

Peningkatan Toleransi Rendaman Padi Lokal Rawa Lebak dengan Introgresi Gen *Sub1*

*Increasing Submergence Tolerance of Local Swamp Rice by Introgression of *Sub1* Gene*

Gusmiatun^{1*}, Rujito A. Suwignyo², Andi Wijaya², dan Mery Hasmeda²

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Palembang
Jl. Jendral Ahmad Yani, 13 Ulu Palembang 30263, Indonesia

²Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang Prabumulih Km 32, Indralaya Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30662, Indonesia

Diterima 8 Juli 2014/Disetujui 9 Januari 2015

ABSTRACT

One of efforts to increase rice production at swamp area which is frequently flooded is the use of submergence tolerant rice varieties. The objectives of this research was to improve plant tolerance after submergence stress for 14 days in BC₁F₁ of crosses between local superior varieties and Sub1 gen donor (FR13A). The studies were carried out in two stages: 1) Crossing local superior varieties, i.e., Pegagan (Pgn), Siam (Sm), Payak Selimbuk (Pys), dan Pelita Rampak (Plr) to submergence tolerant variety FR13A; and 2) submergence tolerance evaluation of the progeny. The first study was conducted at green house of Graduate Study Sriwijaya University, Palembang. The second study was carried out at field experiment of Central Research and Development of Agricultural Biotechnology and Genetic Resources in Bogor. All studies were conducted from March 2011 until March 2013. The first study was the introgression of Sub1 gene into local genotypes Payak Selimbuk, Pegagan, Siam and Pelita Rampak from FR13A. The second study was evaluation of BC₁F₁ plant performance after submergence treatment for 14 days. The results showed that introgression of Sub1 gene into local varieties improved submergence tolerance as indicated by higher percentage of survived plants, lower decrease of plant dry weight, and lower decrease of grain weight per panicle compared to parents.

Keywords: Sub1 gene, local swamp rice, submergence tolerant

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi padi di lahan rawa lebak yang sering mengalami banjir adalah menggunakan varietas unggul toleran rendaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari toleransi tanaman terhadap kondisi cekaman rendaman selama 14 hari pada generasi BC₁F₁ hasil persilangan dari beberapa tetua lokal dengan tetua donor yang memiliki gen Sub1 (FR13A). Penelitian dilaksanakan dalam dua tahapan; 1) dilaksanakan di kebun percobaan Pascasarjana UNSRI Bukit Besar Palembang, dan 2) di kebun percobaan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian di Bogor. Seluruh rangkaian kegiatan dilaksanakan mulai bulan Maret 2011 hingga Maret 2013. Teknik persilangan pada tahap-1 untuk menghasilkan tanaman BC₁F₁ dilakukan secara konvensional. Varietas lokal yang digunakan sebagai tetua persilangan adalah Pegagan (Pgn), Siam (Sm), Payak Selimbuk (Pys), dan Pelita Rampak (Plr), sedangkan sebagai tetua donor adalah FR13A. Uji toleransi rendaman (tahap-2) terhadap tanaman hasil persilangan (generasi BC₁F₁) dilakukan pada umur tanaman 10 hari setelah transplanting, yaitu dengan merendam tanaman selama 14 hari dalam bak-bak perendaman dengan ketinggian air ± 10 cm di atas permukaan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman hasil persilangan genotipe lokal dengan FR13A pada generasi BC₁F₁ mengalami peningkatan toleransi terhadap cekaman rendaman dengan meningkatnya persentase tanaman hidup, penurunan berat kering brangkasan yang lebih rendah, dan penurunan berat gabah per malai yang lebih rendah dibandingkan dengan tetuanya.

Kata kunci: Gen Sub1, padi lokal rawa, toleran rendaman

PENDAHULUAN

Lahan rawa lebak memiliki potensi besar untuk dikembangkan dalam usaha produksi tanaman pertanian,

terutama menyusutnya lahan subur di Pulau Jawa akibat meningkatnya jumlah penduduk dan pesatnya pembangunan industri. Luas lahan rawa lebak di Indonesia diperkirakan seluas 13.3 juta ha yang tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan dan Papua. Penyebaran yang terluas terdapat di Provinsi Sumatera Selatan yakni mencapai 2.98 juta ha.

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: gusmiatun69@yahoo.com

Namun lahan rawa lebak yang sudah dimanfaatkan untuk tanaman padi di Sumsel baru seluas 3.9% dari luasan yang ada (Puslitbangtanak, 2002).

Kendala utama dalam budidaya tanaman padi di lahan rawa lebak adalah tata air yang masih belum terkendali, sehingga pada musim hujan seluruh areal tergenang cukup dalam dan dalam waktu yang cukup lama. Hal ini menyebabkan petani sulit menduga masa tanam padi dan budidaya tanaman menjadi sulit dikendalikan dengan baik. Genangan air yang terlalu tinggi selama fase vegetatif akibat banjir dan hujan lebat yang terjadi setelah bibit dipindahkan ke lapang menghambat pertumbuhan tanaman dan menyebabkan turunnya produksi padi lebak (Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, 2008).

Penundaan waktu tanam hingga bibit berumur 50-90 hari dan pemindahan bibit lebih dari satu kali dapat menghindarkan tanaman dari ancaman banjir, namun di sisi lain penanaman bibit terlalu tua mengakibatkan jumlah anakan produktif yang dihasilkan semakin sedikit (Atman, 2009). *Transplanting* lebih dari satu kali juga menyebabkan tanaman membutuhkan waktu lebih lama untuk beradaptasi, sehingga produksi menurun.

Penyebab lain rendahnya produksi padi di lahan rawa lebak adalah petani umumnya menggunakan varietas unggul nasional seperti IR64, Ciliwung, dan Ciherang meskipun diyakini memiliki potensi hasil tinggi tetapi umumnya tidak toleran genangan. Penggunaan varietas unggul secara terus menerus juga menyebabkan sejumlah varietas lokal "hilang", padahal varietas lokal merupakan sumber daya hayati yang memiliki nilai penting untuk perakitan varietas unggul. Varietas lokal banyak digunakan sebagai donor gen sifat mutu baik (rasa nasi enak, aromatik), ketahanan terhadap hama dan penyakit, dan toleran terhadap cekaman abiotik seperti suhu rendah, lahan salin, sulfat masam, dan genangan.

Agar petani bersedia mengadopsi varietas unggul baru yang dihasilkan, maka selain adaptif pada kondisi lingkungan setempat juga harus memiliki karakteristik mutu produk sesuai dengan preferensi konsumen setempat. Genotipe lokal Payak Selimbuk menjadi pilihan dalam perakitan varietas ini karena relatif toleran terhadap cekaman rendaman selama tujuh hari pada fase vegetatif dan fase bibit, sedangkan genotipe lokal Pegagan, Siam, dan Pelita Rampak memiliki rasa nasi yang diinginkan petani Sumatera Selatan (Gusmiatun, 2011). Varietas FR13A digunakan sebagai tetua donor karena diketahui mengandung gen *Sub1* yang toleran terhadap peredaman selama 14 hari (Xu *et al.*, 2006).

Hasil penelitian terhadap varietas-varietas turunan FR13A menunjukkan bahwa toleransinya terhadap rendaman masih di bawah FR13A karena lokus-lokus lain pengendali toleransi terhadap rendaman belum terintrogresikan (Nandi *et al.*, 1997). Dengan demikian, masih ada peluang untuk memperbaiki toleransi terhadap rendaman menggunakan sumber genetik ini. Dengan menggabungkan sifat unggul padi lokal dengan sifat toleran rendaman ke dalam satu varietas, diharapkan dapat dihasilkan varietas unggul yang toleran rendaman untuk daerah rawa serta disukai petani,

sehingga dapat digunakan untuk mengatasi cekaman terendam tanpa harus memindahkan bibit.

Faktor penting dalam toleransi terhadap perendaman pada padi adalah kemampuannya memelihara cadangan karbohidrat yang tinggi, terutama setelah terendam. Demikian juga dengan konsentrasi klorofil yang tinggi selama terendam merupakan ciri genotipe toleran, karena tanaman dapat melakukan fotosintesis relatif lebih baik selama terendam dan juga setelah air surut untuk melanjutkan pertumbuhan dan pemulihan yang lebih cepat (Das *et al.*, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari toleransi tanaman terhadap kondisi cekaman rendaman selama 14 hari pada generasi BC₁F₁ hasil persilangan antara tetua lokal padi rawa dengan FR13A.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahapan, yaitu : 1) persilangan genotipe lokal dengan padi tahan rendaman (FR13A) untuk mengintrogresi gen ketahanan rendaman hingga generasi BC₁F₁, dan 2) menguji toleransi tanaman hasil persilangan pada kondisi terendam.

Penelitian tahap-1 dilaksanakan pada bulan Maret 2011 sampai dengan Juni 2012 di kebun percobaan Pascasarjana UNSRI, Jl Padangselasa Bukit Besar Palembang. Tahap-2 dilaksanakan pada bulan Agustus 2012 sampai dengan Maret 2013 di kebun percobaan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian di Bogor.

Varietas lokal yang digunakan sebagai tetua persilangan adalah Pegagan (Pgn), Siam (Sm), Payak Selimbuk (Pys), dan Pelita Rampak (Plr), sedangkan sebagai tetua donor adalah FR13A. Teknik persilangan dilakukan secara konvensional meliputi kastrasi dan emaskulasi yang dilakukan setelah pukul 15.00, penyerbukan atau persilangan dilakukan antara pukul 10.00-13.00, serta isolasi yaitu penutupan hasil persilangan dengan kantong kertas transparan, selanjutnya hasil persilangan dipelihara hingga panen. Benih F₁ yang dihasilkan ditanam kembali dan disilangkan dengan tetua lokal untuk menghasilkan BC₁F₁.

Benih padi hasil persilangan (generasi BC₁F₁) dan tetuanya disemaikan dalam bak-bak semai. Pada umur bibit 21 hari di persemaian, dilakukan transplanting ke dalam ember-ember berisi tanah, yaitu sebanyak 45 ember untuk generasi BC₁F₁ dan 45 ember untuk tetua. Uji toleransi rendaman dilakukan pada umur tanaman 10 hari setelah transplanting, yaitu dengan merendam tanaman selama 14 hari dalam bak-bak perendaman dengan ketinggian air ± 10 cm di atas permukaan tanaman. Sebagai kontrol digunakan tanaman yang tidak direndam. Setelah 14 hari direndam, tanaman diangkat dari dalam bak-bak perendaman dan dipelihara dalam rumah kaca hingga panen.

Pengamatan yang dilakukan meliputi: persentase tanaman hidup, kandungan klorofil (dengan metode perendaman) dan karbohidrat (dengan metode Antrone), tinggi tanaman (cm), jumlah anakan total dan anakan produktif, jumlah gabah isi dan gabah hampa per malai,

bobot 1,000 butir gabah bernas, bobot gabah total per malai, dan bobot kering brangkasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persilangan varietas lokal dengan FR13A hingga generasi BC₁F₁ (tahap-1) menghasilkan: Pegagan-FR13A (PgnF), Siam-FR13A (SmF), Payak Selimbuk-FR13A (PysF), dan Pelita Rampak-FR13A (PlrF). Genotipe-genotipe ini kemudian diuji toleransinya terhadap rendaman (tahap-2).

Persentase Tanaman Hidup

Persentase tanaman BC₁F₁ yang dapat bertahan hidup lebih besar dibandingkan tetuanya Pegagan, Siam, Payak Selimbuk, dan Pelita Rampak. Pegagan-FR13A dan Pelita Rampak-FR13A sangat toleran terhadap perendaman selama 14 hari, bahkan sama dengan tetua tahan FR13A. Semua genotipe uji berada pada kisaran toleransi moderat hingga sangat toleran (Tabel 1). Meningkatnya kemampuan tanaman BC₁F₁ untuk dapat bertahan hidup dalam kondisi terendam selama 14 akibat pengaruh gen *Sub1* dari hasil persilangan,

sehingga dapat menghemat katabolisme karbohidrat selama terendam (Tabel 2) dan tetap tinggi setelah perendaman berakhir. Menurut Fukao *et al.* (2011), keberadaan gen *Sub1A* selain penting untuk ketahanan terhadap cekaman rendaman, juga terkait dengan peningkatan kemampuan tanaman untuk menghindari dehidrasi setelah tercekam rendaman dan defisit air selama kekeringan.

Kandungan Klorofil, Karbohidrat, dan Tinggi Tanaman

Perendaman mengakibatkan penurunan kandungan klorofil, pada generasi BC₁F₁ lebih rendah dibandingkan tetuanya. Penurunan paling rendah terdapat pada Pelita Rampak-FR13A yaitu 31.84%, dan tertinggi pada Payak Selimbuk, yaitu 48.7% (Tabel 2). Demikian halnya dengan kandungan karbohidrat tanaman, generasi BC₁F₁ mengalami penurunan lebih rendah dibandingkan tetuanya; terendah pada Payak Selimbuk-FR13A yaitu 24.03% dan tertinggi pada tetua Payak Selimbuk yaitu 33.34%.

Hasil yang sama juga terjadi pada peubah tinggi tanaman, penurunan tinggi tanaman akibat perendaman lebih rendah pada BC₁F₁ dibandingkan tetua lokal. Penurunan paling rendah pada Siam-FR13A yaitu sebesar 4.72% dan tertinggi pada Pegagan yaitu 14.51% (Tabel 2).

Tabel 1. Persentase hidup tanaman tetua dan BC₁F₁ akibat cekaman perendaman selama 14 hari

Genotipe	Tanaman hidup (%)	Nilai skor	Kriteria
FR13A	100.00	1	Sangat toleran
Pegagan-FR13A (PgnF)	100.00	1	Sangat toleran
Siam-FR13A (SmF)	93.30	5	Moderat
Payak Selimbuk-FR13A (PysF)	93.30	5	Moderat
Pelita Rampak-FR13A (PlrF)	100.00	1	Sangat toleran
Pegagan (Pgn)	93.30	5	Moderat
Siam (Sm)	80.00	5	Moderat
Payak Selimbuk (Pys)	86.67	5	Moderat
Pelita Rampak (Plr)	93.33	5	Moderat

Keterangan: Skor 1 = sangat toleran (100% tanaman hidup), Skor 3 = toleran (95-99% tanaman hidup), Skor 5 = moderat (75-94% tanaman hidup), Skor 7 = rentan (50-74% tanaman hidup), Skor 9 = sangat rentan (0-49% tanaman hidup)

Tabel 2. Persentase penurunan kandungan klorofil, karbohidrat, dan tinggi tanaman dari genotipe tetua maupun BC₁F₁ setelah direndam 14 hari

Genotipe	Klorofil	Karbohidrat	Tinggi tanaman
	-----%		
FR13A	34.12	22.20	6.69
Pegagan-FR13A (PgnF)	33.47	25.43	9.53
Siam-FR13A (SmF)	33.67	31.03	4.72
Payak Selimbuk-FR13A (PysF)	32.37	24.03	7.87
Pelita Rampak-FR13A (PlrF)	31.84	24.97	6.61
Pegagan (Pgn)	40.00	27.28	14.51
Siam (Sm)	48.69	32.33	14.04
Payak Selimbuk (Pys)	48.70	33.34	13.37
Pelita Rampak (Plr)	37.77	32.88	10.59

Penurunan kandungan klorofil yang rendah, menunjukkan kemampuan tanaman mempertahankan kandungan klorofil lebih baik selama terendam, sehingga tetap tinggi setelah terendam. Hal ini menyebabkan tanaman lebih mampu untuk mengatasi kondisi kekurangan cahaya selama terendam, sedangkan klorofil yang tinggi setelah perendaman meningkatkan kemampuan tanaman untuk menangkap cahaya lebih tinggi sehingga dapat melangsungkan proses fotosintesis lebih baik. Hal ini juga terjadi pada tanaman cabai yang mengalami genangan, varietas yang memiliki nilai penurunan kandungan klorofil rendah memiliki kemampuan hidup yang lebih baik (Susilawati *et al.*, 2010).

Kemampuan tanaman BC₁F₁ mempertahankan kandungan klorofil yang lebih baik selama terendam, disebabkan oleh tingginya kandungan klorofil sebelum mengalami perendaman dibandingkan dengan tetuanya, yang merupakan sifat yang diwariskan dari kedua tetuanya. Hal serupa terjadi pada hasil penelitian Collaku dan Harrison (2005) pada gandum yang tercekam rendaman memiliki nilai estimasi heritabilitas yang tinggi untuk karakter kandungan klorofil.

Demikian halnya dengan kandungan karbohidrat, penurunan kandungan karbohidrat merupakan selisih kadar sebelum terendam dengan yang digunakan selama terendam. Penurunan yang rendah menggambarkan kemampuannya menghemat cadangan karbohidrat selama terendam, selanjutnya dapat digunakan untuk tumbuh dan mempertahankan proses fisiologis setelah cekaman rendaman berakhir. Setelah terendam terjadi kerusakan dan kematian daun-daun tua, inisiasi dan pertumbuhan berikutnya membutuhkan ketersediaan karbohidrat yang relatif lebih tinggi agar dapat lebih cepat mengembangkan daun-daun baru, sebagaimana dikemukakan Luo *et al.* (2011) bahwa kemampuan pemulihan tanaman sangat dipengaruhi oleh kemampuan fotosintesis, pertumbuhan dan translokasi karbohidrat pasca cekaman rendaman.

Jumlah Anakan (Total dan Produktif)

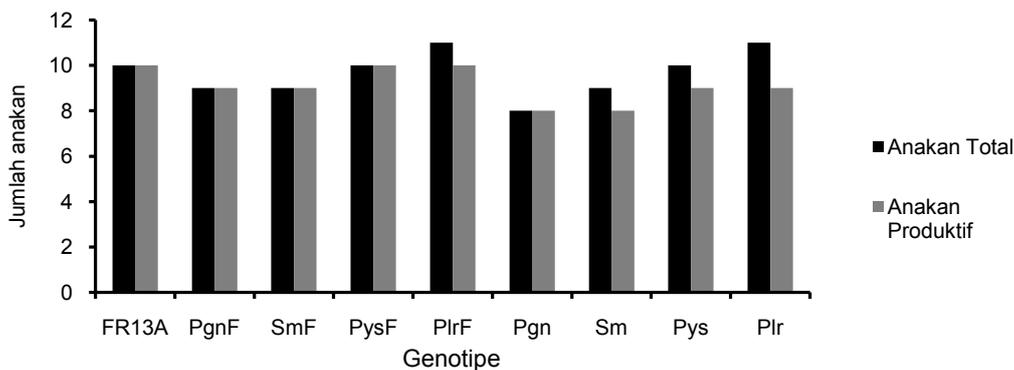
Perendaman selama 14 hari menurunkan jumlah anakan yang dihasilkan tanaman tetua dan BC₁F₁. Anakan total yang dihasilkan tanaman BC₁F₁ pada kondisi tercekam rendaman yaitu 9-11 anakan dan hampir semuanya

merupakan anakan produktif. Pada tanaman tetua, jumlah anakan total (8-11 anakan) lebih tinggi daripada anakan produktif (8-9 anakan) (Gambar 1). Kemampuan tanaman BC₁F₁ dalam menghasilkan anakan produktif yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman tetuanya disebabkan tanaman lebih mampu mengatasi kondisi cekaman rendaman sehingga proses fisiologisnya tidak banyak mengalami gangguan, sehingga suplai asimilat untuk pembentukan malai relatif lebih baik. Hal ini diduga akibat pengaruh gen *Sub1* dari FR13A, karena tanaman BC₁F₁ merupakan hasil persilangan dari tetua lokal dengan FR13A. Keberadaan gen *Sub1* terutama *Sub1A* pada tanaman mampu menstimulasi berbagai proses metabolisme tanaman sehingga tanaman toleran terhadap cekaman rendaman (Jung *et al.*, 2010).

Gabah Isi, Gabah Hampa, Berat 1,000 Butir, dan Bobot Total per Rumpun

Tanaman tetua dalam kondisi normal menghasilkan gabah isi (141-153 butir per malai) lebih banyak bila dibandingkan BC₁F₁ (131-137 butir per malai). Sebaliknya dalam kondisi tercekam terendam, genotipe BC₁F₁ mampu menghasilkan 116-125 butir gabah bernas per malai lebih tinggi dibandingkan tetua lokalnya (89-103 butir gabah per malai). Demikian halnya dengan gabah total, pada kondisi normal tetua mampu menghasilkan 38.22-43.47 g per rumpun, sedangkan BC₁F₁ menghasilkan 32.4-36.69 g per rumpun. Gabah total yang dihasilkan tetua yang mengalami cekaman rendaman lebih rendah dibandingkan generasi BC₁F₁. Diantara BC₁F₁ gabah total paling banyak dihasilkan oleh Payak Selimbuk-FR13A dan Pelita Rampak-FR13A sebesar 30 g per rumpun, karena kemampuannya menghasilkan anakan produktif yang lebih banyak, sedangkan tetuanya menghasilkan 19.40-22.35 g per rumpun. Jumlah gabah hampa meningkat akibat cekaman rendaman, pada BC₁F₁ (13-14 butir per malai) lebih sedikit dibandingkan tetua (17-20 butir per malai) (Tabel 3).

Rata-rata bobot 1,000 butir yang dihasilkan oleh genotipe tetua tidak berbeda dengan BC₁F₁, baik pada tanaman yang mengalami cekaman rendaman maupun yang tumbuh dalam kondisi normal. Namun demikian, tetua Payak Selimbuk mempunyai bobot 1,000 butir yang relatif lebih tinggi baik pada pertumbuhan normal (26 g), maupun pada kondisi tercekam rendaman (25 g) (Tabel 3).



Gambar 1. Rata-rata jumlah anakan total dan produktif pada tanaman tercekam rendaman selama 14 hari

Tabel 3. Rata-rata beberapa komponen agronomis pada kondisi tumbuh yang berbeda

Genotipe	Gabah isi		Gabah hampa		Bobot 1,000 butir		Bobot gabah	
	P0	P1	P0	P1	P0	P1	P0	P1
	-----butir per malai-----				-----g-----		-----g per rumpun---	
FR13A	137	130	10	13	23	23	33.15	28.70
Pegagan-FR13A (PgnF)	129	116	11	13	24	23	34.06	26.01
Siam-FR13A (SmF)	135	121	10	17	24	23	32.40	25.05
Payak Selimbuk-FR13A (PysF)	131	120	10	14	25	25	36.03	30.00
Pelita Rampak-FR13A (PlrF)	139	125	11	13	24	24	36.69	30.00
Pegagan (Pgn)	141	97	9	20	25	25	38.78	19.40
Siam (Sm)	147	94	10	19	26	25	38.22	13.14
Payak Selimbuk (Pys)	153	89	8	20	26	25	43.47	22.28
Pelita Rampak (Plr)	151	103	9	17	25	24	41.53	22.35

Keterangan: P0 = tanpa direndam; P1 = direndam selama 14 hari

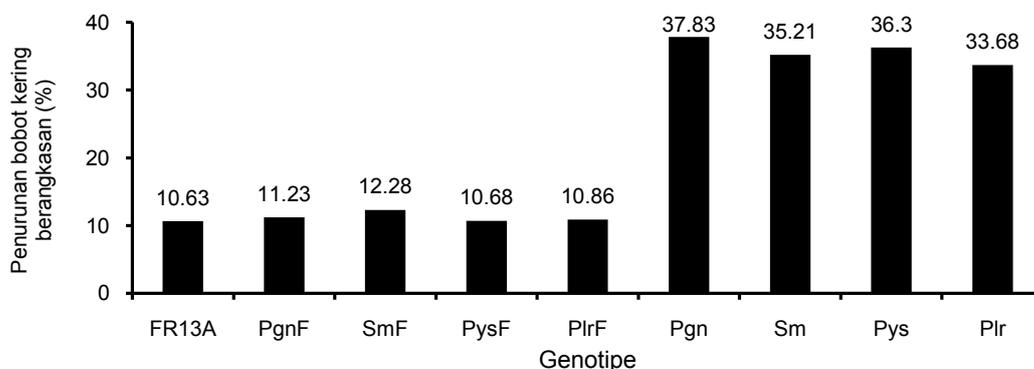
Penurunan produksi pada tanaman tua karena kemampuan tanaman lebih rendah untuk beradaptasi dengan kondisi kekurangan CO₂ dan radiasi matahari yang rendah, menyebabkan laju fotosintesis berkurang, sehingga lebih lambat melakukan pemulihan. Pada kondisi seperti itu asimilasi karbon untuk pengisian biji juga rendah, akibatnya jumlah gabah isi yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini berbeda dengan tanaman BC₁F₁, yang lebih toleran terhadap cekaman rendaman. Tanaman lebih mampu bertahan dalam kondisi hipoksia, sehingga meskipun mengalami penurunan jumlah gabah isi namun relatif lebih sedikit. Menurut Sarkar *et al.* (2006), bahwa tanaman dikatakan toleran jika mampu beradaptasi dalam merespon proses anaerob sehingga sel-sel tanaman tidak mengalami kerusakan yang berarti.

Berat Brangkasan

Semua genotipe mengalami penurunan berat kering brangkasan akibat cekaman rendaman, dengan penurunan yang lebih besar pada tua dibandingkan tanaman BC₁F₁. Diantara BC₁F₁, penurunan paling rendah terjadi pada Payak Selimbuk-FR13A (10.68%) dan paling tinggi pada

tua Pegagan (37.83%), sedangkan penurunan pada genotype pembanding/FR13A sebesar 10.63% (Gambar 2). Parameter pertumbuhan yang menggambarkan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan seluruh kondisi lingkungan untuk pertumbuhannya tercermin dari berat kering tanaman yang dihasilkan. Rendahnya penurunan berat kering yang dihasilkan tanaman BC₁F₁ akibat cekaman rendaman memberi indikasi toleransinya terhadap cekaman yang dialami, sehingga lebih efisien dalam memanfaatkan seluruh kondisi yang ada untuk pertumbuhan.

Semua parameter pengamatan agronomi tanaman BC₁F₁ yang mengalami perendaman lebih baik dari tua lokalnya, meskipun nilainya masih di bawah FR13A. Hal ini lebih menguatkan dugaan bahwa gen *Sub1* berhasil terintrogressi ke dalam genotipe lokal (BC₁F₁) melalui persilangan konvensional yang dilakukan. Menurut Nandi *et al.* (1997) bahwa toleransi tanaman padi terhadap rendaman pada varietas FR13A dikendalikan oleh banyak QTL, karena tidak semua lokus pengendali toleransi ikut terintrogressi ke dalam tanaman BC₁F₁, menjadikan tanaman BC₁F₁ tidak sebaik FR13A.



Gambar 2. Penurunan bobot kering brangkasan genotipe tua dan BC₁F₁ akibat cekaman perendaman selama 14 hari

KESIMPULAN

Introgresi gen *Sub1* ke dalam genotipe lokal pada generasi BC₁F₁ (Payak Selimbuk-FR13A dan Pelita Rampak-FR13A) dapat meningkatkan toleransinya terhadap cekaman rendaman. Meningkatnya toleransi genotipe lokal terhadap cekaman rendaman selama 14 hari dicerminkan dari meningkatnya persentase tanaman hidup, penurunan bobot kering yang lebih rendah pada tanaman BC₁F₁ dibandingkan tetuanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Atman. 2009. Respon padi sawah varietas Batang Lembang terhadap umur bibit. J. Ilmiah Tambua 8:239-243.
- Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 2008. Peningkatan produktivitas lahan lebak melalui penanaman padi toleran rendaman dan kekeringan. <http://balittra.litbang.deptan.go.id>.
- Collaku, A., S.A. Harrison. 2005. Heritability of water logging tolerance in wheat. Crop Sci. 45:722-727.
- Das, K.K., R.K. Sarkar, A.M. Ismail. 2005. Elongation ability and non-structural carbohydrate levels in relation to submergence tolerance in rice. Plant Sci. 168:131-136.
- Fukao, T., E. Yeung, J. Bailey-Serres. 2011. The submergence tolerance regulator *SUB1A* mediates cross talk between submergence and drought tolerance in rice. The Plant Cell. 23:412-427.
- Gusmiatun, 2011. Studi Morfologi dan Fisiologi Padi Lokal Rawa Lebak pada Cekaman Terendam Fase Vegetatif. Disertasi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Jung, K., Y. Seo, H. Walia, P. Cao, T. Fukao, P.E. Canlas, F. Amonpant, J. Bailey-Serres, P.C. Ronald. 2010. The submergence tolerance regulator *Sub1A* mediates stress-responsive expression of AP2/ERF transcription factors. Plant Physiol. 152:1674-1692.
- Luo, F., K.A. Nagel, H. Scharr, B. Zeng, U. Schurr, S. Matsubara. 2011. Recovery dynamics of growth, photosynthesis and carbohydrate accumulation after de-submergence: a comparison between two wetland plants showing escape and quiescence strategies. Ann. Bot. 107:49-63.
- Nandi, S., P.K. Subudhi, D. Senadhira, N.L. Manigbas, S. Sen-Mand, N. Huang. 1997. Mapping QTLs for submergence tolerance in rice by AFLP analysis and selective genotyping. Mol. Gen. Genet. 255:1-8.
- Puslitbangtanak. 2002. Anomali iklim. Evaluasi dampak, peramalan dan teknologi antisipasinya. Untuk menekan resiko penurunan produksi. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Sarkar, R.K., J.N. Reddy, S.G. Sharma, A.M. Ismail. 2006. Physiological basis of submergence tolerant in rice and implications on crop development. Curr. Sci. 91:899-906.
- Susilawati, R.A. Suwignyo, Munandar, M. Hasmeda. 2010. Karakter agronomi dan fisiologi varietas cabai merah pada kondisi cekaman genangan. J. Agron. Indonesia 40:19-203.
- Xu, K., X. Xu, T. Fukao, P. Canlas, R. Maghirang-Rodriguez, S. Heuer, A.M. Ismail, J. Bailey-Serres, P.C. Ronald, D.J. Mackill. 2006. *Sub1A* is an ethylene-response-factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. Nature 442:705-708.