

## POLA SEGREGASI PEWARISAN KARAKTER BUTIR KAPUR DAN KANDUNGAN AMILOSA BERAS PADA GENERASI F<sub>2</sub> BEBERAPA HASIL PERSILANGAN PADI (*Oryza sativa* L.)

### SEGREGATION PATTERN OF CHARACTER INHERITANCE OF CHALKINESS AND AMYLOSE CONTENT OF RICE (*Oryza sativa* L.) USING F<sub>2</sub> GENERATION DERIVED FROM SOME RICE CROSSINGS

Nono Carsono<sup>1\*</sup>, Rangi Eldikara<sup>2</sup>, Santika Sari<sup>3</sup>, Farida Damayanti<sup>1</sup> & Meddy Rachmadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran,

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran,

<sup>3</sup>Program Magister Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran,

Jl. Raya Bandung-Sumedang km. 21 Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat 45363

\*Alamat Korespondensi: ncarsono@mail.unpad.ac.id

**Abstrak:** Mutu beras merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu varietas. Persilangan dan seleksi merupakan salah satu kegiatan pemuliaan tanaman untuk merakit tanaman guna memperoleh genotip padi yang memiliki kualitas beras tinggi. Untuk menentukan metode seleksi mana yang paling efektif untuk suatu karakter, terutama mutu beras perlu adanya informasi bagaimana karakter tersebut dikendalikan dan diwariskan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi pola pewarisan beberapa karakter mutu beras, antara lain butir kapur, dan kandungan amilosa. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari sampai September 2012 di Laboratorium Analisis Tanaman dan Bioteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 300 butir beras F<sub>2</sub> hasil persilangan Ciherang x Pandanwangi, Pandanwangi x Ciherang, Ciherang x Basmati, dan Basmati x Ciherang. Sedangkan untuk masing-masing tetua digunakan Ciherang, Pandanwangi, dan Basmati. Sebanyak 20 butir beras digunakan untuk pengujian karakter butir kapur dan 5 butir beras untuk pengujian kandungan amilosa. Berdasarkan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov sebaran data untuk karakter bentuk beras kedua seri persilangan, sedangkan uji segregasi menggunakan metode Chi-kuadrat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakter butir kapur dan kandungan amilosa diwariskan secara *simplegenic*, sehingga proses seleksi dapat dilakukan pada generasi awal, khususnya pada hasil persilangan Ciherang x Pandanwangi dan Pandanwangi x Ciherang, sedangkan untuk persilangan Ciherang x Basmati dan Basmati x Ciherang, kedua karakter diwariskan secara kuantitatif. Latar belakang genetik tetua menentukan pola pewarisan karakter kandungan amilosa.

**Kata kunci:** butir kapur, kandungan amilosamutu beras, padi, dan pola pewarisan

**Abstract:** Rice grain quality is one of the factors that determine the level of consumers acceptance. Combining high quality grain from some well-known varieties, such as Pandanwangi and Basmati, has been performed through hybridization. To determine which selection methods are the most effective for a given trait, how character is inherited, F<sub>2</sub> segregation analysis should be performed. This research is aimed to obtain segregation pattern of inheritance of rice grain quality traits, such as chalkiness and amylose content. The experiment was conducted from March 2011 to September 2012 in Laboratory of Plant Biotechnology and Breeding, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran. Three hundred grains of F<sub>2</sub> derived from crosses of Ciherang x Pandanwangi, Pandanwangi x Ciherang, Ciherang x Basmati, and Basmati x Ciherang, grains of parents cv. Ciherang, Pandanwangi, and Basmati were evaluated. Normality data was checked by Kolmogorov-Smirnov's test, meanwhile segregation pattern of inheritance was performed by Chi-square's test. It was found that the chalkiness and the amylose content were simple-genic inherited, suggesting that selection could be performed at early generation, especially from the crossing of Ciherang x Pandanwangi dan Pandanwangi x Ciherang, meanwhile the crossing of Ciherang x Basmati dan Basmati x Ciherang were found to be quantitatively inherited. Genetic background of parents determines the segregation pattern of inheritance of the amylose content.

**Keywords:** amylose content, chalkiness, grain quality, inheritance pattern and rice.

#### PENDAHULUAN

Mutu beras merupakan hal yang penting dalam strategi pemasaran padi baik untuk pasar domestik ataupun pasar internasional. Selain itu mutu beras merupakan komponen penting sebagai tolak ukur

kelayakan pemasaran beras yang akan mendatangkan keuntungan bagi petani ataupun pelaku pasar lainnya. Mutu beras merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat harga (Unnervehr, 1986; Rachmat dkk, 2006). Setiap negara memiliki standar

mutu beras yang ditetapkan sesuai dengan kepentingannya. Di Indonesia standar mutu beras tercantum dalam SNI 6128-2008. Namun belum dipatuhi oleh sebagian besar pengusaha beras, sehingga sulit memasarkan beras bermutu ke negara lain.

Mutu beras secara umum diklasifikasikan ke dalam empat komponen, yaitu: (i) efisiensi penggilingan (kualitas giling seperti butir kepala, butir patah, butir menir); (ii) bentuk dan penampilan beras (panjang beras, lebar beras, bentuk beras, pengapuran beras); (iii) karakter tanak dan makan (kadar amilosa, temperatur gelatinisasi, aroma); dan (iv) kandungan nutrisi (protein, minyak, mikronutrisi) (Li *et al.*, 2004). Komponen mutu fisik beras seperti warna, ukuran, bentuk, derajat pengapuran (*chalkiness*), dan kebeningan beras/translusensi merupakan karakter yang secara langsung mempengaruhi penerimaan konsumen (Shi *et al.*, 2002; Indrasari dkk, 2007; Fitzgerald *et al.*, 2008). Sedangkan komponen fisikokimia seperti: kandungan amilosa (*amylose content*), konsistensi gel (*gel consistency*), suhu gelatinisasi (*gelatinization temperature*) (Heuet *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2007), daya serap air, dan mutu nasi setelah ditanak merupakan komponen yang mempengaruhi mutu tanak dan mutu makan (*eating and cooking quality*).

Butir kapur juga merupakan salah satu mutu fisik yang penting. Karakter ini dapat mempengaruhi karakter mutu fisik lainnya, seperti kebeningan dan derajat giling. Butir kapur adalah butir beras berwarna putih seperti kapur dan bertekstur lunak akibat proses fisiologi (Aryunis, 2010). Pada bagian yang mengapur menyebabkan berkurangnya tingkat kebeningan pada beras dan mengurangi ketahanan beras selama proses penggilingan, akibatnya terjadi penurunan derajat giling. Terbentuknya butir kapur dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, antara lain umur panen, serangan penyakit blas, serta pengisian dan pematangan butir yang terlalu cepat akibat suhu udara yang tinggi (Santika dan Aliawati, 2007). Ada atau tidak adanya dan besar atau kecilnya butir kapur mempengaruhi preferensi konsumen terhadap beras yang dijual. Konsumen biasanya lebih menyukai beras yang bening atau yang memiliki persentase butir kapur yang kecil (Allidawati & Kustianto, 1989 dikutip Lestari dkk., 2007). Di Indonesia, persyaratan maksimum persentase butir kapur maksimal sebesar 3% (Bulog, 2003 dikutip Wibowo, dkk., 2007).

Selain mutu fisik, mutu kimia pun juga perlu diperhatikan, salah satunya adalah karakter kandungan amilosa. Pati membentuk sekitar 90% dari kandungan materi kering beras giling. Pati merupakan sebuah polimer dari glukosa sedangkan amilosa merupakan polimer linier dari glukosa. Kandungan amilosa dari pati biasanya berkisar 15% sampai 35%. Tingginya kandungan amilosa menunjukkan tingginya volume ekspansi dan tingginya derajat penyerpihan. Tingginya kandungan

amilosa membuat nasi menjadi kering, kurang lunak, dan menjadi keras ketika didinginkan. Sebaliknya apabila kandungan amilosa rendah, nasi menjadi lembab dan lengket. Berdasarkan kandungan amilosanya, beras dapat dibagi menjadi lima golongan, yaitu: (1) beras dengan amilosa tinggi (25-33%); (2) beras dengan amilosa sedang (20-25%); (3) beras dengan amilosa rendah (10-20%); (4) beras dengan amilosa sangat rendah (2-9%), dan ketan (1-2%) (IRRI, 2009). Kandungan amilosa sedang lebih disukai oleh sebagian besar konsumen beras di dunia (GIG Newsletter, 2006 dikutip Shabrir, 2009). Di Asia Tenggara sendiri, konsumen lebih menyukai beras yang berkadar amilosa sedang (Juliano, 2006 dikutip Lestari dkk., 2007). Thailand Utara, Myanmar, Korea, dan Jepang lebih menyukai beras yang berkadar amilosa rendah, sedangkan Vietnam dan India lebih menyukai beras yang berkadar amilosa tinggi (Lestari dkk., 2007).

Untuk mendapatkan mutu beras yang diinginkan perlu dilakukan penyeleksian dari berbagai galur tanaman padi. Hasil seleksi yang diperoleh adalah yang mutu berasnya baik. Untuk menentukan metode seleksi mana yang paling efektif untuk suatu karakter, terutama mutu beras perlu adanya informasi bagaimana karakter tersebut dikendalikan dan diwariskan, oleh karena itu informasi tentang pola pewarisan sangat diperlukan.

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi pola pewarisan beberapa karakter mutu beras, seperti karakter bentuk beras, butir kapur, dan kandungan amilosa, dengan menggunakan butir beras  $F_2$  tanaman padi hasil persilangan varietas Pandanwangi x Ciherang, Ciherang x Pandanwangi, Basmati x Ciherang, dan varietas Ciherang x Basmati.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam percobaan adalah beras  $F_2$  Ciherang x Pandan Wangi, Pandan Wangi x Ciherang, Ciherang x Basmati, dan  $F_2$  Basmati x Ciherang, kemudian beras tetua Ciherang, Pandanwangi, dan tetua Basmati.

### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan. Untuk mengidentifikasi pola pewarisan karakter bentuk beras dan pengapuran beras, beras yang digunakan sebanyak 300 butir tiap populasi  $F_2$  dan 20 butir tiap tetua. Sedangkan untuk karakter amilosa, digunakan 300 butir tiap populasi  $F_2$  dan 5 butir tiap tetua. Butir-butir beras  $F_2$  yang digunakan pada penelitian ini berasal dari hasil panen sejumlah tanaman  $F_1$  yang dicampur (dalam satu persilangan), kemudian butir-butir beras  $F_2$  diambil secara acak. Pengamatan butir kapur menggunakan alat bantu yang dapat melewati cahaya. Kandungan amilosa diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 620 nm.

### Analisis Data

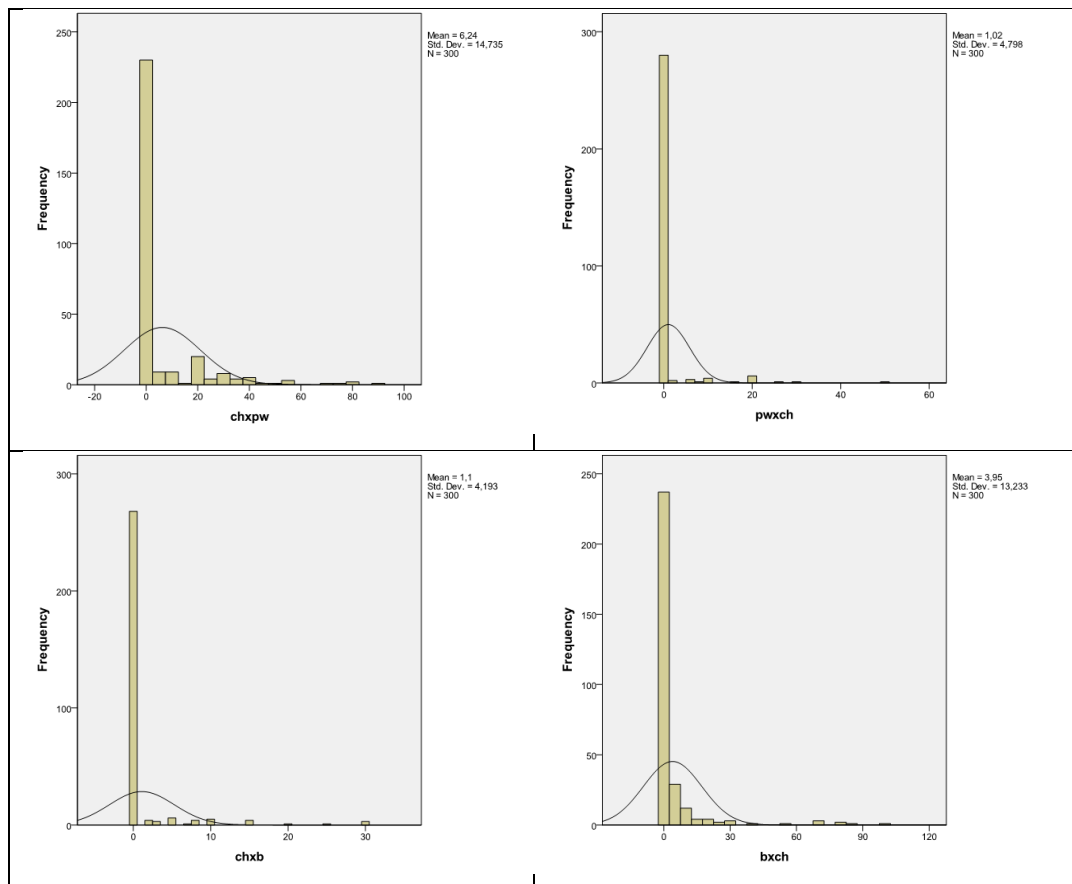
Untuk melihat bagaimana pola pewarisan karakter butir kapur dan kandungan amilosa tersebut dilakukan uji normalitas dan uji segregasi. Untuk uji normalitas menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov, sedangkan uji pola pewarisan menggunakan uji Chi-kuadrat.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

Hasil distribusi frekuensi karakter butir kapur dengan menggunakan program SPSS didapat hasil uji normalitas dari sebaran frekuensi data untuk semua populasi F<sub>2</sub> terdistribusi tidak normal (Gambar 1). Pola segregasi mendel atau modifikasinya yang tepat untuk karakter butir kapur diketahui dengan melakukan uji Chi-kuadrat. Data karakter butir kapur bila mengikuti rentang kelas yang ditentukan oleh

IRRI (2002), data dapat dibagi menjadi empat kelas, yaitu besar (*large*) (> 20%), sedang (*medium*) (11-20%), kecil (*small*) (< 10%), dan butir bening (0%). Berdasarkan uji Chi-kuadrat untuk karakter butir kapur diketahui bahwa populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Pandanwangi mempunyai dua rasio teoritis yang diterima, yaitu rasio 3:1 dan 13:3. Dikarenakan X<sup>2</sup> hitung rasio 3:1 lebih kecil dari 13:3, maka rasio yang diterima adalah rasio 3:1. Populasi F<sub>2</sub> Pandanwangi x Ciherangnya mempunyai satu rasio teoritis yang diterima, yaitu rasio 15:1. Populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Basmatitidak mempunyai rasio teoritis yang diterima. Populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Pandanwangi mempunyai dua rasio teoritis yang diterima, yaitu rasio 3:1 dan 12:3:1. Dikarenakan X<sup>2</sup> hitung rasio 3:1 lebih kecil dari 12:3:1, maka rasio yang diterima adalah rasio 3:1.



**Gambar 1.** Grafik distribusi frekuensi karakter butir populasi F<sub>2</sub> Pandanwangi x Ciherangnya mempunyai satu rasio teoritis yang diterima, yaitu rasio 13:3 Kapur pada Beberapa Populasi F<sub>2</sub>

Ket: chpw (Ciherang x Pandanwangi), pwch (Pandanwangi x Ciherang), chb (Ciherang x Basmati), bch (Basmati x Ciherang)

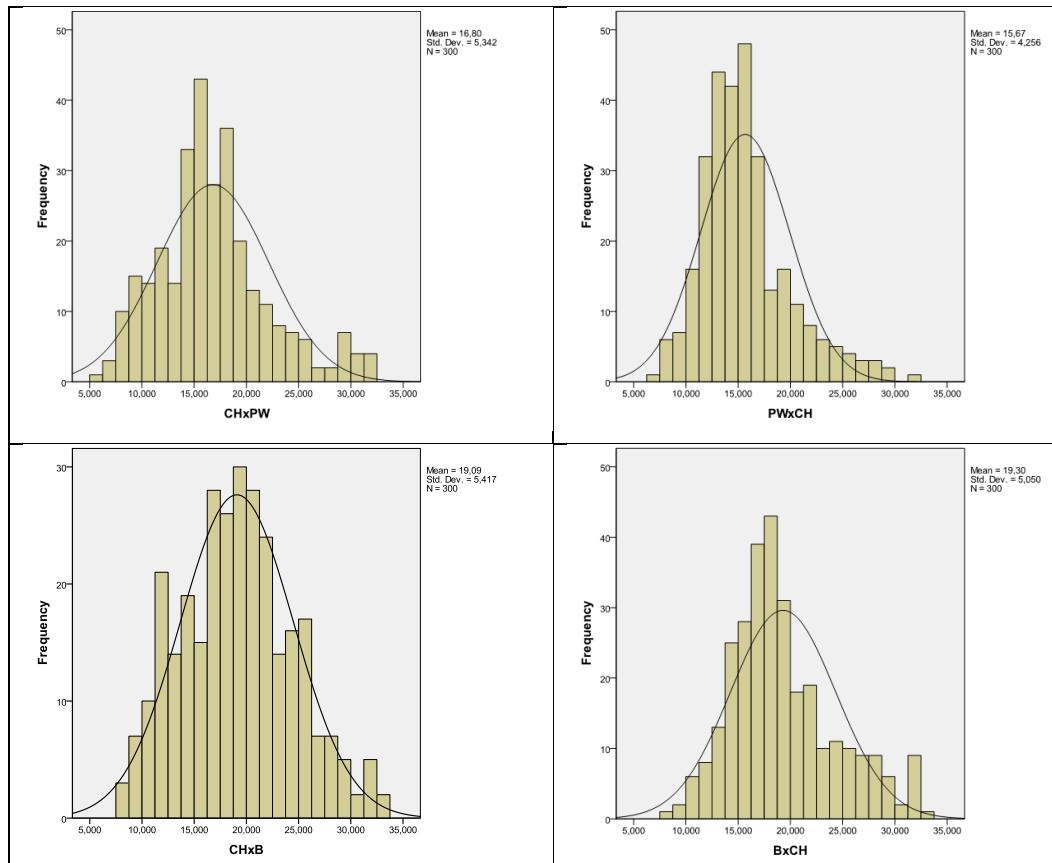
Gambar 2 menunjukkan hasil distribusi frekuensi data karakter kandungan amilosa dengan menggunakan program SPSS, didapat hasil uji normalitas bahwa dari sebaran frekuensi data untuk populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Pandanwangi, Pandanwangi x Ciherang, dan Basmati x Ciherang terdistribusi tidak

normal, sedangkan untuk populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Basmati terdistribusi normal.

Uji Chi-Kuadrat dilakukan karena sebaran data tidak normal, untuk mengetahui pola segregasi mendel atau modifikasinya yang tepat. Data karakter kandungan amilosa pada populasi F<sub>2</sub> Ciherang x

Pandanwangi bila mengikuti rentang kelas yang ditentukan oleh IRRI (2002), data dapat dibagi menjadi empat kelas, yaitu ketan (*waxi*) 1-2%, sangat rendah (*very low*) 2,1-10%, rendah (*low*) 10,1-20%, sedang (*intermediate*) 20,1-25%, tinggi (*high*) 25,1-33%. Hasil analisis diperoleh pada populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Pandanwangi mempunyai tiga rasio teoritis yang diterima, yaitu rasio 3:1, 13:3, dan

12:3:1. Dikarenakan X<sup>2</sup> hitung rasio 13:3 lebih kecil dari 3:1 dan 12:3:1, maka rasio yang diterima adalah rasio 13:3. Pada populasi F<sub>2</sub> Pandanwangi x Ciherangnya mempunyai satu rasio teoritis yang diterima, yaitu rasio 13:3. Akan tetapi tidak diperoleh rasio pola pewarisan karakter kandungan amilosa yang cocok pada populasi F<sub>2</sub> Basmati x Ciherang.



**Gambar 2.** Grafik distribusi frekuensi karakter kandungan amilosa pada beberapa populasi F<sub>2</sub>.

Ket.: *chpw* (Ciherang x Pandanwangi), *pwch* (Pandanwangi x Ciherang), *chb* (Ciherang x Basmati), *bch* (Basmati x Ciherang)

## Pembahasan

Pada data karakter butir kapur yang diperoleh, dapat dilihat bahwa seluruh data tidak berdistribusi normal dan data dapat mengikuti rasio fenotipik Mendel. Hal ini menunjukkan bahwa karakter butir beras diwariskan secara *simplegenic*. Dari data tersebut diperoleh bahwa rasio teoritis 3:1 dimiliki dua populasi F<sub>2</sub> dari empat populasi (populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Pandanwangi dan populasi F<sub>2</sub> Basmati x Ciherang), pada populasi F<sub>2</sub> Pandanwangi x Ciherang memiliki rasio teoritis 15:1, dan pada populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Basmati tidak memiliki rasio teoritis yang tepat. Untuk populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Pandanwangi dan populasi F<sub>2</sub> Basmati x Ciherang dikendalikan oleh sepasang gen dengan aksi gen dominan sempurna (rasio 3:1) (butir bening lebih dominan dibandingkan dengan butir yang mengapur). Hal ini sesuai dengan pernyataan Heu (1986), yang menyatakan bahwa

karakter butir kapur mengikuti pola pewarisan *monogenic* (*singlegenic*) resesif dan pada penelitian Zhou, *et al.* (2009), butir kapur merupakan karakter semi-dominan, yang dikontrol oleh satu gen inti. Untuk populasi F<sub>2</sub> Pandanwangi x Ciherang, karakter butir kapur dikendalikan oleh dua pasang gen dengan aksi gen isoepestasis (rasio 15:1). Sampai saat ini belum ditemukannya literatur/ informasi mengenai hal ini, literatur yang ada hanya menunjukkan bahwa karakter butir kapur diwariskan secara *simplegenic* yang dikendalikan oleh satu pasang gen.

Untuk karakter kandungan amilosa terdapat perbedaan distribusi frekuensi dan uji normalitas pada populasi yang dianalisis. Pada populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Pandanwangi, Pandanwangi x Ciherang, dan Basmati x Ciherang distribusi data tersebar tidak normal, hal ini menunjukkan bahwa karakter kandungan amilosa diwariskan secara *simplegenic*,

sedangkan pada populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Basmati terdistribusi normal yang berarti karakter tersebut dikendalikan secara *polygenic*.

Rasio mendel yang tepat untuk populasi F<sub>2</sub> Ciherang x Pandanwangi dan populasi F<sub>2</sub> Pandanwangi x Ciherang adalah 13:3, yang dikendalikan oleh dua pasang gen dengan aksi gen epistasis dominan dan resesif, hal ini sesuai dengan penelitian Tirtowirjono dkk. (1989) yang mendapatkan rasio teoritis 13:3 dari seluruh persilangan yang dilakukan. Sedangkan pada populasi F<sub>2</sub> Basmati x Ciherang tidak memiliki rasio teoritis yang tepat.

Pada penelitian ini terdapat perbedaan dengan penelitian lainnya, yaitu kelas kandungan amilosa yang dominan pada penelitian ini adalah kandungan amilosa rendah (2-20%) sedangkan yang resesif adalah kandungan amilosa tinggi (20-33%). Pada penelitian Tirtowirjono dkk. (1989), Manzhong (1998), serta Chang and Li (1981), kandungan amilosa tinggi, dominan sebagian dibandingkan dengan kandungan amilosa rendah. Hal ini dimungkinkan karena tidak terwakilinya semua butir beras F<sub>2</sub> yang diamati. Hal ini terjadi karena semua butir F<sub>2</sub> yang didapat dari beberapa tanaman F<sub>1</sub> (dalam satu persilangan yang sama) tidak tercampur secara merata. Dari seluruh data ketiga karakter diatas terdapat perbedaan baik pada hasil uji normalitas maupun pada uji pola pewarisan antar populasi F<sub>2</sub> serta terdapat populasi F<sub>2</sub> yang tidak mempunyai kesesuaian antara dua uji yang dilakukan (uji normalitas dan uji pola pewarisan). Hal ini dimungkinkan pula akibat tidak terwakilinya semua butir beras F<sub>2</sub> yang diamati, karena semua butir beras F<sub>2</sub> yang didapat dari beberapa tanaman F<sub>1</sub> (dalam satu persilangan yang sama) tidak tercampur secara merata.

## KESIMPULAN

1. Karakter butir kapur diwariskan secara *simplegenic*, pada persilangan Ciherang x Pandanwangi dan Basmati x Ciherang yang dikendalikan oleh sepasang gen, dengan aksi gen dominan sempurna (rasio 3:1), sedangkan pada persilangan Pandanwangi x Ciherang dikendalikan oleh dua pasang gen, dengan aksi gen isoepistasis (rasio 15:1).
2. Karakter kandungan amilosa diwariskan secara *simplegenic*, yang dikendalikan oleh dua pasang gen, dengan aksi gen epistasis dominan dan resesif (rasio 13:3) pada persilangan Ciherang x Pandanwangi dan Pandanwangi x Ciherang, sedangkan pada persilangan Ciherang x Basmati diwariskan secara *polygenic*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada DIKTI yang telah mendanai sebagian penelitian ini melalui Hibah Strategis Nasional atas nama Farida Damayanti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryunis. (2010). Karakterisasi dan indentifikasi mutu beras dari padi ladang lokal asal Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Percikan*. **111** : 21-27.
- Chang, W. L., & Li, W.Y. (1981). *Inheritance of amylose content and gel consistency in rice Bot. Bull, Academia Sinica*, **22** : 35-47.
- Fitzgerald, M.A., McCouch, & R.D. Hall. (2008). Not just a grain of rice: the quest for quality. *TRPLSC-657*; 7 ps.
- He, Y., Han, Y., Jiang, L., Xu, C., J. Lu, J. & M. Xu. (2006). Functional analysis of starch-synthesis gene in determining rice eating and cooking qualities. *Mol Breeding*. **18**: 227-290.
- Heu, H. M. (1986). Inheritance of chalkiness of brown rice found in non-glutinous rice cultivar Pokhareli Mashino. *Korean J. Breed*, **18** (2) : 162-166.
- Indrasari, S.D., Darajat, A.A., Hanarida & Komari. (2007). Evaluasi karakteristik mutu giling, mutu tanak, dan kandungan protein – besi kompleks pada beberapa genotype padi, Penelitian Pertanian Tanaman Pangan Vol. **26** No. 1.
- IRRI. (2002). *Standard Evaluation System for Rice. Philippines: IRRI*. <http://www.knowledgebank.irri.org/extension/print-versionses.html> (diakses pada tanggal 22 Januari 2011)
- Lestari, A. P., Nugraha, Y., & Diredja, M., (2007). Evaluasi mutu beras calon varietas padi hibrida. *Apresiasi Hasil Penelitian*. 791-801.
- Li, J., Xiao, J., Grandillo, S., Jiang, L., Wan, Y., Deng, Q., Yuan, L. & McCouch, S.H.(2004). QTL detection for rice grain quality traits using an interspecific backcross population derived from cultivated Asian (*O. sativa* L.) and African (*O. glaberrima* S.) rice. *Genome*. **47**: 697 – 704.
- Manzhong, L. (2006). *Inheritance of Amylose Content in Hybrid Rice Grain*. Abstrak. [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-SMKY803.011.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SMKY803.011.htm) (diakses pada tanggal 13 September 2012)
- Rachmat, R, Tahrir, R. & Gummert, M. (2006). The empirical relationship between price and quality .of rice market level in west java. *Indonesian Journal of Agricultural Science*. **7**(1): 27 – 33.
- Santika, A. & Aliawati, G. (2007). Teknik pengujian tampilan beras untuk padi sawah, padi gogo, dan padi pasang surut. *Buletin Teknik Pertanian*. **12** (1) : 19-23.
- Shabrir, M. A. (2009). *Biochemical and technological characterization of pakistani rice and protien isolates*. Thesis. Faisalabad-Pakistan: National Institute of Food Science and Technology University of Agriculture Faisalabad-Pakistan. <http://pr.hec.gov.pk/Thesis/128S.pdf> (diakses pada tanggal 22 September 2012)
- Shi, C.H., Wu, J.G., Lou, X.B., Zhu, J., & Wu, P. (2002). Genetic analysis of transparency and chalkiness area at different filling stage of rice

- (*Oryza sativa* L.), *Field Crops Research*, **76**, 1 – 9.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), (2008). *SNI 6128-2008 : Beras. Badan Standardisasi Nasional*.11
- Tirtowirjono, S., Soemartono & Nasrullah. (1989). *Pewarisan kandungan amilosa pada padi, BPPS-UGM*. **2** (1B), 157-164.
- Unnevehr, L.J. (1986). Consumer demand for rice grain quality and return to research for quality improvement in Southeast Asia, *American Journal of Agricultural Economics*, **68**(3): 634 – 641.
- Wang, L.Q., Liu, W.J., Xu, Y., He, Y.Q., Luo, L.J., Xing, Y.Z., Xu, C.G. & Zhang, Q. (2007). *Theor. Appl. Genet.* **115**: 463-476.
- Wibowo, P., Indrasari, S.D., & Handoko, D.D. (2007). Preferensi konsumen terhadap karakteristik beras dan kesesuaiannya dengan standar mutu beras di Jawa Tengah. *Apreasiasi Hasil Penelitian Padi* . 821-833.
- Zhou, L., Chen, L., Jiang, L., Zhang, W., Liu, L., Liu, X., Zhao, Z., Liu, S., Zhang, L. Wang, J. & Wan, J. (2009). Fine mapping of the grain chalkiness QTL qPGWC-7 in rice (*Oryza sativa* L.). *Theor. Appl. Genet.* **118** : 581-590.
-