

Pendugaan Nilai Heritabilitas Karakter Agronomi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L) Generasi F2

(*Estimating the Heritability Value of Agronomic Character of Rice (*Oryza sativa* L)
Generation F2*)

Aliyul Qadri¹, Erita Hayati¹, Efendi^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Abstrak. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan informasi tingkat heritabilitas tanaman padi generasi F2 hasil persilangan varietas Batutege dengan IRBB-27. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh. Pelaksanaan penelitian dimulai dari April sampai September 2017. Pendugaan nilai heritabilitas pada penelitian ini menggunakan pendugaan ragam lingkungan tidak langsung metode Mahmud-Kramer (Broad sense-per tanaman). Pendugaan nilai heritabilitas ini menggunakan data populasi P1, P2, dan F2. P1 dan P2 merupakan galur murni, sedangkan F2 merupakan turunan kedua dari persilangan P1 dan P2. Ragam fenotipe (σ^2P) diduga dari σ^2F2 . Ragam lingkungan (σ^2E) diduga dari $\sqrt{(\sigma^2P1)(\sigma^2P2)}$. Pada karakter tinggi tanaman, jumlah malai, berat malai, berat 1000 butir, umur paner, dan potensi hasil memiliki nilai heritabilitas 92%, 55%, 51%, 89%, 64% dan 60% dengan kriteria tinggi. Sedangkan karakter panjang malai, dan persentase gabah bernas, memiliki nilai heritabilitas 29% dan 33% dengan kriteria sedang.

Kata kunci: Padi, Persilangan, Varietas, Heritabilitas.

Abstract. The aim of this research was to obtain information on the level of heritability of generation F2 rice produced by crossing of the Batutege variety with IRBB-27. This research was carried out in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University, Darussalam Banda Aceh. The research starts from April to September 2017. Estimating the heritability value in this study uses indirect environmental estimation of the Mahmud-Kramer method (Broad sense- plant). Estimating this heritability value uses population data P1, P2 and F2. P1 and P2 are pure strains, while F2 is the second derivative of P1 and P2 crosses. Phenotype variance (σ^2P) is assumed to be from σ^2F2 . Environmental variance (σ^2E) is assumed to be from $\sqrt{(\sigma^2P1)(\sigma^2P2)}$. In the character of plant height, panicle number, panicle weight, 1000 grain weight, paner age, and yield potential has a heritability value of 92%, 55%, 51%, 89%, 64% and 60% with high criteria. While the panicle length character, and the percentage of pithy grain, has a heritability value of 29% and 33% with medium criteria.

Keywords: Rice, Crossing, Variety, Heritability.

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) adalah salah satu komoditas pangan strategis yang berpengaruh dalam berbagai ruang lingkup kehidupan, baik sosial ekonomi, maupun budaya dan politik. Masalah ketahanan pangan sekarang ini menjadi isu global dan menjadi agenda utama di seluruh negara sebagai akibat adanya penyusutan lahan pertanian, perubahan iklim global, dan penambahan penduduk. Menurut data BPS (2016), jumlah penduduk Indonesia sekitar 237,6 juta jiwa dan akan terus meningkat hingga tahun 2025 yang diproyeksikan mencapai 300 juta jiwa sehingga penyediaan pangan, terutama beras, dalam jumlah yang mencukupi dan terjangkau harus menjadi prioritas utama dalam pembangunan nasional. Hal ini dikarenakan beras adalah makanan pokok lebih dari 95% penduduk Indonesia dengan laju konsumsi sebesar 136 kg kapita-1 tahun-1 melebihi rata-rata tingkat konsumsi beras dunia sekitar 60 kg kapita-1 tahun-1. Produksi padi Indonesia mengalami penurunan pada tahun 2014 sebesar 0,45 juta ton atau 0,63% dari tahun 2013, yaitu dari 71,28 juta ton gabah kering giling (GKG) menjadi 70,83 juta ton GKG (BPS, 2016).

Pemuliaan tanaman adalah suatu metode sistematis yang dilakukan untuk merakit keragaman genetik menjadi suatu bentuk yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Varietas unggul hasil pemuliaan tanaman diharapkan mampu menjadi salah satu teknologi kunci dalam peningkatan produktivitas padi (Sadimantara *et al.*, 2013). Memperluas keragaman genetik

dapat ditempuh dengan cara melakukan persilangan atau hibridisasi, yaitu menggabungkan karakter yang diinginkan dari kedua induk tanaman yang disilangkan sehingga diperoleh populasi baru sebagai bahan seleksi dalam merakitan varietas unggul baru. Seleksi dilakukan secara visual dengan mengamati fenotipe tanaman untuk memisahkan genotipe-genotipe yang unggul dari genotipe yang tidak diharapkan. Genotipe-genotipe yang dikehendaki dapat diperoleh dengan mempertimbangkan besaran beberapa parameter genetik. Parameter genetik yang diduga dalam penelitian ini adalah analisis nilai heritabilitas. (Biswal *et al.*, 2008).

Tingkat segregasi tertinggi tanaman menyerbuk sendiri terjadi pada generasi F₂ yang terlihat dari sebaran frekuensi genotipenya (Welsh, 1991). Sebaran frekuensi tersebut dapat digunakan sebagai penduga pola pewarisan sifat dan jumlah gen yang terlibat dalam pengendalian suatu sifat sehingga apabila tidak ada pengaruh lingkungan yang besar, suatu segregan transgresif telah ada pada generasi F₂. (Christiana, 1996). Perbaikan varietas padi dapat dilakukan dengan cara persilangan dua varietas yang memiliki sifat-sifat unggul yang berbeda. Perpaduan sifat-sifat yang dimiliki tanaman padi diharapkan akan mampu menghasilkan genotipe padi yang memiliki tingkat adaptasi tinggi pada lingkungan yang tercekam serta memiliki produktivitas yang tinggi.

Keberhasilan dari suatu proses seleksi sangat dipengaruhi oleh keragaman genetik (Poehlman dan Sleeper, 1996). Apabila suatu karakter mempunyai keragaman genetik yang tinggi, maka keragaman karakter antar populasinya juga akan tinggi, sehingga seleksi akan lebih mudah dilakukan untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan (Helyanto *et al.*, 2000). Selain itu perlu juga untuk diketahui nilai heritabilitas dari karakter yang akan dijadikan target seleksi. Tingginya nilai heritabilitas menunjukkan penampilan yang tampak pada karakter-karakter tersebut lebih disebabkan oleh faktor genetik dibandingkan faktor lingkungan (Susilaningsih *et al.*, 2008).

Nilai duga heritabilitas penting diketahui untuk memberikan informasi genetik yang diperlukan dalam melakukan kegiatan seleksi, yaitu dengan menentukan karakter mana yang akan dipakai sebagai penentu seleksi. Heritabilitas dalam arti luas yaitu perbandingan besaran ragam genetik terhadap ragam fenotip suatu tanaman (Nasir, 2011).

Informasi mengenai parameter genetik nilai heritabilitas padi generasi F₂ hasil persilangan belum diketahui. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi nilai duga heritabilitas padi generasi F₂ hasil persilangan varietas Batutege dengan IRBB-27.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. Penelitian ini berlangsung dari bulan April 2017 sampai dengan September 2017.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang dipakai pada penelitian ini berupa cangkul, plastik, petridish, germinator, tray, meteran, gembor. Sedangkan bahan yang digunakan berupa generasi F₂ galur hasil persilangan Batutege dengan IRBB-27 sebanyak 210 populasi dan tetua Batutege dan IRBB-27 masing-masing sebanyak 20 populasi, pupuk kandang dengan dosis 5000 kg/ha, pupuk NPK dengan dosis 600 kg/ha, pupuk PIM organik dengan dosis 1000 kg/ha, air, tanah, dan bahan-bahan lainnya yang diperlukan dalam penelitian ini.

Rancangan Penelitian

Pendugaan nilai heritabilitas pada penelitian ini menggunakan pendugaan ragam lingkungan tidak langsung metode Mahmud-Kramer (Broad sense-per tanaman). Pendugaan nilai heritabilitas ini menggunakan data populasi P1, P2, dan F2. P1 dan P2 merupakan galur murni, sedangkan F2 merupakan turunan kedua dari persilangan P1 dan P2. Ragam fenotipe (σ^2P) diduga dari σ^2F2 . Ragam lingkungan (σ^2E) diduga dari $\sqrt{(\sigma^2P1)(\sigma^2P2)}$. Ragam genotipe (σ^2G) diduga dari $\sigma^2P - \sigma^2E$. Metode ini sering digunakan untuk tanaman menyerbuk sendiri. Cara perhitungan adalah sebagai berikut:

$$H = \frac{\sigma^2F2 - \sqrt{(\sigma^2P1)(\sigma^2P2)}}{\sigma^2F2} \times 100\%$$

Rendah	: $H < 20\%$
Sedang	: $20\% \leq H \leq 50\%$
Tinggi	: $H > 50\%$

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Benih

Benih yang digunakan adalah benih generasi F2 hasil persilangan varietas padi gogo Batutegi dengan varietas IRBB 27. Benih direndam selama 1x24 jam, kemudian dikecambahkan selama 3 hari di dalam *germinator*. Setelah itu benih disemai pada tray dan diletakkan di rumah kaca, dan ditanam pada umur 10 hari setelah semai.

Persiapan Media Tanam

Persiapan lahan dilakukan pada 3 minggu sebelum tanam. Lahan dibersihkan dari gulma secara mekanik. Kemudian dilakukan pengolahan tanah serta dilakukan pelumpuran. Pada 7 hari sebelum tanam lahan diberikan pupuk kandang sebanyak 5000 kg/ha, pupuk NPK sebanyak 600 kg/ha dan pupuk PIM organik sebanyak 1000 kg/ha. Lahan dibiarkan macak-macak dan tergenang hingga pada saat tanam. Pengolahan tanah dilakukan sebanyak 4 kali dengan ukuran lahan 10x6,7 m².

Penanaman dilakukan pada lahan yang sudah dilumpurkan selama 1 minggu. Penanaman dilakukan pada bibit umur 10 hari setelah semai dengan jarak tanam 20 x 20 cm sejumlah 1 bibit per lubang tanam dengan jarak lorong 40 cm. Pupuk urea diberikan dengan dosis 100 kg/Ha yang diberikan sebanyak 2 kali masing-masing 0,26 kg yaitu pada saat umur 15 HST dan 30 HST. Pemeliharaan dilakukan dengan mengairi air dan membiarkannya tergenang. Pada 10 HST dibuat bentuk bedengan dengan membiarkan air hanya pada lorong hal ini untuk ketersediaan oksigen pada akar sehingga mempercepat dan memperbanyak jumlah anakan. Pemanenan dilakukan apabila 90% tanaman padi telah menunjukkan kriteria panen. Kriteria panen diantaranya butir-butir padi dan daun bendera telah menguning, daun bawah sudah kering, butir pada teras keras bila ditekan serta bunyi patahan apabila digigit.

Pengamatan

Adapun parameter yang diamati meliputi karakter utama antara lain : Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada saat sesudah panen. Tinggi tanaman diukur dari pangkal hingga ujung daun tertinggi dan dinyatakan dalam cm. Pengukuran panjang malai dilakukan setelah panen dari buku terakhir sampai ujung malai dan dinyatakan dalam satuan cm. Pengamatan berat malai dilakukan setelah panen dengan menimbang berat malai dalam satu rumpun dengan menggunakan timbangan dengan satuan gram. Pengamatan jumlah malai dilakukan setelah panen dengan menghitung jumlah malai dalam satu rumpun. Berat 1000 butir gabah

tanaman dihitung dengan menimbang gabah bernas sebanyak 1000 biji dan diambil secara acak menggunakan alat timbang analitik. Hasil berat gabah 1000 biji dinyatakan dalam gram. Umur panen dihitung dari saat tanam sampai padi dipanen. Pengamatan ini dilakukan setelah panen dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Gabah Berisi} = \frac{\text{Jumlah Gabah Berisi}}{\text{Total Jumlah Gabah}} \times 100\%$$

Pengamatan potensi hasil dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Hasil per hektar} = \frac{\text{Berat Gabah per plot}}{\text{Luas Plot}} \times \text{Populasi tanaman}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil analisis heritabilitas pada parameter tinggi tanaman, jumlah malai, berat malai, berat 1000 butir, umur berbunga, dan umur panen dan potensi hasil menunjukkan nilai heritabilitas tinggi. Sedangkan pada parameter panjang malai, persentase gabah bernas menunjukkan nilai heritabilitas sedang.

Tabel 1. Nilai rerata, ragam fenotip, ragam genotip, dan heritabilitas tinggi tanaman, jumlah malai, panjang malai, dan berat malai.

	Parameter Pengamatan			
	Tinggi Tanaman	Jumlah Malai	Panjang Malai	Berat Malai
Rerata	172,89	9,45	31,12	45,86
σ_p^2	342,41	11,23	8,10	421,35
σ_G^2	314,98	6,23	2,36	216,04
H	92%	55%	29%	51%
Kriteria	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi

Keterangan: σ_p^2 = ragam fenotipe, σ_G^2 = ragam genotipe, H = heritabilitas, H < 20% = rendah, 20% ≤ H ≤ 50% = sedang, H > 50% = tinggi.

Tabel 1 menunjukkan tinggi tanaman memiliki nilai heritabilitas tinggi dengan nilai 92%. Parameter jumlah malai memiliki nilai heritabilitas tinggi dengan nilai 55%. Parameter panjang malai memiliki nilai heritabilitas sedang dengan nilai 29%. Parameter berat malai memiliki nilai heritabilitas tinggi dengan nilai 51%.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa semua karakter yang diamati memiliki nilai heritabilitas yang tinggi kecuali pada karakter panjang malai yang memiliki nilai heritabilitas sedang. Seleksi akan lebih efektif dan efisien apabila nilai duga heritabilitas dari suatu karakter tersebut tinggi seperti yang dikemukakan oleh Moedjiono dan Mejaya (1994). Karakter yang diamati pada generasi F2 memiliki nilai heritabilitas yang tinggi, hal ini menunjukkan bahwa keragaman pada karakter tersebut lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dari pada faktor lingkungan. Oleh karena itu, karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa karakter tersebut akan lebih mudah diwariskan ke generasi selanjutnya.

Lestari (2006) menyatakan bahwa, jika nilai duga heritabilitas tinggi maka seleksi dapat dilakukan pada generasi awal karena karakter dari suatu genotip mudah diwariskan ke keturunannya, tetapi apabila nilai heritabilitas suatu karakter rendah maka seleksi tidak dapat dilakukan pada generasi awal dan harus dilakukan seleksi pada generasi lanjut karena sulit diwariskan pada generasi selanjutnya. Menurut Barmawi (2013) seleksi dapat diterapkan secara efisien pada suatu karakter apabila nilai heritabilitas tinggi pada setiap karakter-karakter yang diamati.

Tabel 2. Nilai rerata, ragam fenotip, ragam genotip, dan heritabilitas berat 1000 butir, umur panen, persentase gabah bernas, dan potensi hasil.

	Parameter Pengamatan			
	Berat 1000 Butir	Umur Panen	Persentase Gabah bernas	Potensi Hasil
Rerata	22,99	112,75	84,46	6,24
σ_p^2	4,06	10,91	42,08	8,93
σ_G^2	3,62	6,96	12,88	5,38
H	89%	64%	31%	60%
Kriteria	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi

Keterangan: σ_p^2 = ragam fenotipe, σ_G^2 = ragam genotipe, H = heritabilitas, H < 20% = rendah, 20% ≤ H ≤ 50% = sedang, H > 50% = tinggi.

Tabel 2 menunjukkan berat 1000 butir memiliki nilai duga heritabilitas tinggi dengan nilai 84%. Parameter umur panen memiliki nilai heritabilitas tinggi dengan nilai 64%. Parameter persentase gabah bernas memiliki nilai heritabilitas sedang dengan nilai 31%, dan parameter potensi hasil memiliki nilai heritabilitas tinggi dengan nilai 60%.

Pada tabel 2 terlihat bahwa semua karakter mempunyai nilai duga heritabilitas yang tinggi, kecuali pada karakter persentase gabah bernas yang memiliki nilai heritabilitas sedang. Menurut Karuniawan (1991) metode dan populasi yang digunakan mempengaruhi nilai heritabilitas suatu sifat atau karakter tanaman. Suatu karakter dikendalikan oleh faktor genetik atau faktor lingkungan ditunjukkan oleh besaran nilai duga heritabilitas, sehingga dapat diketahui apakah suatu karakter tersebut dapat diturunkan ke generasi selanjutnya (Lestari, 2006). Pada nilai duga heritabilitas tinggi yang didapatkan dari hasil analisa pada penelitian ini memungkinkan untuk dapat dilakukan seleksi. Menurut Wicaksana (2001) untuk dapat mempelajari suatu karakter selain dilihat dari keragaman genetik, diperlukan juga parameter genetik lain seperti nilai heritabilitas. Sifat atau karakter yang mempunyai nilai heritabilitas tinggi dapat dilakukan seleksi pada generasi awal, sebaliknya apabila nilai heritabilitasnya rendah maka seleksi dapat dilaksanakan pada generasi akhir (Zen, 1995).

Heritabilitas Tanaman Hasil Persilangan

Seleksi adalah satu tahap dalam pemuliaan tanaman. Seleksi yang akan dilakukan terhadap suatu karakter yang memberikan kontribusi terhadap sifat adaptasi tanaman akan lebih efektif apabila didasari oleh informasi genetik seperti pendugaan heritabilitas, jumlah, dan tipe aksi gen pengendali (Poehlman dan Sleper 1995, Roy 2000). Suatu karakter yang cenderung dikendalikan oleh faktor genetik atau faktor lingkungan diindikasikan oleh besaran nilai duga heritabilitas, sehingga dapat memberikan informasi sejauh mana karakter tersebut dapat diturunkan ke generasi selanjutnya (Lestari *et al.*, 2006).

Heritabilitas merupakan penggambaran perbandingan ragam genetik terhadap ragam fenotipe dan dinyatakan dalam satuan persen. Pendugaan nilai heritabilitas digunakan untuk melihat peranan faktor genetik dan faktor lingkungan terhadap penampilan akhir karakter yang diamati (Syukur *et al.*, 2012). Karakter yang memiliki nilai heritabilitas arti luas yang termasuk kriteria tinggi, dimana faktor genetik berpengaruh besar dibandingkan dengan faktor lingkungan sehingga dapat dilakukan seleksi berdasarkan karakter dan sifat genetik dari genotipe tersebut. Nilai heritabilitas yang tinggi berperan dalam meningkatkan efektifitas seleksi dalam pemuliaan tanaman (Hardiati *et al.*, 2003).

Nilai duga heritabilitas hasil persilangan pada generasi F2 dapat dijelaskan dengan melihat nilai heritabilitas dari setiap karakter. Tabel 1, dan 2 menyajikan nilai heritabilitas generasi F2 hasil persilangan varietas Batutege dengan IRBB 27 dengan karakter pertumbuhan

dan karakter panen. Hasil duga ragam genetik, ragam fenotipe, dan ragam lingkungan menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman, jumlah malai, berat malai, berat 1000 butir, umur panen, dan potensi hasil lebih dominan dikendalikan oleh faktor genetik sifat atau karakter tersebut yang ditunjukkan oleh nilai heritabilitas arti luas dengan kriteria tinggi.

Hasil pendugaan nilai heritabilitas pada generasi F₂ persilangan tersebut terlihat bahwa terdapat perbedaan nilai duga heritabilitas arti luas pada karakter yang sama pada generasi F₂ persilangan padi. Natawijaya (2012) menyebutkan hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan nilai genotipe tetua-tetunya. Nilai heritabilitas suatu karakter nilainya tidak tetap karena banyak faktor yang dapat mempengaruhi nilai heritabilitas, yaitu populasi yang digunakan, metode estimasi, pautan gen, pelaksanaan percobaan, generasi populasi yang diuji, dan kondisi lingkungan (Puspitasari 2011).

Keragaan generasi F₂ yang lebih baik dari kedua tetuanya serta keragaman dan heritabilitas yang tinggi menunjukkan keunggulan komponen hasil generasi F₂ terhadap kedua tetua yang mengindikasikan daya hasil yang tinggi pada generasi F₂. Keragaman dan heritabilitas yang tinggi juga mengindikasikan masih adanya peluang untuk meningkatkan daya hasil dalam program seleksi.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai heritabilitas tanaman F₂ hasil persilangan varietas padi gogo batutege dengan IRBB-27 pada parameter tinggi tanaman, jumlah malai, berat malai, berat 1000 butir, umur panen dan potensi hasil memiliki nilai heritabilitas tinggi, sedangkan pada parameter panjang malai, persentase gabah bernas memiliki nilai heritabilitas sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2016. Jumlah dan distribusi penduduk [Internet]. [diunduh 2017 Mei 09]. Tersedia pada: <http://sp2016.bps.go.id/>
- Barmawi, M., N. Sa'diyah dan E. Yantama. 2013. Kemajuan Genetik dan Heritabilitas Karakter Agronomi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) Generasi F₂ Persilangan Wilis dan Mlg 2521. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung
- Biswal MK, Mondal MAA, Hossain M, Islam R. 2008. Persilangan untuk merakit varietas unggul baru kentang [Internet]. [diunduh 2018 Jul 2]. Tersedia pada:<http://balitsa.litbang.pertanian.go.id/ind/images/Iptek%20Sayuran/04.pdf>.
- Christiana AL. 1996. Pola segregasi karakter agronomi tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) generasi F₂ hasil persilangan wilis x B3570. *J Agrotek Tropika*. 1(1):8-13.
- Hardiati S, Murdaningsih HK, Baihaki A, Rostini N. 2007. Parameter genetik karakter komponen buah pada beberapa aksesori nanas. *Zuriat*.14(2):53-58.
- Helyanto, B. U. S. Budi, A. Kartamidjaya, D. Sunardi. 2000. Studi parameter genetik hasil serat dan komponennya pada plasma nutfah rosela. *Jurnal Pertanian Tropika*. 8 (1):82-87.
- Karuniawan, A., R. Setiamihardja, N. Hermiati dan A. Baihaki. 1991. Nilai heritabilitas lima komponen hasil kedelai dengan tiga metode pendugaan. *Zuriat* 2(2):64-68.
- Lestari AD, Dewi W, Qosim WA, Rahardja M, Rostini N, Setiamihardja R. 2006. Keragaman dan heritabilitas 10 genotip pada cabai besar (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(4):301-307
- Moedjiono, M. J. Mejaya. 1994. Variabilitas genetik beberapa karakter plasma nutfah jagung koleksi Balittas Malang. *Zuriat* 5(2):27-32.

- Nasir, M. 2011. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Yamu Press, Banda Aceh. University Press. Iowa.
- Natawijaya A. 2012. Analisis genetik dan seleksi generasi awal segregan gandum (*Triticum aestivum* L.) berdaya hasil tinggi [tesis]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Poelhman JM, dan Sleper DA. 1995. Pola pewarisan adaptasi kedelai (*Glycine max* L. Merrill) terhadap cekaman naungan berdasarkan karakter morfo-fisiologi daun. *Bul Agron.* 36(1):1-7.
- Poehlman, J.M., dan D. A. Sleper. 1996. *Breeding Field Crops*. 4th Edition. Iowa State University Press. Iowa
- Puspitasari W. 2011. Pendugaan parameter genetik dan seleksi karakter agronomi dan kualitas sorgum di lahan masam [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Roy D. 2000. *Plant Breeding: Analysis and Exploitation of Variation*. Calcutta (IN): Narosa Publishing House.
- Sadimantara GR, Widarsih A, Muhidin. 2013. Seleksi beberapa progeni hasil persilangan padi gogo (*Oryza sativa* L.) berdasarkan karakter pertumbuhan tanaman. *Jurnal Agroteknos.* 3(1):48-52.
- Susilaningsih, F., D. Riswandi, dan N, Hermiati. 2008. Penampilan fenotipik dan beberapa parameter genetik 16 kultivar padi gogo pada sistem tumpangsari 3:1 dengan kacang tanah di Jatinangor. *Zuriat.* 19(2):152-163.
- Syukur M, S Sujiprihati, R Yuniarti, 2012. *Teknik pemuliaan tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Welsh JR. 1991. *Dasar-dasar Genetika dan Pemuliaan Tanaman*. Mogeia JP, penerjemah. Jakarta (ID): Erlangga. Terjemahan dari: *Fundamental of Plant Genetics and Breeding*.
- Wicaksana, N. 2001. Penampilan fenotipik dan beberapa parameter genetik 16 genotip kentang pada lahan sawah didataran medium. *Zuriat* 12(1):15-21.
- Zen, S. 1995. Heritabilitas, korelasi genotipik dan fenotipik karakter padi gogo. *Zuriat.* 6(1):25-32.