

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2547

RESPON GALUR-GALUR HARAPAN PADI RAWA TERHADAP CEKAMAN RENDAMAN PADA FASE AWAL PEMBENTUKAN ANAKAN

(Response of Swamp Rice Elite lines to Submergence in Early Phase of Tiller Formation)

Sumardi*, Mohammad Chozin, Rafi Anwar

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371A, Indonesia

*Corresponding author: sumardi@unib.ac.id

ABSTRACT

The development of swamp rice varieties tolerant to submergence is an important step in reducing the impact of floods that often occur in swamplands. The objective of this study was to evaluate the response of eight genotypes of swamp rice in the early stages of tillering to submergence stress. The experiment was carried out using a completely randomized design with three replications. Pots filled with swamp soil were used as the growing media and a tarpaulin pond was used to submerge the plants. The swamp rice lines evaluated were UBPR 2, UBPR 6, UBPR 7, UBPR 8, UBPR 10, and UBPR 11 with Inpari 30 variety as the resistance check variety and Batang Piaman variety as the susceptible check variety. The results showed that the genotypes had varying degree growth recovery following the exposure of 10 days of submergence stress. UBPR 7, UBPR 8, UBPR 10, and UBPR 11 tend to recover faster than other genotypes, classified as tolerant based on plant height, and the number of leaves and leaf greenness are moderately tolerant

Keyword:, immersion, stress, swamp rice lines, tiller formation

ABSTRAK

Pengembangan varietas padi rawa yang toleran terhadap genangan merupakan langkah penting dalam mengurangi dampak banjir yang sering terjadi di lahan rawa. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respon delapan genotipe padi rawa pada tahap awal anakan terhadap cekaman genangan. Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Pot berisi tanah rawa digunakan sebagai media tanam dan kolam terpal digunakan untuk merendam tanaman. Galur padi rawa yang dievaluasi adalah UBPR 2, UBPR 6, UBPR 7, UBPR 8, UBPR 10, dan UBPR dengan varietas Inpari 30 sebagai pembanding tahan dan varietas Batang Piaman pembanding rentan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotipe-genotipe yang dievaluasi memiliki tingkat pemulihan pertumbuhan yang berbeda-beda setelah paparan stres perendaman selama 10 hari. UBPR 7, UBPR 8, UBPR 10, dan UBPR 11 cenderung lebih cepat mengalami pemulihan dibandingkan dengan genotipe lainnya, masuk dalam kategori toleran berdasarkan tinggi tanaman, dan jumlah daun serta tingkat kehijauan daun tergolong moderat toleran.

Kata kunci: cekaman, galur padi rawa, rendaman, pembentukan anakan

PENDAHULUAN

Lahan rawa merupakan sumberdaya lahan basah yang sangat potensial sebagai sentra produksi padi guna menggantikan

lahan-lahan irigasi yang terus mengalami penyusutan luas akibat alih fungsi menjadi lahan-lahan non-pertanian atau budidaya tanaman industri. Namun demikian,

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2547

pemanfaatan lahan rawa untuk budidaya padi sering terkendala oleh sifat fisikokimia tanah, terutama regim muka air tanah yang fluktuatif dan sulit dikendalikan serta tingkat kesuburan tanah yang rendah (Gribaldi & Nurlaili, 2016).

Sekalipun padi termasuk tanaman yang mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi tanah yang jenuh air atau bahkan terendam secara menyeluruh, namun ketika kondisi tenggelam tersebut berlangsung cukup lama, maka tanaman akan mengalami cekaman yang menyebabkan kerusakan tanaman atau kematian yang berakibat pada kegagalan panen. Pada saat tanaman terendam air, suplai oksigen dan carbon dioxida berkurang sehingga mengganggu proses fotosintesis dan respirasi (Ito *et al.* 1999; Xu *et al.*, 2006). Gejala demikian terjadi karena dalam kondisi terendam menyeluruh, terlebih jika tingkat kejernihan airnya rendah, radiasi matahari mengalami hambatan untuk mencapai permukaan daun, ketersediaan karbondioksida dan oksigen rendah (Pedersen *et al.*, 2013), sehingga proses fotosintesis dan respirasi menjadi terhambat (Bailey-Serres *et al.*, 2010). Selain itu, rendaman menyeluruh dalam waktu yang relatif lama juga dapat menyebabkan pengurangan pigemen-pigmen fotosintesis, hambatan pertumbuhan, perubahan aktivitas enzim, peroksidasi lipid, dan kerusakan membran (Jackson and Ram 2003; Nishiuchi *et al.*, 2012).

Besarnya tingkat kerusakan tanaman akibat cekaman rendaman menyeluruh dilaporkan sangat bervariasi antar varietas (Jackson *et al.*, 1987). Genotipe-genotipe yang memiliki gen *Sub1* dari varietas FR13A masih mampu tumbuh dalam kondisi tenggelam selama 14 hari (Septiningsih *et al.* 2009). Demikian juga genotipe lokal yang

diintrogresi gen *sub-1* (FR13A) mengalami peningkatan toleransi terhadap cekaman rendaman selama 14 hari (Gusmiatun *at.al.*, 2015). Inpara-4 (Suwarna Sub-1), Inpara-5 (IR64 Sub1), dan Inpara 6 mampu tumbuh kembali dan menghasilkan gabah setelah terendam penuh selama 14 hari (Neeraja *et al.*, 2007, Septiningsih *et al.*, 2009).

Dalam rangka pengembangan varietas padi yang adaptif pada lahan rawa yang rentan terhadap banjir dengan waktu yang lama, maka seleksi seharusnya tidak hanya difokuskan pada peningkatan hasil gabah, melainkan juga peningkatan kemampuan tanaman dalam beradaptasi dengan kondisi terendam sepenuhnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respon enam galur padi rawa hasil persilangan padi rawa lokal Bengkulu terhadap cekaman rendaman pada fase awal pembentukan anakan.

BAHAN DAN METODE

Bahan tanam yang digunakan terdiri dari 8 genotipe, 6 genotipe berupa galur hasil persilangan padi rawa generasi ke-9, yaitu UBPR 2, UBPR 6, UBPR 7, UBPR 8, UBPR 10, dan UBPR 11 (Sumardi *et al.*, 2021) , dan 2 varietas pembanding yakni Inpari 30 (tahan rendaman) dan Batang Piaman (rentan rendaman).

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2021, di Kelurahan Kandang Limun, Kecamatan Muara Bangkahulu, Kota Bengkulu. Percobaan menggunakan pot, dengan media tanam tanah gambut yang diambil dari lahan rawa lebak dangkal. Perlakuan perendaman tanaman selama 10 hari dilakukan di dalam kolam yang terbuat dari terpal plastik yang ketinggian airnya diatur dengan

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2547

mempertahankan ketinggian air 10 cm di atas bagian tanaman tertinggi

Rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan digunakan untuk mengalokasikan galur-galur dan varietas pembanding yang dievaluasi. Bibit dari masing-masing galur dan varietas pembanding di dipindahtanamkan ke dalam media pot pada saat berumur 21 hari setelah sebar benih. Dalam satu pot ditanam 3 batang bibit membentuk segitiga sama sisi. Pupuk Urea, SP-36 dan KCl diberikan sebagai pupuk dasar dengan dosis masing-masing 100 kg ha⁻¹, 150 kg ha⁻¹ dan 100 kg ha⁻¹, diberikan pada saat penanaman.

Data karakter pertumbuhan dikumpulkan melalui pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, tingkat kehijauan daun dan tingkat sensitivitas terhadap cekaman rendaman. Pengamatan dilakukan pada 7 hari setelah perlakuan cekaman rendaman. Indeks sensitivitas genotipe terhadap cekaman rendaman (IS) ditetapkan berdasarkan persamaan Fischer and Maurer (1978) sebagai berikut:

$$IS = \frac{1 - (Y_p/Y)}{1 - (X_p/X)}$$

Keterangan:

Y_p = rata-rata hasil variabel yang diamati/tanaman suatu genotipe yang mendapat cekaman rendaman.

Y = rata-rata hasil variabel yang diamati/tanaman suatu genotipe yang tidak mendapat cekaman rendaman.

X_p = rata-rata hasil variabel yang diamati/tanaman dari seluruh genotipe yang mendapat cekaman rendaman.

X = rata-rata hasil variabel yang diamati/tanaman dari seluruh genotipe yang tidak mendapat cekaman rendaman. Nilai IS < 0,5 toleran (T), 0,5 < IS < 1,0 moderat toleran (MT), dan jika IS > 1,0 rentan (R).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata penampilan pertumbuhan tanaman 7 hari setelah perendaman dan tanpa perendaman disajikan pada Tabel 1. Secara umum, genotipe-genotipe yang mengalami cekaman rendaman menunjukkan perubahan tingkat pertumbuhan pasca perendaman. Untuk tinggi tanaman, UBPR 7, UBPR 8, UBPR 10, dan UBPR 11 termasuk genotipe yang cepat mengalami pemulihan. Sebaliknya, genotipe lainnya memiliki tingkat pemulihan lambat, terutama UBPR 2. Salah satu mekanisme adaptasi tanaman yang mengalami cekaman rendaman adalah melakukan pemanjangan batang untuk menghindari dari kondisi anaerob sehingga dapat segera memperoleh sinar matahari, O₂, dan CO₂ kembali (Setter *et al.*, 1997; Yullianida *et al.* 2014). Mekanisme adaptasi ini disebut dengan escape strategy (Voesenek and Bailey-Serres 2013). Respon pemanjangan batang tergantung pada lama rendaman dan waktu atau fase tanaman mengalami cekaman rendaman (Kato *et al.* 2014).

Untuk jumlah daun semua genotipe memiliki tingkat pemulihan yang setara kecuali UBPR 2. Untuk tingkat pemulihan kehijauan daun, beberapa genotipe menunjukkan tingkat pemulihan yang beragam. UBPR 7, UBPR 8, UBPR 10, UBPR 11 dan Inpari 30 cenderung lebih cepat mengalami pemulihan dibandingkan dengan genotipe lainnya. Degradasi pigmen pada kondisi rendaman disebabkan oleh

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2547

kehadiran etilen, yang memicu aktivitas enzim klorofilase pemecahan klorofil dan daun bagian bawah mengalami degradasi yang lebih cepat (Singh *et al.*, 2014; Kato *et al.*, 2014). Secara morfologi tanaman yang mengalami cekaman rendaman selama fase vegetatif tampak menguning (Ikhwani *et al.*, 2010). Kemampuan tanaman mempertahankan tingkat kehijauan daun sangat penting untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena daun sebagai organ utama untuk produktivitas, pertukaran gas, dan evapotranspirasi (Yuan *et al.* 2016).

Tanaman padi akan mengalami kerusakan yang cukup berarti apabila terendam air selama beberapa hari, sehingga menyebabkan pertumbuhan menurun (Jackson and Ram, 2003). Kerusakan yang terlihat dari kultivar yang tidak toleran berkembang secara nyata setelah perendaman daripada selama perendaman. Kultivar yang toleran menunjukkan pemulihan yang cepat sedangkan kultivar yang tidak toleran proses fotosintesis terhambat menyebabkan pertumbuhan tanaman tertekan sehingga laju pemulihannya membutuhkan waktu yang lebih lama (Kawano *et al.*, 2002).

Tabel 1. Rata-rata selisih tinggi tanaman, jumlah daun dan kehijauan daun antara tanaman yang mendapat cekaman rendaman (R1) dan yang tidak mendapat cekaman rendaman (R0)

Genotipe	Tinggi Tanaman (cm)			Jumlah Daun (helai)			Kehijauan Daun		
	R1	R0	Beda	R1	R0	Beda	R1	R0	Beda
UBPR 2	39.12	55.77	-16.64	3.62	14.33	-10.17	27.76	40.67	-12.90
UBPR 6	41.80	50.73	-8.93	3.73	11.67	-7.93	28.24	38.37	-10.12
UBPR 7	49.51	48.93	0.58	4.46	10.33	-5.88	31.20	36.03	-4.83
UBPR 8	51.06	41.77	9.30	5.38	8.33	-2.96	29.32	35.20	-5.88
UBPR10	51.29	48.23	3.05	4.33	8.67	-4.33	29.54	37.27	-7.73
UBPR 11	50.34	48.97	1.37	4.53	10.00	-5.47	30.52	36.90	-6.38
Inpari 30	45.50	52.23	-6.73	5.84	12.67	-6.82	36.01	42.23	-6.22
Batang Piaman	45.52	52.00	-6.48	4.29	9.33	-5.04	30.21	43.00	-12.79

Rata-rata nilai indeks sensisitivitas delapan genotipe berdasarkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan tingkat kehijauan daun 7 hari setelah perndaman disajikan pada Tabel 2. Sensitivitas dari genotipe-genotipe yang dievaluasi beragam. Berdasarkan tinggi tanaman UBPR 7, UBPR 8, UBPR 10, UBPR 11 masuk dalam kategori toleran, untuk jumlah daun dan tingkat kehijauan daun tergolong moderat toleran. Sedangkan

untuk varietas pembanding Inpari 30, untuk tinggi tanaman tergolong rentan, namun untuk jumlah daun dan tingkat kehijauan daun tergolong moderat toleran. UBPR 2 dan UBPR 6 dari ketiga variabel yang diamati, tergolong rentan.

Kerusakan mekanis pada daun, karena berkurangnya cahaya dan terbatasnya difusi gas selama terjadinya cekaman rendaman, mengakibatkan suplai oksigen

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2547

dan karbondioksida menjadi berkurang sehingga mempengaruhi proses fotosintesis dan respirasi. Terhambatnya proses fotosintesis dan respirasi dalam waktu yang lama menyebabkan pertumbuhan tanaman semakin tertekan (Kawano *et al.*, 2002). Genotipe yang toleran atau mampu beradaptasi dengan baik terhadap cekaman rendaman menggambarkan sel-sel yang ada di dalam jaringan tidak mengalami kerusakan yang berarti meskipun berada

dalam kondisi anaerob yang menyebabkan proses fotosintesis dan respirasi terhambat (Sarkar *et al.*, 2006). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya genotipe tanaman padi yang toleran terhadap cekaman rendaman memiliki gen *Sub1* terutama *Sub1A* yang mampu menstimulasi berbagai proses metabolisme tanaman sehingga tanaman mampu beradaptasi dengan baik terhadap cekaman rendaman (Jung *et al.*, 2010).

Tabel 2. Rata-rata sensitivitas jumlah daun, tingkat kehijauan, tinggi tanaman dan jumlah anakan setelah mengalami cekaman rendaman selama 10 hari.

Genotipe	Tinggi tanaman	Jumlah daun	Kehijauan daun
UBPR 2	R	R	R
UBPR 6	R	R	R
UBPR 7	T	M	M
UBPR 8	T	M	M
UBPR10	T	M	M
UBPR 11	T	M	M
INPARI 30	R	M	M
Batang Piaman	R	M	R

Keterangan: R = rentan; M = moderat toleran; T = toleran.

KESIMPULAN

Cekaman rendaman selama 10 hari saat tanaman padi memasuki fase pembentukan anakan secara umum menyebabkan penghambatan pertumbuhan, terutama pada tinggi tanaman, jumlah daun dan tingkat kehijauan daun. UBPR 7, UBPR 8, UBPR 10, dan UBPR 11 termasuk genotipe yang cepat mengalami pemulihan dan masuk dalam kategori toleran berdasarkan tinggi tanaman, dan jumlah daun serta tingkat kehijauan daun tergolong moderat toleran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Bengkulu yang telah membantu sebagian biaya dari penelitian ini dari Tahun

Anggaran 2021/2022. Juga kami sampaikan ucapan terima kasih kepada Sdr. Rafi Anwar mahasiswa S1 Program Studi Agroekoteknologi dan Sdri. Helda Susanti mahasiswa Program Magister Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, yang telah banyak membantu di lapangan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bailey-Serres, J., Fukao, T., Ronald, P., Ismail, A., Heuer, S., & Mackill, D. (2010). Submergence tolerant rice: SUB1's journey from landrace to modern cultivar. *Rice*, 3(2), 138-147.
- Fischer, R. A., & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2547

- responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(5), 897-912.
- Gusmiatun, G., Suwignyo, R. A., Wijaya, A., & Hasmeda, M. (2015). Peningkatan toleransi rendaman padi lokal rawa lebak dengan introgresi gen sub1. *Indonesian Journal of Agronomy*, 43(2), 99-104.
- Gribaldi, G., & Nurlaili, N. (2016). Peningkatan Toleransi Dua Varietas Padi Terhadap Cekaman Terendam Melalui Perlakuan Pemupukan Pada Lahan Rawa Lebak. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, 5(1), 1-9.
- Ikhwani, E. S., & Makarim, A. K. (2010). Pengaruh waktu, lama dan kekeruhan air rendaman terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah IR64-sub1. *J. Penelitian Pertanian*, 29, 63-71.
- Ito, O., Ella, E., & Kawano, N. (1999). Physiological basis of submergence tolerance in rainfed lowland rice ecosystem. *Field Crops Research*, 64(1-2), 75-90.
- Jackson, M. B., Waters, I., Setter, T., & Greenway, H. (1987). Injury to rice plants caused by complete submergence; a contribution by ethylene (ethene). *Journal of Experimental Botany*, 38(11), 1826-1838.
- Jackson, M. B., & Ram, P. C. (2003). Physiological and molecular basis of susceptibility and tolerance of rice plants to complete submergence. *Annals of botany*, 91(2), 227-241.
- Jung, K. H., Seo, Y. S., Walia, H., Cao, P., Fukao, T., Canlas, P. E., ... & Ronald, P. C. (2010). The submergence tolerance regulator Sub1A mediates stress-responsive expression of AP2/ERF transcription factors. *Plant Physiology*, 152(3), 1674-1692.
- Kato, Y., Collard, B. C., Septiningsih, E. M., & Ismail, A. M. (2014). Physiological analyses of traits associated with tolerance of long-term partial submergence in rice. *AoB Plants*, 6.
- Kawano, N., Ella, O., Ito, Y., Yamauchi, K., Tanaka. 2002. Metabolic Changes in Rice Seedlings with Different Submergence Tolerance after desubmergence.. 47: 195-203. *Environmental and Experimental Botany*
- Neeraja, C. N., Maghirang-Rodriguez, R., Pamplona, A., Heuer, S., Collard, B. C., Septiningsih, E. M., ... & Mackill, D. J. (2007). A marker-assisted backcross approach for developing submergence-tolerant rice cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 115(6), 767-776.
- Nishiuchi S, Yamauchi T, Takahashi H, Kotula L, Nakazono M (2012) Mechanisms for coping with submergence and waterlogging in rice. *Rice* 5:11–14
- Pedersen O, Colmer TD, Sand-Jensen K (2013) Underwater photosynthesis of submerged plants recent advances and methods. *Front Plant Sci* 4:140
- Sarkar, R. K., Reddy, J. N., Sharma, S. G., & Ismail, A. M. (2006). Physiological basis of submergence tolerance in rice and implications for crop improvement. *Current Science*, 899-906
- Septiningsih, E. M., Pamplona, A. M., Sanchez, D. L., Neeraja, C. N., Vergara, G. V., Heuer, S., & Mackill, D. J. (2009). Development of submergence-tolerant rice cultivars: the Sub1 locus and beyond. *Annals of Botany*, 103(2), 151-160.
- Setter, T. L., Ellis, M., Laureles, E. V., Ella, E. S., Senadhira, D., Mishra, S. B., ... & Datta, S. (1997). Physiology and genetics of submergence tolerance in rice," *Annals of Botany*. In *Authors*

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2547

- First Author–Ranawake AL Ph. D. Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, lankaranawake@agbio.ruh.ac.lk Second Author–Hewage MJ, B. Sc.(Agriculture), Correspondence.*
- Singh, S., Mackill, D. J., & Ismail, A. M. (2014). Physiological basis of tolerance to complete submergence in rice involves genetic factors in addition to the SUB1 gene. *AoB Plants*, 6.
- Sumardi, S. Chozin, M., & Sigit, S. (2021). Penampilan Agronomis dan Produktivitas Galur-Galur Padi Rawa pada Lahan Lebak. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 49(1), 1-6.
- Voesenek, L. A. C. J., & Bailey-Serres, J. (2013). Flooding tolerance: O₂ sensing and survival strategies. *Current Opinion in Plant Biology*, 16(5), 647-653.
- Xu, K., X. Xu, T. Fukao, P. Canlas, R. Maghirang-Rodriguez, S. Heuer, A.M. Ismai, J. Bailey-Serres, P.C. Ronald, D.J. Mackill. 2006. Sub1A is an ethylene-responsefactor-like gene that confers submergence tolerance to rice. *Nature* 442:705-708.
- Yuan, Z., Cao, Q., Zhang, K., Ata-Ul-Karim, S. T., Tian, Y., Zhu, Y., ... & Liu, X. (2016). Optimal leaf positions for SPAD meter measurement in rice. *Frontiers in plant science*, 7, 719.
- Yullianida, Y., Ardie, S. W., & Aswidinnoor, H. (2014). Uji cepat toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman pada fase vegetatif. *Indonesian Journal of Agronomy*, 42(2), 163387.