

**EVALUASI FENOTIPIK DAN MOLEKULER GALUR BC₆F₂
CIHERANG-*Pup1* TERKAIT DENGAN TOLERANSI
TERHADAP DEFISIENSI FOSFOR
(Phenotypic and Molecular Evaluation on BC₆F₂ Ciherang-*Pup1* Lines
Related to Fosfor Deficiency Tolerance)**

***Ma'sumah dan Joko Prasetyono**

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan
Sumber Daya Genetik Pertanian
Jalan tentara Pelajar 3A, Bogor 16111 Indonesia,
Telp. (0251) 8337975; Faks. (0251) 8338820,
*Email: masumah.tohirin@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki masalah defisiensi Fosfor (P). Masalah defisiensi fosfor ini bisa terjadi pada hampir semua jenis tanah di Indonesia, termasuk lahan kering (gogo) dan lahan sawah. Varietas padi yang toleran terhadap defisiensi P tidak saja harus memiliki kemampuan untuk memperoleh P yang lebih besar (efisiensi eksternal) tetapi juga dapat menggunakan P yang diserap secara lebih efisien (efisiensi internal). Oleh karena itu dilakukan penelitian memasukkan segmen lokus *Pup1* ke dalam padi Indonesia dengan persilangan konvensional dan diseleksi menggunakan marka molekuler. Lokus *Pup1* diketahui memiliki kemampuan menangkap P lebih banyak dengan membentuk akar lebih banyak pada kondisi defisiensi P. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi galur-galur BC₆F₂ Ciherang-*Pup1* melalui uji fenotipik dan molekuler. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca dan laboratorium biologi molekuler BB Biogen Bogor. Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian lima galur BC₆F₂ Ciherang-*Pup1* yaitu galur 70, galur 115, galur 165, galur 157, galur 181 serta varietas Ciherang dan Kasalath sebagai tetua kontrol. Primer spesifik untuk mendeteksi lokus *Pup1* yang digunakan untuk penelitian adalah Kas 19C_2 dan Kas 30n-1. Berdasarkan hasil uji fenotipik telah diperoleh beberapa galur yang lebih baik dari tetuanya, dilihat dari jumlah anakan galur 165 memiliki anakan terbanyak (12,60), galur 157 memiliki malai terpanjang (25,69 cm), galur 165 memiliki bobot 100 butir tertinggi (2,50 gram) dan galur 115 memiliki bobot gabah perumpun tertinggi yaitu 32,35 gram. Hasil analisis molekuler dari 200 sampel telah didapatkan 23 galur yang mengandung lokus *Pup1* dalam kondisi alel homozigot. Galur-galur pilihan ini dapat diteruskan untuk pengujian berikutnya.

Kata kunci : Ciherang-Pup1, uji fenotipik, analisis molekuler

ABSTRACT

Indonesia is one of country that has a problem of Phosphorus (P) deficiency. The Phosphorus deficiency problem can occur in almost all soil types in Indonesia, including upland and irrigated low-land. Rice varieties tolerant to P deficiency must not only have the ability to obtain a larger P (external efficiency), but also have to use the absorbed P more efficiently (internal efficiency). Therefore, inserted *Pup1* locus into Indonesian rice through conventional crosses and selected using molecular markers have been done. *Pup1* locus is known having ability to uptake more P nutrient by forming many roots under P deficiency conditions. The aim of research was to evaluate BC₆F₂ Ciherang-*Pup1* lines through phenotypic and molecular marker approach. This research was conducted in greenhouse and laboratory of molecular biology, Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development, Bogor. Materials used in the research were five lines of BC₆F₂ Ciherang-*Pup1*, namely line #70, #115, #165, #157, #181, Ciherang and Kasalath as control parents. Specific primers used in this research were Kas 19C_2 and Kas 30n-1. Based on phenotypic, there were some lines showed better than the parent, especially for number of tillers (line #165 had the highest tiller (12.60)), lines #157 had the longest panicle length (25.69 cm), line #165 had the highest weight of 100 grains (2.50 gram), and line #115 had the highest grain weight (32.35 gram). Molecular analysis of 200 samples showed 23 lines containing *Pup1* locus in homozygote alleles. These selected lines can be used for next planting.

Keywords: *Ciherang-Pup1*, *phenotypic test*, *molecular analysis*.

PENDAHULUAN

Defisiensi hara fosfor adalah salah satu kendala dalam sistem produksi tanaman padi. Defisiensi hara fosfor ini terdapat secara luas pada hampir semua ekosistem pertanaman padi (Dobermann dan Fairhurst., 2000). Di Indonesia, defisiensi fosfor ini bisa terjadi pada hampir semua jenis tanah di Indonesia, termasuk lahan tanah kering (gogo) atau lahan sawah. Fospor (P) merupakan unsur penting bagi tanaman padi, terutama pada saat anakan dan pembentukan bulir padi. Diduga, input P dari pupuk, 90% diantaranya tidak tersedia untuk diserap oleh Tanaman (Wissuwa dan Ae, 2000). Tanaman padi yang toleran terhadap defisiensi fospor dapat mengurangi input tambahan seperti pemupukan P, pemberian kapur, dan bahan organik.

Penggunaan varietas padi yang toleran terhadap defisiensi P pada tanah-tanah marginal merupakan pilihan yang strategis dibanding usaha merubah kondisi lahan dengan pengapuran dan pemberian pupuk yang tidak praktis dan tidak ekonomis, bahkan dapat mengancam sistem pertanian berkelanjutan. Varietas padi yang toleran terhadap defisiensi P tidak saja harus memiliki kemampuan untuk memperoleh P yang lebih besar (efisiensi eksternal) tetapi juga dapat menggunakan P yang diserap secara lebih efisien (efisiensi internal), sehingga mampu mengatasi kekurangan hara (Schachtman *et al.*,1998).

Pup1 merupakan salah satu lokus didalam kromosom tanaman padi yang diduga terlibat dalam satu mekanisme toleransi terhadap toleransi defisiensi P. Eksplorasi *Pup1* ini telah berlangsung sejak tahun 90-an dengan pembuatan materi penetaan, dimana varietas Kasalath dipilih sebagai tetua donor karena memiliki ekspresi fenotipik (*P Uptake*) lebih baik pada saat ditanam di tanah yang kurang P dibandingkan dengan genotipe yang lain (Prasetyono dan Tasliah, 2012). Hasilnya didapatkan sebuah *QTL* utama (*major QTL*) pada kromosom 12 untuk penangkapan P (*Uptake*), penggunaan P yang efisien (*P use efficiency*), bobot kering (*dry weight*), dan jumlah anakan (*tiller number*) (Wissuwa *et al.*, 1998).

Peneliti telah melakukan penelitian dengan memasukkan segmen *Pup1* ke-dalam tanaman padi Indonesia dengan persilangan biasa dan telah diseleksi menggunakan marka molekuler. Tetua yang digunakan sebagai sumber *Pup1* adalah Kasalath. Kasalath merupakan padi lokal (*landrace*) yang berasal dari India. Padi ini termasuk padi lahan kering yang memiliki sifat toleran terhadap defisiensi P. Kasalath memiliki bentuk morfologi yang tinggi, berakar banyak dan dalam (Ma *et al.*, 2002; Prasetyono, 2010). Padi Varietas Ciherang digunakan sebagai tetua betina karena varietas tersebut merupakan varietas yang populer di Indonesia dan banyak ditanam petani serta memiliki potensi hasil 8,5 ton/ha gabah kering giling.

Pada saat ini mulai dikembangkan metode pemuliaan menggunakan marka molekuler yang sering disebut *marker assisted selection (MAS)* dan *marker assisted breeding (MAB)* (Anderson dan Lubberstedt, 2003). Bila suatu marka telah teridentifikasi maka marka tersebut dapat digunakan secara langsung untuk memilih alel alel yang diinginkan dan dapat dipakai untuk mengikuti segregasi penting dalam daerah *QTL (Quantitative Trait Loci)* yang telah diidentifikasi dalam tanaman (Paran dan Zamir, 2003). Penelitian sebelumnya telah menghasilkan galur-galur BC₆ Ciherang yang mengandung lokus *Pup1*. Galur-galur tersebut perlu dievaluasi untuk mengetahui potensi hasil dan komposisi genetik dari lokus *Pup1*.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi galur-galur BC₆F₂ Ciherang-*Pup1* melalui uji fenotipik dan analisis molekuler.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Biologi Molekuler BB Biogen Bogor pada bulan Mei s.d. Agustus 2014. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah lima galur BC₆F₂ Ciherang-*Pup1*. Donor *Pup1* berasal dari Situ Bagendit-*Pup1* yang telah diperoleh pada penelitian sebelumnya (Prasetyono, 2010). Proses pembentukan galur-galur BC₆F₂ Ciherang-*Pup1* menggunakan persilangan konvensional dan diseleksi menggunakan marka molekuler. Galur-galur BC₆F₂ Ciherang-*Pup1* tersebut adalah galur 70, galur 115, galur 165, galur 157 dan galur 181. Varietas Ciherang, Kasalath digunakan sebagai sebagai kontrol tetua dan Inpari 13 sebagai pembanding potensi hasil. Primer spesifik yang digunakan untuk penelitian adalah Kas 19_C2 dan Kas 30n-1 (Tabel.1).

Uji fenotipik

Persemaian benih dilakukan pada cawan petri yang dilapisi kertas tissue. Setelah berkecambah kemudian dipindah ke media tanah pada bak persemaian. Tiap bak semai diisi 60 benih dari tiap galur yang akan diuji. Setelah berumur 2 minggu bibit tanaman dipindahkan kedalam pot ember yang berisi media tanam. Media tanam merupakan campuran tanah dan pupuk kandang (4 : 1). Tiap pot ember ditanam dua tanaman dari galur yang sama. Untuk perawatan dilakukan penyiraman dan pemupukan sesuai dosis yang digunakan di rumah kaca dan pemberantasan hama penyakit menggunakan pestisida. Untuk uji fenotipik peubah yang diamati adalah sebagai berikut: tinggi tanaman, jumlah anakan, umur berbunga, panjang malai, bobot 100 butir, bobot gabah isi perumpun, bobot gabah hampa dan bobot kering batang serta bobot kering akar.

Analisis molekuler

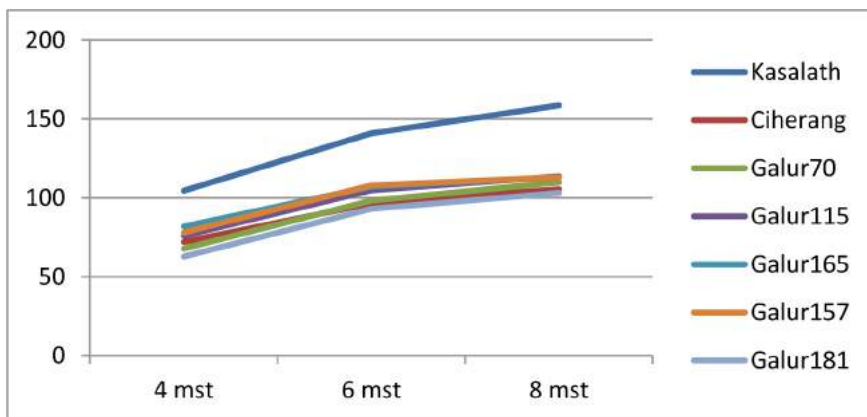
Metode yang digunakan untuk isolasi DNA adalah metode *Dellaporta et al.* (1983), yang telah dimodifikasi. DNA yang telah diisolasi digunakan sebagai cetakan untuk analisis keberadaan lokus *Pup1* dan dilakukan amplifikasi PCR menggunakan primer spesifik. Komposisi campuran PCR untuk satu kali reaksi (volume 10 μ l) sebagai berikut : 2 μ l DNA; 1,4 μ l ddH₂O, 10 \times bufer PCR 1 μ l, dNTPmix 10mM; 1 μ l primer *Forward+Reverse* 5 mM (masing-masing 0,5 μ l); 0,1 μ l *Taq polymerase*. Program PCR yang digunakan yaitu 5 menit pada suhu 94°C untuk denaturasi awal, dilanjutkan dengan proses denaturasi selama 45 detik pada suhu 94°C, 45 detik pada suhu 60°C untuk proses penempelan (*annealing*), dan 1,45 menit pada suhu 72°C untuk proses pemanjangan (*extension*) yang diulang selama 34 kali. Proses pemanjangan terakhir dilakukan selama 15 menit dalam suhu 72°C. Hasil amplifikasi PCR kemudian dielektroforesis menggunakan gel akrilamid 5% urea dan diwarnai dengan menggunakan silver nitrat. Setelah diperoleh gambar pita DNA pada plate kaca maka dilakukan skoring.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji fenotipik

Tinggi Tanaman

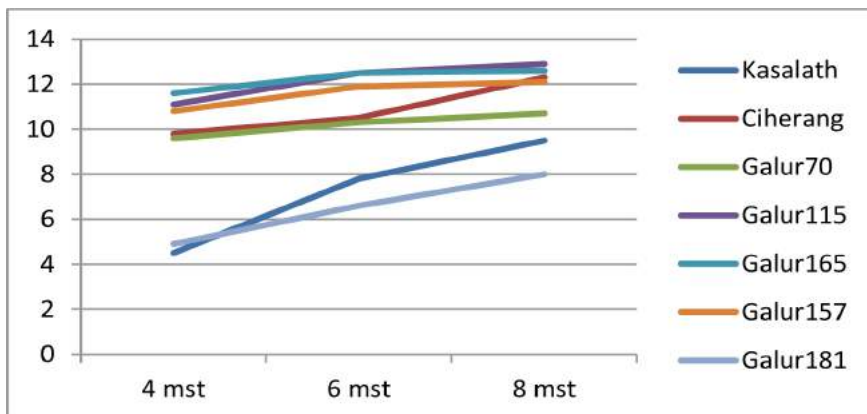
Tinggi tanaman seringkali dikaitkan dengan tingkat kerebahan. Beberapa varietas padi dengan tinggi tanaman >120cm biasanya lebih rawan rebah dibandingkan tanaman dengan tinggi tanaman <100cm. Sehingga petani lebih menyukai tinggi tanaman padi seperti varietas Ciherang karena memiliki tingkat kerebahan yang sedang. Pada umur 8 MST rata-rata tinggi tanaman padi yang ditanam berkisar antara 103,01-113,54 cm. Tinggi tanaman kelima galur yang diamati memiliki kesamaan dengan tetua Ciherang, yaitu termasuk kelompok sedang (*intermediate*), yaitu 101-130 cm. Rata-rata tinggi tanaman galur 181 memiliki nilai yang terendah, yaitu 103,03 cm. Sedangkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu galur 115 dengan nilai 113,54 cm.



Gambar 1. Rata-rata tinggi tanaman BC₆F₂ Ciherang-Pupl

Jumlah Anakan

Ketersediaan unsur hara yang cukup pada saat pertumbuhan akan meningkatkan aktifitas fotosintesis sehingga diferensiasi sel akan baik dan mengakibatkan jumlah anakan meningkat. Anakan produktif dapat digolongkan sedikit (<10 anakan), sedang (10-20 anakan), banyak (>20 anakan). Dari Gambar 2, jumlah anakan tua Kasalath dan Ciherang termasuk dalam golongan sedikit karena memiliki rata-rata jumlah anakan dengan jumlah 9,5 dan 12,3. Galur 165, 157 memiliki rata-rata jumlah anakan tertinggi yaitu 12,6 dan 12,1 batang, diikuti oleh galur 70 dan 115 dengan jumlah anakan 10,7 batang, dan galur 181 yang rata-rata jumlah anakan terkecil yaitu 8 batang. Hal ini dapat disebabkan karena kemampuan masing-masing varietas dalam beradaptasi dengan lingkungan tumbuhnya serta faktor genetiknya.

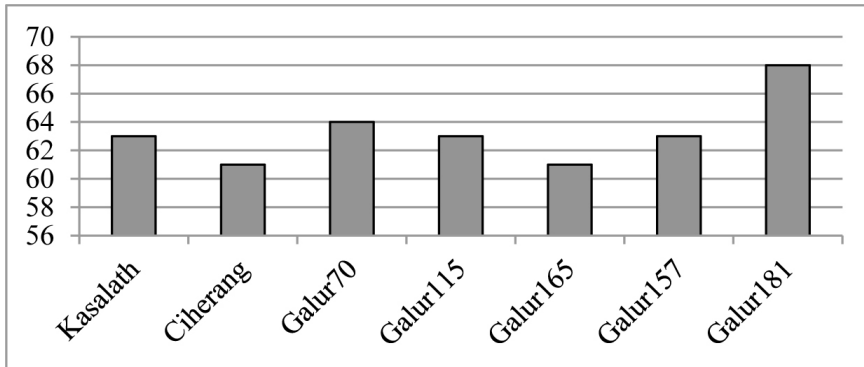


Gambar 2. Rata-rata jumlah anakan BC₆F₂ Ciherang-Pupl

Umur Berbunga

Peralihan antara fase vegetatif menuju fase generatif ditunjukkan dengan mulai berbunganya tanaman padi. Dalam suatu hamparan tanaman, fase pembungaan memerlukan kisaran waktu selama 10-14 hari. Apabila 50% dari tanaman dalam satu hamparan bunganya telah keluar, maka pertanaman tersebut dianggap sudah memasuki fase pembungaan. Pada proses pembungaan kebutuhan fosfor akan meningkat drastis karena kebutuhan energi meningkat dan fosfor adalah komponen penyusun enzim dan ATP yang berguna dalam proses transfer energi.

Fungsi fosfor sebagai penyusun karbohidrat dan penyusun asam amino yang merupakan faktor internal yang mempengaruhi induksi pembungaan. Penyediaan fosfor yang tidak memadai akan menyebabkan laju respirasi menurun. Bila respirasi terhambat, pigmen ungu (antosianin) berkembang dan memberi ciri defisiensi fosfor sehingga akan mempengaruhi pembungaan. Kriteria umur berbunga tanaman padi adalah umur genjah < 100 hari, sedang 100-125 hari, dan dalam >125 hari.



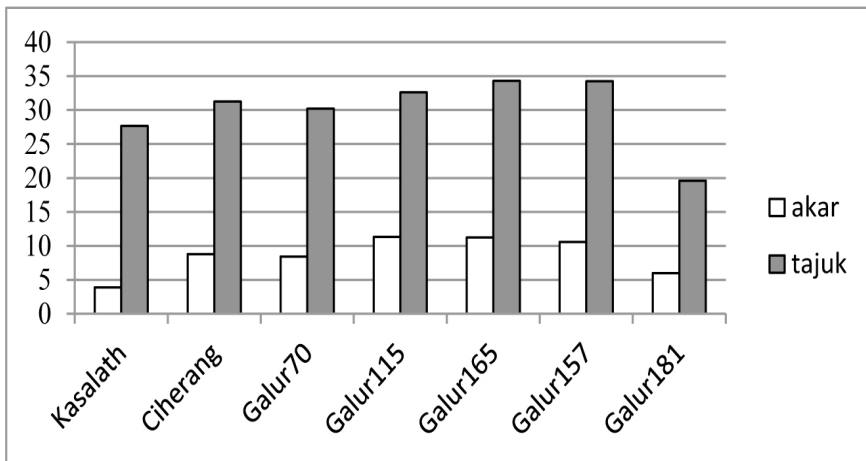
Gambar 3. Rata-rata umur berbunga BC₆F₂ Ciherang-Pupl

Dari grafik di atas, Ciherang dan Kasalath termasuk padi umur genjah dengan umur berbunga <100 hari. Dari tanaman yang diamati, umur berbunga yang paling cepat yaitu galur 165 dengan waktu 61 hari, galur 157 dan 115 dengan waktu 63 hari, galur 70 dengan waktu 64 hari, dan yang paling lambat yaitu galur 181 dengan waktu 68 hari.

Bobot Kering Akar dan Bobot Kering tajuk

Fosfat merupakan unsur hara esensial makro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman memperoleh unsur P seluruhnya berasal dari tanah atau dari pemupukan serta hasil dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Peranan P pada tanaman penting untuk pertumbuhan sel, pembentukan akar halus dan rambut akar, memperkuat batang agar tanaman tidak mudah rebah, pembentukan bunga, buah dan biji serta memperkuat daya tahan terhadap penyakit.

Lokus *Pup1* yang dimiliki Kasalath dapat membantu meningkatkan peranan P pada tanaman. Seperti pada Gambar 4, galur 115 memiliki nilai tertinggi yaitu 11,33 g. Sedangkan galur 181 memiliki nilai bobot akar terendah yaitu 6,02 g. Galur yang efektif dalam menyerap unsur P yaitu galur 115, galur 165 dan galur 157. Nilai ketiga galur tersebut lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai bobot kering tetua Ciherang. Dari hasil rata-rata bobot kering batang, galur 165 memiliki nilai tertinggi yaitu 34,29 g, diikuti galur 157 yaitu 34,24 g, galur 115 yaitu 32,61 g, galur 70 yaitu 30,20 g, dan galur 181 dengan hasil rata-rata terendah yaitu 19,61 g (Gambar 4). Faktor yang mempengaruhi bobot kering tanaman yaitu faktor status hara yang terkandung dalam tanah.



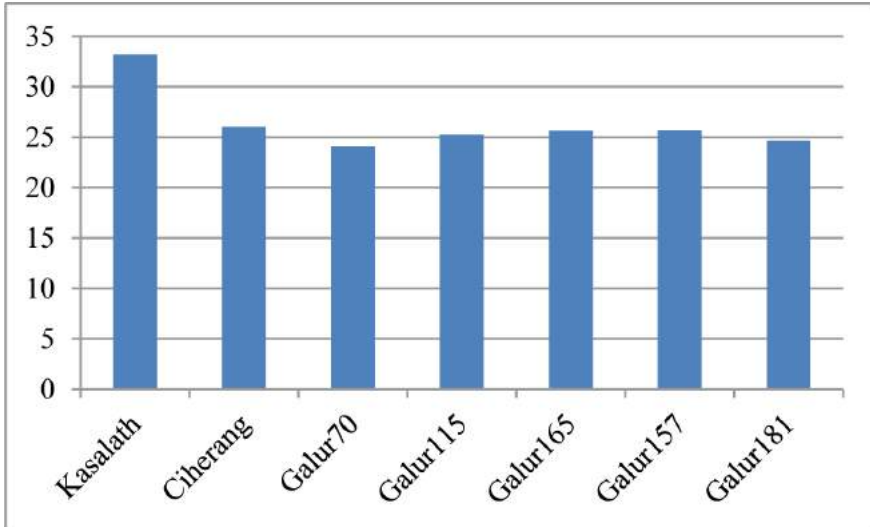
Gambar 4. Rata-rata bobot kering akar dan tajuk BC₆F₂ Ciherang-*Pup1*

Penelitian Prasetyono *et al.* (2012) menunjukkan galur-galur *Pup1* memiliki bobot kering tajuk lebih besar dibanding dengan tetuanya, namun pada saat pembentukan biji hasil yang diperoleh bervariasi.

Panjang Malai

Kriteria panjang malai tanaman padi adalah pendek <20 cm, sedang 20-30 cm, panjang 31-40 cm, dan sangat panjang >40 cm. Panjang malai tetua Kasalath termasuk kelompok panjang dengan nilai 33,2 cm, tetua Ciherang dan kelima galur yang diamati termasuk kelompok sedang dengan panjang malai berkisar antara 24,12-25,69 cm. Rata-rata panjang malai dapat dilihat pada Gambar 5.

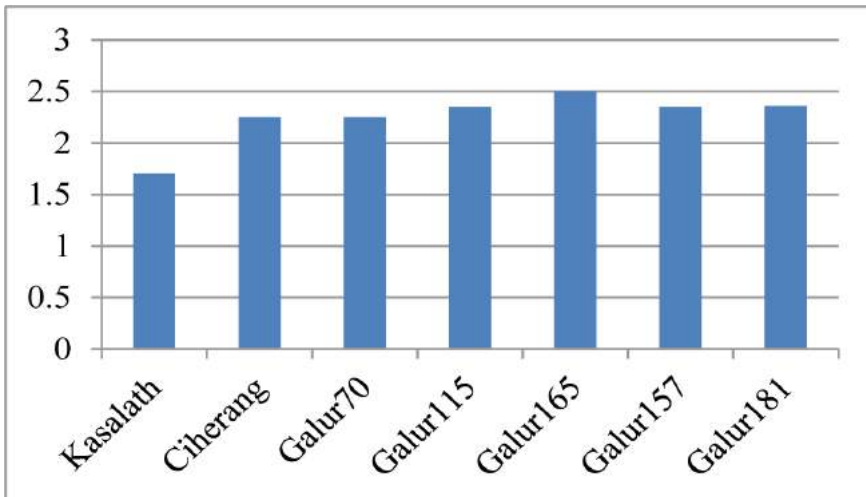
Lokus *Pup1* yang terdapat pada tanaman yang diamati tidak memberikan pengaruh pada panjang malai hasil persilangan dengan tetua Ciherang. Pada Tabel di atas, galur 157 memperoleh nilai panjang malai tertinggi yaitu 25,69 cm, diikuti galur 165 dengan nilai 25,65 cm, galur 115 dengan nilai 25,23 cm, galur 181 dengan nilai 24,65 cm, dan galur 70 dengan nilai terendah yaitu 24,12 cm.



Gambar 5. Rata-rata panjang malai BC_6F_2 Ciherang-Pupl

Bobot 100 Butir

Bobot 100 biji diperoleh dengan cara menimbang 100 biji gabah yang diambil secara acak dalam satu rumpun. Hasil rata-rata bobot 100 butir dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata bobot 100 butir BC_6F_2 Ciherang-Pupl

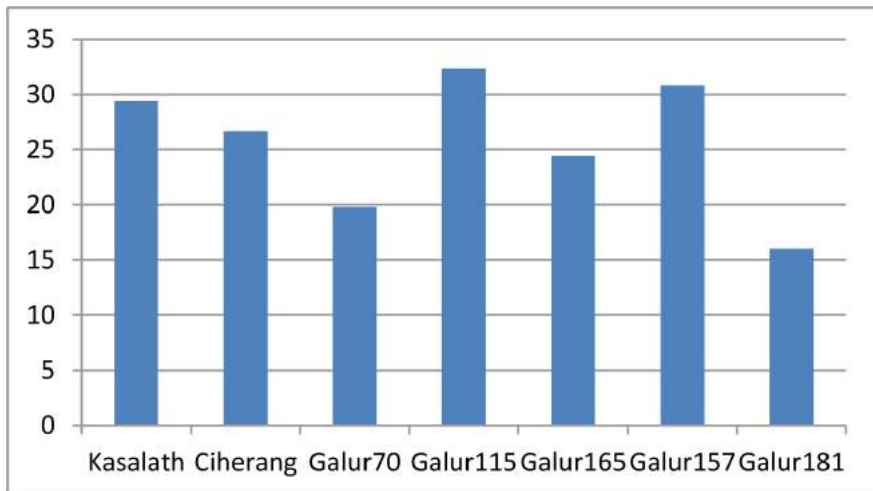
Hasil rata-rata bobot 100 butir tertinggi adalah galur 165 yaitu 2,50 g, galur 181 yaitu 2,36 g, galur 157 yaitu 2,35 g, galur 115 yaitu 2,35 g dan galur 70 yaitu 2,25 g. Adanya faktor genetik yang berasal dari tetua Kasalath mampu meningkatkan rata-rata bobot 100 butir pada tanaman yang diuji. Galur 115, 165, 157 dan 181 memiliki nilai rata-rata bobot 100 butir lebih tinggi dibandingkan dengan tetua Ciherang.

Bobot Gabah Isi per Rumpun

Produksi buah yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh ketersediaan unsur fosfor dalam tanaman. Fosfor berperan dalam pemecahan karbohidrat untuk energi, penyimpanan dan peredarannya ke seluruh tanaman dalam bentuk ADP dan ATP. Fosfor diserap dalam bentuk ion hidrogen fosfat $H_2PO_4^-$. Jenis spesies tanaman dan faktor genetiknya merupakan faktor penting yang mempengaruhi dinamika fosfor dan efisiensi pemupukan fosfor dalam tanaman.

Salah satu gen yang berada dalam daerah INDEL (*Insertion Deletion*) pada daerah *Pup1* di Kasalath mengkode protein kinase yang sangat penting dalam proses fosforilasi (pelepasan fosfor) dan sangat terkait dengan transportasi P. Pada tanaman padi yang diuji, jika mengandung lokus *Pup1* akan meningkatkan bobot isi keseluruhan per rumpun, bobot akar dan bobot kering batang tanaman.

Karakter hasil gabah per rumpun tanaman padi adalah ringan <25 gr; sedang 25-50 gr; bobot >50 gr. Tingginya produksi tanaman padi ditentukan oleh tingginya hasil per rumpun tanaman padi tersebut. Hasil tanaman padi ditentukan oleh komponen hasil antara lain jumlah anakan produktif, jumlah gabah per malai serta persentase gabah bernas.



Gambar 7. Rata-rata bobot gabah isi BC_6F_2 Ciherang-*Pup1*

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa masing-masing perlakuan pada galur yang diamati berbeda dengan dua tetua yang digunakan dalam persilangan. Bobot gabah yang tertinggi adalah pada galur 115 yaitu 32,35 g, galur 157 yaitu 30,84 g, galur 165 yaitu 24,40 g, galur 70 yaitu 19,79 g dan galur 181 yaitu 16,03 g. Galur 115 dan 157 termasuk kelompok sedang, galur 165, 70 dan 181 termasuk galur ringan. Hal ini disebabkan karena faktor genetik dari tanaman itu sendiri dan kemampuan masing-masing varietas dalam beradaptasi dengan lingkungan tumbuhnya. Berpengaruhnya bobot gabah perumpun ini disertai dengan pertumbuhan vegetatif dan generatifnya yaitu jumlah anakan produktif dan umur berbunga sehingga memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot gabah per rumpunnya.

Analisis molekuler

Analisis *foreground* menggunakan dua marka SSR, yaitu, Kas30n-1 dan Kas19_C2. Marka-marka tersebut terpetakan pada posisi lokus *Pup1*. Marka yang bersifat polimorfik dapat membedakan asal sumbangan alel dalam satu lokus. Primer yang digunakan yaitu Kas30n-1 dan Kas19_C2 yang merupakan marka molekuler spesifik untuk mengkonfirmasi lokus *Pup1*. Kas30n-1 dan Kas19-C2 merupakan marka kodominan yang dapat membedakan individu yang heterozigote dari individu yang homozigot (Chin *et al.*, 2010; 2011).

Pada persilangan Ciherang tanaman BC_6F_2 memiliki alel yang bervariasi. Alel-alel untuk kedua marka (Kas30n-1 dan Kas19-C2) memiliki alel beberapa jenis, seperti BB, HH, HA, HB, AH, BH (Tabel 1). Tanaman yang bisa dipakai untuk analisis selanjutnya dapat dilihat di dalam Tabel 3.

Tabel 1. Tabulasi hasil analisis molekuler tanaman BC_6F_2 Ciherang-*Pup1*

No	Pola Alel	Jumlah Individu	Persentase (%)
1	BB	23	11,5
2	HH	91	45,5
3	AA	19	9,5
4	HB	11	5,5
5	HA	19	9,5
6	AH	8	4
7	BH	13	6,5
8	Tidak lengkap	16	8
Jumlah		200	

Berdasar hasil konfirmasi keberadaan lokus *Pup1* pada individu BC_6F_3 -Ciherang didapatkan 23 galur dari 200 individu tanaman. Galur BC_6F_3 -Ciherang yang terpilih atau yang positif mengandung lokus *Pup1* kemudian dilanjutkan dengan pengujian beberapa dosis pupuk P di rumah kaca. Galur yang dipilih sebanyak 17 nomor, beserta tiga tetuanya (Ciherang, Kasalath dan Inpari 13). Hasil analisis molekuler dari 200 individu tanaman BC_6F_3 -Ciherang menggunakan marka SSR yaitu Kas 19C_2 dan Kas30n-1 diperoleh 23 galur yang memiliki lokus *Pup1* dalam kondisi homozigot.

Tabel 2. Keragaman agronomis galur-galur BC₆F₂ Ciherang-*Pup1* yang memiliki kondisi alel *Pup1* homozigot

Galur asal (BC ₆ F ₁)	No. Galur (BC ₆ F ₂)	Marka Pup1		Karakter agronomis						
		K30n-1	Kas19_C2	TT	JAT	UB50%	BKA	BKT	100 Butir	PM
70	3	B	B	108,8	12	65	7	31,5	2,4	25,3
	15	B	B	110,1	11	65	5,5	26	2,2	23,5
	16	B	B	109,7	10	64	10	42,5	2,3	24,5
	30	B	B	114,9	13	66	10,5	54	2,2	23
	36	B	B	108,7	9	63	10	40,5	2,1	24
115	43	B	B	111,9	22	67	15	50	2	23,5
	45	B	B	109,3	15	65	18,5	26	2,2	25,2
	46	B	B	114,1	10	64	12,5	25	2,1	25,1
	49	B	B	110,9	14	63	14,5	30,5	2,3	27,9
	55	B	B	117,3	14	62	15	33,5	2,4	25,4
	62	B	B	111,2	14	64	9,5	29	2,2	23,5
	68	B	B	115,3	9	62	10	24	2,5	25,7
165	71	B	B	115,9	11	61	8	37,5	2,4	25,7
	81	B	B	115,6	21	62	17	35,5	2,3	26,6
	84	B	B	112,2	15	61	13	49	2,4	26,6
	89	B	B	122,1	15	60	6,5	27,5	2,6	27,8
	94	B	B	104,6	15	61	13	50	2,2	22,4
	112	B	B	117,3	9	60	5,5	16	2,6	26,9
157	113	B	B	113,4	10	60	5	14	2,8	25,7
	137	B	B	116,7	11	62	6,5	23	2,4	26,5
	138	B	B	126	14	62	14,5	40,5	2,4	28
181	140	B	B	115,9	12	63	10	31,5	2,4	26,5
	175	B	B	98,7	8	70	6	17,5	2,5	24,6
Ciherang				105,33.	12,25	61,25	8,75	31,25	2,25	26,05
Kasalath				158,5	9,5	63	3,875	27,65	17	33,2

B = homozigot Kasalath (homozigot *Pup1*), TT = tinggi tanaman (cm), JAT = jumlah anakan total, UB50% = umur berbunga 50% (hari), BKA = berat kering akar (g), BKT = berat kering tajuk (g), 100 butir = berat 100 butir gabah isi (g), PM = panjang malai (cm)

KESIMPULAN

1. Hasil uji fenotipe diperoleh beberapa galur yang lebih baik dari tetuanya, dilihat dari jumlah anakan galur 165 memiliki anakan terbanyak yaitu 12,60 batang, galur 157 memiliki panjang malai terpanjang yaitu 25,69. Galur 165 memiliki bobot 100 butir tertinggi yaitu 2,50 gram. Galur 115 memiliki bobot gabah perumpun tertinggi yaitu 32,35 gram.

2. Hasil analisis molekuler dari 200 sampel telah didapatkan 23 galur yang memiliki lokus *Pup1*. Dari galur - galur yang terpilih dapat digunakan untuk uji lanjutan.
3. Secara umum hasil pengamatan agronomi pada generasi BC₆F₂ galur 165 merupakan galur yang lebih baik dari tetua Ciherang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA BB BiogenTA 2014. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sarah (mahasiswa Fakultas TeknoPertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten)

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.R., and T. Lubberstedt. 2003. Funtional markers in plants. Trends in Plant Sci.8:554-560.
- Badan Litbang Pertanian.2007. Rekomendasi pupuk N,P,dan K pada padi sawah spesifik lokasi. [http:// psp.deptan.go.id/assets/-file/66d1189256a51f097-c2863e1b0411107.pdf](http://psp.deptan.go.id/assets/-file/66d1189256a51f097-c2863e1b0411107.pdf). [15 maret 2014].
- Badan pusat statistik 2013. Berita resmi statistik. Jakarta.
- Chin, J.H., X. Lu, S.M. Haefele, R. Gamuyao, A.M. Ismail, M. Wissuwa, and S. Heuer. 2010. Development and application of gene-based markers for the major rice QTL *Phosphorus uptake 1*. Theor. Appl. Genet. 120:1073–1086
- Chin, J.H., R. Gamuyao, C. Dalid, M. Bustamam, J. Prasetyono, S. Moeljopawiro, M. Wissuwa, and S. Heuer. 2011. Developing rice with high yield under phosphorus deficiency: *Pup1* sequence to application. Plant Physiol. 156:1202–1216
- Dellaporta, S.L, J. Wood, and J.B. Hick. 1983. A plant DNA minipreparation: Version II. Plant Mol Biol Rep I(4): 19-21
- Dobermann, A, and T. Fairhurst. 2000. Rice : Nutrient disorder and nutrient management. IRRI. Philipines. 191P.
- Dualembang, E., Y. Musa, dan M. Azrai. 2011. Karakterisasi genetik koleksi plasma nutfah sorgum (*Sorgum bicolor* L.Moench) berbasis marka *SSR (Simple sequence repeats)*. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 26(2):1-15.
- Ma, J.F., R. Shen, Z. Zhao, M. Wissuwa, Y. Takeuchi, T. Ebitani, and M. Yano. 2002. response of rice to AL stres and identifikasion of quantitative trait loci for AL tolerance. Plant Cell Physiol 43(6): 652-659.
- Paran, I., and D. Zamir. 2003. Quantitative traits in plants: beyond the QTL. Trend Genet 19: 303-306.

- Prasetyono J. 2010. Studi efek introgresi *Pup1* (*P uptake1*) untuk meningkatkan toleransi padi terhadap defisiensi fosfor. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.1-52.
- Prasetyono, J., T. Suhartini, I.H. Soemantri, Tasliah, S. Moeljopawiro, H. Aswidinnoor, D. Sopandie, dan M. Bustamam. 2012. Evaluasi beberapa galur-*Pup1* tanaman padi (*Oryza sativa* L.) pada larutan hara dan lapangan. J. Agron. Indonesia 40 (2):83–90
- Prasetyo B H., dan D.A.Suriadikarta. 2006. Karakteristik, potensi dan teknologi pengolahan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian 25 (2): 40-46.
- Schahtman, D.P., R.J. Reid, and S.M. Ayling. 1998. Phosphorus uptake by plant from soil to cell. Plant Physiol 116: 447-452.
- Wissuwa, M., M. Yano, and N. Ae. 1998. Mapping of QTLs for phosphorus-deficiency tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) Theor Appl Genet 97: 777-783.
- Wissuwa, M., and N. Ae. 2000 .Genotypic variation for tolerance to phosphorus deficiency in rice and the potential for its exploitation in rice improvement. Plant Breed 120: 43-48.
- Wissuwa, M., and N. Ae. 2001. Further charactericrion of two QTLs that increase phosphorus uptake of rice (*Oryza sativa* L.) under phosphorus deficiency. Plant Soil 237: 275-286.