Difference between the parts of a panicle. K. J. Crop Sci. 32:5-11.

Cooper, M., I.H. DeLacy, K.E. Basford. 1996. Relationships among analytical methods used to analyse genotypic adaptation in multi-environment trials. p. 193-224. In M. Cooper, G.L. Hammer (Eds.). Plant Adaptation and Crop Improvement. CAB International-IRRI, Manila.

Dewi, I.S., B.S. Purwoko. 2012. Kultur antera untuk percepatan perakitan varietas padi di Indonesia. J. AgroBio. 8(2):78-88.

Dewi, I.S., A.C. Trilaksana, B.S. Purwoko, Trikoesoemaningtyas. 2009. Karakterisasi galur haploid ganda hasil kultur antera padi. Bul. Plasma Nutfah 15:1-12.

Dinas Pertanian Sulsel. 2010. Luas lahan sawah menurut kabupaten/kota dan jenis pengairan di Sulawesi Selatan (ha), 2010. <http://sulsul.bps.go.id>. [8 Mei 2012].

Fattah, A., Hamka, Syafar. 2010. Respon beberapa varietas unggul baru padi sawah terhadap serangan hama utama di Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Ilmiah & Pertemuan Tahunan PEI & PFI XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan 27 Mei 2010.

Finlay, K.W., G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 14:742-754.

Gomez, K.A., A.A. Gomez. 1984. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Edisi Kedua. Sjamsudin E, Baharsjah JS (Penerjemah). UI-Press, Jakarta.

Hairmansis, A., B. Kustianto, Supartopo, Suwarno. 2010. Correlation analysis of agronomic characters and grain yield of rice for tidal swamp areas. Indonesian J. Agric. Sci. 11:11-15.

- Hendarsih, S., N. Usyati. 2005. The stem borer infestation on rice cultivars at three planting times. Indonesian J. Agric. Sci. 6:1-7.
- Herawati, R., B.S. Purwoko, I.S. Dewi. 2010. Characterization of doubled-haploid derived from anther culture for new plant type upland rice. J. Agron. Indonesia 38:177-184.
- Hussein, M.A., A. Bjornstad, A.H. Aastveit. 2000. SASG X ESTAB: A SAS program for computing genotype x environment stability statistics. Agron. J. 92:454-459.
- Kato, T. 2010. Variation and association of the traits related to grain filling in several extra-heavy panicle type rice under different environments. Plant Prod. Sci. 13:185-192.
- Lestari, E.G., I. Mariska, I. Roostika, M. Kosmiatin. 2006. Induksi mutasi dan seleksi *in vitro* menggunakan asam fusarat untuk ketahanan penyakit layu pada pisang ambon hijau. Berita Biologi 8:27-35.
- Lestari, E.G., I.S. Dewi, R. Yunita, D. Sukmadjaya. 2010a. Induksi mutasi dan keragaman somaklonal untuk meningkatkan ketahanan penyakit blas daun pada padi Fatmawati. Bul. Plasma Nutfah 16:96-102.
- Lestari, A.P., B. Abdullah, A. Junaedi, H. Aswidinnoor. 2010b. Yield stability and adaptability of aromatic new plant type (NPT) rice lines. J. Agron. Indonesia 38:199-204.
- Lestari, E.G., I.S. Dewi, R. Yunita. 2013. Perbaikan varietas Fatmawati melalui mutasi dan kultur antera. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 35:7-8.
- Liu, T., D. Shao, M.R. Kovi, Y. Xing. 2010. Mapping and validation of quantitative trait loci for spikelets per panicle and 1,000-grain weight in rice (*Oryza sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 120: 933-942.
- Peng, S., G.S. Khush, P. Virk, Q. Tang, Y. Zou. 2008. Progress in idiootype breeding to increase rice yield potential. Field Crops Res. 108:32-38.
- Rusdiansyah. 2006. Identifikasi padi gogo dan padi sawah lokal asal Kecamatan Sembakung dan Sebuku Kabupaten Nunukan. Laporan Proyek FORMACS-CARE Internasional Indonesia-Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman Samarinda. Samarinda.
- Satoto, S.T.W. Utomo, Y. Widyastuti, I.A. Rumanti. 2009. Usulan Pelepasan Padi Hibrida H45, H47, H64, H68, dan H78. Dokumen Usulan Pelepasan Varietas. Balai Besar Penelitian Padi, Kementan.
- Soeranto, H. 2003. Peran iptek nuklir dalam pemuliaan tanaman untuk mendukung industri pertanian. hal. 308-316. Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN. Yogyakarta 8 Juli 2003.
- Suprihatno, B., A.A. Daradjat, Satoto, Suwarno, E. Lubis, S.E. Baihaki, Sudir, S.D. Indrasari, I.P. Wardana, I.M.J. Mejaya. 2011. Deskripsi Varietas Tanaman Padi. Balai Besar Penelitian Padi, Kementan.
- Utama, M.Z.H., W. Haryoko, R. Munir, Sunadi. 2009. Penapisan varietas padi toleran salinitas pada lahan rawa di Kabupaten Pesisir Selatan. J. Agron. Indonesia 37:101-106.
- Waugh, R., D.J. Leader, N. McCallum, D. Caldwell. 2006. Harvesting the potential of induced biological diversity. Trends Plant Sci. 11:71-79.
- Yang, W., S. Peng, M.L. Dionisio-Sese, R.C. Laza, R.M. Visperas. 2008. Grain filling duration, a crucial determinant of genotypic variation of grain yield in field-grown tropical irrigated rice. Field Crops Res. 105:221-227.
- Zen, S. 1995. Heritabilitas, korelasi genotipik dan fenotipik karakter padi gogo. Zuriat 6:25-31.