

Respon Genotipe Padi Lokal terhadap Cekaman Rendaman di Pembibitan

Response of Local Rice Genotypes towards Immersion Stress in Nurseries

Sri Romaito Dalimunthe

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v2i.169](https://doi.org/10.30595/pspfs.v2i.169)

Submitted:

July 29, 2021

Accepted:

Sept 10, 2021

Published:

Nov 10, 2021

Keywords:

Immersion, Chlorophyll
Content, Local Variety, FR13A,
Tolerant, Susceptible

ABSTRACT

Uncertain climate change impacts the difficulty of predicting the intensity of floods that hit rice fields in flood-prone areas, both the duration of the submerged plants and the height of the water surface. In order to evaluate the tolerance level and response of several local rice genotypes to submersion stress in the vegetative phase, 50 rice genotypes were screened (47 North Sumatran local varieties, 3 VUB), using special ponds to simulate flooding or inundation stress. The study used a separate plot design with three replications; the main plot was three immersion models, namely full immersion, partial soaking, and not soaking, and subplots of 50 rice genotypes. The immersion treatment was defined as a different growing environment. The results showed that in the fully submerged treatment, the recovery capacity of local rice plants only ranged from 0-20%. The new, improved varieties tested were Inpari 4 (susceptible), Inpari 3, 10, Ciharang, Inpara 2 (very susceptible), Inpari 30, FR13A (very tolerant). Submersion tolerant genotypes had a slight increase in plant height after being fully submerged. The chlorophyll content in the leaves decreased immediately after the soaking stress period (14 DAP) in all rice genotypes. The local rice genotypes tested were very susceptible to immersion; the new superior variety Inpari 4 was categorized as susceptible, while Inpari 30 and FR13A were very tolerant.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Sri Romaito Dalimunthe

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara

Jl. AH. Nasution No. 1B Medan

Email: romaito_d@yahoo.com

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global yang tidak menentu berdampak terhadap sulitnya memprediksi intensitas banjir yang melanda pertanaman padi di lahan rawan banjir, baik itu durasi terendamnya tanaman maupun ketinggian permukaan airnya. Biasanya, tanaman padi terendam keseluruhan bagian tanaman dan durasi cekaman terjadi sesaat (kurang dari 14 hari).

Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan banjir pada areal pemukiman dan persawahan sehingga merusak padi dan pada akhirnya terjadi kegagalan panen. Banjir yang mengakibatkan cekaman terhadap tanaman padi di wilayah Asia Selatan dan Tenggara diperkirakan mencapai 15 juta hektar setiap tahunnya (Septiningsih dkk., 2009). Di Indonesia potensi areal persawahan yang terkena cekaman banjir cukup luas sekitar 13,3 juta ha terdiri atas 4,2 juta ha genangan dangkal, 6,1 juta ha genangan sedang, dan 3,0 juta ha genangan dalam (Nugroho dkk., 1993). Terjadinya peningkatan curah hujan dan kenaikan permukaan air laut

akibat pemanasan global akan mengakibatkan semakin bertambahnya luas areal persawahan yang mengalami cekaman genangan (CGIAR, 2006).

Sampai saat ini, di Indonesia, jumlah varietas yang toleran masih sangat terbatas, antara lain Inpara 3, 4 dan 5. Guna mengantisipasi kendala iklim tersebut, pemulia terdorong untuk mengembangkan padi yang toleran terhadap cekaman abiotik, seperti kekeringan, salinitas tinggi, maupun genangan atau banjir. Oleh karena itu, dalam rangka ketahanan pangan perlu dikembangkan padi yang toleran genangan (Fukao and Bailey, 2008).

Tujuan penelitian ini adalah (1) untuk mengevaluasi tingkat toleransi dan respon beberapa genotipe padi lokal terhadap cekaman rendaman pada fase vegetatif (2) mengetahui perbandingan respon tanaman padi pada lingkungan tercekam rendaman penuh, terendam sebagian dan tidak terendam (3) mengetahui mekanisme toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman.

Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh genotip padi lokal yang toleran terhadap rendaman.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus – Oktober 2018, bertempat di rumah plastik BPTP Sumatera Utara dengan ketinggian \pm 25 mdpl, menggunakan bak/kolam khusus untuk mensimulasi banjir atau cekaman rendaman.

Bahan dan Alat

Materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah 50 genotipe padi lokal di Provinsi Sumatera Utara yang terdiri atas 47 varietas Badan Litbang dan lokal dan 3 varietas pembandingan (Tabel 1).

Tabel 1. Genotipe Padi yang Digunakan dalam Penelitian

No	Genotipe	SUMBER	No	Genotipe	SUMBER
1	Inpari 3	Badan Litbang	26	Si Bosur	Desa Lumban Sui-sui Toman, Samosir
2	Inpari 4	Badan Litbang	27	Aries	Lumban sui-sui, Dolok, samosir
3	Inpari 10	Badan Litbang	28	Si Kodok	Desa Hutatinggi, Kec. Pangururan, Samosir
4	Inpari 30	Badan Litbang	29	Si Jior	Desa Huta Tinggi I, kec. Pangururan, Samosir
5	Inpara 2	Badan Litbang	30	IA. Apolio	Urat Suhut Nihuta, Samosir
6	Ciherang	Badan Litbang	31	Sigandang	Sait Nihuta, Tarutung
7	FR13A	BB padi	32	Si Gempal	Sait Nihuta, Tarutung
8	IR42	BB padi	33	Si Pendek	Desa Hutapea Banuarea, Tarutung, Tapanuli Utara
9	Indragiri	Desa Stabat Lama Barat, Kec. Wampu, Kab. Langkat	34	Si Permaisuri	Desa hutapea banuarea
10	Kuku Balam	Tanjung leidong, Labura	35	Si Pulo manggil	Sait Nihuta, Tarutung
11	Kuku balam	Desa Teluk pulai Dalam, Leidong, Labura	36	Si Cantik Manis Pendek	Humbang Hasundutan
12	Kuku Balam (2)	Buah Dialas, Ds Blok 2, Kel. Tanjung Leidong	37	Sicantik Manis	Humbang Hasundutan
13	Kuku Balam (2)	Desa Urat, Kec. Nainggolan, Kab. Samosir	38	Si Pandan	Humbang Hasundutan
14	Kuku Balam (KKA) 1	Desa Urat, Samosir	39	Si Datang	Humbang Hasundutan
15	Kuku Balam (KKB) B2	Desa Urat, Samosir	40	Si Rumbia	Humbang Hasundutan
16	Kuku Balam (KKB) A2	Desa Urat, samosir	41	Si Tamba Tua	Desa Pardamean, Nainggolan, Pahae Jae
17	Padi pulut	Desa Stabat Lama Barat, Kec. Wampu, Kab. Langkat	42	Si 64 Narara	Desa Negeri Nainggolan, lumban Pardomuan, Pahae Jae
18	Ramos Tebing	Desa Aek Siancimun, Tarutung	43	Si Atas Barita	samosir
19	Ramos kuning	Desa Aek Siancimun,	44	Si Ramos	Majanggut I, pakpak Bharat

(12)		Tanjung Maribun, Tarutung			
20	Sikancang Gomuk	Desa Ari Niato, Dusun Pardu Pasar, Samosir	45	Si Boru Tombun	Soit Ni huta
21	Si Kancang Gomuk (2)	Desa Ari Niate, Dusun Pardu Pasar, Samosir	46	Si Angkat Sawah	Desa Karing, kec. Berampu
22	Si Kancang Gomuk (4)	Desa Ari Niate, dusun Pardu Pasar, Samosir	47	Cengkareng	Desa Siatas Barita
23	Si Kariting	Desa Lumban Suli-suli, Toman, Samosir	48	Raden	Huta Raja Sipaholon
24	Si Bandung Merah	Desa Bonor Sirait, Pandiangan, nainggolan, samosir	49	Sirogi	Dusun IV, Desa Tetehosi Afia, Gunung Sitoli, Nias
25	Si Peget	Desa Lumban Suhi-suhi, Dolak, Samosir	50	Siregi	Dusun IV, Desa Tetehosi Afia, Gunung Sitoli, Nias

Percobaan di rumah plastik dilakukan menggunakan metode *direct seeded in trays in green house* (IRRI, 2002). Perlakuan rendaman dilakukan pada fase vegetatif, yaitu 10 hari setelah semai (HSS). Percobaan ini terdiri atas tiga macam perendaman yaitu direndam penuh, direndam sebagian dan tidak direndam. Durasi cekaman rendaman di lapangan dihentikan apabila varietas pembanding peka IR42 sudah menunjukkan gejala mati (skor 9). Pada penelitian ini cekaman rendaman diberikan selama 14 hari. Durasi rendaman 14 hari diberikan dengan pertimbangan bahwa hingga saat ini durasi maksimal tanaman padi toleran rendaman adalah selama 14 hari, yaitu untuk Inpara 4 dan 5 (BB Padi, 2013). Perendaman dilakukan menggunakan bak air berukuran panjang 150 cm, lebar 150 cm, dan tinggi 140 cm untuk perendaman penuh (*complete submergence*), menggunakan ember berukuran besar untuk perendaman sebagian.

Pengisian air ke dalam bak dilakukan perlahan dan aliran air yang masuk tidak langsung mengenai tanaman agar tidak merusak bibit tanaman yang masih muda. Ketinggian air dipertahankan pada kisaran 110-120 cm agar tidak ada bagian tanaman yang muncul di atas permukaan air selama durasi rendam.

Pengamatan di rumah plastik dilakukan pada saat sebelum dan lima hari sesudah rendaman dihentikan. Tingkat toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman ditentukan berdasarkan perhitungan persentase daya pulih genotipe-genotipe yang diuji dibandingkan dengan persentase daya pulih pembanding toleran, yaitu sangat toleran (100%), toleran (95-99%), moderat (75-94%), peka (50-74%) dan sangat peka (0-49%) (IRRI, 2002).

Pada percobaan ini tanaman direndam di dalam bak plastik yang dibiarkan terbuka sehingga sirkulasi udara dapat berlangsung baik dengan suhu maksimum minimum yang stabil.

Pengamatan

Pengamatan tanaman contoh

Parameter yang diamati diambil dari lima tanaman contoh secara acak pada masing-masing nomor tanaman. Pengamatan dilakukan sebelum periode rendaman (10 HSS) dan sesaat setelah periode rendaman (14 HST) / pemulihan yang meliputi :

1. Persentase tanaman yang hidup/daya pulih tanaman setelah rendaman (%)
2. Panjang akar (cm), diukur dari pangkal akar sampai ujung akar terpanjang.
3. Tinggi tanaman sebelum dan sesudah direndam (cm), pengukuran dilakukan mulai dari permukaan tanah hingga ujung malai terpanjang.
4. Jumlah daun (helai)
5. kandungan klorofil total
6. Berat Basah (g)
7. Berat Kering (g)

Metode Penelitian

Tata letak petak percobaan disusun sesuai dengan pola rancangan petak terpisah (*split plot design*), diulang tiga kali, dengan anak petak 100 genotipe padi dan petak utama tiga model perendaman, yaitu perendaman penuh (*complete submergence*), rendam sebagian dan tidak direndam. Perlakuan rendaman diartikan sebagai lingkungan tumbuh yang berbeda.



Gambar 1. Perlakuan rendaman (a) terendam penuh, (b) terendam sebagian dan (c) tidak direndam

Percobaan dilakukan mengikuti metode baku dari IRRI (Pamplona et al., 2007; Vergara, B.S., Mazarado, 1976). Sebanyak 50 galur diuji dengan varietas IR42 sebagai pembanding peka dan varietas FR 13A sebagai pembanding toleran. Benih direndam dalam air selama 24 jam kemudian dicuci dan diperam selama 24 jam. Media tanam berupa tanah liat (sawah) dalam pot plastik ukuran 40 cm x 25 cm x 14 cm. Media dipupuk dengan 2 gram urea, 1 gram TSP serta 2 gram KCL per pot. Benih ditanam dalam barisan sebanyak 12 biji, dan benih ditutup dengan tanah 2-3 cm. Setiap pot dibagi menjadi 10 baris. Pada umur 10 hari bibit yang lemah dibuang dan disisakan 10 tanaman dan diukur tinggi tanamannya. Tanaman berikut pot direndam dalam tangki air ukuran panjang 150 cm, lebar 150 cm, dan tinggi 140 cm.

Ketinggian air dipertahankan 50cm di atas permukaan tanah, kondisi air bening, dan suhu air 27 °C selama 14 hari. Air kemudian dibuang dan tanaman dibiarkan untuk pulih. Skoring dilakukan 6 hari setelah pembuangan air dengan menghitung tanaman yang hidup (ditunjukkan dengan daun yang berwarna hijau). Penilaian menggunakan *Standard Evaluation System for Rice* (IRRI, 1996).

$$\text{Persentase tanaman yang hidup} = \frac{\text{jumlah tanaman yang daunnya hijau}}{10} \times 100\%$$

- Skor 1 = 100% (Sangat toleran)
- Skor 3 = 95 -99% (Toleran)
- Skor 5 = 75 -94% (Moderat)
- Skor 7 = 50 -74% (Rentan)
- Skor 9 = 0 -49% (Sangat rentan)

Untuk mengetahui pengaruh perendaman pada galur, data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis varian. Apabila terdapat perbedaan, dilanjutkan dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dan DMRT dengan taraf nyata 5% (Gomez and Gomez, 1995).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam gabungan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata diantara genotipe, lingkungan dan interaksi antara genotipe dan lingkungan untuk semua karakter yang diamati. Hal ini menunjukkan bahwa setiap genotipe yang diuji akan memberikan respon yang berbeda terhadap lingkungan dimana pengujian dilakukan.

Tabel 2. Analisis Ragam Gabungan Antara Genotipe, dan Lingkungan terhadap Karakter Vegetatif Padi Lokal

Karakter	Sumber Keragaman			KK (%)
	Genotipe	Lingkungan	Interaksi	
Tinggi tan sebelum direndam	**	**	**	3,41
Tinggi tan setelah direndam	**	**	**	1,34
Jumlah klorofil total	**	**	**	1,75
Jumlah daun	**	**	**	12,79
Panjang akar	**	**	**	6,20
Bobot basah per tanaman	**	**	**	12,15
Bobot kering per tanaman	**	**	**	17,16
Pertambahan tinggi tanaman	**	**	**	3,06

Ket : tn = tidak nyata, * = nyata pada taraf 5%, ** = nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan hasil analisis ragam gabungan tersebut diketahui bahwa perbedaan karakteristik fenotipe pada karakter yang diamati sangat dipengaruhi oleh interaksi genotipe dan lingkungannya. Pengaruh interaksi genotipe dan lingkungan yang nyata menggambarkan terdapat perbedaan respon genotipe pada lingkungan yang beragam.

Pada penelitian ini, koefisien keragaman (KK) dari karakter-karakter yang diuji nilainya bervariasi dari terendah (1,34%) pada karakter tinggi tanaman setelah direndam sampai tertinggi (17,16%) pada bobot kering per tanaman. Nilai koefisien keragaman menunjukkan tingkat ketepatan dengan perlakuan yang

diperbandingkan. Semakin tinggi nilai KK, semakin rendah keandalan suatu percobaan. Nilai KK beragam tergantung pada jenis percobaan, tanaman dan sifat yang diukur (Gomez and Gomez, 1995). Nilai KK dari parameter pertumbuhan dan komponen hasil dikatakan rendah apabila tidak lebih dari 20% pada percobaan lapangan.

Respon Genotipe Padi terhadap Perendaman pada Fase Vegetatif

Berdasarkan *standard evaluation system* (IRRI, 2002), skoring toleransi terhadap cekaman rendaman dilakukan lima hari sesudah cekaman rendaman dihentikan. Hal ini disebabkan sesaat sesudah cekaman rendaman dihentikan hampir semua genotipe menunjukkan gejala layu sehingga sulit apabila langsung dilakukan skoring dan pengamatan tinggi tanaman.

Daya pulih tanaman

Indikator genotipe padi toleran rendaman dapat dievaluasi secara langsung berdasarkan persentase daya pulih tanaman (*recovery*) setelah rendaman. Hasil pengamatan terhadap persentase daya pulih tanaman di rumah plastik menunjukkan bahwa semua genotipe padi lokal sangat rentan terhadap rendaman. dimana pada perlakuan terendam penuh, daya pulih tanaman hanya berkisar 0-20%. Sementara padi varietas unggul baru yang diuji, hanya Inpari 4 yang termasuk kategori rentan, sedangkan Inpari 3, 10, Ciherang dan Inpara 2 masih dalam kategori sangat rentan. Kecuali Inpari 30 yang tergolong sangat toleran.

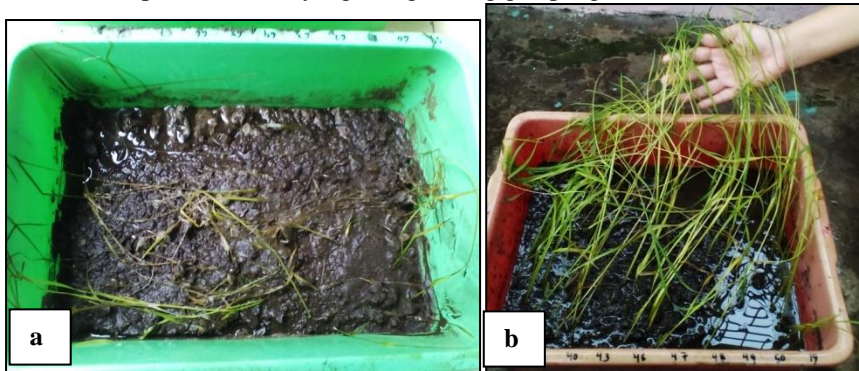
Tabel 2. Rata-rata persentase daya pulih tanaman (DPT) padi sesudah cekaman rendaman pada tiga perlakuan di rumah kaca pada lingkungan tercekam rendaman.

No	Genotip	Terendam penuh		Terendam sebagian		Tidak direndam		BK
		DPT	Skor	DPT	Skor	DPT	Skor	
1	Inpari 3	0	9	100	1	100	1	0.14
2	Inpari 4	60	7	100	1	100	1	0.17
3	Inpari 10	40	9	100	1	100	1	0.23
4	Inpari 30	100	1	100	1	100	1	0.18
5	Inpara 2	0	9	100	1	100	1	0.45
6	Ciherang	10	9	100	1	100	1	0.26
7	FR13A	100	1	100	1	100	1	0.20
8	IR42	0	9	100	1	100	1	0.17
9	Indragiri	0	9	100	1	100	1	0.22
10	Kuku Balam	0	9	100	1	100	1	0.17
11	Kuku balam	0	9	100	1	100	1	0.11
12	Kuku Balam (2)	0	9	100	1	100	1	0.14
13	Kuku Balam (2)	0	9	100	1	100	1	0.19
14	Kuku Balam (KKA) 1	0	9	100	1	100	1	0.15
15	Kuku Balam (KKB) B2	0	9	100	1	100	1	0.16
16	Kuku Balam (KKB) A2	0	9	100	1	100	1	0.17
17	Padi pulut	10	9	100	1	100	1	0.25
18	Ramos Tebing	10	9	100	1	100	1	0.12
19	Ramos kuning (12)	0	9	100	1	100	1	0.22
20	Sikancang Gomuk	10	9	100	1	100	1	0.18
21	Si Kancang Gomuk (2)	20	9	100	1	100	1	0.20
22	Si Kancang Gomuk (4)	0	9	100	1	100	1	0.20
23	Si Kariting	0	9	100	1	100	1	0.11
24	Si Bandung Merah	0	9	100	1	100	1	0.23
25	Si Peget	0	9	100	1	100	1	0.14
26	Si Bosur	0	9	100	1	100	1	0.10
27	Aries	0	9	100	1	100	1	0.07
28	Si Kodok	0	9	100	1	100	1	0.21
29	Si Jior	0	9	100	1	100	1	0.18
30	IA. Apolio	0	9	100	1	100	1	0.10
31	Sigandang	0	9	100	1	100	1	0.10
32	Si Gempal	10	9	100	1	100	1	0.16
33	Si Pendek	0	9	100	1	100	1	0.17
34	Si Permaisuri	0	9	100	1	100	1	0.12
35	Si Pulo manggil	0	9	100	1	100	1	0.14

36	Si Cantik Manis Pendek	0	9	100	1	100	1	0.15
37	Sicantik Manis	0	9	100	1	100	1	0.14
38	Si Pandan	0	9	100	1	100	1	0.20
39	Si Datang	0	9	100	1	100	1	0.05
40	Si Rumbia	0	9	100	1	100	1	0.23
41	Si Tamba Tua	0	9	100	1	100	1	0.15
42	Si 64 Narara	0	9	100	1	100	1	0.14
43	Si Atas Barita	0	9	100	1	100	1	0.15
44	Si Ramos	0	9	100	1	100	1	0.10
45	Si Boru Tombun	0	9	100	1	100	1	0.16
46	Si Angkat Sawah	0	9	100	1	100	1	0.28
47	Cengkareng	0	9	100	1	100	1	0.14
48	Raden	0	9	100	1	100	1	0.26
49	Sirogi	10	9	100	1	100	1	0.20
50	Siregi	10	9	100	1	100	1	0.13

Keterangan: DPT = Daya Pulih Tanaman; LTR = Lingkungan Tercekam Rendaman; r DPT = koefisien korelasi terhadap daya pulih tanaman; rHasil = koefisien korelasi terhadap berat kering; **=nyata pada taraf α 1%;

Dari 50 genotipe padi yang diuji pada perendaman penuh, hampir semua genotipe menunjukkan gejala layu bahkan mati. Hanya ada 2 varietas yang tergolong sangat toleran, yakni Inpari 30 dan FR13A. kedua varietas tersebut merupakan varietas yang mengandung gen pengendali toleransi cekaman rendaman.



Gambar 2. Kondisi padi sesaat setelah keluar dari cekaman (a) rendaman penuh dan (b) terendam sebagian

Faktor utama penyebab kerusakan tanaman akibat cekaman rendaman adalah (1) terganggunya pertukaran gas CO₂ dan O₂ antara tanaman dan lingkungannya, (2) berkurangnya penetrasi cahaya matahari dan (3) adanya gen pengendali toleransi terhadap cekaman rendaman. Ketiga faktor tersebut menyebabkan terhambatnya proses respirasi dan fotosintesis tanaman selama tercekam rendaman. Semua respon fisiologis dalam mengatasi cekaman rendaman diatur oleh gen *Sub1* atau lebih spesifik lagi gen *Sub1A*, merupakan tipe gen *ethylene-response factor like genes* (Xu *et al.*, 2006). Adanya gen tersebut mengurangi sensitivitas tanaman padi terhadap etilen, yaitu hormon tanaman yang mendorong proses pemanjangan tanaman, pelepasan energi yang disimpan dan penguraian klorofil.

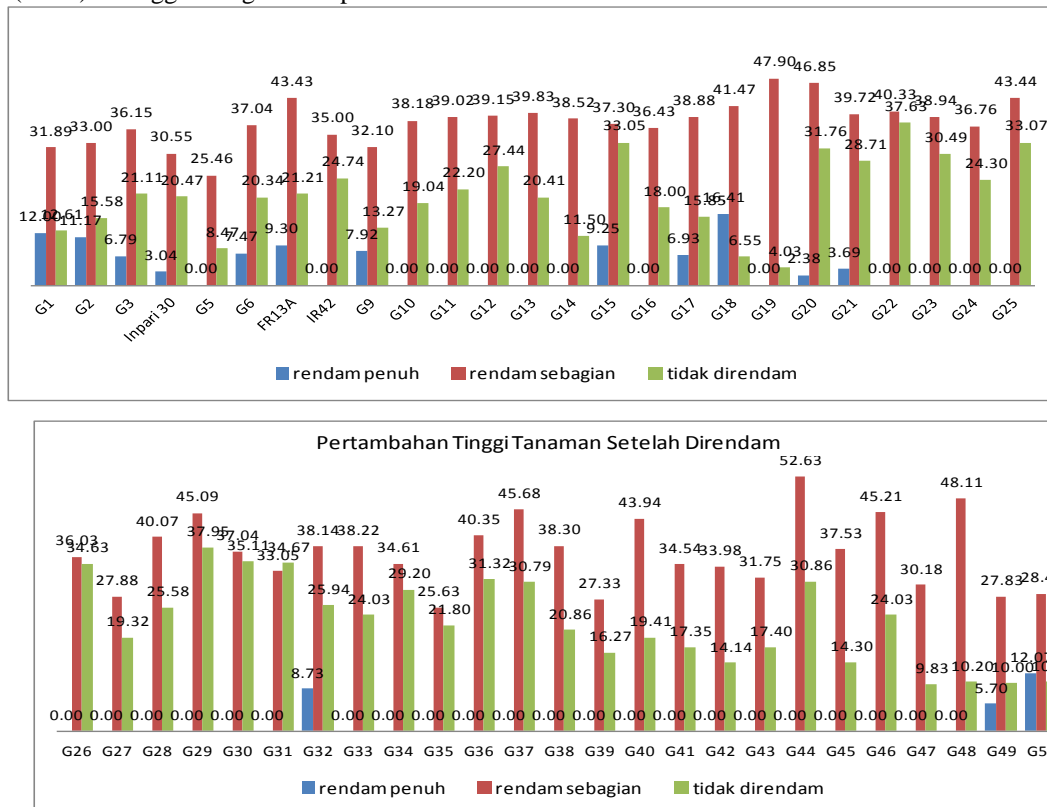
Sampai saat ini hanya ada satu varietas yang sangat toleran (skor 1) terhadap cekaman rendaman, yaitu varietas FR13A. Varietas ini memiliki toleransi yang tinggi terhadap rendaman lebih dari 14 hari. FR13A merespon terhadap cekaman rendaman dengan tidak mengalami pemanjangan. Pemanjangan batang merupakan respon morfologi paling umum pada tanaman yang tercekam rendaman air (Harada *et al.*, 2005; Ookawara *et al.*, 2005), namun toleransi tanaman padi terhadap rendaman berkorelasi negatif dengan kemampuan pemanjangan batang. Mekanisme toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman keseluruhan dengan memperlambat laju pertumbuhan tanaman selama rendaman diperkuat juga dengan hasil analisis korelasi yang negatif nyata antara persentase daya pulih tanaman dengan pertambahan tinggi tanaman (Yullianida dkk., 2014).

Tinggi tanaman (cm)

Genotipe yang toleran rendaman, yaitu Inpari 30 (G4) dan FR13A (G7) memiliki pertambahan tinggi tanaman yang kecil sesudah terendam penuh, yaitu masing-masing sebesar 3,04 dan 9,3. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ikhwan *et al.* (2010) yang menunjukkan bahwa genotipe IR64 *Sub1* yang toleran rendaman

mengalami stagnasi pertumbuhan selama perendaman, diindikasikan dengan rendahnya pertambahan tinggi tanaman dan laju pemanjangan batang yang lambat.

Fukao dan Bailey-Serres (2008) melaporkan bahwa cekaman rendaman menyebabkan kandungan etilen dan asam giberelat (GA) meningkat sehingga memacu pertambahan tinggi tanaman. Gen *Sub-1* mempunyai peran menghambat kerja hormon etilen dan GA tersebut, sehingga laju pemanjangan batang varietas yang memiliki gen *Sub-1* lebih lambat dibandingkan varietas yang tidak memiliki gen *Sub-1* dalam kondisi cekaman rendaman. Menurut Setter *et al.* (1987), cekaman rendaman menyebabkan meningkatnya produksi hormon etilen dan GA pada tanaman. Selanjutnya menurut Perata dan Voesenek (2006), Fukao dan Bailey-Serres (2008), cekaman rendaman mengakibatkan akumulasi etilen yang kemudian menginduksi transkripsi gen *Sub1A* sehingga terjadi akumulasi protein *Sub1A*. Selanjutnya *Sub1A* menghambat ekspansi A (*ExpA*) dan sukrosa sintase (*Sus 3*) sehingga menghambat pertumbuhan.

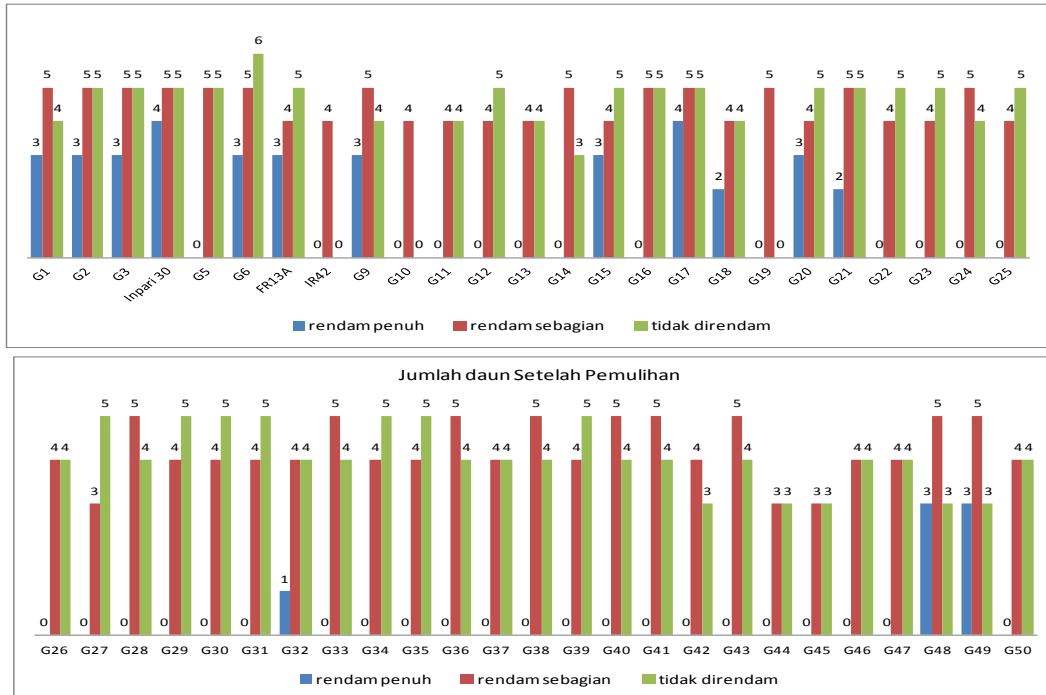


Gambar 3. Pertambahan tinggi tanaman padi (cm) sesudah cekaman rendaman pada ketiga sub-percobaan di rumah plastik

Pertambahan tinggi tanaman atau pemanjangan batang tidak diinginkan pada kondisi cekaman rendaman keseluruhan karena dapat mengakibatkan diremobilisasinya karbohidrat yang tersimpan (Nugraha dkk., 2011). Ketika air surut, tanaman yang menggunakan cadangan energi untuk pemanjangan batang sudah tidak memiliki energi yang cukup untuk melakukan pemulihan.

Jumlah daun (helai)

Jumlah daun tanaman padi setelah pemulihan terlihat berbeda, dimana pada kondisi yang terendam penuh, daun yang tetap bertahan sebanyak rata-rata 3 helai daun, ada beberapa tanaman padi yang tidak mampu mempertahankan daunnya, sedangkan pada genotipe padi yang sangat rentan daun dan batangnya membusuk dan mati.

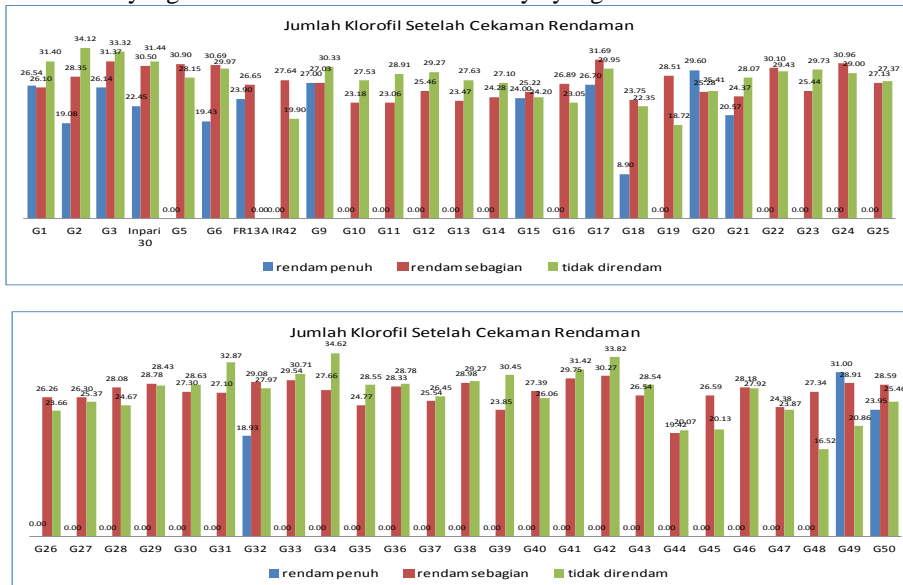


Gambar 4. Jumlah daun (helai) tanaman padi sesudah cekaman rendaman pada ketiga sub-percobaan di rumah plastik

Jumlah Klorofil total daun

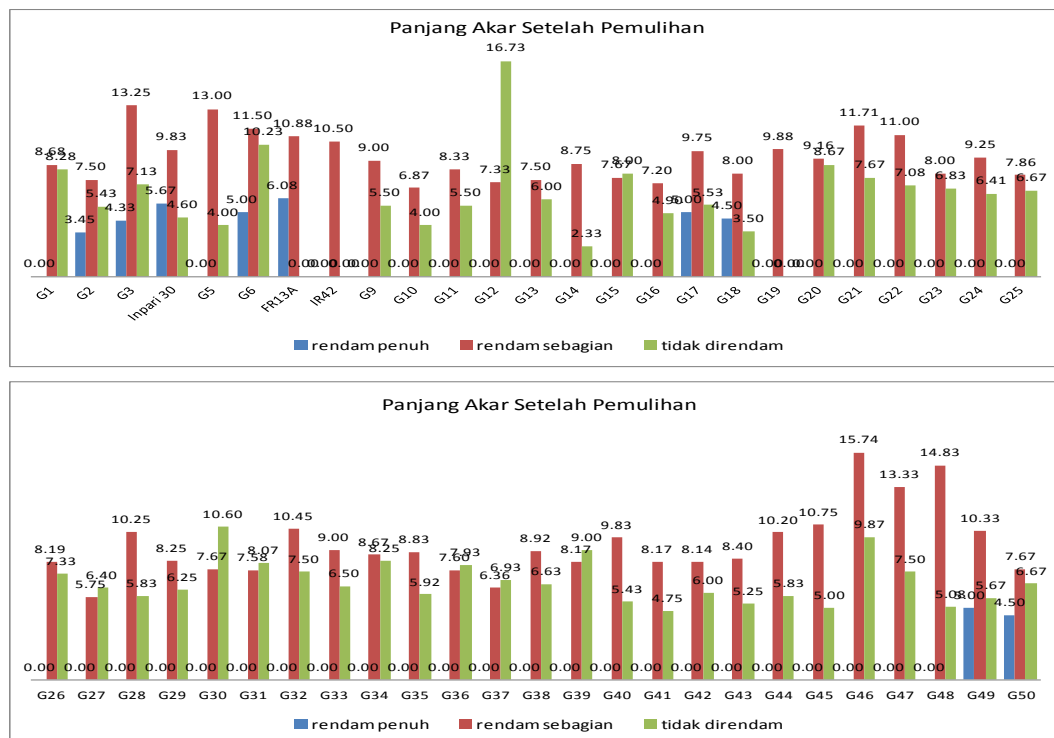
Kandungan klorofil pada daun mengalami penurunan sesaat setelah periode cekaman rendaman (14 HST) pada semua genotipe padi. Hal ini disebabkan tanaman dalam kondisi terendam mengalami peningkatan kandungan etilen yang berdampak pada penurunan kandungan klorofil pada tanaman. Menurut Setter *et al.* (1987), cekaman rendaman menyebabkan meningkatnya produksi hormon etilen dan asam giberelat pada tanaman. Ella *et al.* (2003) melaporkan bahwa hormon etilen menyebabkan degradasi klorofil sehingga daun cepat senesen.

Menurut Ikhwan *et al.* (2010), tanaman yang terendam fotosintesisnya sangat terhambat, sehingga untuk pertumbuhan organ yang sedang tumbuh diperlukan perombakan jaringan lain yang mengandung N (remobilisasi N), termasuk klorofil sehingga daun menjadi pucat atau kuning. Selain itu fotosintesis yang terhambat pada tanaman yang terendam disebabkan oleh cahaya yang diterima tanaman tersebut rendah.



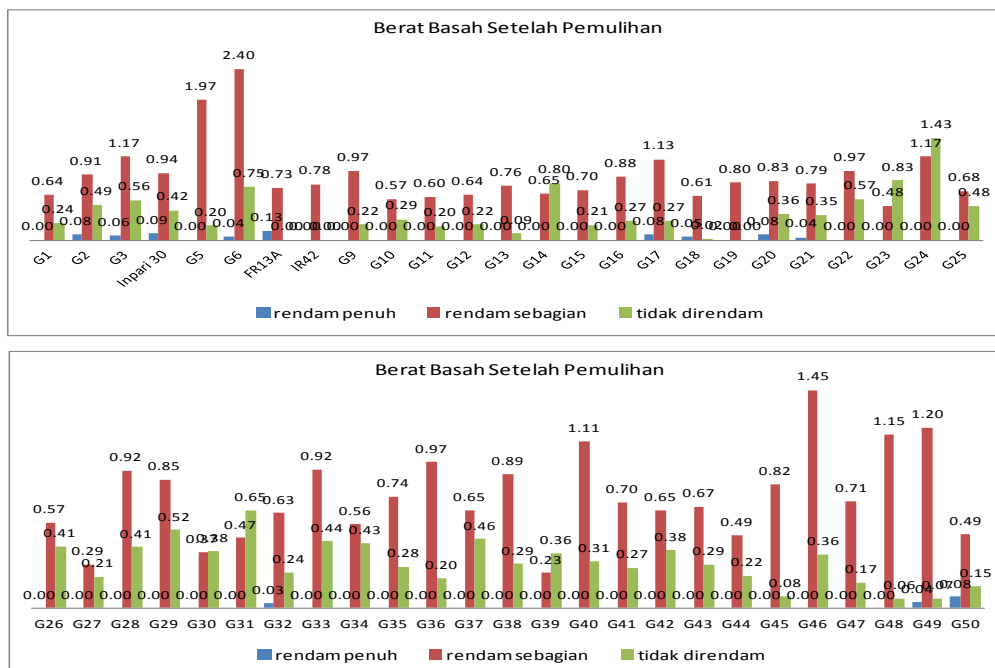
Gambar 5. Jumlah klorofil total tanaman padi sesudah cekaman rendaman pada ketiga sub-percobaan di rumah plastik

Panjang Akar (cm)



Gambar 6. Panjang akar (cm) tanaman padi sesudah cekaman rendaman pada ketiga sub-percobaan di rumah plastik

Berat basah per tanaman (g)



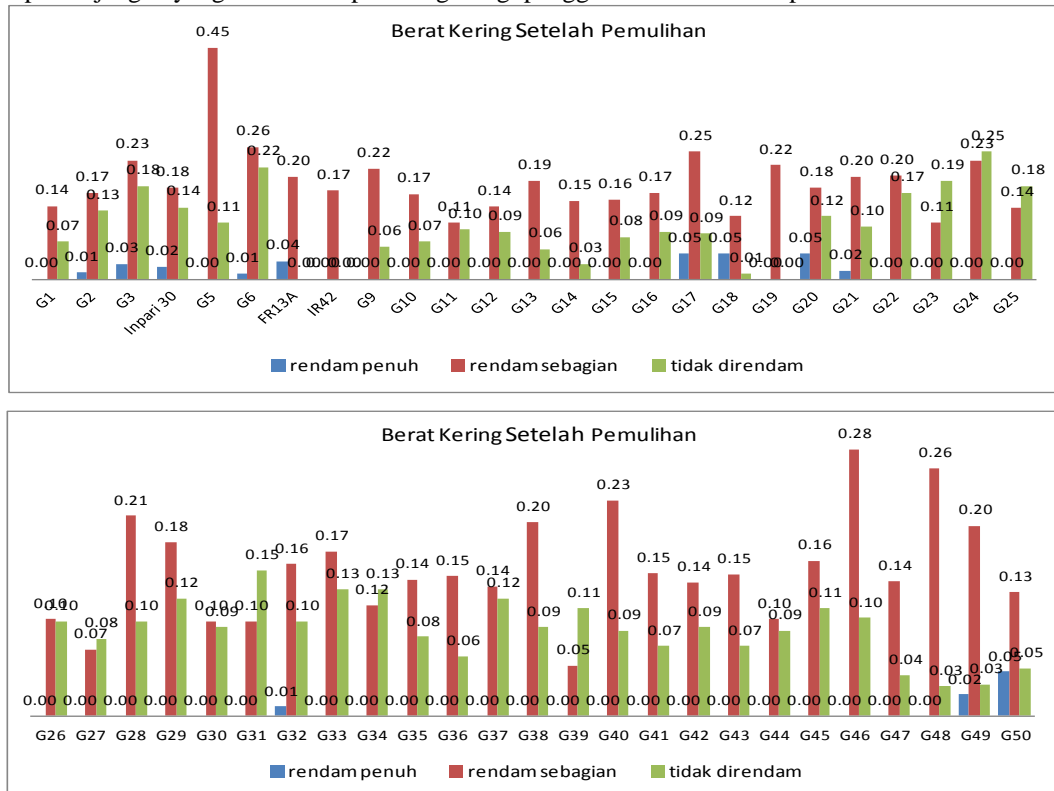
Gambar 7. Berat basah per tanaman (g) setelah periode pemulihan beberapa genotip padi lokal pada tiga perlakuan cekaman terendam

Berat kering per tanaman (g)

Berat kering tanaman setelah periode cekaman rendaman lebih dipengaruhi oleh varietas padi. Berat kering tanaman yang mengalami rendaman sebagian relative lebih tinggi dibandingkan dengan berat kering

tanaman yang tidak direndam dan yang terendam penuh. Hal ini disebabkan karena tanaman yang terendam sebagian lebih banyak membentuk karbohidrat untuk mempertahankan dirinya dalam kondisi terendam.

Pada kondisi lingkungan yang terendam penuh, genotipe padi yang sangat toleran yaitu FR13A memiliki berat kering yang lebih besar. Hal ini disebabkan varietas yang toleran terhadap rendaman mampu mengurangi penggunaan karbohidrat selama cekaman rendaman. Menurut Vreizen *et al.* (2003), tanaman yang memiliki karakter pemanjangan yang moderat dapat mengurangi penggunaan karbohidrat pada saat terendam.



Gambar 8. Berat kering per tanaman (g) setelah periode pemulihan beberapa genotip padi lokal pada tiga perlakuan cekaman terendam

4. KESIMPULAN

Semua genotipe padi lokal yang diuji sangat rentan terhadap rendaman, varietas unggul baru Inpari 4 termasuk kategori rentan sedangkan Inpari 30 dan FR13A termasuk sangat toleran.

DAFTAR PUSTAKA

- BB Padi, 2013. *Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi*. Kementerian Pertanian.
- CGIAR (Consultative Group on International Agriculture Research). 2006. *Intensified Research Effort Yields Climate-Resilient Agriculture to Blunt Impact of Global Warming, Prevent Widespread Hunger Heat-tolerant Wheat, Flood-proof Rice, Satellites for Carbon Trading Among New Technologies*. Press release.ppn4.
- Ella, E.S., N. Kawano, Y. Yamauchi, K. Tanaka and A.M. Ismail. 2003. Blocking ethylene perception enhances flooding tolerance in rice seedlings. *Funct. Plant Biol.* 30:813–819.
- Fukao T, Bailey SJ. 2008. Submergence tolerance conferred by Sub1A is mediated by SLR1 and SLRL1 restriction of gibberellins responses in rice. *PNAS.* 105: 16814-19.
- Gomez KA, Gomez AA. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Edisi Kedua. (Diterjemahkan oleh Endang Sjamsuddin dan Yustika S Baharsjah). Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Harada, T., S. Satoh, T. Yoshioka, K. Ishizawa. 2005. Expression of sucrose synthase genes involved in enhanced elongation of pondweed (*Potamogeton distinctus*) turions under anoxia. *Ann. Bot.* 96:683- 692.
- Ito, O., E. Ella and N. Kawano. 1999. Physiological basis of submergence tolerance in rainfed lowland rice ecosystem. *Field Crops Res.* 64:75-90.

- Jackson, M. B., I. Waters, T. Setter, H. Greenway. 1987. Injury to rice plants caused by complete submergence: a contribution by ethylene (ethylene). *J. Exp. Bot.* 38: 1826-1838.
- Nugraha, Y., G.V. Vergara, D.J. Mackill, A.B. Ismail. 2011. Status karbohidrat pada batang bibit padi pada kondisi rendaman keseluruhan dan parsial. hal. 753- 764. *Dalam S. Abdulrachman, A. Gani, Z. Susanti (Eds.). Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Padi Nasional. Sukamandi 24 November 2010.*
- Nugroho K, Kusuma A, Paidi, Wahdini W, Suhardjo. 1993. Peta areal untuk pengembangan pertanian lahan pasang surut dan pantai. Proyek penelitian Sumber Daya Lahan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Ookawara, R., S. Satoh, T. Yoshioka, K. Ishizawa. 2005. Expression of expansin and xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase genes associated with shoot elongation enhanced by anoxia, ethylene and carbon dioxide in arrowhead (*Sagittaria pygmaea* Miq.) tubers. *Ann. Bot.* 96:693-702.
- Ray, P.K., D. HilleRisLambers and N.M. Tepora. 1993. Combination of stem elongation ability with submergence tolerance in rice. *Euphytica* 68:11-16.
- Ray, P.K., D. HilleRisLambers and N.M. Tepora. 1994. Genetics of stem elongation ability in rice. *Euphytica* 74:137-141.
- Septiningsih E.M, Pamplona A.M, Sanchez D.L Neeraja C.N, Vergara G.V, Heuer S, Ismail A.M and Mackill D.J. 2008. Development of submergence tolerant rice cultivars: The *Sub1* locus and beyond. *Ann Bot*: doi:10.1093/aob/mcn206.
- Septiningsih EM, Pamplona AM, Sanchez D L, CN. Neeraja†, Vergara GV, Heuer S, Ismail AM and Mackill DJ. 2009. Development of submergence tolerant rice cultivars : The *sub1* locus and beyond. *Annals of Botany* 103: 151-160.
- Setter, T.L., M.B. Jackson, I. Waters, I. Wallace and H. Greenway. 1987. Floodwater carbon dioxide dan ethylene concentrations as factors in chlorosis development and reduced growth of completely submerged rice. In: Proceedings of the 1987 International Deepwater Rice Workshop. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, pp.301-310.
- 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.
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. IRRI, Los Banos, Philipines.
- Yullianida, Suwarno, S.W.Ardie, dan H. Aswidinnoor. 2014. Uji Cepat Toleransi Tanaman Padi terhadap Cekaman Rendaman pada Vegetatif. *J. Agron. Indonesia* 42 (2) : 89 -95.