

POLA PEWARISAN KARAKTER UMUR KELUAR MALAI DAN SELEKSI PADA GENERASI F₂ HASIL PERSILANGAN PADI CIHERANG X KITAAKE

Nono Carsono^{1*}, Rinrin Risyanti¹, Santika Sari³, dan Murdaningsih H.K¹

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

¹Program Studi S-1 Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

³Program Pascasarjana Ilmu Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21 Jatinangor Jawa Barat 45363. Tlp/Fax: 022-7796316

*Penulis untuk korespondensi: ncarsono@unpad.ac.id

ABSTRACT

The Inheritance Pattern of Heading Date and Selection for F₂ Generation from Cross between Cv. Rice Ciherang x Kitaake. Pattern of inheritance is a vital for conducting selection, study inheritance mechanism, and to estimate how many genes controlling the trait. The objective of this research was to obtain the inheritance pattern of heading date from cross between Ciherang x Kitaake and to select earliest heading date of plant. Field experiment was carried out during March 2011 until August 2011 in paddy field of Ciparanje, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang. The materials used were F₂ Ciherang x Kitaake, Ciherang, dan Kitaake. Experimental method without spatial design with Chi-Square Test was applied for obtain the pattern of inheritance as well as Rank Test for selecting earliest heading date of plant. Result showed that the inheritance of heading date from cross between Ciherang x Kitaake ratio of 3 : 1 supposed to be controlled by monogenic with gene action of complete dominance. Three genotypes were selected i.e genotype 115, 135, and 195 with earliest heading date from cross between Ciherang x Kitaake. The inheritance pattern of heading date is qualitatively inherited and controlled by simple genic.

Key words: ...

ABSTRAK

Pola pewarisan merupakan sumber informasi untuk seleksi, mekanisme pewarisan karakter, dan mengestimasi banyaknya gen pengendali. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pola pewarisan karakter umur keluar malai dari hasil persilangan antara Ciherang x Kitaake, dan untuk seleksi umur singkat keluar malai pada tanaman. Percobaan ini dilaksanakan sejak Maret 2011 sampai dengan Agustus 2011 di lahan Ciparanje Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang. Bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu F₂ Ciherang x Kitaake, Ciherang, dan Kitaake. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen tanpa rancangan tata ruang dengan uji Chi-Kuadrat untuk mendapatkan pola pewarisan dan Seleksi Ranging untuk seleksi umur singkat keluar malai pada tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola pewarisan karakter umur keluar malai dari F₂ hasil persilangan Ciherang x Kitaake, yaitu rasio 3 : 1 diduga dikontrol oleh monogenik dengan aksi gen dominan sempurna. Tiga genotip terseleksi, yaitu genotip 115, 135, dan 195 memiliki umur keluar malai yang singkat dari persilangan Ciherang x Kitaake. Pola pewarisan tersebut diwariskan secara kualitatif dan dikendalikan secara *simple genic*.

Kata kunci: ...

PENDAHULUAN

Salah satu tanaman terpenting yang menjadi makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia adalah padi (*Oryza sativa* L.). Menurut Poehlman and Sleper (1995), padi merupakan tanaman sereal kedua terpenting di dunia setelah gandum. Beras memiliki kandungan gizi tinggi sebagai sumber karbohidrat utama. Kandungan gizi beras per 100 gram terdiri atas 12 g air, 7,5 g protein, 77,5 g karbohidrat, 1,9 g lemak, dan 0,9 g serat (Prosea, 1996 dalam Purwono dan Purnawati,

2007). Dilihat dari produktivitasnya, padi di Indonesia pada tahun 2007-2011 berkisar 47-50 kg/ha. Produksi padi pada tahun 2009 sebesar 64 juta ton gabah kering giling (GKG), terjadi peningkatan pada tahun 2010 menjadi 66 juta ton gabah kering giling.

Peningkatan produksi terjadi karena kenaikan luas area panen sebesar 12,8 juta hektar pada tahun 2009 menjadi 13,2 juta hektar pada tahun 2010 (BPS, 2011). Produksi padi di masa yang akan datang tergantung luas area dan tingkat produktivitasnya. Upaya peningkatan kualitas padi yang lebih baik terus dilakukan guna meningkatkan produksi dan produktivitas padi. Salah satu upaya peningkatan kualitas dan produktivitas padi yang akan diupayakan yaitu melalui perbaikan genetik. Dalam pemuliaan tanaman, perbaikan genetik suatu tanaman merupakan prinsip yang penting untuk memperoleh karakter-karakter yang diinginkan seperti menghasilkan kualitas tanaman yang lebih baik, menghasilkan hasil panen yang tinggi, umur panen yang genjah, serta tahan terhadap hama dan penyakit. Salah satu cara dalam perbaikan karakter suatu tanaman, yaitu dengan teknik persilangan.

Teknik persilangan telah dilakukan juga pada padi kultivar Ciherang yang memiliki umur dalam dengan genotip Kitaake yang memiliki karakter umur genjah (Carsono *et al.*, 2012). Genotip Kitaake merupakan tipe padi *japonica* yang dibudidayakan di Jepang, umur genjah (<90 hari). Persilangan ini telah berhasil dilakukan dan menghasilkan biji F₁. Biji F₁ inilah yang kemudian ditanam dan menghasilkan biji F₂. Tujuan dilakukannya persilangan ini yaitu untuk menghasilkan kultivar baru berdaya hasil tinggi dan berumur genjah. Generasi F₂ hasil persilangan padi (*Oryza sativa* L.) Ciherang x Kitaake di atas yang belum diketahui pola pewarisan karakter umur ke-luar malainya. Keunggulan Ciherang, yaitu memiliki karakter berdaya hasil tinggi akan tetapi berumur lebih panjang dibandingkan dengan Kitaake yang berperan sebagai donor. Hasil persilangan tersebut diharapkan berumur pendek dan produktivitas tinggi seperti tetuanya.

Salah satu karakter unggul dari suatu tanaman yaitu memiliki karakter umur berbunga awal atau genjah. Karakter umur genjah pada umumnya merupakan karakter kuantitatif yang dikendalikan oleh banyak gen (poligenik). *Early flowering* (*ef*) berperan sebagai gen mayor yang mengontrol *basic vegetative growth* (BVG) (Tsai, 1986; Nishida *et al.*, 2002; Xu *et al.*, 2006; Wei *et al.*, 2010). Nishida (2002) mengemukakan bahwa alel resesif *ef1* pada lokus *heading-time* ini mempertimbangkan lamanya BVG yang ekstrim, akan tetapi hasil penelitian menunjukkan bahwa efek *ef1* merupakan modifikasi konstitusi alelik lokus *Se1* fotoperiode sensitif.

Menurut Tsai (1996), hasil persilangan antara kultivar T65 dan AmanL-2 pada populasi F₂ terjadi segregasi dengan rasio 3 : 1. Wang *et al.* (2011) melaporkan bahwa distribusi saat keluar malai cepat dan keluar malai lambat pada populasi padi persilangan antara SSSL W23-03-8-9-1 dengan Huangjianxian (HJX74) memiliki pola segregasi yang cocok dengan rasio 3:1, menunjukkan bahwa saat keluar malai cepat dikontrol oleh gen dominan. Selain itu, pada F₂ hasil persilangan antara EG1 dengan EG6 saat cepat dan lambat keluar malai menunjukkan rasio 1:3 untuk *E1* (Okumoto *et al.*, 1991). Menurut Muller (1923) and Sedcole (1977) dikutip Francis and Merk (2011) menjelaskan bahwa estimasi jumlah populasi minimum F₂ dengan probabilitas 99% untuk dua pasang gen pengendali sebanyak 72 individu tanaman untuk satu tanaman yang terseleksi.

Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran telah menghasilkan beberapa seri persilangan, yaitu generasi F₂ Ciherang x Kitaake yang belum diketahui pola

pewarisan karakter umur keluar malai. Hasil F₂ segregasi akan menunjukkan karakter umur keluar malai yang bervariasi. Melalui seleksi terhadap umur cepat keluar malai, diharapkan terseleksi genotip yang memiliki umur cepat keluar malai untuk dilanjutkan pada generasi berikutnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pola pewarisan karakter umur keluar malai dari hasil persilangan padi Ciherang x Kitaake dan untuk mendapatkan tanaman padi hasil persilangan yang terseleksi.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dan lahan pertanaman Ciparanje, Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, dengan ketinggian tempat ±753 m dpl. Percobaan dilakukan dari bulan Maret sampai Agustus 2011.

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah benih populasi padi tetua kultivar Ciherang, genotipe Kitaake, dan F₂ hasil persilangan Ciherang x Kitaake sebanyak 300 biji yang berasal dari 9 tanaman generasi F₁ yang di *Bulk* dan diacak yang bukan berasal dari satu tanaman atau lebih secara keseluruhan. Penentuan jumlah populasi minimal digunakan rumus Muller (1923) dan Sedcole (1977) dikutip Francis and Merk (2011) sebagai berikut:

$$N = \log_e (1-P) / \log_e (1-f)$$

N = Populasi minimal, P = Probabilitas keberhasilan (99%, 95%, 90%), f = frekuensi alel.

Probabilitas individu F₂ homozigot untuk satu gen, yaitu 0,25. Jadi, probabilitas individu F₂ homozigot untuk dua gen, yaitu (0,25 x 0,25) = 0,0625(f), dengan probabilitas keberhasilan 99%. Populasi minimal yang digunakan berdasarkan rumus di atas adalah 72 tanaman untuk dua pasang gen, untuk satu genotip yang terseleksi. Jadi populasi dengan 300 tanaman dapat mengestimasi tiga genotipe yang terseleksi.

Metode yang digunakan dalam percobaan ini, yaitu metode eksperimen dengan rancangan tanpa tata ruang. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui sebaran datanya normal atau tidak dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov melalui program SPSS 17. Apabila sebaran datanya menunjukkan sebaran data normal, maka karakter tersebut diduga merupakan karakter kuantitatif yang dikendalikan secara poligenik atau banyak gen. Apabila sebaran datanya menunjukkan sebaran data tidak normal, maka karakter tersebut diduga merupakan karakter kualitatif yang dikendalikan secara simpel genik atau sedikit gen dan pola pewarisannya mengikuti Hukum Mendel, maka dilakukan uji Chi-Kuadrat untuk mengetahui pola pewarisannya. Rumus Uji Chi-Kuadrat (χ^2) yang digunakan sebagai berikut :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(\text{Nilai yang diamati} - \text{Nilai yang diharapkan})^2}{\text{Nilai} - \text{nilai yang diharapkan}}$$

Di mana: \sum = penjumlahan dari keseluruhan kelas, k = jumlah kelas, i = kelas ke-i.

Dengan menggunakan Tabel χ^2 dapat ditentukan hipotesis dari nisbah yang diketahui. Nilai kemungkinan 5% dianggap sebagai garis batas antara menerima dan menolak hipotesis. Jika χ^2 hitung $< \chi^2_{0,05}$ maka tidak berbeda nyata (non signifikan) dan hipotesis diterima. Jika χ^2 hitung $> \chi^2_{0,05}$ maka berbeda nyata (signifikan) dan hipotesis ditolak.

Seleksi yang dituju diambil dari sebaran data normal dari karakter umur keluar malai jika diwariskan secara poligenik, atau berasal dari rasio yang terbentuk apabila diwariskan secara simple genik dan mengikuti hukum Mendel.

Teknik seleksi yang digunakan adalah seleksi ranking. Sumber yang akan diseleksi berdasarkan pada genotip-genotip yang telah diuji Chi-kuadrat dan memiliki umur keluar malai singkat. Ranking genotip dihitung dengan cara meranking setiap karakter. Penentuan genotip yang memiliki nilai yang lebih baik, dengan menentukan ranking terbaik setiap karakter. Ranking terbaik ditentukan dengan nilai ranking terkecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji normalitas karakter umur keluar malai pada populasi F₂ hasil persilangan Ciherang x Kitaake menunjukkan distribusi tidak normal. Nilai signifikansi yang diperoleh <0,05 adalah 0,000.

Uji Chi-Kuadrat dilakukan karena sebaran data tidak normal dan diuji berdasarkan gen yang mengendalikan karakter umur keluar malai. Hasil analisis pada pengujian pertama ditentukan apabila dikendalikan oleh gen resesif (Tabel 1) tidak diperoleh rasio pola pewarisan karakter umur keluar malai yang cocok pada populasi F₂ hasil persilangan Ciherang x Kitaake.

Pada pengujian kedua yang ditentukan apabila karakter umur keluar malai dikendalikan oleh gen dominan, pola pewarisan karakter tersebut ditunjukkan pada populasi F₂ hasil persilangan Ciherang x Kitaake (Tabel 2). Hasil analisis menunjukkan rasio 3 : 1, dengan nilai χ^2 , yaitu 2,869 dengan nilai χ^2 tabel sebesar 3,84. Hal ini menunjukkan bahwa χ^2 hitung lebih kecil dari χ^2 tabel (non signifikan).

Pola pewarisan ini menggambarkan bahwa karakter umur keluar malai dikontrol oleh sepasang gen yang bekerja secara dominan sempurna. Hasil ini menunjukkan bahwa karakter umur keluar malai diwariskan secara kualitatif. Pada mekanisme ini, tetua homozigot dan yang dihasilkan selalu dominan dari alel dominan terhadap resesif (Murdaningsih dan Rostini, 2008).

Menurut penelitian Wang *et al.* (2011) melaporkan bahwa distribusi saat keluar malai cepat dan keluar malai lambat pada populasi padi persilangan antara SSSL W23-03-8-9-1 dengan Huang-

Tabel 1. Uji Chi-Kuadrat (χ^2) rasio pewarisan karakter umur keluar malai yang dikendalikan oleh gen resesif hasil persilangan Ciherang x Kitaake.

Rasio	O		E		χ^2	$\chi^2 (0,05)$				
Dua Kelas	D	G	D	G						
3 : 1	82	197	209,2	69,8	309,5*	3,84				
9 : 7	82	197	156,9	122,1	81,8*					
13 : 3	82	197	226,7	52,3	492,5*					
15 : 1	82	197	261,6	17,4	197,2*					
Tiga Kelas	D	S	G	D	S	G				
1 : 2 : 1	34	48	197	69,8	139,5	69,8	310,5*	5,99		
9 : 6 : 1	34	48	197	156,9	104,6	17,4	1,976*			
9 : 3 : 4	34	48	197	156,9	52,3	69,8	328,8*			
12 : 3 : 1	34	48	197	209,2	52,3	17,8	1,996*			
Empat Kelas	D	S	G	SG	D	S	G	SG		
9 : 3 : 3 : 1	34	48	181	16	156,9	52,3	52,3	17,4	413,3*	7,82

O = Nilai observasi, SG = Sangat Genjah, E = Nilai harapan, χ^2 = Chi-kuadrat hitung, D = Dalam, $\chi^2 (0,05)$ = Chi-kuadrat tabel, S = Sedang, * = Signifikan, G = Genjah.

jianxian (HJX74) memiliki pola segregasi yang cocok dengan rasio 3 : 1, menunjukkan bahwa umur cepat keluar malai dikontrol oleh gen dominan.

Pada percobaan ini seleksi dilakukan pada populasi F₂ hasil persilangan Ciherang x Kitaake. Teknik seleksi yang digunakan adalah seleksi ranking. Nilai ranking terbaik ditunjukkan dengan hasil nilai ranking terkecil. Pada populasi ini berdasarkan rasio 3 genjah : 1 dalam sebanyak 197 genotip (individu) yang memiliki karakter umur keluar malai singkat 60-74 HST. Tanaman yang diseleksi diambil dari genotip yang memiliki umur singkat keluar malai dengan kisaran 60-63 HST. Berdasarkan seleksi ranking tersebut terdapat sebelas genotip terseleksi yang disajikan pada Tabel 3.

Dari sembilan genotipe tersebut terdapat tiga genotipe terseleksi untuk karakter umur keluar malai dengan ranking satu sampai dengan dua, yaitu genotipe 115 (60 HST), genotipe 135 dan 195 (61 HST). Genotipe-genotipe tersebut dipilih karena memiliki umur keluar malai yang mendekati umur keluar malai Kitaake (45 HST) yang berperan sebagai tetua donor. Hal ini menunjukkan bahwa karakter umur keluar malai Kitaake memiliki peran dominan terhadap keturunannya.

Tabel 2. Uji Chi-Kuadrat (χ^2) rasio pewarisan karakter umur keluar malai dikendalikan oleh gen dominan hasil persilangan Ciherang X Kitaake.

Rasio	O		E		X ²	X ² (0,05)				
Dua Kelas	G	D	G	D						
3:1	197	82	209.2	69.8	2.869 ^{ns}	3.84				
9:7	197	82	156.9	122.1	23.376*					
13:3	197	82	226.7	52.3	20.736*					
15:1	197	82	261.6	17.4	255*					
Tiga Kelas	G	S	D	G	S	D				
1:2:1	197	48	34	69.8	139.5	69.8	310.5*	5.99		
9:6:1	197	48	34	156.9	104.6	17.4	56.605*			
9:3:4	197	48	34	156.9	52.3	69.8	28.906*			
12:3:1	197	48	34	209.2	52.3	14.4	16.804*			
Empat Kelas	SG	G	S	D	SG	G	S	D		
9:3:3:1	16	181	48	34	156.9	52.3	52.3	17.4	459.2	7.82

O = Nilai observasi, SG = Sangat Genjah, E = Nilai harapan, χ^2 = Chi-kuadrat hitung, D = Dalam, χ^2 (0,05) = Chi-kuadrat tabel, S = Sedang, * = Signifikan, G = Genjah, ns = Non Signifikan

Tabel 3. Genotipe Terseleksi Berdasarkan Karakter Umur Keluar Malai Hasil Persilangan Ciherang x Kitaake.

Genotip	Umur keluar malai		Jumlah anakan	Jumlah anakan produktif	Panjang malai
	Data	Rangking			
115	60	1	24	21	24,33
135	61	2	21	21	21,5
195	61	2	24	24	20,9
4	62	3	32	32	22,63
54	62	3	27	27	22,83
113	62	3	11	11	19,36
114	62	3	21	21	21,56
138	62	3	26	26	22,36
30	63	4	21	21	22,5
100	63	4	17	12	21,6
207	63	4	32	32	21,06
Kitaake	45		27	26	12,21
Ciherang	91		13	13	21,55

Kisaran nilai tiap karakter berasal dari data keseluruhan populasi. Kisaran umur keluar malai 60-74 HST, jumlah anakan 3-35, jumlah anakan produktif 3-35, dan panjang malai 17,7-25,16 cm.

Ketiga genotipe terbaik di atas, selain memiliki umur singkat keluar malai juga memiliki tiga karakter penting lainnya seperti jumlah anakan, jumlah anakan produktif, dan panjang malai. Genotip 115 memiliki jumlah anakan sebanyak 24, jumlah anakan produktif sebanyak 21, dan panjang malai 24,33 cm. Genotip 135 memiliki jumlah anakan dan jumlah anakan produktif yang sama sebanyak 21 dengan panjang malai 21,5 cm. Genotip 195 memiliki jumlah anakan dan jumlah anakan produktif yang sama sebanyak 24 dengan panjang malai 20,9 cm.

Genotipe-genotipe lainnya, yaitu genotipe 4 (62 HST) dan genotipe 207 (63 HST) memiliki jumlah anakan dan jumlah anakan produktif yang sama sebanyak 32, sedangkan untuk karakter panjang malai genotipe 4 memiliki ukuran 22,63 cm dan genotipe 207 berukuran 21,06 cm. Genotipe 54 (62 HST) memiliki jumlah anakan dan jumlah anakan produktif yang sama sebanyak 27 dengan panjang malai 22,83 cm. Genotip 113 (62 HST) memiliki jumlah anakan dan jumlah anakan produktif yang sama sebanyak 11 dengan ukuran panjang malai 19,36 cm. Genotipe 114 (62 HST) dan 30 (63 HST) memiliki jumlah anakan dan jumlah anakan produktif yang sama sebanyak 21, sedangkan karakter panjang malai genotipe 114 memiliki ukuran 21,56 cm dan genotipe 30 berukuran 22,5 cm. Genotipe 138 dengan memiliki jumlah anakan dan jumlah anakan produktif yang sama sebanyak 26 dengan ukuran panjang malai 22,36 cm, dan genotipe 100 memiliki jumlah anakan dan jumlah anakan produktif yang sama sebanyak 17 dengan panjang malai 21,6 cm.

Kisaran panjang malai pada populasi ini antara 17,7-25,16 cm. Dari sebelas genotipe yang berumur keluar malai cepat ternyata memiliki panjang malai hampir seragam yaitu antara 19,36-24,33 cm. Genotipe 115 memiliki panjang malai terbaik sebesar 24,33 cm.

KESIMPULAN

Pola pewarisan karakter umur keluar malai dari generasi F_2 hasil persilangan Ciherang x Kitaake menunjukkan rasio 3 genjah : 1 dengan aksi gen dominan sempurna. Pola pewarisan tersebut diwariskan secara kualitatif dan diduga dikendalikan secara *simple genic*. Terseleksi tiga genotipe tanaman yang memiliki karakter umur malai singkat, yaitu genotipe 115, 135, dan 195 hasil persilangan Ciherang x Kitaake. Sebaiknya digunakan populasi F_2 yang diambil berasal dari seluruh biji F_2 dari tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Ranggi Eldikara yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian hingga penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2011. *Produktivitas Padi Indonesia*. http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php?kat=3 [19 Juli 2012].
- Carsono, N., T. Aryanti, and M.H. Karmana. 2012. The success of hand-pollination by using hot-water emasculation method three indica rice cultivars. *Prosiding ICSAFS Sustainable Agriculture and Food Security: Challenges and Opportunities*: p. 259-266.
- Crowder, L.V. 1993. *Genetika Tumbuhan*. Cetakan ke-4, diterjemahkan oleh Kusdiarti, Lilik. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Francis, A.M. and H.L. Merk. 2011. Gene pyramiding using molecular markers. <http://www.extention.org/pages/32465/gene-pyramiding-using-molecular-markers>. [2011]

- Murdaningsih, H.K. dan N. Rostini. 2008. *Genetika Tumbuhan*. Pustaka Giratuna. Bandung.
- Nishida, H., H. Inoue, Y. Okumoto, and T. Tanisaka, 2002. A novel gene *ef1-h* conferring an extremely long basic vegetative growth period in rice. *Crop Sci.* 42:348-354.
- Okumoto, Y., T. Tanisaka, and H. Yamagata. 1991. A new tester line for analyzing heading-time genes in rice. Laboratory of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto, Japan. 606-01
- Poehlman, J.M. and D.A. Sleper. 1995. *Breeding Field Crops*. Iowa State University Press. Ames.
- Purwono, dan H. Purnamawati. 2007. *Budidaya 8 jenis Tanaman Pangan Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tsai, K.H. 1996. Genetic analysis for heading time in tropical rice strains. *Chinese Agron. J.* 6:91-100.
- Wang, W., X. Liu, H. Ding, M. Jiang, G. Li, W. Liu, C. Zhu, and F. Yao. 2011. Fine mapping of a quantitative trait locus *qHD3-2*, controlling the heading date, to a 29,5-kb DNA fragment in rice. *Russian Journal of Plant Physiology.* 58(3):516.
- Wei, X., L. Liu, J. Xu, L. Jiang, W. Zhang, J. Wang, H. Zhai, and J. Wan. 2010. Breeding strategies for optimum heading date using genotypic information in rice. *Mol Breeding.* 25:287-298.