

**Analisis Sidik Lintas Komponen Tumbuh dengan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)
dengan Cekaman Suhu Rendah**

*(Path Analysis of Growth Components and Yield of Lowland Rice (*Oryza sativa* L) with Low
Temperature Stress Condition)*

Yusuf Limbongan¹, Hajrial Aswidinnoor², Bambang S. Purwoko² dan Trikoesoemaningtyas²
ylimbongan@yahoo.com

ABSTRAK

Perakitan varietas padi sawah berdaya hasil tinggi dan toleran suhu rendah merupakan alternatif pemecahan masalah pada daerah dataran tinggi akibat cekaman suhu rendah. Percobaan dilaksanakan di Kec. Sesean, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan yang berada pada ketinggian tempat 1500 m dpl. Rancangan percobaan yang digunakan adalah RAK faktorial dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat keragaman yang tinggi dalam populasi F2 hasil persilangan Fatmawati X Lambau, Gilerang X Lambau dan Sintanur X Lambau. Kriteria nilai heritabilitas pada semua komponen pertumbuhan dan komponen hasil pada umumnya tinggi. Pola pewarisan sifat pada tinggi tanaman, panjang malai, panjang bulu, dan umur panen yaitu dominan, sedangkan pada karakter panjang daun bendera mengikuti pola pewarisan epistasis dominan rangkap. Karakter pertumbuhan dan hasil berkorelasi kuat dengan bobot gabah per rumpun, kecuali pada karakter panjang bulu, korelasinya dengan bobot gabah per rumpun kecil. Pengaruh langsung komponen hasil terhadap bobot gabah per rumpun terbesar dicapai pada karakter persentase gabah bernas per malai, sedangkan karakter lainnya memiliki pengaruh langsung yang relatif kecil terhadap bobot gabah per rumpun. Pengaruh langsung pada semua komponen tumbuh lebih kecil dibandingkan dengan pengaruh tidak langsungnya melalui komponen hasil.

Kata Kunci: heritabilitas, padi, pengaruh langsung, pengaruh tidak langsung.

¹ Staf Pengajar Agronomi, Fak. Pertanian UKI Toraja, Kab. Tana Toraja, Sulawesi Selatan, Jl. Nusantara No. 12 Makale, Tana Toraja, Sulawesi Selatan, Email :ylimbongan@yahoo.com, Telp. (0423)23493 (*penulis untuk korespondensi)

² Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.

PENDAHULUAN

Luas pertanaman padi di Indonesia diperkirakan mencapai 11–12 juta ha, yang tersebar di berbagai tipologi lahan seperti sawah (5,10 juta ha), lahan tadah hujan (2,10 juta ha), ladang (1,20 juta ha), dan lahan pasang surut. Lebih dari 90% produksi beras nasional dihasilkan dari lahan sawah (Badan Pusat Statistik 2000), dan lebih dari 80% total areal pertanaman padi sawah telah ditanami varietas unggul (Badan Pusat Statistik 2000). Menurut Las (2002), peran peningkatan produktivitas (teknologi) dalam peningkatan produksi padi mencapai 56,10%, perluasan areal 26,30%, dan 17,60% oleh interaksi antara keduanya. Sementara itu, peran varietas unggul bersama pupuk dan air terhadap peningkatan produktivitas mencapai 75%. Informasi tersebut menunjukkan bahwa varietas unggul terutama padi sawah merupakan kunci keberhasilan peningkatan produksi padi di Indonesia.

Upaya perakitan varietas padi di Indonesia ditujukan untuk menciptakan varietas yang berdaya hasil tinggi dan sesuai dengan kondisi ekosistem, sosial, budaya, serta minat masyarakat. Sejalan dengan berkembangnya kondisi sosial ekonomi masyarakat, permintaan akan tipe varietas yang dihasilkan juga berbeda-beda. Daradjat et al. (2001) menggolongkan varietas padi sawah ke dalam empat tipe, yaitu tipe Bengawan, tipe PB5, tipe IRxx, serta tipe IR64 yang tahan hama dan penyakit utama serta bermutu baik. Perkembangan tipe varietas tersebut berpengaruh terhadap produktivitas padi sawah nasional seperti dilaporkan Badan Pusat Statistik (2000). Wujud nyata terobosan perakitan varietas padi untuk masa yang akan datang adalah pengembangan padi hibrida dan padi tipe baru (Daradjat et al. 2001).

Indonesia dikenal memiliki keanekaragaman hayati yang sangat luas. Khusus untuk padi, Indonesia memiliki beberapa padi liar dengan keragaman spesies yang tinggi dan memiliki sekitar 17.000 plasma nutfah. Keragaman spesies ini merupakan modal dasar yang sangat berharga untuk perakitan dan perbaikan varietas padi.

Upaya untuk meningkatkan potensi hasil didekati melalui pemanfaatan keunggulan heterosis dengan perakitan varietas padi hibrida dan pembentukan padi tipe baru (PTB). Dalam periode 1995-2003, Balitpa telah melepas sebanyak 57 VUB. Di antara VUB tersebut, termasuk Maro dan

Rokan, yang merupakan padi hibrida dan Fatmawati, yang merupakan padi tipe baru. Padi hibrida dan tipe baru tersebut memiliki produktivitas 10-20% lebih tinggi dari varietas yang dilepas sebelumnya.

Berbagai varietas yang dilepas setelah IR-64 antara lain adalah Ciliwung dan Way Seputih yang dilepas pada 1989; Barumun, dilepas pada 1991; Memberamo, pada 1995, Way Apo Buru, pada 1998; Widas, pada 1999; Ciherang dan Tukad Unda, pada 2000; Konawe dan Sintanur (aromatik), pada 2001; Cimelati (semi PTB), Gilirang (semi PTB aromatik), Maro (hibrida), dan Rokan (hibrida), pada 2002; dan Fatmawati (PTB), pada 2003.

Namun demikian, dari sekian banyak varietas yang telah dilepas tersebut, belum ada varietas yang mampu memberikan daya hasil yang optimum bila ditanam di dataran tinggi. Pengujian daya hasil beberapa PTB pada ketinggian tempat 750 m dpl dan 1500 m dpl. memberikan hasil yang masih jauh lebih rendah dari potensi hasil yang diharapkan (Limbongan, 2001)

Perakitan varietas padi sawah berdaya hasil tinggi dan toleran suhu rendah merupakan alternatif pemecahan masalah pada daerah dataran tinggi akibat cekaman suhu rendah. 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 efisiensi seleksi. Seleksi akan memberikan respon yang optimal bila menggunakan parameter seleksi yang tepat. Seleksi berdasarkan daya hasil biasanya kurang memberikan hasil optimal bila tidak didukung oleh parameter seleksi lain berupa komponen pertumbuhan dan komponen hasil yang berkorelasi kuat dengan daya hasil.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pola segregasi dan hubungan antara komponen tumbuh, komponen hasil dengan hasil tanaman padi sawah toleran suhu rendah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dalam rangka merakit varietas padi sawah yang toleran terhadap cekaman suhu rendah di dataran tinggi.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Kec. Sesean, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan yang berada pada ketinggian tempat 1500 m dpl. Rancangan percobaan yang digunakan adalah RAK faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah dosis nitrogen terdiri dari 3 taraf yaitu tanpa nitrogen, 50 kg N/ha dan 100 kg N/ha. Faktor kedua adalah genotipe yang diuji Pulu' Mandoti, Lambau dan Pinjan sebagai tetua toleran suhu rendah dan Gilirang, Fatmawati dan Sintanur sebagai tetua peka suhu rendah.

Material-material genetik yang dipakai adalah genotipe parental (Fatmawati, Gilirang, Sintanur, Pulu' Mandoti, Lambau dan Pinjan) serta generasi F2 dari kombinasi persilangan Fatmawati X Lambau, Gilirang X Lambau, Sintanur X Lambau, Fatmawati X Pulu' Mandoti, dan Fatmawati X Pinjan

Komponen tumbuh yang diamati yaitu tinggi tanaman (X1), panjang daun bendera (X2), umur panen (X3), jumlah anakan per rumpun (X4), dan komponen hasil yang diukur yaitu panjang malai (X5), panjang bulu (X6), persentase gabah bernas per malai (X7), dan bobot 1000 butir gabah bernas (X8). Parameter yang mewakili hasil yaitu bobot gabah per rumpun (Y). Jumlah sampel tanaman yang dipakai dalam analisis sebanyak 100 sampel. Jumlah sampel tanaman untuk setiap silangan dan ulangan/kelompok sebanyak 100 sampel.

Data yang dikumpulkan dianalisis dengan 4 prosedur analisis :

1. Analisis ragam dan heritabilitas dalam arti luas untuk mengetahui besarnya sumbangan pengaruh genotipe terhadap fenotipe. Pendugaan heritabilitas arti luas dihitung berdasarkan analisis varians menurut metode yang dikemukakan oleh Singh dan Chaudhary (1979).

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times 100\%$$

Kriteria nilai heritabilitas menurut Stanfield (1983) sebagai berikut :

0.50 < H ≤ 1.00, tinggi

0.20 ≤ H ≤ 0.50, sedang

0.00 ≤ H < 0.20, rendah.

2. Uji kecocokan χ^2 (*Goodness of Fit Test*) untuk menguji pola segregasi dengan membandingkan 2 kelas fenotipe hasil

observasi dengan ekspektasi berdasarkan hukum segregasi Mendel.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

O_i = jumlah fenotipe ke-i menurut hasil pengamatan

E_i = jumlah fenotipe ke-i yang diharapkan menurut hipotesis.

3. Analisis Korelasi genotipik untuk menduga kekuatan hubungan antara komponen tumbuh, komponen hasil dengan hasil. Koefisien korelasi genotipik (r_{gij}) dihitung dengan rumus yang dikemukakan oleh Singh dan Chaudhary (1979) berdasarkan analisis kovarians sebagai berikut :

$$r_{gij} = \frac{Covg_{ij}}{\sqrt{\sigma_{gi}\sigma_{gi}}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman dan Pola Pewarisan

Hasil analisis varians komponen tumbuh menunjukkan bahwa terdapat keragaman fenotipe yang signifikan antara persilangan Fatmawati X Lambau (F X L), Gilirang X Lambau (G X L) dan Sintanur X Lambau (S X L). Pada karakter tinggi tanaman, silangan Fatmawati X Lambau lebih tinggi dibandingkan dengan S X L tetapi tidak berbeda dengan G X L. Panjang daun bendera F X L lebih panjang dibandingkan dengan G X L dan S X L. Umur panen F X L lebih genjah dibandingkan dengan G X L dan S X L. Malai F X L lebih panjang dibandingkan dengan S X L tetapi tidak berbeda nyata dengan G X L. Namun demikian jumlah anakan F X L lebih sedikit dibandingkan dengan G X L dan S X L walaupun secara statistik tidak berbeda signifikan.

Pada komponen hasil, fenotipe F X L nampak lebih baik dibandingkan dengan kedua silangan lainnya, baik pada karakter persentase gabah bernas per malai, bobot gabah per rumpun maupun bobot 1000 butir gabah bernas. Disamping itu bulu pada F X L lebih pendek dibandingkan dengan G X L dan S X L. Munculnya karakter berbulu pada generasi F1 dan F2 pada semua kombinasi persilangan, menunjukkan bahwa telah terjadi segregasi antara tetua-tetua persilangan.

Heritabilitas sangat menentukan keberhasilan seleksi untuk lingkungan yang sesuai,

karena heritabilitas dapat memberi gambaran apakah suatu sifat lebih dipengaruhi oleh faktor genetik atau faktor lingkungan (Kasno, 1993). Nilai heritabilitas setiap karakter berkisar antara kategori sedang sampai tinggi. Nilai heritabilitas tertinggi dicapai pada panjang daun bendera (0.953) dan umur panen (0.938). Nilai heritabilitas pada komponen hasil relatif lebih tinggi dibandingkan dengan nilai heritabilitas pada komponen tumbuh. Hal ini memperlihatkan bahwa keragaman yang ditampilkan oleh setiap karakter yang diamati, disebabkan oleh faktor genetik. Zen (1995) memperoleh nilai duga heritabilitas semua karakter pada tanaman padi gogo, kecuali persentase gabah bernas.

Konsep heritabilitas memiliki kegunaan dalam menentukan derajat perbedaan fenotipe yang dihasilkan dari penyebab fenotipik (Johnsons and Frey, 1967). Nilai heritabilitas merupakan pernyataan kuantitatif faktor keturunan dibandingkan dengan faktor lingkungan dalam memberikan penampilan akhir. Dengan demikian, melalui nilai heritabilitas dapat diketahui keragaman dari suatu sifat tertentu apakah disebabkan oleh faktor genetik ataukah lingkungan.

Seleksi terhadap karakter yang heritabilitasnya tinggi dapat dilakukan pada generasi awal. Malik et. Al.,(1988) melakukan seleksi jumlah gabah per malai lebih efektif mulai dari generasi bersegregasi, seperti generasi turunan F2 – F4. Kasno (1987) menegaskan bahwa dalam program pemuliaan tanaman yang seleksinya dilakukan serentak untuk beberapa karakter, akan sangat menguntungkan apabila nilai heritabilitas semua karakter adalah tinggi.

Uji Chi Square memperlihatkan bahwa sebagian besar pola segregasi sesuai dengan

hukum segregasi Mendel untuk 2 kelas fenotipe (3 : 1). Pada karakter tinggi tanaman dan panjang bulu, pola segregasi pada persilangan F X L dan G X L sesuai dengan hukum segregasi Mendel namun pada persilangan S X L tidak mengikuti pola segregasi Mendel. Pada karakter panjang malai dan umur panen, nampak bahwa hanya silangan G X L saja yang sesuai dengan pola pewarisan sifat Mendel, sedangkan S X L dan F X L tidak sesuai. Di samping itu, untuk karakter panjang daun bendera, semua kombinasi persilangan nampak tidak mengikuti pola pewarisan Mendel, tetapi lebih condong kepada nisbah daun bendera panjang : daun bendera pendek = 15 : 1. Dengan demikian, model aksi gen dapat diperkirakan berdasarkan perbandingan fenotipe F2 yang diamati sebagai berikut : Tanaman tinggi dominan terhadap tanaman pendek, bulu panjang dominan terhadap karakter tidak berbulu, malai panjang dominan terhadap malai pendek, dan umur genjah dominan terhadap umur dalam, sedangkan untuk karakter panjang daun bendera berlaku pewarisan sifat epistatik. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Tripathi dan Rao (1984) yang memperoleh nisbah 3:1, 9:7, 13:3 dan 15:1 untuk beberapa karakter pertumbuhan dan resistensi penyakit. Hasil penelitian yang sama pula oleh Suhartini, T dan I. Hanarida (1994) untuk karakter kepekaan tanaman padi terhadap panjang hari.

Ketidaksesuaian pola pewarisan beberapa karakter pertumbuhan dan hasil dengan pola segregasi Mendel tersebut disebabkan adanya faktor lain dalam menentukan fenotipe seperti faktor lingkungan atau mungkin juga disebabkan oleh frekuensi gen atau alel yang mengendalikan sifat tersebut serta kemungkinan adanya sifat kodominan atau epistasis.

Tabel 1. Keragaman dan Nilai Heritabilitas Komponen Tumbuh, Komponen Hasil dan Hasil

Kombinasi Persilangan	Tinggi Tanaman	Panjang Daun Bendera	Umur Panen	Jumlah Anakan	Panjang Malai
F X L	144,81 b	42,42 b	115,05 a	6,24	33,31 b
G X L	141,30 b	32,23 a	120,35 b	7,33	29,92 ab
S X L	135,91 a	30,77 a	123,32 b	7,28	28,97 a
BNT 0,05	4.33	6.54	4.27	2.06	3.21
H ²	0.813	0.953	0.938	0.567	0.857

Kombinasi Persilangan	Panjang Bulu	Persentase Gabah Bernas	Bobot Gabah per Rumpun	Bobot 1000 Butir Gabah
F X L	2,99 ab	27,44	32,98 b	31,40
G X L	3,41 b	21,30	24,27 a	29,13
S X L	2,52 a	18,70	22,49 a	28,84
BNT 0,05	0.56	9.97	4.69	3.57
H ²	0.705	0.526	0.777	0.600

Menurut Welsh (1981) bahwa suatu alel dapat menunjukkan karakternya secara lengkap atau sama sekali tidak terlihat dalam fenotipe. Penelitian mengungkapkan bahwa aksi gen dan interaksi gen yang berbeda-beda membuat pola segregasi berbeda dengan yang didapatkan Mendel. Tipe interaksi dapat berupa interaksi intralokus dan interaksi interlokus.

Pola Hubungan Antara Karakter Seleksi

Untuk mencapai tujuan seleksi yang efektif perlu pula diketahui korelasi antara karakter agronomi, komponen hasil dan hasil, sehingga seleksi terhadap satu karakter atau lebih sekaligus dapat dilaksanakan. Analisis korelasi genotipik antara komponen tumbuh dan komponen hasil dengan hasil, disajikan pada tabel 2. Tabel tersebut menunjukkan bahwa pada umumnya karakter pertumbuhan dan hasil berkorelasi kuat dengan bobot gabah per rumpun, kecuali pada karakter panjang bulu, korelasinya dengan bobot gabah per rumpun kecil (-0,06). Korelasi positif nyata dicapai pada komponen tumbuh tinggi tanaman, panjang daun bendera dan jumlah anakan per rumpun serta komponen hasil panjang malai, persentase gabah bernas per malai dan bobot 1000 butir gabah bernas terhadap bobot gabah per

rumpun, sedangkan umur panen menampilkan korelasi negatif nyata. Hal ini menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman, panjang daun bendera, jumlah anakan per rumpun, panjang malai, persentase gabah bernas per malai, dan bobot 1000 gabah bernas berperan penting dalam menentukan hasil tanaman.

Menurut Limbongan (2001), tinggi tanaman dan umur panen berkorelasi negatif nyata, jumlah malai per rumpun, persentase gabah bernas per malai, bobot 1000 butir gabah dan diameter gabah berkorelasi positif nyata, sedangkan panjang malai berkorelasi positif tetapi tidak nyata terhadap hasil gabah kering panen. Hasil gabah berkorelasi kuat dengan jumlah malai per luas area. Hasil gabah berkorelasi kuat dengan kepadatan malai, tetapi berkorelasi lemah dengan jumlah gabah per malai. Jumlah anakan yang kurang merupakan faktor pembatas bagi formasi sink (Schnier et. al., 1990). Hasil gabah berkorelasi positif tetapi tidak signifikan dengan kepadatan malai dan berkorelasi negatif tetapi tidak signifikan dengan total bunga per malai. Jumlah malai per meter persegi merupakan komponen hasil terpenting, di mana menentukan 89% dari variasi hasil (Jones dan Sinder, 1987).

Tabel 2. Koefisien Korelasi Genotipik Antara Komponen Tumbuh, Komponen Hasil dan Hasil Tanaman Padi Sawah.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X1	1								
X2	0.21 ns	1							
X3	-0.13 ns	-0.49 **	1						
X4	0.20 ns	-0.08 ns	0.04 ns	1					
X5	0.41 **	0.58 **	-0.33 **	0.003 ns	1				
X6	0.16 ns	0.01 ns	0.03 ns	0.01 ns	0.28 *	1			
X7	0.33 **	0.28*	-0.30 *	0.73 **	0.37 **	0.02 ns	1		
X8	0.38 **	0.43**	-0.17 ns	0.03 ns	0.82 **	0.24 *	0.31**	1	
X9	0.30 *	0.35 **	-0.40 **	0.48 **	0.36 **	-0.06 ns	0.86 **	0.29 *	1

Keterangan :* = Signifikan pada $r 0,05 = 0,236$ ** = Signifikan pada $r 0,01 = 0,305$

ns = non signifikan

X1= Tinggi Tanaman

X2=Panjang Daun Bendera

X3=Umur Panen

X4=Jumlah Anakan per Rumpun

X5=Panjang Malai

X6=Panjang Bulu

X7=Persentase Gabah Bernas per Malai

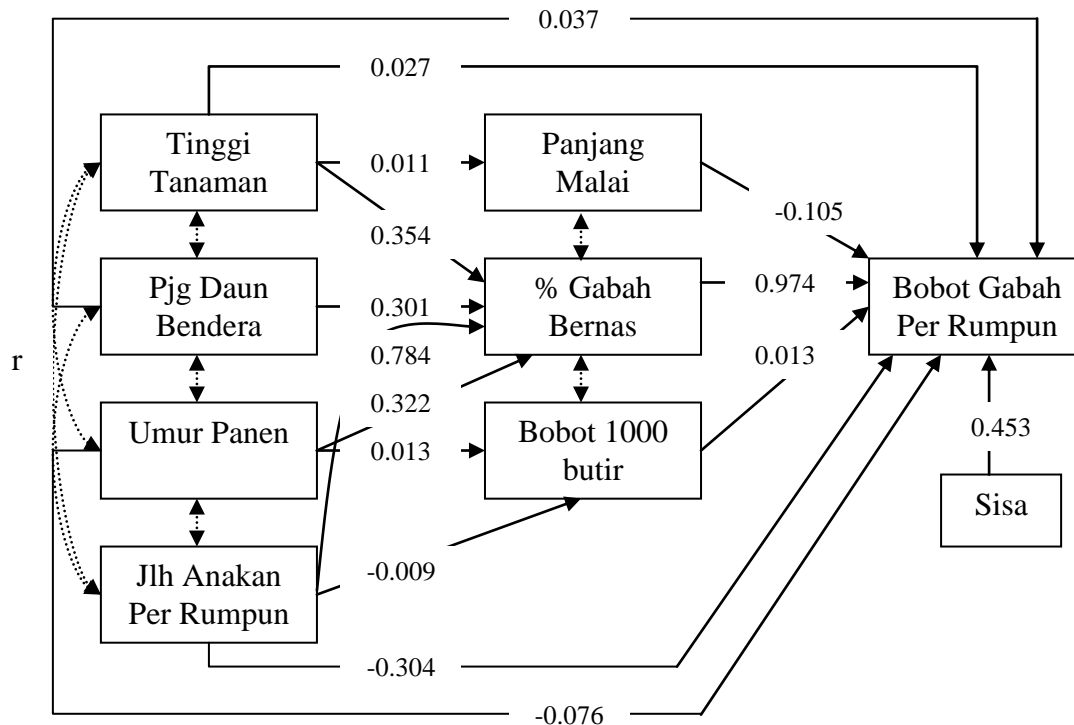
X8=Bobot 1000 Butir Gabah Bernas

X9=Bobot Gabah Per Rumpun

Analisis koefisien lintas (Gambar 2) menunjukkan bahwa pengaruh langsung (*direct effect*) komponen hasil terhadap bobot gabah per rumpun terbesar dicapai pada karakter persentase gabah bernas per malai (0.974), sedangkan karakter lainnya memiliki pengaruh langsung yang relatif kecil terhadap bobot gabah per rumpun. Pengaruh langsung pada semua komponen tumbuh lebih kecil dibandingkan dengan pengaruh tidak langsungnya (*indirect effect*) melalui komponen hasil (Tabel 3). Pengaruh tidak langsung terbesar

dicapai pada jumlah anakan per rumpun yang disalurkan melalui komponen hasil yakni persentase gabah bernas per malai, sedangkan pengaruh langsung jumlah anakan per rumpun terhadap bobot gabah per rumpun bernilai negatif (-0.304). Hal ini menunjukkan bahwa seleksi tidak langsung terhadap galur padi yang toleran terhadap suhu rendah dapat dilakukan melalui pengukuran terhadap karakter persentase gabah bernas per malai atau berdasarkan seleksi negatif komponen tumbuh jumlah anakan per rumpun.

Variabel Bebas	Pengaruh Langsung	Pengaruh Tidak Langsung Melalui			Pengaruh Total
		X5	X7	X9	
X1	0.027	-0.043	0.354	0.005	0.06480
X2	0.037	-0.061	0.301	0.006	0.07141
X3	-0.076	0.035	-0.322	-0.002	0.02888
X4	-0.304	-0.0003	0.784	0.0004	-0.58459
X5	-0.105				-0.29957
X7	0.974				2.82128
X9	0.013				0.03640



Gambar 4. Denah Pengaruh Langsung Komponen Tumbuh dan Pengaruh Tidak Langsung Melalui Komponen Hasil.

Terdapat pengaruh positif langsung jumlah gabah berisi per malai terhadap hasil, namun merupakan pengaruh terpenting kedua setelah pengaruh langsung kepadatan malai. Pengaruh langsung jumlah gabah hampa per malai terhadap hasil bersifat negatif, tetapi bila berasosiasi dengan kepadatan malai, maka pengaruhnya menjadi lebih besar (Gravois dan Helms, 1992). Berat gabah berhubungan positif langsung terhadap hasil, kecuali bila populasi tanaman terlalu tinggi. Kepadatan malai merupakan faktor terpenting dalam mempengaruhi hasil padi. Walaupun kemasakan seragam, tetapi kepadatan malai tidak optimum, maka hasil yang optimal tidak dapat dicapai (Dewey dan Lu, 1989).

KESIMPULAN

Terdapat keragaman yang tinggi dalam populasi F₂ hasil persilangan Fatmawati X Lambau, Gilerang X Lambau dan Sintanur X Lambau. Kriteria nilai heritabilitas pada semua komponen pertumbuhan dan komponen hasil pada umumnya tinggi. Pola pewarisan sifat pada tinggi

tanaman, panjang malai, panjang bulu, dan umur panen yaitu dominan, sedangkan pada karakter panjang daun bendera mengikuti pola pewarisan epistasis dominan rangkap. Karakter pertumbuhan dan hasil berkorelasi kuat dengan bobot gabah per rumpun, kecuali pada karakter panjang bulu, korelasinya dengan bobot gabah per rumpun kecil. Pengaruh langsung (*direct effect*) komponen hasil terhadap bobot gabah per rumpun terbesar dicapai pada karakter persentase gabah bernas per malai (0.974), sedangkan karakter lainnya memiliki pengaruh langsung yang relatif kecil terhadap bobot gabah per rumpun. Pengaruh langsung pada semua komponen tumbuh lebih kecil dibandingkan dengan pengaruh tidak langsungnya (*indirect effect*) melalui komponen hasil.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2000. Statistik Indonesia 1999. Badan Pusat Statistik. Jakarta.

- Daradjat, A.A., Suwarno, B. Abdullah, Tj. Soewito, B.P. Ismail, dan Z.A. Simanullang. 2001. Status penelitian pemuliaan padi untuk memenuhi kebutuhan pangan masa depan. Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Dewey, D. R., and K.H. Lu. 1989. A Correlation and Path Coefficient Analysis of Components of Crested Wheatgrass Seed Production. *Agron. J.* 51:515-518.
- Gravois, K.A., and R.S. Helms., 1992. Path Analysis of Rice Yield and Yield Components as Affected by Seeding Rate. *Agronomy Journal* Vol 84:1-4
- Johnson, G.R. and K.J. Frey. 1967. Heritabilities of Quantitative Attributes of Oats (*Avena sp.*) at Varying Level of Environmental Stress. *Crop Sci.* 7:43-46
- Jones, D.B., G.H. Synder. 1987. Seeding Rate and Row Spacing Effects on Yield and Yield Component of Ratoon Rice. *Agron.J.* 79: 36-38.
- Kasno, A. 1983. Pendugaan Parameter Genetik Sifat-sifat Kuantitatif Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L Merr.) pada Beberapa Lingkungan Tumbuh dan Penggunaannya dalam Seleksi. Fak Pertanian IPB.
- Laddong, A. 1985. Bercocok Tanam Tanaman Semusim. Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Las, I. 2002. Alternatif inovasi teknologi peningkatan produktivitas dan daya saing padi. Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Limbongan, Y.L. 2001. Interrelasi Komponen Tumbuh dan Hasil Beberapa Galur dan Varietas Padi Sawah Di Dataran Tinggi. Tesis Magister Sains. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Malik, S., A.M. Aguilar, and B.S. Vergara. 1988. Inheritance of High Density Grain Rice. *IRRN.* 13(6): 8 – 9.
- Mc Intosh, M.S. 1983. Analysis of Combined Experiments. *Agron. J.* 7:153 – 155.
- Sigh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1979. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publisher New Delhi.
- Schnier, H.F., M. Dingkuhn, S.K. De Datta, K. Mengel, E. Wijangco, and C. Javellana. Nitrogen Economy and Canopy Carbon Dioxide Assimilation of Tropical Lowland Rice. *Agronomy J.* Vol 82:451-459.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamental of Plant Genetic and Breeding. Colorado State University. John Wiley & Sons, Inc.
- Zen, S. 1995. Heritabilitas, Korelasi Genotipik dan Fenotipik Karakter Padi Gogo. *Zuriat*, Vol. 6, No. 1