

Karakterisasi dan Daya Gabung Beberapa Varietas Lokal dengan Padi Tipe Baru Impari 7

Yusuf L. Limbongan dan Srivan Palelleng

ylimbongan@yahoo.com, srivan_palelleng@ukitoraja.ac.id

ABSTRAK

Percobaan ini bertujuan untuk mempelajari tingkat keberhasilan persilangan, heterosis, heterobeltiosis, daya gabung dan model aksi gen yang berkaitan dengan karakter-karakter unggul tetua lokal dengan padi unggul tipe baru. Penelitian dilaksanakan di Kel. Tikala, Kec. Tikala, Kabupaten Toraja Utara pada bulan April 2012 hingga September 2012. Persilangan dialel yang dilakukan terdiri dari persilangan antara tetua [kombinasi $\frac{1}{2} p(p - 1)$] sehingga diperoleh 6 kombinasi persilangan dari 4 tetua yang digunakan. Masing-masing kombinasi persilangan diulang 3 kali. Kombinasi tetua Jantan Pare Bau' dan tetua betina Impari relatif menghasilkan persentase bunga yang berhasil diserbuki, persentase gabah hasil persilangan dan persentase gabah bernas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua kombinasi persilangan lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi tetua Jantan Pare Bau' dan tetua betina Impari relatif menghasilkan persentase bunga yang berhasil diserbuki, persentase gabah hasil persilangan dan persentase gabah bernas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua kombinasi persilangan lainnya. Nilai heterosis tertinggi dicapai pada kombinasi persilangan Pare Bau' dan Impari, sedangkan nilai heterobeltiosis tertinggi terdapat pada kombinasi Pare Lallodo dengan Impari.

Kata Kunci : *heterosis, heterobeltiosis, persilangan dialel, padi.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas yang sangat strategis ditinjau dari sisi ekonomi maupun politis. Kebutuhan padi nasional terus meningkat tiap tahun seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Di sisi lain, produksi padi mengalami penurunan. Produksi pada tahun 2001 turun sebesar 4.45 persen atau 2.3 juta ton gabah kering giling dibanding tahun 2000 yaitu sebesar 51.89 juta ton (BPS, 2002).

Kabupaten Tana Toraja merupakan daerah yang didominasi oleh lahan pertanian dataran tinggi (ketinggian tempat >750 m dpl.). Kondisi ini menjadikan wilayah ini memiliki agroekosistem yang spesifik. Petani di Tana Toraja dari generasi ke generasi telah biasa memproduksi padi di sawah. Padi yang ditanam petani umumnya berupa jenis/varietas lokal yang telah beradaptasi di dataran tinggi. Jenis padi yang biasa di tanam petani di Tana Toraja umumnya berumur dalam (umur panen

sekitar 6 bulan) dan berproduksi rendah (3 – 4 ton/ha). Dengan tingkat produktivitas padi jenis lokal yang demikian, ditambah umur yang panjang mengakibatkan produktivitas lahan per tahun menjadi rendah, karena dalam satu tahun umumnya hanya terjadi satu kali panen. Peningkatan produktivitas lahan dan pola tanam dapat dilakukan dengan berbagai cara. Namun salah satunya yang utama adalah penggunaan varietas atau jenis padi unggul yang berproduksi tinggi dengan umur yang lebih genjah.

Upaya meningkatkan produksi beras di Wilayah Tana Toraja guna mendukung kemandirian pangan dan meningkatkan kesejahteraan petani merupakan cita-cita yang terus menerus harus diperjuangkan bersama. Upaya ke arah itu dapat dilakukan dengan meningkatkan produktivitas per satuan lahan sawah. Salah satunya adalah melalui strategi transformasi teknologi dari keadaan satu kali panen menjadi dua sampai tiga kali panen setahun.

Guna mendukung upaya tersebut, tersedianya padi berumur genjah dan berproduksi

tinggi yang dikembangkan spesifik beradaptasi pada agroekosistem dataran tinggi Toraja sangat diperlukan. Padi Unggul berumur genjah tersebut, akan mudah diterima petani apabila mempunyai sifat-sifat, seperti bentuk gabah, beras dan rasa nasi yang masih sesuai dengan budaya lokal, serta berproduksi tinggi. Genotipe/varietas genjah dan berproduksi tinggi yang dikembangkan dan diseleksi khusus untuk beradaptasi spesifik dan berumur genjah akan sangat ideal dalam mendukung keberhasilan program peningkatan produksi padi di Toraja.

Perakitan varietas padi sawah berdaya hasil tinggi dan berumur genjah merupakan alternatif pemecahan masalah pada daerah Tana Toraja dan Toraja Utara. Pemuliaan padi untuk daya hasil tinggi dan sifat kualitatif yang diinginkan tidak dapat dilakukan tanpa mengetahui perangkat genetik pengendali sifat. Metode genetika kuantitatif membantu pemulia dalam mengkombinasikan gen pengendali sifat yang berasal dari varietas yang beragam.

Salah satu strategi pemuliaan untuk mendapatkan varietas unggul pada tanaman menyerbuk sendiri seperti padi adalah melakukan persilangan buatan. Tujuan membuat persilangan pada tanaman menyerbuk sendiri adalah menyatukan sifat-sifat baik yang diinginkan dari kedua tetuanya ke dalam milik tunggal keturunannya (Kasno, 1991). Menurut Daryanto dan Satifah (1990), tahap-tahap persilangan buatan adalah sebagai berikut: (a) mengadakan persiapan, (b) melakukan emaskulasi, (c) mengumpulkan serbuk sari, dan (d) melakukan penyerbukan.

Salah satu metode persilangan yang digunakan adalah metode analisis dialel (Hanarnejad, 2005). Persilangan dialel adalah persilangan antara dua galur murni (persilangan tunggal) dari semua kombinasi persilangan yang mungkin (Kasno, 1991). Berdasarkan kombinasi yang mungkin dilakukan, jika p adalah jumlah tetua, Griffing (1956) membagi persilangan dialel menjadi empat kombinasi, yaitu: (a) kombinasi p^2 terdiri dari persilangan tetua sendiri, antar tetua dan resiproknnya, (b) kombinasi $\frac{1}{2}p(p + 1)$ terdiri dari persilangan tetua dan antar tetua tanpa resiprok, (c) kombinasi $p(p - 1)$ terdiri dari persilangan antar

tetua dan resiproknnya tanpa persilangan tetua, dan (d) kombinasi $\frac{1}{2} p(p - 1)$ terdiri dari persilangan antar tetua.

Analisis dialel membantu pemulia untuk melakukan seleksi tetua yang diinginkan (Rodrigues, *et al.*, 1999 dan Won and Yoshida, 2000). Analisis dialel digunakan untuk mengetahui potensi daya gabung umum (GCA = *General Combining Ability*) dan daya gabung khusus (SCA = *Spesific Combining Ability*). GCA dapat diartikan sebagai kemampuan secara umum tetua untuk bergabung dengan tetua yang lain. GCA diperoleh dari keragaman yang disebabkan oleh perbedaan tetua. SCA dapat diartikan sebagai kemampuan suatu tetua secara khusus bergabung dengan tetua yang lain. SCA diperoleh dari keragaman yang disebabkan oleh perbedaan tetua yang kedua untuk suatu tetua pertama tertentu. Daya gabung dapat digunakan sebagai petunjuk aksi gen alami dari tetua yang diinginkan dan sifat penting yang berhubungan dengan daya hasil mungkin dapat ditemukan. Aksi gen, heterosis dan heterobeltiosis adalah kunci dalam melakukan seleksi pada populasi hasil pemuliaan.

Analisis dialel telah digunakan untuk pemuliaan pada padi. Analisis dialel pada padi digunakan untuk mengetahui GCA dan SCA untuk sifat kuantitatif. Perakitan padi sawah berdaya hasil tinggi berumur genjah membutuhkan parameter seleksi yang efisien. Oleh karena itu, analisis dialel dibutuhkan untuk mengetahui aksi gen parameter yang berhubungan dengan karakter kualitas dan kuantitas produksi serta umur panen galur-galur harapan yang dihasilkan.

Tujuan dan Kegunaan

Percobaan ini bertujuan untuk mempelajari tingkat keberhasilan persilangan, heterosis, heterobeltiosis, daya gabung dan model aksi gen yang berkaitan dengan karakter-karakter unggul tetua lokal dengan padi unggul tipe baru..

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dalam rangka merakit varietas padi sawah yang berproduksi tinggi dan berumur genjah.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di *Kel. Tikala, Kec. Tikala* pada bulan April 2012 hingga September 2012.

Bahan dan Alat

Bahan :

- Benih padi varietas lokal (Pare Lea, Pare Bau' dan Pare Lallodo) serta padi tipe baru (PTB) Inpari 7.
- Tanah,
- Pupuk kandang
- Sekam padi
- Pupuk Urea, TSP dan KCl

Alat-alat :

- Pinset
- Gunting
- Label
- Plastik transparant
- Alat Tulis menulis
- Ember plastik

Metode Pelaksanaan

1. Persentase keberhasilan persilangan

- a. Persentase bunga yang berhasil diserbuki (%S)
Rata-rata bunga yang berhasil diserbuki

$$\% S = \frac{\text{Rata-rata bunga yang berhasil diserbuki}}{\text{Rata-Rata bunga yang disilangkan}} \times 100 \%$$

- b. Persentase gabah hasil persilangan (%G)
Rata-rata jumlah gabah hasil persilangan

$$\% G = \frac{\text{Rata-rata jumlah gabah hasil persilangan}}{\text{Rata-rata bunga yang berhasil diserbuki}} \times 100 \%$$

- c. Persentase Gabah Bernas (%B)
Rata-rata Gabah bernas

$$\% B = \frac{\text{Rata-rata Gabah bernas}}{\text{Jumlah gabah terbentuk}} \times 100 \%$$

2. Ragam berat gabah

Ragam berat biji yang dihitung adalah ragam di dalam tetua F1

Rumus :

$$S^2 = \frac{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}{n-1}$$

Tetua lokal yang digunakan adalah Pare Bau' (beras putih), Pare Lea (beras merah), dan Pare Lallodo (beras hitam). Ketiga kultivar ini telah beradaptasi pada daerah dataran tinggi, berumur panjang, dan memiliki sifat unggul terutama rasa, aroma dan warna beras, sedangkan tetua introduksi yang digunakan adalah padi tipe baru Impari yang memiliki sifat produksi tinggi dan umur pendek.

Persilangan dialel yang dilakukan terdiri dari persilangan antara tetua [kombinasi ½ p (p - 1)] sehingga diperoleh 6 kombinasi persilangan dari 4 tetua yang digunakan. Masing-masing kombinasi persilangan diulang 3 kali.

Bibit ditanam dalam ember plastik yang diisi campuran tanah, sekam dan pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1 : 1 dan pupuk urea (0,5 gram), TSP (0,25 gram) dan KCl (0,25 gram).

Variabel yang diamati meliputi sejumlah karakter kuantitatif dan karakter kualitatif pada tanaman padi (tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, umur berbunga, jumlah bunga yang disilangkan, jumlah bunga yang berhasil diserbuki, jumlah gabah hasil persilangan, jumlah gabah bernas hasil persilangan, berat 1000 biji tetua dan hasil persilangan, panjang malai, persentase gabah bernas per malai).

Analisis data meliputi :

Keterangan :

- S² = ragam berat gabah
- ΣX² = jumlah kuadrat nilai berat gabah
- ΣX = jumlah nilai berat biji
- n = banyaknya data

3. Analisis Ragam Gabungan

$$S_2^2g = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan :

- S_2^2g =ragam gabungan tetua dan F1
- n_1 =jumlah tetua
- S_1^2 =ragam tetua
- n_2 =jumlah persilangan
- S_2^2 =ragam F1

4. Uji t

$$t_{hitung} = \frac{X_{F1} - X_P}{S_2^2g \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2}}}$$

Keterangan :

- X_{F1} = rata-rata berat gabah F1
- X_P = rata-rata berat gabah tetua
- S_2^2g = ragam gabungan
- t tabel = $\alpha/2$; db
- db = $n_1 + n_2 - 2$

5. Analisis Heritabilitas, Heterosis dan Heterobeltiosis

$$\text{Heterosis (\%)} = \frac{F1 - MP}{MP} \times 100\%$$

$$\text{Heterobeltiosis (\%)} = \frac{F1 - HP}{HP} \times 100\%$$

Keterangan :

- F1 = nilai rata-rata F1
- MP = nilai rata-rata kedua tetua
- HP = nilai rata-rata tetua tertinggi

6. Analisis Similarity dengan program NT-SYS for Windows untuk mengetahui keragaman antara tetua yang disilangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

- a. Persentase bunga yang berhasil diserbuki (%S)
 Persentase bunga yang berhasil diserbuki disajikan pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan bahwa persentase bunga diserbuki tertinggi dicapai pada persilangan antara Pare Bau' dan Impari yaitu sebesar 94,29 %, sedangkan persilangan antara Pare Lallodo dan Impari mencapai 76 % dan persilangan Pare Lea dan Impari sebesar 41,67%. Hal ini menunjukkan bahwa daya gabung dan tingkat kecocokan antara gen Pare Bau' dengan Impari relative lebih besar dibandingkan dengan kedua persilangan lainnya.

Tabel 1. Persentase Bunga yang Berhasil diserbuki

No	Persilangan	Rataan Bunga Disilangkan	Rataan Bunga Diserbuki	Bunga Diserbuki (%)
1	Pare Lallodo (♂) x Impari (♀)	75	57	76,00 ^b
2	Pare Lea (♂) x Impari (♀)	60	25	41,67 ^c
3	Pare Bau' (♂) x Impari (♀)	70	66	94,29 ^a

- b. Persentase Gabah Hasil Persilangan
 Persentase gabah hasil persilangan disajikan pada Tabel 2. Tabel tersebut menunjukkan bahwa persentase gabah hasil persilangan tertinggi dicapai pada persilangan antara Pare Bau' dan Impari yaitu sebesar 27,27 %, sedangkan

persilangan antara Pare Lallodo dan Impari mencapai 19,30 % dan persilangan Pare Lea dan Impari sebesar 8 %. Hal ini menunjukkan bahwa daya gabung dan tingkat kecocokan antara gen Pare Bau' dengan Impari relative lebih besar dibandingkan dengan kedua persilangan lainnya.

Tabel 2. Persentase gabah hasil persilangan (%G)

No	Persilangan	Rataan Bunga Diserbuki	Jumlah Gabah Hasil Persilangan	Gabah hasil persilangan(%)
1	Pare Lallodo (♂) x Impari (♀)	57	11	19,30

2 Pare Lea (♂) x Impari (♀)	25	2	8,00
3 Pare Bau' (♂) x Impari (♀)	66	18	27,27

c. Persentase Gabah Bernas

Persentase gabah bernas disajikan pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan bahwa persentase gabah bernas tertinggi dicapai pada persilangan antara Pare Lea dan Impari yaitu sebesar 100 %, sedangkan persilangan antara Pare Lallodo

dan Impari mencapai 90,91 % dan persilangan Pare Bau' dan Impari sebesar 77,78 %. Hal ini menunjukkan bahwa daya gabung dan tingkat kecocokan antara gen Pare Bau' dengan Impari relative lebih besar dibandingkan dengan kedua persilangan lainnya.

Tabel 3. Persentase Gabah Bernas untuk Setiap Kombinasi Persilangan (% B)

No	Persilangan	Jumlah Gabah Hasil Persilangan	Rataan Gabah Bernas	Gabah Bernas (%)
1	Pare Lallodo (♂) x Impari (♀)	11	10	90,91
2	Pare Lea (♂) x Impari (♀)	2	2	100,00
3	Pare Bau' (♂) x Impari (♀)	18	14	77,78

Rata-rata bobot gabah tetua Pare Lallodo dan Impari dengan F1 disajikan pada Tabel 4. Tabel tersebut menunjukkan bahwa bobot gabah per

rumpun tertinggi dicapai pada varietas Impari dengan rata-rata 80,83 g per rumpun dan F1 dengan rata-rata 79,90.

Tabel 4. Rata-rata Bobot Gabah Tetua Pare Lallodo dan Impari dengan F1.

No	Generasi										
1	Pare Lallodo (P)	66	67	60	35						
2	Impari (P)	121	74	87	69	68	66				
3	F1	115	72	86	76	67	75	75	66	80	87

Hal ini menunjukkan bahwa bobot gabah F1 tidak berbeda dengan bobot gabah tetua terbaik yaitu Impari. Hasil ini juga didukung oleh nilai

heterosis yang mencapai 12,06% dan heterobeltiosis yang bernilai positif yaitu 1,15% (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-Rata, Ragam, Heterosis dan Heterobeltiosis antara Tetua Pare Lallodo dan Impari dengan F1.

S ² Berat Gabah	S ² Gab	Rata-Rata	t hit	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
224,667	18080,8	57,00	0,00091	12,06	1,15
444,567		80,83			
200,544		79,90			

Rata-rata bobot gabah tetua Pare Lea dan Impari dengan F1 disajikan pada Tabel 6. Tabel tersebut menunjukkan bahwa bobot gabah per

rumpun tertinggi dicapai pada varietas Impari dengan rata-rata 80,83 g per rumpun dan F1 dengan rata-rata 79,90.

Tabel 6. Rata-rata Bobot Gabah Tetua Pare Lea dan Impari dengan F1.

No	Generasi
----	----------

1 Pare Lea (P)	63	71	67	66					
2 Impari (P)	121	74	87	69	68	66			
3 F1	99	74	85	77	79	75	77	67	83 88

Hal ini menunjukkan bahwa bobot gabah F1 tidak berbeda dengan bobot gabah tetua terbaik yaitu Impari dan lebih tinggi dari tetua jantan (Pare

Lea). Hasil ini juga didukung oleh nilai heterosis yang mencapai 6,91% dan heterobeltiosis yang bernilai -0,54% (Tabel 7).

Tabel 7. Rata-Rata, Ragam, Heterosis dan Heterobeltiosis antara Tetua Pare Lea dan Impari dengan F1.

Gen	S ² Berat Gabah	S ² Gab	Rata-Rata	t hit	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
P1	10,917	54438,5	66,75	0,00018	6,91	-0,54
P2	444,567		80,83			
F1	78,489		80,40			

Rata-rata bobot gabah tetua Pare Bau' dan Impari dengan F1 disajikan pada Tabel 8. Tabel tersebut menunjukkan bahwa bobot gabah per rumpun tertinggi dicapai pada Generasi F1 dengan

rata-rata 111,10 g per rumpun dan Tetua jantan (Pare Bau') dengan rata-rata 110,75 g serta Impari, dengan nilai rata-rata hanya 80, 33 g.

Tabel 8. Rata-rata Bobot Gabah Tetua Pare Bau' dan Impari dengan F1.

No	Generasi									
1	Pare Bau' (P)	110	75	139	119					
2	Impari (P)	121	74	87	69	68	66			
3	F1	115	77	133	143	147	119	112	98	82 85

Tabel 9. Rata-Rata, Ragam, Heterosis dan Heterobeltiosis antara Tetua Pare Bau' dan Impari dengan F1.

S ² Berat Gabah	S ² Gab	Rata-Rata	t hit	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
714,917	19339,4	110,75	0,00119	19,72	0,32
444,567		80,83			
636,322		111,10			

Analisis ragam gabungan, heterosis dan heterobeltiosis antara tetua Pare Bua' dan Impari disajikan pada Tabel 9. Tabel 9 tersebut menunjukkan adanya perbaikan sifat pada generasi F1 yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua tetuanya. Nilai heterosis mencapai 19,72 %

menunjukkan adanya peningkatan bobot gabah 19,72 g dari rata-rata bobot gabah kedua tetua dan nilai heterobeltiosis 0,32 % berarti terjadi peningkatan 0,32 g dibandingkan dengan tetua terbaik yaitu Pare Bau'.

Tabel 10. Tingkat Similaritas antara Genotipe yang disilangkan

No	Genotipe yang dibandingkan	Similaritas
1	Lalodo vs Pare Bau'	8 %
2	Lalodo vs Pare Lea	76,7 %
3	Lalodo vs Impari	23,0 %
4	Pare Lea vs Pare Bau'	38 %

5	Pare Lea vs Impari	10,2 %
6	Pare Bau' vs Impari	16 %

Hasil analisis kekerabatan antara tetua yang disilangkan dengan menggunakan NT-SYS disajikan pada Tabel 10. Tabel tersebut menunjukkan bahwa tingkat similaritas tertinggi dicapai pada Pare Lea dan Pare Lallodo yaitu 76,7%, Pare Lea dan Pare Bau' sebesar 38%, sedangkan kombinasi lainnya memiliki tingkat similaritas yang kurang dari 30%. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe yang memiliki keragaman tinggi atau memiliki kesamaan yang kecil, dapat dikombinasikan dalam suatu persilangan untuk memperbaiki sifat kedua tetua.

Pembahasan

Analisis genetik terhadap tetua jantan Pare Bau', Pare Lallodo, dan Pare Lea dengan tetua betina Impari menunjukkan bahwa Kombinasi tetua Jantan Pare Bau' dan tetua betina Impari relatif menghasilkan persentase bunga yang berhasil diserbuki dan persentase gabah hasil persilangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua kombinasi persilangan lainnya, namun kombinasi Pare Lea dan Impari lebih tinggi (100 %) untuk parameter persentase gabah bernas. Hal ini disebabkan adanya kemiripan karakter (tingkat similaritas) antara kedua tetua terutama sifat-sifat agronomi seperti warna beras, warna gabah, perawakan tanaman serta sifat-sifat lain yang penting dalam menentukan kesesuaian dalam kombinasi persilangan.

Hasil serupa didapatkan pada kombinasi persilangan antara beberapa varietas lokal Toraja yaitu, Pare Lambau, Pare Mandoti dan Pare Pinjan dengan padi tipe baru Fatmawati di mana tingkat kombinasi relatif tinggi untuk setiap karakter penting (Limbongan, 2006).

Berdasarkan nilai heterosis dan heterobeltiosis ternyata nilai heterosis tertinggi dicapai pada kombinasi persilangan Pare Bau' dan Impari, yang menunjukkan bahwa nilai rata-rata bobot gabah F1 hasil persilangan antara Pare Bau' dan Impari melebihi nilai rata-rata bobot gabah tetuanya (Pare Bau' dan Impari). Nilai heterobeltiosis tertinggi terdapat pada kombinasi Pare Lallodo dengan Impari yang menunjukkan

bahwa nilai rata-rata bobot gabah F1 hasil persilangan antara Pare Lallodo dan Impari melebihi nilai bobot gabah tetua terbaik (Impari).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kombinasi tetua Jantan Pare Bau' dan tetua betina Impari relatif menghasilkan persentase bunga yang berhasil diserbuki, persentase gabah hasil persilangan dan persentase gabah bernas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua kombinasi persilangan lainnya.

Nilai heterosis tertinggi dicapai pada kombinasi persilangan Pare Bau' dan Impari, sedangkan nilai heterobeltiosis tertinggi terdapat pada kombinasi Pare Lallodo dengan Impari.

Saran

Untuk memperoleh hasil kombinasi persilangan yang baik, disarankan menggunakan tetua yang mempunyai daya gabung umum dan khusus yang terbaik terutama kombinasi Pare Bau' dan Impari serta Pare Lallodo dan Impari.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS, 2002. *Statistik Indonesia*. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Daryanto dan Satifah, S., 1990. *Pengetahuan Dasar Biologi Bunga dan Teknik Penyerbukan Silang Buatan*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Honarnejad, R. 2005. *Genetic Structure and Combining Ability of Iranian Rice Cultivars (Oryza Sativa L.)*. <http://www.gian.alumninetwork.de/proceedings/proceedings/Honarnejad.pdf>. Diakses tanggal 1 Februari 2012.
- Junaidi. 1999. *Studi Genetik Pewarisan sifat Toleran Naungan Padi Gogo Cultivars (Oryza Sativa L.)*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana, IPB.

- Kasno, A., 1983. Pengembangan Varietas Kacang Tanah. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.
- Limbongan, Y.L., 2001. Interrelasi Komponen Tumbuh dengan Hasil Tanaman Padi Sawah Di Dataran Tinggi. Tesis Magister Sains, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Limbongan, Y.L., 2008. Genetic Analysis and Selection of Lowland Rice (*Oryza sativa* L) for Adaptation In Highland Ecosystem. Bogor Agricultural University, Bogor.
- Rodrigues, *et al.* 1999. Combining Ability of *Phasaeolus vulgaris* L. for Resistance to Common Bacterial Blight. *Genetics and Molecular Biology* 22(4): 571-575
- Won, J.G. and T. Yoshida. 2000. Combining Ability in the Rice Line Selected for Direct-seeding in Flooded Paddy Field. *PPS* (3): 366-371.