



Panitia Acara
Semnas PBI XXI

PANIYA
Semnas Biologi (PADI) (Oryza sativa L.)
PBI XXI 26-27 November 2011
(A SARI, M.Si)

**KERAGAMAN FENOTIP GALUR-GALUR PADI (*Oryza sativa* L.)
KETURUNAN IR64 X HAWARA BUNAR GENERASI F7 PADA KONDISI
CEKAMAN ALUMINIUM¹⁾**

***Phenotypic Variation of Rice Lines Derived from a Cross between IR64 X
Hawara Bunar under Aluminum Stress¹⁾***

Miftahudin^{2,*}, Turati³, Ida Hanarida Somantri⁴, Tatik Chikmawati²

²Department of Biology, Faculty of Science and Mathematics, Bogor Agricultural
University, Bogor, Jawa barat

³Madrasah Aliah Negeri Tegal, Tegal, Jawa Tengah

⁴Balai Besar Biogen, Puslitbang Kementerian Pertanian, Bogor, Jawa Barat

ABSTRACT

Aluminum (Al) toxicity is one the most important limiting factors for upland rice growth and production in acid soils. This study was aimed to determine the phenotypic variation and to select an F7 rice Recombinant Inbreed Lines (RIL) population derived from a cross between rice var. IR64 and Hawara Bunar for Al tolerance. The experiment consisted of 300 rice lines from the F7 RIL population and 3 control varieties which were IR64 (Al-sensitive), Hawara Bunar (Al-tolerance), and Danau Gaung (Al-tolerance). The experiment was designed using Randomized Complete Block with single factor and 3 replications. The experiment carried out in 3 places, which were the laboratory, the green house and the field. The results showed that based on Relative Root Length (RRL) as a selection character, the 300 rice lines consist of 130(43%) high Al-tolerant lines, 68(22.6%) moderate Al-tolerant and 102(34%) Al-sensitive lines. The green house experiment using 50 selected rice lines that were grown in Yellow Red Podzolic acid soil selected 32 lines that were Al-tolerant with good agronomic characteristics. Among those selected lines, there were four potential lines that are tolerant to Al and acid soil and could be developed as Al-tolerant varieties that adapted to acid soil.

Keywords: *Phenotypic variation, Rice, Al-tolerance, RIL, relative root length.*

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Permintaan akan komoditas ini dari tahun ke tahun mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, yakni dengan laju pertumbuhan penduduk rata-rata 1.34% per tahun (BPS 2008). Peningkatan kemampuan pertanian kita untuk menyediakan beras cenderung menurun dengan berkurangnya luas sawah yang dapat digunakan untuk budidaya padi. Hal ini mengharuskan program peningkatan produksi padi tidak hanya didukung dengan peningkatan efisiensi teknologi produksi, tetapi juga diarahkan ke penggunaan lahan-lahan marginal seperti lahan masam. Dari luas total daratan Indonesia, sekitar 47.6 juta ha (32.4%) merupakan lahan kering yang

¹Paper disajikan pada Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia ke XXI, 26-27 November 2011

*Autor untuk korespondensi: email: miftahudinm@yahoo.com

umumnya didominasi oleh tanah masam Podzolik Merah Kuning (Karama & Abdurrachman 1993). Kendala utama yang dihadapi dalam pemanfaatan tanah masam untuk produksi tanaman adalah pH rendah dan kandungan Al tinggi (Kochian 1995). Kelarutan Al yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan fungsi akar yang selanjutnya dapat menurunkan produksi (Kochian 1995). Keracunan Al mampu menurunkan produksi tanaman 25% sampai dengan 85% (Herrera Estrella 2003).

Penanggulangan masalah pada tanah masam tersebut dapat dilakukan dengan cara memperbaiki pH tanah melalui pengapuran, tetapi langkah ini kurang efisien. Pendekatan lain yang lebih efisien adalah dengan menggunakan varietas tanaman yang mampu beradaptasi terhadap tanah masam dan cekaman Al. Upaya perakitan varietas padi di Indonesia ditujukan untuk menciptakan varietas yang berdaya hasil tinggi dan sesuai dengan kondisi ekosistem, serta preferensi masyarakat. Varietas unggul dapat dibuat dengan menyilangkan dua genotipe padi yang berbeda seperti varietas IR64 dengan Hawara Bunar untuk menggabungkan sifat-sifat unggul dari keduanya. Hasil persilangan akan sangat bervariasi karena terjadi segregasi gen-gen di dalamnya. Dari variasi yang ada pada populasi segregasi tersebut diseleksi tanaman terbaik sesuai dengan tujuan perakitan varietas yang dilakukan yaitu mendapatkan galur padi toleran Al. Seleksi tersebut dapat dilakukan dengan melihat keragaman fenotip masing-masing galur. Demikian seterusnya selama beberapa generasi. Pada proses tersebut terjadi fiksasi gen sehingga gen-gen yang ada pada tiap tanaman menjadi seragam. Jika semua lokus pada tanaman tersebut telah homozigot, maka dikatakan galur tersebut telah murni (galur murni) dan akan melakukan penyerbukan sendiri menghasilkan keturunan yang seragam dan sama persis dengan pertanaman generasi sebelumnya.

Persilangan antara padi var. IR64 X Hawara Bunar telah dilakukan dan telah menghasilkan populasi *Recombinant Inbreed Lines* (RIL) generasi F7. Untuk mengetahui apakah galur-galur hasil persilangan ini telah memiliki sifat unggul dan sudah memiliki tingkat toleransi terhadap keracunan Al, maka perlu dilakukan penelitian untuk memilih fenotip galur-galur padi hasil persilangan IR64 X Hawara Bunar generasi F7 yang memiliki kriteria sebagai galur harapan toleran keracunan Al.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keragaman fenotip dan mendapatkan galur-galur padi toleran Al melalui seleksi populasi *Recombinant Inbreed Lines* (RIL) generasi F7 hasil persilangan antara padi var. IR64 dengan Hawara Bunar.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Departemen Biologi, FMIPA IPB Bogor, rumah kaca Balai Besar Biogen Cimanggu-Bogor dan Kebun Percobaan Taman Bogo-Lampung Timur. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juli 2010 sampai Mei 2011.

Bahan

Bahan tanaman adalah 3 varietas tanaman padi var. IR64 (tetua sensitif Al), Hawara Bunar (tetua toleran Al) dan Danau Gaung (kontrol padi toleran Al) serta 300 galur padi populasi *Recombinant Inbreed Lines* (RIL) generasi F7 hasil persilangan IR64 X Hawara Bunar.

Bahan kimia untuk kultur hara dan perlakuan cekaman, antara lain terdiri dari: $\text{CaCl}_2\text{H}_2\text{O}$, K_2SO_4 , $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NH_4Cl , NH_4NO_3 dan $(\text{AlCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O})$ sebagai sumber Al. Media tanah berupa Podzolik Merah Kuning berasal dari Gajrug, Kabupaten Lebak-Banten dengan pH 4,5 kandungan Al-dd 10.96 me/100 g tanah.

Metode Penelitian

A. Penapisan Populasi RIL Generasi F7 Berdasarkan Karakter Panjang Akar Relatif (PAR):

Kultur Hara

Sebanyak 10 biji padi dari tiap galur dikecambahkan pada kertas merang lembab pada ruang gelap dengan kisaran suhu 25-27 °C selama 48 jam. Kecambah yang seragam perakarannya kemudian ditanam pada *net plastic* yang diapungkan di atas media kultur hara minimum tanpa Al dengan pH 4.0 (Miftahudin *et al.* 2002) untuk diadaptasikan selama 24 jam dan diberi aerasi. Perlakuan Al dilakukan dengan pemberian Al³⁺ dalam bentuk AlCl₃·6H₂O dengan konsentrasi 0 dan 15 ppm pada pH 4.0 selama 72 jam. Larutan diganti setiap hari untuk mempertahankan pH larutan.

Analisis Panjang Akar Relatif (PAR)

Setiap nomor tanaman diberi dua perlakuan, yaitu 5 kecambah pada kondisi cekaman (15 ppm) dan 5 kecambah untuk kondisi tanpa cekaman Al (0 ppm). Pengukuran panjang akar utama dilakukan setelah perlakuan cekaman 72 jam. Nilai PAR didapat dari perbandingan panjang akar utama akhir percobaan pada kondisi cekaman (15 ppm) dengan panjang akar utama pada kondisi tanpa cekaman Al (0 ppm). Nilai PAR dikelompokkan sebagai berikut: jika nilai PAR ≥ 0.7 maka tanaman tersebut masuk ke dalam kelompok tanaman toleran Al, nilai PAR 0.62–0.69 termasuk kelompok tanaman moderat, dan nilai PAR ≤ 0.61 termasuk kelompok tanaman sensitif Al (Nasution & Suhartini 1992).

B. Rancangan Percobaan

Percobaan di rumah kaca dan di lapang ini menggunakan percobaan faktor tunggal yang disusun berdasarkan RAK dengan tiga ulangan.

C. Percobaan Rumah Kaca

Penanaman di Rumah Kaca

Sebanyak 50 galur toleran Al hasil seleksi berdasarkan PAR ditanam dalam pot yang telah diisi 7 kg tanah masam Podzolik Merah Kuning di rumah kaca. Pemeliharaan tanaman padi dilakukan sesuai prosedur standar budidaya tanaman padi gogo.

Pengamatan Karakter Morfologis dan Karakter Agronomis di Rumah Kaca

Pengamatan morfologis dilakukan terhadap tinggi tanaman, dan jumlah anakan. Sedangkan sifat agronomis meliputi pengamatan terhadap jumlah anakan produktif, panjang malai, panjang daun bendera, jumlah gabah isi per malai dan jumlah gabah hampa per malai, bobot 100 butir, bobot gabah per rumpun, umur berbunga dan umur panen. Cara penilaian ketahanan terhadap keracunan Al berdasarkan sistem penilaian baku padi oleh IRRI (1996), dengan skor skala 1-9.

D. Percobaan Lapang

Penanaman di Lapang

Sebanyak 32 galur yang terseleksi di rumah kaca ditanam pada lahan masam Podzolik Merah Kuning di Taman Bogo-Lampung Timur. Padi gogo ditanam langsung dengan cara ditugal, ditanam dengan jarak tanam 15 cm x 30 cm dengan luas tiap petak 1,8 m x 1,5 m. Pemeliharaan tanaman padi dilakukan sesuai prosedur standar budidaya tanaman padi gogo.

Pengamatan Karakter Morfologis dan Karakter Agronomis di Lapang

Pengamatan morfologis dilakukan terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan. Sedangkan sifat agronomis meliputi pengamatan terhadap jumlah anakan produktif, panjang malai, panjang daun bendera, jumlah gabah isi per malai dan jumlah gabah hampa per malai, bobot 100 butir, bobot gabah per rumpun, umur berbunga, umur panen dan produksi gabah per petak. Cara penilaian ketahanan terhadap keracunan Al berdasarkan sistem penilaian baku padi oleh IRRI (1996), dengan skor skala 1-9.

E. Analisis Data

Hasil percobaan rumah kaca dan lapang dianalisis menggunakan analisis sidik ragam RAK pada tingkat kepercayaan 95%. Uji lanjut digunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%.

Keragaman dapat dihitung setelah terlebih dahulu menghitung ragam fenotip (σ^2F) dan ragam genotip (σ^2G). Untuk menghitung ragam fenotip (σ^2F) dan ragam genotip (σ^2G) mengikuti cara Johnson *et al* (1995):

$$\sigma^2G = \frac{KTP - KTG}{Ulangan} \quad \sigma^2F = \sigma^2G + KTG$$

Keterangan :

σ^2G = Akar kuadrat ragam genotip

KTG = Kuadrat tengah galat

σ^2F = Akar kuadrat ragam fenotip

KTP = Kuadrat tengah perlakuan

Koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotipik (KVF) dihitung berdasarkan rumus :

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma^2G}}{X} \times 100\%$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma^2F}}{X} \times 100\% \quad \text{dimana, } X = \text{rata-rata populasi}$$

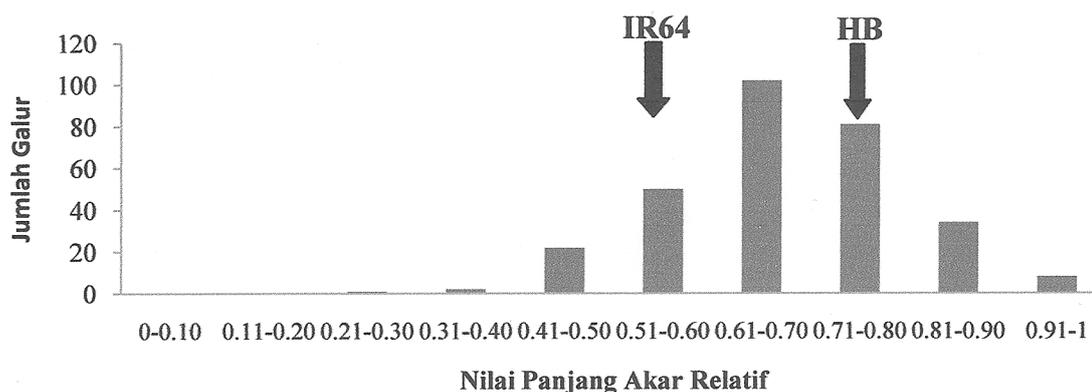
Menurut Moedjiono dan Mejaya (1994), koefisien variasi genetik yang telah diperoleh diklasifikasikan 4 kriteria yaitu: rendah = 0%-25% dari KVG tertinggi; agak rendah = 25%-50% dari KVG tertinggi; cukup tinggi = 50%-75% dari KVG tertinggi; tinggi = 75%-100% dari KVG tertinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penapisan Galur Padi RIL F7 Berdasarkan PAR

Nilai panjang akar relatif dari varietas kontrol toleran Hawara Bunar dan Danau Gaung sebesar 0.75 sedangkan nilai PAR dari varietas kontrol sensitif IR64 sebesar 0.53. Berdasarkan kriteria Nasution & Suhartini (1992) bahwa suatu genotip dikelompokkan toleran terhadap cekaman Al apabila memiliki $PAR \geq 0.7$, sensitif terhadap cekaman Al jika nilai $PAR \leq 0.61$ maka Hawara Bunar tergolong genotip yang toleran, sedangkan IR64 tergolong genotip sensitif konsisten dengan yang dilaporkan oleh Roslim *et al.*, (2008). Demikian juga Danau Gaung sebagai varietas kontrol toleran juga tergolong genotip toleran berdasarkan kriteria Nasution & Suhartini (1992).

Hasil seleksi berdasarkan nilai PAR dengan metode larutan hara minimum (Miftahudin *et al.* 2002) menunjukkan dari 300 galur yang diuji diperoleh sebanyak 130 galur (43%) galur bersifat toleran dengan nilai $PAR \geq 0,7$; 68 galur (22.6%) galur moderat dengan nilai $PAR 0,62-0,69$ dan 102 galur (34%) galur sensitif dengan nilai $PAR \leq 0,6$. Berdasarkan hal tersebut maka karakter nilai Panjang Akar Relatif dapat digunakan sebagai parameter seleksi sifat toleransi Al. Analisis sebaran karakter PAR pada populasi F7 menunjukkan sebaran normal (Gambar 1). Hal ini membuktikan bahwa karakter PAR bersifat poligenik.



Gambar 1 Distribusi normal Panjang Akar Relatif pada populasi F7 hasil persilangan IR 64 X Hawara Bunar.

Penggunaan PAR pada seleksi dengan menggunakan media larutan hara efektif sebagai kriteria seleksi untuk penapisan padi toleran Al. Selain ketepatannya yang relatif tinggi, metode tersebut mudah dilakukan, tidak memerlukan jumlah benih yang banyak, dan waktu yang diperlukan hanya 8 hari serta dapat menyeleksi galur dalam jumlah banyak. Kelemahan seleksi dengan metode larutan hara adalah cekaman Al hanya terjadi selama 3 hari saja, sehingga hanya berpengaruh terhadap pembelahan dan pemanjangan sel akar, sementara pengaruhnya terhadap pertumbuhan tajuk tanaman belum dapat diamati sehingga penapisan dengan menggunakan media tanah masam pada rumah kaca dan lapang perlu dilakukan pada tahap seleksi lebih lanjut dengan jumlah galur yang lebih sedikit untuk menghindari bias akibat adanya faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman selain cekaman Aluminium.

Berdasarkan nilai Panjang Akar Relatif (PAR) sebagai seleksi utama, standar deviasi dan kekonsistenan galur di tiap ulangan serta bobot gabah per rumpun sebagai kriteria pendukung maka diambil 50 nomor galur tanaman yang akan diuji kembali di rumah kaca menggunakan tanah Podzolik Merah Kuning dari Gajrug-Banten yang ber-pH 4.5 dan kandungan Al-dd 10.98 me/100 g untuk melihat konsistensinya berdasarkan karakter morfologi dan agronomi. Kelimapoluh galur ini menunjukkan sifat toleran Al dengan nilai PAR berkisar antara 0.74-0.98.

Tingkat Toleransi Galur pada Tanah Masam Podzolik Merah Kuning (PMK) di Rumah Kaca

Pengamatan gejala keracunan Al, dilakukan bila tanaman kontrol sensitif (IR64) sudah menunjukkan adanya gejala keracunan Al pada daun. Gejala keracunan Al mulai tampak jelas pada saat fase pertumbuhan vegetatif, yang ditandai dengan adanya warna kuning atau putih kekuningan pada tulang-tulang daun. Pada tahap awal gejala menguningnya daun tampak pada daun muda, dan pertumbuhan tanaman terlihat kurang segar dengan jumlah anakan sedikit.

Berdasarkan pengamatan terhadap gejala keracunan Al terlihat bahwa terdapat galur padi gogo yang toleran (Skor 1), agak toleran (Skor 3) dan agak sensitif (Skor 5) terhadap Al tinggi berdasarkan nilai skoring dari IRRI (1996), dengan skor skala 1-9. Hasil pengamatan gejala keracunan Al pada percobaan di rumah kaca BB-Biogen, menunjukkan adanya perbedaan toleransi terhadap keracunan Al. Toleransi dari 50 galur padi F7 terhadap keracunan Al sangat bervariasi yaitu ada 26 nomor galur (52%) galur menunjukkan sifat toleran Al, 16 nomor galur (32%) galur memberikan reaksi agak toleran Al dan 8 nomor galur lainnya (16%) galur menunjukkan reaksi agak sensitif.

Danau Gaung merupakan varietas kontrol toleran masih memperlihatkan sifat toleran (skor 1) sementara varietas kontrol lainnya yaitu IR64 dan Hawara Bunar berturut-turut memiliki sifat agak sensitif dan toleran dengan skor masing-masing 5 dan 1.

Keragaan Galur pada Tanah Masam Podzolik Merah Kuning (PMK) di Rumah Kaca

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perbedaan yang nyata pada semua peubah yang diamati (Tabel 1). Peubah antar galur pada populasi RIL generasi F7 bervariasi. Variasi karakter ini terjadi akibat segregasi gen-gen secara acak saat meiosis dari sifat kedua tetua IR64 dan Hawara Bunar.

Tinggi tanaman galur-galur yang diuji berkisar antara 71 cm pada galur 286 sampai 147.3 cm pada galur 193. Berdasarkan pengelompokan tinggi tanaman yang dilakukan Lubis *et al.* (1993) galur pada populasi RIL generasi F7 ini dapat dibagi menjadi 22 galur pendek ($T \leq 110$ cm), 15 galur sedang ($110 < T \leq 125$ cm), dan 13 galur tinggi ($T > 125$ cm). Hawara Bunar dan Danau Gaung (153 cm dan 130 cm) termasuk tinggi sedangkan IR64 (110 cm) termasuk pendek. Rata-rata tinggi dari galur yang diuji 112 cm. Hal ini berarti populasi RIL generasi F7 umumnya memiliki tinggi tanaman yang tergolong sedang. Menurut Basyir *et al.* (1995) tinggi ideal tanaman padi gogo adalah sekitar 110 cm, karena apabila terlalu tinggi apalagi dengan batang yang kecil, tanaman akan mudah rebah dan hal ini berakibat mengurangi hasil.

Tabel 1 Hasil analisis sidik ragam karakter morfologi dan agronomi galur padi populasi RIL generasi F7 persilangan padi gogo IR 64 X Hawara Bunar.

Karakter	Kuadrat Tengah Galur	F-Hitung	P-Value
Tinggi tanaman	1385.9	11.49	< .0001*
Jumlah anakan	41.1	7.08	< .0001*
Jumlah anakan produktif	28.3	5.10	< .0001*
Umur berbunga	160.3	216.71	< .0001*
Umur panen	77.3	6.00	< .0001*
Jumlah gabah isi/malai	2959.8	4.62	< .0001*
Jumlah gabah hampa/malai	5104.9	9.92	< .0001*
Panjang malai	21.5	9.62	< .0001*
Panjang daun bendera	75.8	6.17	< .0001*
Bobot 100 butir	0.5	2.23	0.0003*
Bobot gabah /rumpun	156.9	4.19	< .0001*

Keterangan : * beda sangat nyata pada taraf α 1%

Jumlah anakan galur-galur yang diuji berkisar 6.67 anakan pada galur 797 sampai 20 anakan pada galur 718. Jumlah anakan banyak (≥ 10 anakan) ada 38 galur, jumlah anakan sedang ($7 < A \leq 10$ anakan) berjumlah 10 nomor galur dan 2 nomor galur lainnya mempunyai anakan sedikit (≤ 7 anakan), sementara Hawara Bunar dan Danau Gaung (8.33 anakan dan 7.6 anakan) termasuk sedang, sedangkan IR64 (12.3 anakan) termasuk banyak. Rata-rata jumlah anakan pada galur-galur yang diuji 13.34 anakan. Hal ini berarti populasi RIL generasi F7 umumnya sudah memiliki jumlah anakan yang tergolong banyak. Jumlah anakan yang banyak akan lebih baik bila diimbangi dengan jumlah anakan produktif yang banyak atau jumlah anakan tidak produktif sedikit.

Jumlah anakan produktif galur-galur yang diuji juga memperlihatkan variasi yang tinggi yaitu 6.67 anakan produktif pada galur 519 dan 373 hingga 17.67 anakan produktif pada galur 718. Jumlah anakan produktif banyak (≥ 10 anakan produktif) ada 37 nomor galur (74%), jumlah anakan produktif sedang ($7 < AP \leq 10$ anakan produktif)

berjumlah 6 nomor galur (12%) dan 7 nomor galur (14%) mempunyai anakan produktif sedikit (≤ 7 anakan produktif), sementara Hawara Bunar dan Danau Gaung (7 anakan produktif) termasuk sedikit sedangkan IR64 (10.33 anakan produktif) termasuk tinggi. Rata-rata jumlah anakan produktif dari galur yang diuji sebanyak 12 anakan. Hal ini berarti populasi RIL generasi F7 umumnya sudah memiliki jumlah anakan produktif yang tergolong banyak. Menurut Basyir *et al.* (1995) jumlah anakan produktif yang diinginkan pada padi gogo adalah antara 12-15 per rumpun, karena semakin tinggi jumlah anakan produktif suatu varietas akan berdampak positif terhadap produksi padi.

Panjang malai galur-galur yang diuji berkisar antara 18.26 cm pada galur 615 sampai 31.4 cm pada galur 193. Hawara Bunar dan Danau Gaung mempunyai panjang malai yang sama (30.93 cm) sedangkan panjang malai IR64 sebesar 26.87 cm. Rata-rata panjang malai galur yang diuji 25.74 cm. Malai panjang umumnya menghasilkan gabah yang lebih banyak dibandingkan dengan malai pendek. Tetua Hawara Bunar mempunyai malai lebih panjang daripada IR64 sehingga jumlah gabah per malai Hawara Bunar lebih tinggi (132.73 butir) daripada jumlah gabah per malai yang dimiliki IR64 (77.86 butir).

Panjang daun bendera galur yang diuji berkisar antara 19.5 cm pada galur 470 sampai 38.8 cm pada galur 287. Hawara Bunar mempunyai daun bendera terpanjang diantara semua galur yang diuji (45.4 cm) sedangkan varietas pembanding Danau Gaung dan IR64 berturut-turut 40.4 cm dan 27.2 cm. Rata-rata panjang daun bendera dari galur yang diuji 30.93 cm.

Umur berbunga galur-galur yang diuji bervariasi berkisar antara 69 hari setelah tanam (HST) pada galur 414, 560, dan galur 581 sampai 96 HST pada galur 575. Jumlah galur yang tergolong berbunga cepat (≤ 70 HST) ada 7 galur, berbunga sedang 29 galur (78 HST- 85 HST) dan 14 galur berbunga lama (≥ 86 HST). Hawara Bunar (96 HST) termasuk berbunga lama, sedangkan IR64 dan Danau Gaung (85 HST) termasuk berbunga sedang. Rata-rata umur berbunga dari galur yang diuji 83.6 HST. Hal ini berarti populasi RIL generasi F7 umumnya memiliki umur berbunga yang tergolong sedang.

Umur panen galur-galur yang diuji berkisar 104 HST pada galur 452 dan 581 sampai 127.3 HST pada galur 461. Berdasarkan pengelompokan umur panen yang dilakukan Badan Litbang Pertanian (2009), galur populasi F7 ini terbagi menjadi 2 galur sangat genjah (95-104 HST), 41 galur genjah (105-124 HST), 7 galur berumur sedang (125-150 HST). Tidak ada galur dalam populasi F7 ini yang berumur ultra genjah (≤ 90 HST) dan berumur dalam ($P > 150$ HST). Hawara Bunar (127.3 HST) termasuk berumur sedang sedangkan IR64 dan Danau Gaung (121.3 HST dan 123.7 HST) termasuk berumur genjah. Rata-rata umur panen pada galur yang diuji 118.7 HST. Hal ini berarti populasi RIL generasi F7 umumnya memiliki umur panen yang tergolong genjah.

Komponen hasil seperti jumlah gabah isi per malai, jumlah gabah hampa per malai, bobot gabah per rumpun dan bobot 100 butir galur yang diuji juga memperlihatkan variasi yang tinggi. Galur yang menghasilkan jumlah gabah isi per malai tertinggi dan terendah masing-masing 151 biji pada galur 561 dan 18.47 biji pada galur 657, dengan rata-rata gabah isi per malai sebanyak 70.59 butir. Jumlah gabah hampa per malai tertinggi pada galur 62 (204 biji) dan terendah sebanyak 6.06 biji pada galur 153 dengan rata-rata gabah hampa per malai sebanyak 59.80 butir, bobot gabah per rumpun tertinggi pada galur 574 (30.85 g) dan terendah pada galur 373 (3.69 g) dengan rata-rata bobot gabah per rumpun seberat 17.47 g. Bobot 100 butir tertinggi dan terendah masing-masing 3.13 g pada galur 581 dan 1.67 g pada galur 561 dengan rata-rata bobot 100 butir 2.52 g.

Berdasarkan pada skor ketahanan Al dan penampilan galur sebagai kriteria utama seleksi dan karakter morfologi dan agronomi lain sebagai kriteria pendukung, maka terpilih 32 galur yang dapat diteruskan untuk diuji di Taman Bogo-Lampung Timur.

Keragaman

Nilai akar kuadrat ragam genotip (σ^2G), akar kuadrat ragam fenotip (σ^2F), akar kuadrat ragam galat (σ^2e), koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotip (KVF) untuk masing-masing sifat yang diamati dapat dilihat pada Tabel 2. Peubah dengan KVG relatif rendah dan agak rendah digolongkan sebagai peubah yang variabilitas genetiknya sempit, sedangkan peubah dengan kriteria KVG relatif cukup tinggi dan tinggi digolongkan sebagai variabilitas genetik luas (Murdaningsih *et al.*, 1990). Berdasarkan kriteria tersebut, terdapat 9 peubah dengan KVG tergolong rendah dan agak rendah, yaitu tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah anakan produktif, ketahanan aluminium, umur berbunga, umur panen, panjang malai, panjang daun bendera, dan bobot 100 butir; 2 peubah tergolong cukup tinggi yaitu gabah isi per malai dan bobot gabah per rumpun; serta 1 peubah tergolong tinggi yaitu jumlah gabah hampa per malai. Dengan demikian terdapat 9 peubah bervariabilitas rendah dan 3 peubah bervariabilitas luas. Nilai keragaman yang rendah menandakan setiap individu dalam populasi hampir seragam. Hal ini menunjukkan bahwa populasi F7 yang diuji sudah relatif homogen. Nilai KVG yang hampir mendekati nilai KVF menunjukkan bahwa kontribusi keragaman genetik terhadap keragaman fenotip jauh lebih besar dibandingkan faktor lingkungan.

Tabel 2 Nilai komponen ragam, koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotip (KVF) untuk masing-masing peubah yang diamati.

No	Karakter	σ^2G	σ^2F	σ^2e	KVG(%)	KVF(%)
1	Tinggi Tanaman	1346	1466	40.2	32.8	34.2
2	Jumlah Anakan	39.2	45.0	1.9	46.8	50.2
3	Anakan Produktif	26.5	32.0	1.8	43.2	47.5
4	Umur Berbunga	160.1	160.8	0.2	15.1	15.1
5	Umur Panen	73.1	85.9	4.3	7.1	7.8
6	Gabah Isi/ Malai	2746	3387	213.5	74.2	82.4
7	Gabah Hampa /Malai	4933	5448	171.5	117.4	123
8	Panjang Malai	20.8	23.0	0.7	17.7	18.6
9	Panjang Daun Bendera	71.7	84	4.1	27.3	29.6
10	Bobot 100 butir	0.4	0.6	0.1	25.5	31.5
11	Bobot Per Rumpun	144.4	181.9	12.5	68.7	77.1
12	Ketahanan Al	4.7	4.7	0.02	49.4	49.8

Keterangan : Kriteria nilai koefisien variansi fenotip (KVF) $7.80\% \leq x \leq 69.52\%$ = rendah dan $69.52\% \leq x \leq 123.4\%$ = tinggi. Kriteria KVG relatif ($0.0\% < x < 29\%$) = rendah, ($29\% < x < 59\%$) = agak rendah, ($59\% < x < 88\%$) = cukup tinggi dan ($88\% < x < 117.4\%$) = tinggi.

Tingkat Toleransi Galur di Lapang pada Tanah Masam

Hasil pengamatan gejala keracunan Al pada Kebun Percobaan di Taman Bogo Lampung Timur pada umur 4 dan 8 minggu setelah tanam (MST), menunjukkan adanya perbedaan toleransi terhadap keracunan Aluminium pada galur yang diuji dan pada tiap ulangan. Umumnya keracunan Al cenderung lebih parah setelah pengamatan 8 MST. Pada 8 MST diulangan 1 ada 6 nomor galur menunjukkan sifat toleran Al (Skor 1), 23 nomor galur memberikan reaksi agak toleran Al (Skor 3) dan 3 nomor galur lainnya

menunjukkan reaksi agak sensitif (Skor 5), pada ulangan 2 tidak ada galur yang menunjukkan sifat toleran Al (Skor 1), 10 nomor galur memberikan reaksi agak toleran Al (Skor 3) dan 20 nomor galur lainnya menunjukkan reaksi agak sensitif (Skor 5) serta 2 nomor galur menunjukkan reaksi sensitif (Skor 7), sedangkan pada ulangan 3 tidak ada galur yang menunjukkan sifat toleran Al (Skor 1), 6 nomor galur memberikan reaksi agak toleran Al (Skor 3) dan 19 nomor galur lainnya menunjukkan reaksi agak sensitif (Skor 5) serta 7 nomor galur menunjukkan reaksi sensitif (Skor 7). Varietas kontrol tetua yaitu IR64 dan Hawara Bunar diulangan 1 dan 2 berturut-turut memiliki sifat agak sensitif dan toleran, dengan skor masing-masing sebesar 5 dan 1 sedangkan IR64 diulangan 3 menunjukkan sifat sensitif (Skor 7). Danau Gaung yang merupakan varietas kontrol toleran disemua ulangan tidak memperlihatkan sifat toleran (skor 1) tapi menunjukkan reaksi agak toleran (skor 3) di ulangan 1, agak sensitif (Skor 5) di ulangan 2 dan sensitif (Skor 7) di ulangan 3. Hal ini menunjukkan Danau Gaung tidak memiliki toleransi Al yang baik di lapang, sedangkan Hawara Bunar memiliki konsistensi toleran Al yang baik di lapang sehingga mampu tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada tanah yang beraluminium tinggi sekalipun. Galur-galur yang diuji toleran (Skor 1) di ulangan 1 pada 8 MST di ulangan 2 dan 3 hanya bersifat agak toleran (Skor 3). Dari 32 galur yang diuji pada tiga ulangan diambil 6 nomor galur yang memiliki konsistensi toleran Aluminium dengan skor 1 diulangan 1 dan skor 3 diulangan 2 dan 3. Galur tersebut yaitu: galur 108, 161, 193, 283, 355, dan galur 531. Galur-galur tersebut mempunyai potensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Ketidakkonsistenan galur/ varietas pada tiap ulangan diduga karena faktor tanah yang berbeda-beda.

Keragaan Galur di Lapang pada Tanah Masam

Hasil pengamatan tinggi tanaman pada Kebun Percobaan di Taman Bogolampung Timur pada umur 8 MST pada galur-galur yang diuji diulangan 1 berkisar antara 37.8 cm –77.7cm. Galur 437 mempunyai tinggi tanaman terendah (37.8 cm), sedangkan yang tertinggi (77.7cm) adalah galur 531. Tetua IR64 dan Hawara Bunar merupakan genotip yang mempunyai tinggi tanaman berturut-turut 37.4 cm dan 85 cm, sedangkan varietas pembanding Danau Gaung memiliki tinggi 47.2 cm. Rata-rata tinggi diulangan 1 galur-galur yang diuji 55.54 cm. Diulangan 2 tinggi tanaman berkisar 24.1 cm-56.2 cm. Galur 470 mempunyai tinggi tanaman terendah (24.1 cm), sedangkan yang tertinggi (56.2 cm) adalah galur 531. Tetua IR64 dan Hawara Bunar merupakan genotip yang mempunyai tinggi tanaman berturut-turut 24.9 cm dan 80.7 cm, sedangkan varietas pembanding Danau Gaung memiliki tinggi 36.2 cm. Rata-rata tinggi diulangan 2 galur-galur yang diuji 38.06 cm. Sedangkan diulangan 3 tinggi tanaman berkisar 17.8 cm-50.3 cm. Galur 470 mempunyai tinggi tanaman terendah (17.8 cm), sedangkan yang tertinggi (50.3cm) adalah galur 322. Tetua IR64 dan Hawara Bunar merupakan genotip yang mempunyai tinggi tanaman berturut-turut 36.6 cm dan 70 cm, sedangkan varietas pembanding Danau Gaung memiliki tinggi 30.8 cm. Rata-rata tinggi diulangan 3 galur-galur yang diuji 36.02 cm. Variasi sifat tinggi tanaman dari 32 galur padi generasi F8 dan 3 varietas kontrol ditiga ulangan berbeda dikarenakan faktor tanah yang berbeda-beda.

Jumlah anakan galur-galur yang diuji pada ulangan 1 saat berumur 8 MST berkisar 13.9 anakan pada galur 715 sampai 3.6 anakan pada galur 437. Tetua IR64 dan Hawara Bunar merupakan genotip yang mempunyai jumlah anakan berturut-turut 8.4 anakan dan 3.3 anakan, sedangkan varietas pembanding Danau Gaung memiliki jumlah anakan 4.6 anakan. Rata-rata jumlah anakan pada ulangan 1 galur-galur yang diuji 6.56 anakan. Pada ulangan 2 jumlah anakan berkisar 5.6 anakan pada galur 355 sampai 1.1 anakan pada galur 553. Tetua IR64 dan Hawara Bunar mempunyai jumlah anakan yang sama (2.6 anakan), sedangkan varietas pembanding Danau Gaung memiliki 3.1 anakan.

Rata-rata jumlah anakan pada ulangan 2 galur-galur yang diuji 2.72 anakan. Sedangkan pada ulangan 3 jumlah anakan berkisar 4.7 anakan pada galur 531 sampai 1.1 anakan pada galur 414. Tetua IR64 dan Hawara Bunar mempunyai anakan berturut-turut 2.1 anakan dan 2.6 anakan, sedangkan varietas pembanding Danau Gaung memiliki 1.7 anakan. Rata-rata jumlah anakan diulangan 3 galur-galur yang diuji 2.33 anakan. Variasi jumlah anakan dari 32 galur padi generasi F8 dan 3 varietas kontrol ditiga ulangan diduga karena faktor tanah yang berbeda-beda.

Penurunan tinggi tanaman dan jumlah anakan yang terjadi pada galur yang diuji disebabkan tanaman telah teracuni oleh aluminium pada tanah masam. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Roslim *et al* (2008), bahwa tanaman yang sensitif pada kondisi kejenuhan Al yang tinggi pertumbuhannya terganggu yang ditandai dengan pertumbuhan yang kerdil, jumlah anakan yang menurun, dan daun menguning.

SIMPULAN

Pengujian berdasarkan karakter panjang akar relatif (PAR) menghasilkan sebanyak 130 (43%) galur padi toleran, 68 (22.6%) galur padi moderat dan 102 (34%) galur padi sensitif. Pengujian pada media tanah Podzolik Merah Kuning di rumah kaca pada galur padi gogo yang diuji menghasilkan 32 galur yang diuji lanjut ke lapang di Taman Bogo Lampung Timur. Nilai KVG rendah terdapat pada semua karakter kecuali karakter gabah isi tiap malai, gabah hampa tiap malai dan bobot gabah per rumpun. Pengujian pada lahan masam di K.P. Taman Bogo menghasilkan 6 galur toleran yang mempunyai potensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Hawara Bunar merupakan varietas yang baik untuk digunakan menjadi donor ketahanan Aluminium.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh proyek I-MHERE B2C PERFORMANCE BASED CONTRACT IPB tahun 2010-2011 a.n. Dr. Miftahudin

DAFTAR PUSTAKA

- Basyir, A.S., S. Pinarto, Suyanto dan Supriyatin. 1995. *Padi gogo, Monografi*, Balittan Malang No.14, Balai Penelitian Tanaman Pangan: Malang, (Balitbang Pertanian).
- [BLP] Badan Litbang Pertanian. 2009. Pedoman Umum IP Padi. <http://www.pustaka.litbang.deptan.go.id/bppi/lengkap/bpp09002>. [11 April 2011]
- [BPS] Biro Pusat Statistik. 2008. *Statistik Indonesia*. Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta.
- Herrera-Estrella L. 2003. Use of biotechnology of increase food production on acidsoils. [<http://europa.eu.int/comm./research/conferences/2003/sadc/proestrella-en.htm>][25 maret 2004].
- IRRI. 1996. *Standard Evaluation System for rice*. 4 th edition. INGER Genetic Resources Center IRRI. Philippines. 52 p.
- Johnson, H.D, N.O. Bosemark, and I. Romagosa. 1993. *Plant Breeding Principles and Prospects*. London: Chapman & hall.
- Karama,AS. A. Abdurrachman. 1993. Optimasi pemanfaatan sumberdaya lahan berwawasan lingkungan. *Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III*, Bogor 23-25 Agu1993. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.hlm. 98-112.

- Kochian LV. 1995. Cellular mechanisms of aluminium toxicity and resistance in plant. *Annu Rev Plant Physiol Mol Biol* 46:237-260.
- Lubis, E., Z. Harahap, Suwarno, M. Diredja dan H. Siregar. 1993. Perbaikan varietas padi gogo untuk wilayah perhutanan beriklim kering. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan. 1:1-13.
- Miftahudin, Scholes GJ, Gustafson JP. 2002. AFLP markers tightly linked to the aluminium-tolerance gene *Alt3* in rye (*Secale cereale* L.). *TAG* 104:906-913.
- Murdaningsih HK, Baihaki A, Satari G, Danakusuma T, dan Permadi AH. 1990. Variasi genetik sifat-sifat tanaman bawang di Indonesia. *Zuriat* (1):32-36.
- Nasution, I. Suhartini 1992. Evaluasi metode uji ketahanan kultivar padi gogo terhadap tanah masam. Di dalam Machmud, M., M. Kosim, dan Gunarto. *Prosiding lokakarya Penelitian dan Pengembangan Pertanian bekerja sama dengan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi*. Jakarta. hlm 65-80.
- Roslim DI, Miftahudin, Suharsono Utut, Aswidinnoor Hajrial dan Hartana Alex. 2008. Karakter root re-growth sebagai parameter toleransi aluminium pada tanaman padi. *J. Natur Indo* 13(1):82-88.