

Modifikasi Aplikasi Unsur Hara untuk Perbaikan Vigorasi Bibit Padi dalam Cekaman Terendam

Modification of Nutrient Application for the Improvement of Rice Seedling Vigor under Submerged Stress

Rujito Agus Suwignyo^{1*)}, Andi Wijaya^{1,4}, Hesty Sihombing², Gribaldi³

¹Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

²Alumni Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

³Mahasiswa Program Doktor Program Pascasarjana, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang-Prabumulih, km 322, Indralaya Ogan Ilir 30662

⁴Pusat Unggulan Riset Pengembangan Lahan Suboptimal (PUR-PLSO), Universitas Sriwijaya Jl. Padang Selasa No. 524, Bukit Besar, Palembang 30139.

*) Penulis untuk korespondensi: Telp. +62711580059, Fax. +62711580276,
email: rujito@unsri.ac.id

ABSTRACT

Farmers of rice cultivation in swampy land face the problem of high water levels during the early phase of plant growth, so that seedling stage is a risky period of plant under stress submerged. This study was aimed to obtain a method to increase rice seedling tolerance to submergence stress through improving fertilization method and rice variety. The experiment was conducted at Department of Agronomy Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, starting from July to August 2010. The experimental design used was factorial completely randomized design with three replications. The factor consists of rice varieties (Inpara 3, Inpara 4, Inpara 5, BR 11 sub-1, IR 42, Rutti, Uffa, and Serendah Kuning), and fertilization treatment (NPK at planting without submergence; NPK with N at 7 days prior to submergence; NPK with N at one day after submergence; NPK + manure with N at 7 days prior to submergence; NPK + Manure + Si + Zn with N at 7 days prior to submergence; and NPK + Manure + Si + Zn with N at one day after submergence). The results showed that application of the proper nutrients can increase rice seedling vigor under submerged stress. At nursery stage, application of NPK, Manure, Si and Zn, with nitrogen given after submergence will be able to improve seedling vigor after recovery period. Submergence stress tolerant varieties showed higher ability to survive under submergence stress, and Inpara 4, Inpara 5, and BR11 Sub-1 performed better than Inpara 3. Serendah Kuning showed a better response to submergence stress than other local varieties.

Key words: Rice, Submerged stress, Seedling vigor, Fertilizer application

ABSTRAK

Dalam sistem budidaya padi di lahan lebak, petani menghadapi masalah tingginya muka air pada fase awal pertumbuhan tanaman sehingga menyebabkan fase bibit menjadi riskan terhadap cekaman terendam. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode peningkatan ketahanan bibit padi melalui perbaikan sistem pemupukan dan penggunaan varietas yang sesuai. Penelitian dilaksanakan di Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, dari bulan Juli sampai

akhir bulan Agustus 2010. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan tiga ulangan. Faktor-faktor yang diteliti terdiri dari varietas tanaman padi: Inpara 3, Inpara 4, Inpara 5, BR 11 sub-1, IR 42, Rutti, Uffa, dan Serendah Kuning. Perlakuan pemupukan terdiri dari: NPK pada saat tanam, tanpa perendaman; NPK dengan N diberikan 7 hari sebelum perendaman; NPK dengan N diberikan satu hari setelah perendaman; NPK + Pupuk kandang dengan N diberikan 7 hari sebelum perendaman; NPK + Pupuk kandang + Si + Zn dengan N diberikan tujuh hari sebelum perendaman; NPK + Pupuk Kandang + Si + Zn dengan N diberikan satu hari setelah perendaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi unsur hara yang tepat dapat meningkatkan vigor bibit padi yang mengalami cekaman terendam. Pada tahap pembibitan, aplikasi pupuk NPK, Pupuk Kandang, Si dan Zn, dengan nitrogen diberikan setelah perendaman dapat meningkatkan vigor bibit setelah periode pemulihan pasca terendam. Varietas yang toleran terhadap cekaman terendam menunjukkan kemampuan bertahan yang tinggi terhadap cekaman terendam, dan varietas Inpara 4, Inpara 5, dan BR11 Sub-1 lebih baik dibandingkan dengan Inpara 3. Varietas Serendah Kuning cenderung lebih baik dari varietas lokal lainnya.

Kata Kunci: Padi, Cekaman terendam, Vigor bibit, Aplikasi pemupukan

PENDAHULUAN

Lahan rawa lebak merupakan salah satu alternatif lahan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan produksi pertanian. Walaupun banyak kendala yang dihadapi dalam membuat lahan-lahan tersebut menjadi produktif, pemanfaatan lahan ini telah memberikan kontribusi yang berarti dalam sistem ketahanan pangan nasional. Pada saat ini lahan rawa lebak masih sangat tergantung dengan kemurahan alam dalam pengelolaan budidaya pertanian. Permasalahan utama yang dihadapi adalah terjadinya cekaman terendam yang membatasi pertumbuhan dan produksi tanaman padi.

Dalam sistem budidaya padi, kendala yang dihadapi petani adalah masih sulit diprediksinya tinggi genangan air, sehingga petani dapat menghadapi resiko cekaman terendam pada fase pertumbuhan vegetatif. Selama ini petani telah menerapkan metode adaptasi agronomis melalui penundaan waktu tanam dan terpaksa melakukan pemindahan bibit lebih dari satu kali. Hasil penelitian Suwignyo *et al.* (1998) menunjukkan bahwa varietas padi memberikan respon yang berbeda terhadap perbedaan metode pembibitan tersebut. Proses pemindahan bibit beberapa kali akan menyebabkan penurunan pertumbuhan dan produksi padi. Tingkat kerusakan tanaman akibat genangan yang terlalu tinggi sangat tergantung dengan varietas, fase tumbuh, lama dan tinggi muka genangan.

Kondisi lahan rawa lebak dengan kondisi muka airnya yang fluktuatif menyebabkan dapat terjadinya terendamnya tanaman padi sewaktu-waktu. Untuk menjaga kehilangan energi pada saat terendam, perlu dilakukan proses yang dapat meningkatkan vigor tanaman, sehingga energi dalam tubuh tanaman masih dapat menjaga metabolisme tanaman pada saat terendam dan tanaman masih dapat melakukan percepatan pertumbuhan kembali pasca terendam. Suwignyo (2005) menyebutkan bahwa pemberian perlakuan "*Plant Phyto regulator*" dan Nitrogen dapat membantu tanaman padi mempercepat pemulihan pasca terendam. Ehara *et al.* (1996) menyebutkan bahwa pemberian nitrogen yang tinggi pada fase pembibitan dapat meningkatkan jumlah anakan.

Pengaturan pemberian pupuk nitrogen akan memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman dan laju pertumbuhan tinggi tanaman padi, khususnya karena meningkatnya aktivitas hormon etilen (Jackson *et al.*, 1987). Tekanan terhadap kedua parameter tersebut pada tanaman padi umumnya akan lebih berpengaruh dengan perendaman lebih dari tiga hari (Suwignyo *et al.* 2008a). Kecepatan memanjang tanaman merupakan mekanisme untuk menghindarkan tanaman dari pengaruh negatif tanaman yang kekurangan oksigen akibat terendam (Ito *et al.* 1999; Jackson & Ram 2003). Laju pemanjangan batang pada saat terjadi cekaman rendaman sangat mempengaruhi ketahanan tanaman padi dan kecepatan pemulihan tanaman pasca cekaman rendaman (Ismail *et al.* 2008; Suwignyo *et al.* 2008b). Toleransi tanaman padi lebih besar pada kultivar dimana percepatan perpanjangan yang disebabkan oleh perendaman minimal (Kawano *et al.*, 2009).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan toleransi tanaman padi terhadap kondisi terendam air antara lain melalui peningkatan kualitas kultivar dan perbaikan metode manajemen budidaya tanaman (Sharma & Ghosh 1999; Grigg *et al.* 2000). Tanaman padi varietas IR64 yang disisipkan gen sub 1 diharapkan akan menjawab berbagai fenomena yang disebutkan di atas (IRRI 2008, Septiningsih *et al.*, 2009). Jung *et al.* (2010) mengkonfirmasi bahwa keberadaan gen Sub1A menstimulasi adanya berbagai metabolisme tanaman yang dapat menyebabkan ketahanannya terhadap cekaman terendam.

Beberapa varietas nasional padi tahan terhadap rendaman yang berlabel Inpara juga telah dirilis di Indonesia. Sementara itu, manajemen unsur hara dalam penyiapan bibit merupakan faktor yang sangat penting (Ismail 2009). Selain pemberian pupuk NPK, penambahan unsur hara Zn dan Si merupakan hal yang penting dilakukan. Pupuk kandang juga dapat membantu bibit meningkatkan vigornya sehingga terjadi penguatan tanaman bila mengalami cekaman terendam. Unsur hara Zn pada tanaman padi itu sendiri berperan sebagai katalisator dalam pembentukan protein, pengatur keseimbangan asam indoleasetik dan berperan aktif dalam transformasi karbohidrat. Silika termasuk ke dalam unsur hara pembangun yang termasuk ke dalam unsur hara mikro berfungsi merangsang pertumbuhan tanaman dan dapat juga menjadi unsur penting untuk beberapa tanaman tertentu. Pemberian silika dapat memperbaiki fungsi fisiologi tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama, penyakit dan terhadap kerebahan, serta dapat meningkatkan jumlah gabah per malai dan bobot gabah isi per rumpun (Takahashi 1995).

Dengan permasalahan yang telah dikemukakan di atas, maka perlu dilakukan penelitian yang terkait dengan upaya peningkatan vigor bibit setelah terjadinya peristiwa terendam di lapangan. Dalam konteks agronomis, upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan vigor bibit padi antara lain dengan memperbaiki metode pemupukan dan pemilihan varietas yang memiliki kemampuan genetik toleran terhadap permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode aplikasi unsur hara yang dapat meningkatkan vigor bibit padi, sehingga bibit padi lebih tahan terhadap cekaman terendam dan lebih cepat pemulihannya setelah mengalami cekaman terendam.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Juli sampai akhir bulan Agustus 2010 di Rumah Kaca dan Kebun Percobaan Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial dan tiga ulangan. Faktor-faktor yang diteliti terdiri dari varietas tanaman padi (V), yaitu Inpara 3 (V1), Inpara 4 (V2),

Inpara 5 (V3), BR 11 sub-1 (V4), IR 42 (V5), Rutti (V6), Uffa (V7), dan Serendah Kuning (V8). Perlakuan pemupukan (P) terdiri dari: NPK pada saat tanam, tanpa perendaman (P1), NPK, N diberikan 7 hari sebelum perendaman (P2), NPK, N diberikan satu hari setelah perendaman (P3), NPK + Pupuk kandang, N diberikan 7 hari sebelum perendaman (P4), NPK + Pupuk kandang + Si + Zn, N diberikan tujuh hari sebelum perendaman (P5), NPK + Pupuk Kandang + Si + Zn, N diberikan satu hari setelah perendaman (P6).

Benih diinkubasi pada suhu ruang dalam kondisi gelap selama tiga hari. Tanah lebak diambil dari rawa lebak, dikeringanginkan di dalam rumah kaca, ditumbuk dan diayak. Media tanah sebanyak 15 kg dimasukkan ke dalam bak plastik. Pupuk NPK diberikan dengan dosis 60 kg N, 40 kg P, dan 40 kg K per Ha. Pupuk P dan K diberikan bersamaan dengan persiapan media tanah di dalam bak pembibitan. Pupuk N diberikan dengan sesuai dengan perlakuan pemupukan, yaitu diberikan sebelum penanaman semai pada perlakuan P1, diberikan 11 hari setelah penanaman semai untuk perlakuan P2, P4, dan P5, dan diberikan setelah terjadinya perlakuan perendaman untuk perlakuan P3 dan P6. Perlakuan pupuk kandang diberikan untuk perlakuan P4, P5 dan P6 dengan dosis 10 ton per Ha. Pupuk Si dan Zn diberikan dengan dosis 30 kg dan 20 kg per Ha.

Benih untuk masing-masing varietas disiapkan, dipilih yang bernas, dan dikecambahkan selama tiga hari dalam petridish yang telah diberi kertas merang basah dan diisi air secukupnya. Pada media tanah dengan kapasitas lapang, dibuatkan lubang tanam dengan jarak tanam 3 x 3,5 cm. Bibit diperlihara selama 18 hari di rumah kaca, untuk selanjutnya mendapat cekaman terendam. Bak perendaman berukuran 4 x 1,5 x 1 m. Masing-masing bak pembibitan diletakkan ke dalam bak perendaman. Kedalam bak perendaman tersebut kemudian diisi air, dan ketinggian muka air selalu dipertahankan > 15 cm dari tinggi tanaman. Perlakuan perendaman dilakukan selama 12 hari.

Setelah perlakuan perendaman, bibit padi selanjutnya dikeluarkan dari bak perendaman, dan dipelihara dalam proses pemulihan selama 21 hari setelah perlakuan rendaman untuk kemudian diamati tingkat tanaman yang hidup. Parameter yang diamati dalam percobaan ini adalah persentase tanaman yang hidup (%), Jumlah anakan, Tinggi tanaman, Kandungan klorofil, Berat kering tanaman, dan Kandungan karbohidrat.

HASIL

Hasil analisis keragaman pada Tabel 1 menunjukkan bahwa untuk setiap parameter antar varietas dan antar perlakuan berpengaruh nyata. Interaksi antara varietas dan perlakuan berpengaruh nyata terhadap persentase tanaman hidup, tinggi tanaman sebelum dan sesudah terendam, berat kering setelah pemulihan, dan jumlah anakan. Sementara pengaruhnya terhadap berat kering tanaman setelah perendaman, dan kandungan klorofil tanaman tidak berbeda nyata.

Dalam kondisi cekaman terendam, pengaruh berbagai modifikasi perlakuan pemupukan terhadap persentase tanaman hidup menunjukkan keragaman respon dari semua varietas yang diuji (Tabel 2). Perlakuan P6 memberikan persentase tanaman hidup yang tinggi pada semua varietas yang diuji, dan perlakuan P3 juga memberikan persentase tanaman hidup yang tinggi khususnya pada varietas-varietas yang mempunyai gen sub-1 (Inpara 3, 4, 5 dan BR11-sub1). Varietas Rutti dan Uffa mengalami tingkat stress paling tinggi dan persentase tanaman hidup menjadi 0 % pada perlakuan P4 dan P5. Dibandingkan dengan varietas lainnya, varietas Inpara 4 dan Inpara 5 menghasilkan persentase tanaman hidup yang tinggi (50 – 78 %) pada semua

perlakuan pemberian pemupukan. Varietas Inpara 3 dan BR11-sub1 menunjukkan persentase tanaman hidup yang tinggi pada perlakuan P3 dan P6. Varietas IR 42 dan Serendah Kuning menunjukkan persentase tanaman hidup yang tinggi pada perlakuan P6.

Tabel 1. Hasil analisis keragaman pengaruh berbagai perlakuan pemupukan pada beberapa varietas padi terhadap peubah yang diamati

Peubah yang diamati	V	P	VxP
Persentase tanaman hidup	15,51*	53,66*	1,20*
Tinggi tanaman sebelum terendam	36,03*	13,44*	1,61*
Berat kering setelah perendaman	4,87*	83,14*	1,38 ^{tn}
Tinggi tanaman setelah pemulihan	10,25*	10,88*	1,64*
Berat kering setelah pemulihan	22,66*	92,10*	3,69*
Jumlah anakan	20,84*	15,68*	3,34*
Kandungan klorofil setelah pemulihan	7,88*	6,04*	1,10 ^{tn}

V = varietas, P = pupuk, * = berpengaruh nyata, tn = berpengaruh tidak nyata

Tabel 2. Pengaruh berbagai perlakuan pemupukan pada beberapa varietas padi terhadap persentase tanaman hidup setelah periode pemulihan tanaman

Varietas	Persentase tanaman hidup (%)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Inpara 3	100 l	36.29 f	60.10 j	19.05 c	24.57 d	48.48 h
Inpara 4	100 l	69.63 j	78.94 k	55.75 i	66.32 j	69.26 j
Inpara 5	100 l	69.58 j	50.46 h	50.50 h	56.67 i	68.80 j
BR 11 Sub-1	100 l	28.15 e	53.53 i	25.00 d	49.37 h	35.18 f
IR 42	100 l	21.21 d	18.89 c	10.00 b	28.15 e	42.78 g
Rutti	100 l	17.41 c	10.00 b	0.00 a	22.30 d	28.15 e
Uffa	100 l	14.81 c	15.00 c	0.00 a	0.00 a	11.20 b
Serendah Kuning	100 l	43.65 g	23.15 d	16.24 c	28.52 e	46.67 g

Angka yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT_{0,05}

Tabel 3. Tinggi tanaman (cm) setelah periode pemulihan beberapa varietas tanaman padi pada beberapa perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam

Varietas	Perlakuan Pemupukan					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Inpara 3	82,27 c	65,93 b	71,87 c	71,43 c	74,93 c	78,20 c
Inpara 4	78,90 c	70,13 c	75,37 c	72,00 c	74,07 c	76,67 c
Inpara 5	80,37 c	71,87 c	73,90 c	72,53 c	74,93 c	76,13 c
BR11sub-1	80,67 c	76,30 c	69,57 b	63,70 b	72,37 c	77,03 c
IR-42	80,10 c	47,33 b	65,57 b	25,90 a	48,77 b	53,73 b
Rutti	81,13 c	61,00 b	26,33 a	0,00 a	72,00 c	49,60 b
Uffa	82,17 c	21,67 a	28,50 a	0,00 a	0,00 a	50,00 b
Serendah kuning	87,80 c	57,67 b	59,07 b	50,27 b	77,33 c	78,97 c

Angka yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT_{0,05}

Tabel 4. Berat kering tanaman (g) setelah periode pemulihan beberapa varietas tanaman padi pada beberapa perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam

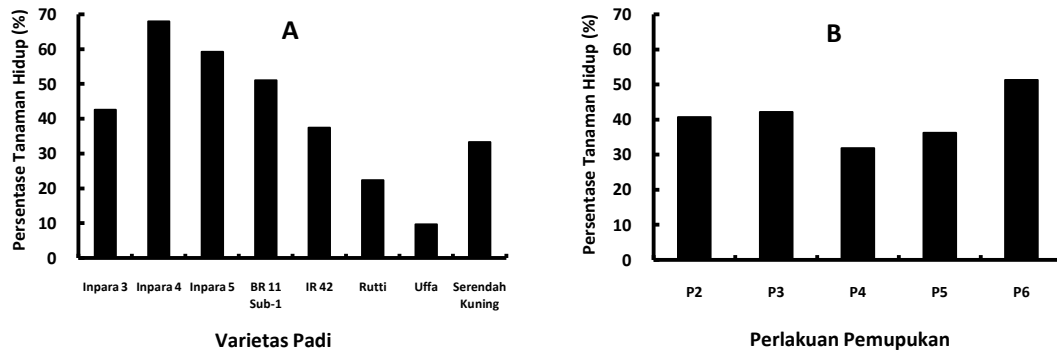
Varietas	Berat Kering Tanaman (g/tan)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Inpara 3	1,34	0,08	0,16	0,14	0,16	0,18
Inpara 4	0,82	0,31	0,35	0,64	0,58	0,86
Inpara 5	0,85	0,25	0,39	0,36	0,58	0,79
BR11 sub1	0,96	0,27	0,33	0,18	0,55	0,91
IR-42	0,74	0,11	0,10	0,04	0,20	0,16
Rutti	1,16	0,07	0,06	-	0,19	0,26
Uffa	0,60	0,04	0,03	-	-	0,06
Serendah kuning	0,98	0,12	0,12	0,07	0,21	0,29

Tabel 5. Pengaruh berbagai perlakuan pemupukan pada beberapa varietas padi terhadap kandungan klorofil daun setelah periode pemulihan tanaman

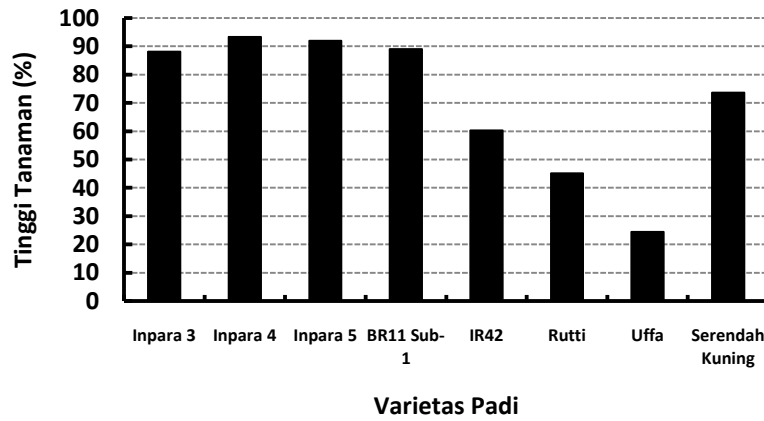
Varietas	Kandungan klorofil					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Inpara 3	9.15	7.72	9.56	6.91	5.72	5.14
Inpara 4	9.67	9.21	9.13	10.26	11.15	5.72
Inpara 5	8.49	8.11	8.74	9.65	10.34	8.68
BR 11 Sub-1	9.71	6.38	5.23	5.66	5.27	7.69
IR 42	10.51	4.77	4.56	2.94	3.43	2.28
Rutti	7.24	5.34	3.21	-	4.27	-
Uffa	9.15	2.57	2.58	-	1.32	2.99
Serendah Kuning	8.13	6.45	5.31	6.07	2.82	3.83

Tabel 6. Pengaruh berbagai perlakuan pemupukan pada beberapa varietas padi terhadap kandungan karbohidrat tanaman setelah periode pemulihan tanaman

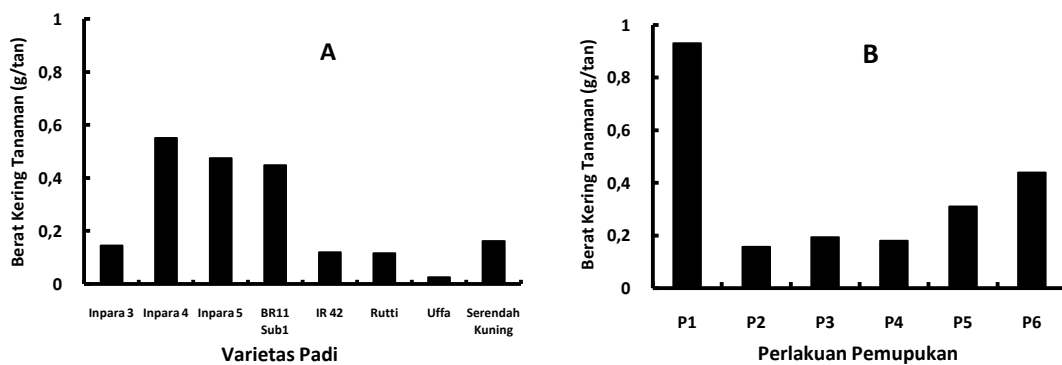
Varietas	Kandungan karbohidrat tanaman					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Inpara 3	0.664	0.620	0.550	0.588	0.564	0.728
Inpara 4	0.722	0.645	0.586	0.780	0.630	0.608
Inpara 5	0.644	0.634	0.628	0.678	0.610	0.614
IR 42	0.596	0.556	0.584	0.764	0.598	0.702
BR 11 Sub-1	0.608	0.674	0.798	0.718	0.654	0.870
Rutti	0.560	0.558	0.766	0.392	0.694	0.712
Uffa	0.378	0.404	0.416	0.590	0.614	0.728
Serendah Kuning	0.427	0.432	0.496	0.516	0.309	0.478



Gambar 1. Persentase tanaman hidup setelah periode pemulihan pada masing-masing varietas padi (A) dan perlakuan pemupukan (B) dalam kondisi cekaman terendam



Gambar 2. Persentase tinggi tanaman perlakuan pemupukan dengan cekaman terendam (rata-rata P2-P6) terhadap perlakuan tanpa cekaman terendam (P1) setelah periode pemulihan pada masing-masing varietas padi



Gambar 3. Berat kering tanaman setelah periode pemulihan pada masing-masing varietas padi (A) dan perlakuan pemupukan (B) dalam kondisi cekaman terendam

Persentase tanaman hidup setelah periode pemulihan pada berbagai varietas padi dan modifikasi perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam menunjukkan tampilan yang berbeda-beda (Gambar 1). Varietas Inpara 4 dan Inpara 5 menunjukkan persentase tanaman hidup yang paling tinggi, diikuti dua varietas yang juga

mengandung gen sub-1 lainnya yaitu Inpara 3 dan BR11 Sub-1. Sedangkan varietas lainnya yang tidak mengandung gen sub-1 (IR42, Rutti, Uffa, dan Serendah Kuning) sangat tertekan dalam kondisi terendam, dan varietas Serendah Kuning relatif menghasilkan tanaman hidup yang lebih baik. Modifikasi perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam pada fase pembibitan sangat berpengaruh terhadap persentase tanaman hidup. Perlakuan P4 menghasilkan persentase tanaman hidup terendam, perlakuan P3 dan P6 menyebabkan persentase tanaman hidup yang besar.

Pengaruh berbagai metode pemupukan pada berbagai varietas padi dalam kondisi cekaman terendam terhadap tinggi tanaman setelah periode pemulihan dapat dilihat pada Tabel 3. Tinggi tanaman berbagai varietas padi tidak berbeda nyata untuk perlakuan pemupukan P1 yang tidak mengalami cekaman terendam. Pemberian cekaman terendam menyebabkan penurunan tinggi tanaman pada semua varietas padi, dan perlakuan P6 lebih dapat mengembalikan pemulihan tinggi tanaman mendekati perlakuan P1 setelah periode pemulihan tanaman. Dari berbagai perlakuan pemupukan, perlakuan P2 dan P4 menyebabkan penurunan tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pemupukan lainnya.

Untuk mengetahui bagaimana tampilan tanaman padi setelah periode pemulihan pasca terendam, dihitung persentase dari rata-rata data tinggi tanaman pada perlakuan P2 sampai P6 dibandingkan dengan tinggi tanaman pada perlakuan P1 (Gambar 2). Setelah periode pemulihan tanaman pasca cekaman terendam dihentikan, tinggi tanaman varietas padi yang memiliki gen Sub 1 (Inpara 3, 4, 5 dan BR11-Sub1) telah mencapai lebih dari 80 % dibandingkan dengan perlakuan tanpa cekaman terendam. Untuk varietas yang tidak memiliki gen sub-1, persentase tinggi tanamannya berturut-turut adalah Serendah Kuning (73,64%), IR 42 (60,25%), Rutti (45,09 %) dan Uffa (24,38 %).

Hasil penelitian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa berat kering tanaman setelah periode pemulihan tanaman mengalami penurunan yang tinggi akibat adanya cekaman terendam (perlakuan P2 – P6) dibandingkan dengan tanpa cekaman terendam (P1). Pada varietas Inpara 4, Inpara 5 dan BR11 sub1, perlakuan P6 telah mampu mengembalikan berat kering tanaman mendekati perlakuan P1. Varietas Inpara 3 yang juga memiliki gen Sub1 tampaknya mengalami stres yang tinggi, sehingga berat kering tanaman sangat rendah setelah periode pemulihan tanaman. Dalam kondisi cekaman terendam, berat kering rata-rata untuk perlakuan P2-P6 pada masing-masing varietas padi dapat dilihat pada Gambar 3A. Varietas Inpara 4, Inpara 5 dan BR11 sub1 menunjukkan kemampuan menghasilkan berat kering tanaman yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya. Pengaruh modifikasi pemupukan terhadap berat kering tanaman dapat dilihat pada Gambar 3B. Perlakuan P6 tampak jelas mampu meningkatkan berat kering tanaman dibandingkan dengan perlakuan P2-P5, walaupun masih lebih rendah dari perlakuan P1 yang tidak mengalami cekaman terendam.

Kandungan klorofil daun pada beberapa varietas tanaman dan perlakuan pemupukan disajikan pada Tabel 5. Pada perlakuan pemupukan dengan cekaman terendam cenderung menyebabkan penurunan kandungan klorofil daun tanaman padi setelah periode pemulihan tanaman. Varietas padi yang memiliki gen sub1 cenderung dapat mempertahankan kandungan klorofil daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas non sub1. Sedangkan varietas Serendah Kuning relatif memiliki rata-rata kandungan klorofil yang lebih tinggi dari varietas lokal lainnya.

Perlakuan perendaman pada tanaman dapat menurunkan kandungan karbohidrat yang terkandung dalam tanaman (Tabel 6). Varietas padi yang memiliki gen sub-1 seperti Inpara 3, Inpara 4, Inpara 5 dan BR 11 sub-1 lebih dapat mempertahankan

kandungan karbohidratnya bahkan pada saat proses perendaman. Perlakuan pemupukan dengan pemberian nitrogen setelah terendam (P3 dan P6) menunjukkan kandungan karbohidrat yang lebih tinggi. Secara tabulasi kandungan karbohidrat tertinggi diperoleh pada varietas BR 11 sub-1 pada perlakuan P6 yaitu 0,87.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi aplikasi unsur hara dapat meningkatkan vigor bibit padi dalam kondisi cekaman terendam. Perlakuan P6 (pemberian pupuk NPK, Pupuk Kandang, Si dan Zn, dengan nitrogen diberikan satu hari setelah perendaman) mampu meningkatkan persentase tanaman hidup, tinggi tanaman dan berat kering tanaman setelah periode pemulihan untuk hampir semua varietas padi yang digunakan. Sementara itu, untuk varietas padi yang toleran terhadap cekaman terendam, perlakuan P3 (pemberian pupuk NPK dengan nitrogen diberikan satu hari setelah perendaman) cukup mampu meningkatkan vigor bibit dalam kondisi cekaman terendam. Ismail (2009) menyebutkan bahwa pengelolaan unsur hara yang baik dalam periode pembibitan sebelum pemindahan bibit dapat berpengaruh besar terhadap tingkat hidup dan pemulihan bibit padi setelah terendam.

Dilihat dari varietas yang digunakan, varietas padi yang toleran terhadap cekaman terendam menunjukkan kemampuan bertahan yang tinggi terhadap cekaman terendam. Varietas Inpara 4, Inpara 5, dan BR11 Sub-1 lebih baik dibandingkan dengan Inpara 3. Untuk varietas yang tidak memiliki gen sub-1, varietas Serendah Kuning cenderung lebih baik dari varietas lainnya. Ismail *et al.*, (2009) menyebutkan bahwa dalam kondisi stres oksigen rendah, genotipe yang toleran akan berkecambah dan tumbuh dengan lebih cepat, dan lebih banyak bibit yang bertahan hidup. Kemampuan bibit untuk bertahan dalam cekaman terendam terjadi karena aktivitas amilase dan peroksidase (Magneschi & Perata, 2009), produksi etilen yang rendah (Jackson *et al.*, 1987; Kawano *et al.*, 2009) dan turunnya produksi hormon giberelin (Setter & Laureles, 1996, Qi *et al.*, 2011).

Vreizen (2003) menyatakan bahwa tanaman yang mempunyai karakter pemanjangan yang moderat dapat mengurangi penggunaan karbohidrat pada saat terendam. Hal ini sejalan dengan pendapat Ito *et al.* (1999) bahwa kecepatan memanjang tanaman merupakan mekanisme untuk menghindarkan tanaman dari pengaruh negatif tanaman yang kekurangan oksigen akibat terendam. Laju pemanjangan batang pada saat terjadi cekaman rendaman sangat mempengaruhi ketahanan tanaman padi dan kecepatan pemulihan tanaman pasca cekaman rendaman (Ismail *et al.* 2008; Suwignyo *et al.* 2008b). Luo *et al.* (2011) menyebutkan bahwa kemampuan pemulihan tanaman sangat dipengaruhi oleh kemampuan fotosintesis, pertumbuhan dan translokasi karbohidrat pasca cekaman terendam. Keberadaan gen Sub1A, selain merupakan hal penting untuk ketahanan terhadap cekaman terendam, juga terkait dengan peningkatan kemampuan tanaman untuk menghindari dehidrasi setelah tercekam terendam dan defisit air selama kekeringan (Fukao *et al.*, 2011).

Pemberian pupuk khususnya nitrogen sebelum dan sesudah perendaman sangat berpengaruh terhadap ketahanan vigor bibit. Aplikasi nitrogen setelah cekaman terendam (P3 dan P6) memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap vigor bibit. Dampak pemberian nitrogen seminggu sebelum terjadinya cekaman terendam akan lebih parah bila pemupukan ditambah dengan pupuk kandang (P4).

Kandungan klorofil dan karbohidrat tanaman sangat dipengaruhi oleh perlakuan pemupukan pada varietas yang diuji. Varietas-varietas yang mengandung gen sub-1 cenderung memiliki klorofil dan karbohidrat yang lebih tinggi dari varietas lokal

lainnya dalam kondisi terendam. Menurut Ella dan Ismail (2006), persentase tanaman hidup berkorelasi dengan kandungan klorofil a/b daun setelah rendaman. Sementara konsentrasi karbohidarat pada batang sebelum rendaman berkorelasi positif dengan persentase hidup tanaman padi setelah cekaman rendaman.

KESIMPULAN

Aplikasi unsur hara yang tepat dapat meningkatkan vigor bibit padi yang mengalami cekaman terendam. Pada tahap pembibitan, aplikasi pupuk NPK, Pupuk Kandang, Si dan Zn, dengan nitrogen diberikan satu hari setelah perendaman akan dapat meningkatkan vigor bibit setelah periode pemulihan pasca terendam. Dari varietas padi yang digunakan, varietas yang toleran terhadap cekaman terendam menunjukkan kemampuan bertahan yang tinggi terhadap cekaman terendam. Varietas Inpara 4, Inpara 5, dan BR11 Sub-1 lebih baik dibandingkan dengan Inpara 3. Untuk varietas yang tidak memiliki gen sub-1, varietas Serendah Kuning cenderung lebih baik dari varietas lokal lainnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari hibah penelitian Riset Insentif tahun 2010. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ehara H, Morita O, Noda M, Watanabe N. 1996. High nitrogen treatment prior to transplanting for low-input rice cultivation. Proceeding of the international symposium on Maximizing sustainable rice yields through improved soil and environmental management management. Charoen Thani Princess Hotel, Khon Kaen Thailand, November 11-17 1996.
- Ella ES, Ismail AM. 2006. Seedling nutrient status before submergence affects survival after submergence in rice. *Crop Sci.* 46:1673-1681.
- Fukao T, Yeung E, Bailey-Serres J. 2011. The submergence tolerance regulator SUB1A mediates crosstalk between submergence and drought tolerance in rice. *The Plant Cell* 23(1): 412-427.
- Grigg BC, Beyrouthy CA, Norman RJ, Gbur EE, Hanson MG, Wells BR. 2000. Rice responses to changes in flood water and N timing in southern USA. *Field Crop Res* 66:73-79.
- IRRI. 2008. Sub1 Rice News. Vol 1 No 2 Special issue, December 2007.
- Ismail AM, Vergara G, Mackill DJ. 2008. Towards enhanced and sustained rice productivity in flood-prone areas of South and Southeast Asia. Seminar Pekan Padi Nasional III. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi 22-24 Juli 2008.
- Ismail A. 2009. Increasing rice productivity in submergence-prone areas of Southeast Asia. Fact Sheet 4: management options in flood-prone areas. IRRI, Manila.
- Ismail AM, Ella ES, Vergara GV, Mackill DJ. 2009. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice (*Oryza sativa*). *Ann Bot* 103: 197-209.
- Ito O, Ella E, Kawano N. 1999. Physiological basis of submergence tolerance in rainfed lowland rice ecosystem. *Field Crops Res* 64:75-90.
- Jackson MB, Ram PC. 2003. Physiological dan molecular basis of susceptibility dan tolerance of rice plants to complete submergence. *Ann Bot* 91: 227-241

- Jackson MB, Waters I, Setter T, Greenway H. 1987. Injury to rice plants caused by complete submergence; a contribution by ethylene (ethene) *J. Exp. Bot.* 38 (11): 1826-1838.
- Jung, K, Seo Y, Walia H, Cao P, Fukao T, Canlas PE, Amonpant F, Bailey-Serres J, Ronald PC. 2010. The submergence tolerance regulator Sub1A mediates stress-responsive expression of AP2/ERF transcription factors. *Plant Physiol.* 152(3):1674-1692.
- Kawano N, Ito O, Sakagami J. 2009. Morphological and physiological responses of rice seedlings to complete submergence (flash flooding). *Ann Bot.* 103 (2): 161-169.
- Luo, F, Nagel KA, Scharr H, Zeng B, Schurr U, Matsubara S. 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 (1): 49-63.
- Magneschi L, Perata P. 2009. Rice germination and seedling growth in the absence of oxygen. *Ann Bot* 103: 181-196.
- Qi, W, Sun F, Wang Q, Chen M, Huang Y, Feng Y, Luo X, Yang J. 2011. Rice ethylene-response AP2/ERF factor OsEATB restricts internode elongation by down-regulating a gibberellin biosynthetic gene. *Plant Physiol* 157(1):216-228.
- Sharma AR, Ghosh A. 1999. Submergence tolerance and yield performance of lowland rice as affected by agronomic management practices in eastern India. *Field Crop Res* 63:187-198.
- Septiningsih EM, Pamplona AM, Sanchez DL, Neeraja CN, Vergara GV, Heuer S, Ismail AM, Mackill DJ. 2009. Development of submergence-tolerant rice cultivars: the *Sub1* locus and beyond. *Ann Bot.* 103 (2): 151-160.
- Setter TL, Laureles EV. 1996. The beneficial effect of reduced elongation growth on submergence tolerance of rice. *J. Exp. Bot.* 47 (10): 1551-1559.
- Suwignyo RA, Samboe ZA, Sihotang DFR, Waluyo. 1998. Tanggap beberapa varietas padi terhadap berbagai cara tingkat pembibitan di lahan lebak. *Jurnal Tanaman Tropika* 1:15-22.
- Suwignyo RA. 2005. Percepatan pertumbuhan kembali bibit padi pasca terendam setelah mendapat perlakuan "Plant Phyto regulator" dan Nitrogen. *Jurnal Tanaman Tropika* 8:45-52.
- Suwignyo RA, Zulvica F, Hendryansyah. 2008a. Adaptasi teknologi produksi padi di lahan rawa lebak. Upaya menghindari pengaruh negatif terendahnya tanaman padi melalui pengaturan aplikasi pupuk nitrogen. Seminar Pekan Padi Nasional III. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi 22-24 Juli 2008.
- Suwignyo RA, Zulvica F, Hakim L. 2008b. Respon beberapa varietas padi terhadap perlakuan nitrogen pada pembibitan dan pemberian silica melalui abu sisa pembakaran batubara. Seminar Pekan Padi Nasional III. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi 22-24 Juli 2008.
- Takahashi E. 1995. Uptake model and physiological functions of silica. p.420-433. In: T. Matsuo, K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, and H. Hirata (Eds.). Science of Rice Plant, Vol. 2, Physiology. Food and Agriculture Research Center, Tokyo.
- Vreinken ZZ, der Straeten DV. 2003. Regulation of submergence-induced enhanced shoot elongation in *Oryza sativa*. *Ann Bot.* 91:263-270.