

Rawa Lebak: Pemupukan dan Toleransi Tanaman Padi

by Gribaldi Gribaldi

Submission date: 29-Jun-2020 07:17PM (UTC+0700)

Submission ID: 1351312096

File name: Buku_Mono_graph_isbn_rawa_lebak.pdf (1.31M)

Word count: 12269

Character count: 75348

Dr. Ir. Gribaldi, M.Si

**Rawa Lebak:
Pemupukan dan Toleransi
Tanaman Padi**



Citrabooks Indonesia
Penerbit buku dan e-book

**Rawa Lebak:
Pemupukan dan Toleransi
Tanaman Padi**

Penulis:
Dr. Ir. Gribaldi, M.Si

ISBN:
978-602-7568-X-XX

Koordinator Penerbitan:
Andri Kurniawan, S.Kom

Penerbit:
Citrabooks Indonesia

Copy Editor:
Dwi Kusnadi

Redaksi dan Pemasaran:
Jl. Letnan Harun Sohar Komplek
PDK Blok E No. 12 Kebun Bunga,
Sukarami, Kota Palembang,
Sumatera Selatan
Telp: 0821183008381,
081271563128

Desain & Layout:
CISAgrafis

Palembang: Penerbit Citrabooks Indonesia
Cetakan Pertama, Juni 2017
15,5 x 23 cm, hlm. **xiv + 72**

HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip, menjiplak, memperbanyak baik sebagian maupun keseluruhan dari isi buku ini serta memperjualbelikannya tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Biografi Penulis



Dr. Ir. Gribaldi, MSi. Adalah dosen dan peneliti di Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Baturaja, yang dilahirkan di Pekanbaru, 15 April 1964. Penulis lulus dari Jurusan Agronomy Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tahun 1988, dan mendapat gelar Magister Sains (MSi) Prodi Ilmu Tanaman dengan konsentrasi Ekologi Tanaman pada Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya pada tahun 2001. Gelar Doktor dalam bidang ilmu Pertanian dari Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya pada tahun 2013. Selama dua puluh lima tahun terakhir diluar masa studi S3, penulis aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi, yang terdiri dari pendidikan dan pengajaran, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang berhubungan dengan ekologi tanaman, budidaya tanaman, dan pengelolaan lahan rawa lebak. Ketertarikan peneliti pada peningkatan produksi tanaman padi pada lahan rawa sebagai upaya membantu program pemerintah dalam mewujudkan kedaulatan pangan, dengan dasar ilmu-ilmu fisiologi, budidaya tanaman dan dilengkapi dengan pengalaman penelitian tentang cekaman rendaman pada tanaman padi pada beberapa tahun terakhir ini, penulis telah mencurahkan perhatiannya untuk mendalami pengaruh cekaman rendaman terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi dan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari kondisi cekaman rendaman tersebut. Beragam informasi dari artikel tentang pengaruh cekaman rendaman terhadap tanaman padi, baik bersumber dari jurnal Internasional maupun nasional telah memberikan inspirasi bagi penulis untuk menyusun buku ini. Buku ini merupakan buku perdana bagi penulis dan Inshaallah akan terbit buku-buku berikutnya. Buku ini penulis dedikasikan untuk kedua buah hati penulis, Wuri Handayani Eldi dan Winni Gianita Eldi, serta pendamping hidup penulis Ir. Nurlaili, MSi yang

banyak membantu dan memberi inspirasi dalam penyusunan buku ini, para mahasiswa sekalian.
E-mail: gribaldi64@yahoo.co.id

Kata Pengantar

Daftar Isi

Biografi Penulis.....	iii
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel.....	xiii
Bab 1 Pendahuluan.....	1
Bab 2 Karakteristik dan Ekosistem Lahan Rawa Lebak	5
Karakteristik Lahan Rawa Lebak	5
Klasifikasi Tanah Rawa Lebak Berdasarkan Sifat Fisik Tanah	6
Ekosistem Lahan Rawa Lebak	10
Bab 3 Pertanaman Padi di Lahan Rawa Lebak	13
Permasalahan Pengembangan Pertanaman Padi Lahan Rawa Lebak	14
Varietas Padi Toleran Rendaman	16
Bab 4 Cekaman Rendaman	23
Pengertian Cekaman	23
Cekaman Air.....	23
Cekaman Rendaman pada Tanaman Padi	24
Aspek Fisiologi dan Morfologi Tanaman Padi Terhadap Cekaman Terendam.....	26
Upaya Upaya Untuk Mengatasi Cekaman Rendaman.....	30
Bab 5 Pemupukan dan Toleransi Tanaman Padi Terhadap Cekaman Rendaman	37
Pengertian Pupuk.....	37

Toleransi Tanaman	38
Hubungan antara Pemupukan dan Toleransi Tanaman Padi Terhadap Cekaman Rendaman.....	39
Bab 6 Hasil-hasil Penelitian.....	43
1. Keragaan Beberapa Varietas Padi Terhadap Cekaman Rendaman Diberbagai Kondisi Kekeruhan Air.....	43
2. Pengaruh Pemupukan Setelah Terendam terhadap Peningkatan Toleransi, Pertumbuhan dan Hasil Padi 3. Kondisi Cekaman Rendaman.	50
3. Pengaruh Pemupukan terhadap Perubahan Morfofisiologi Dua Varietas Padi Kondisi Cekaman Rendaman.....	54
Daftar Pustaka	61
Glosari	67
Indeks	69

Daftar Gambar

Gambar 1.	8	ustrasi tipologi lahan rawa lebak.....	6
Gambar 2.		Pembagian zona lahan rawa di sepanjang daerah aliran sungai.....	9
Gambar 3.		Ekosistem rawa lebak yang habitatnya dominan ditumbuhi tumbuhan air	10
Gambar 4.		Ekosistem rawa lebak yang habitatnya dominan ditumbuhi semak dan pohon.....	11
Gambar 5.		Pertanaman padi pada rawa lebak Sumatera Selatan.....	16
Gambar 6.		Perbedaan respon varietas toleran dan intoleran terhadap produksi etilen, pemanjangan batang dan konsumsi karbohidrat selama kondisi terendam.....	27
Gambar 7.		Hubungan antara keterbatasan difusi gas dan cahaya pada kondisi cekaman rendaman serta pengaruhnya terhadap tanaman	28
Gambar 8.		Perubahan kondisi anaerob ke aerob dan responnya pada tanaman	29
Gambar 9.		Skema pengaruh perlakuan pemupukan dan varietas terhadap perubahan fisiologi, anatomi akar dan karakter agronomi serta pertumbuhan dan produksi padi, pada kondisi cekaman terendam.....	39
Gambar 10.		Pembentukan akar adventif pada varietas IR yang mengalami cekaman rendaman.....	41
Gambar 11.		Persentase tanaman hidup setelah periode pemulihan (28 hst) untuk masing-masing varietas padi pada kondisi cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air. K0: Tanpa	

	rendaman, K1: Rendaman Air Bening, K2: Rendaman Air ½ Keruh, K3: Rendaman Air Keruh. (BNT.05= 28,2).....	44
Gambar 12.	Berat kering tanaman (A) dan persentase berat kering tanaman perlakuan rendaman terhadap perlakuan tanpa rendaman (B) pada masing-masing kondisi kekeruhan air. K0: Tanpa rendaman, K1: Rendaman Air Bening, K2: Rendaman Air ½ Keruh, K3: Rendaman Air Keruh. (BNT.05= 31,6).....	45
Gambar 13.	Berat kering tanaman masing-masing varietas padi pada kondisi cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air. (BNT .05= 36,5).....	46
Gambar 14.	Hasil gabah (A) dan Persentase hasil gabah perlakuan perendaman terhadap tanpa rendaman (B) masing-masing varietas padi pada kondisi cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air.....	47
Gambar 15.	Berat kering tanaman akhir penelitian dua varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman rendaman air keruh.....	49
Gambar 16.	Pengaruh perlakuan pemupukan pada dua varietas padi terhadap hasil gabah (A) dan hasil gabah relatif (B) kondisi cekaman rendaman air keruh.....	50
Gambar 17.	Berat kering tanaman umur 42 hst, pada masing-masing varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam.....	52
Gambar 18.	Hasil gabah pada masing-masing varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam.....	56
Gambar 19.	Pengaruh pemupukan terhadap kandungan etilen pada akar, sesaat setelah periode cekaman terendam, pada varietas padi. V1:	

	3	Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.....	55
Gambar 20.		Penampang melintang akar padi yang membentuk aerenkima pada perlakuan pemupukan (a,c) dan tanpa pemupukan (b,d) pada varietas Inpara 5 dan IR 64 pada kondisi	
	3	rendam.....	55
Gambar 21.		Pengaruh pemupukan terhadap kandungan klorofil daun (A) dan nilai kandungan klorofil relatif pada daun, pengamatan 14 hst terhadap 7 hst (B), pada varietas padi. V1: Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.....	56
Gambar 22.		Pengaruh pemupukan terhadap kandungan N tanaman (A) dan nilai kandungan N relatif tanaman, pengamatan 14 hst terhadap 7 hst (B), pada varietas padi. V1: Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.....	56
Gambar 23.		Pola hubungan antara kandungan N tanaman dengan kandungan klorofil pada daun, pengamatan 14 HST terhadap 7 HST, pada	
	3	varietas padi.....	57
Gambar 24.		Pengaruh pemupukan terhadap kandungan karbohidrat (A) dan nilai kandungan karbohidrat relatif, pengamatan 14 hst terhadap 7 hst (B), pada varietas padi. V1: Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.....	57
Gambar 25.		Pengaruh pemupukan terhadap berat kering tanaman (A) dan nilai berat kering relatif tanaman, pengamatan 14 hst terhadap 7 hst (B), pada varietas padi. V1: Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.....	58

Gambar 26. Pola hubungan antara berat kering tanaman dengan kandungan karbohidrat, pengamatan 14 HST terhadap 7 HST, pada varietas padi..... 59

Daftar Tabel

Tabel 1.	Persentase tanaman hidup (%) pada dua varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman rendaman air keruh49
Tabel 2.	Pengaruh pemupukan setelah terendam pada dua varietas padi terhadap persentase tanaman hidup kondisi cekaman rendaman di air keruh 51

Bab 1

Pendahuluan

Meningkatnya jumlah penduduk dalam beberapa dasawarsa terakhir telah membawa beberapa dampak, baik dampak dalam skala regional maupun dampak secara global. Salah satu dampak yang paling terasa adalah penyediaan bahan pangan yang semakin sulit. Penyediaan bahan pangan yang semakin sulit tidak terlepas dari adanya alih fungsi lahan, dimana penggunaan lahan untuk pertanian yang merupakan tulang punggung penyediaan pangan beralih fungsinya untuk keperluan-keperluan lain seperti perumahan, tambang, industri, ataupun kegiatan non pertanian yang lain.

Sistem pertanian intensif yang ada, tidak akan mampu mencukupi penyediaan pangan kepada semua masyarakat ketika lahan pertanian yang subur semakin sempit luasannya. Intensifikasi yang berlebihan untuk mengejar produksi tanpa diikuti oleh peningkatan luasan lahan malah seperti hal yang cenderung dipaksakan dan banyak yang tidak sesuai dengan aspek ekologi. Akibatnya, sistem pertanian yang berkelanjutan sulit untuk dicapai. Untuk mencapai total produksi yang mencukupi untuk pemenuhan kebutuhan pangan, intensifikasi haruslah dikombinasikan dengan ekstensifikasi pertanian. Hal ini didasari atas sebuah fakta bahwa sebenarnya masih banyak lahan yang belum dimanfaatkan untuk usaha pertanian. Lahan yang dianggap tidak dapat digunakan sebagai usaha pertanian padahal memiliki potensi yang tinggi dengan sedikit tambahan pengelolaan. Salah

satu kawasan yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah kawasan rawa lebak.

Secara istilah, rawa lebak berasal dari bahasa jawa lebak yang berarti 'lembah atau dataran yang rendah'. Akan tetapi, secara umum, rawa lebak merupakan suatu daratan yang setiap tahunnya mengalami genangan minimal selama tiga bulan dengan genangan minimal 50 cm. Rawa lebak juga disebut dengan istilah rawa pedalaman karena kedudukannya yang menjorok jauh dari muara laut atau sungai. Lebih spesifik, rawa lebak adalah suatu wilayah dataran yang cekung yang dibatasi oleh satu atau dua tanggul sungai atau antara dataran tinggi dengan tanggul sungai.

Bentang lahan pada rawa lebak seperti pada sebuah mangkuk dengan bagian tengah yang cekung. Pada saat tergenang, bagian cekungan di tengah memiliki kedalaman yang paling dalam dan semakin ke tepi akan semakin dangkal. Pada musim hujan genangan akan mencapai 4-7 meter dan kering pada musim kemarau. Akan tetapi, pada tengah rawa yang berbentuk cekungan, genangan masih akan tetap ada walaupun mungkin tidak lebih dari 1 meter.

Dalam konteks yang lebih luas, rawa lebak dapat juga disebut dengan istilah *wetland*, *lowland*, *peatland*, *inland*, dan *deepwater land*. *Wetland* digunakan untuk menunjukkan bahwa wilayah tersebut basah sepanjang tahun dengan curah hujan 2000 mm per tahun dan memiliki bulan basah 7-6 bulan. *Lowland* digunakan untuk menunjukkan bahwa wilayah tersebut termasuk dataran rendah, sedangkan *peatland* digunakan untuk menggambarkan wilayah tersebut mengandung gambut yang cukup tebal. *Inland* dan *deep water land* digunakan untuk menunjukkan bahwa wilayah tersebut menjorok ke pedalaman dengan genangan yang terjadi sepanjang tahun.

Menurut Ngudiantoro (2010), potensi areal rawa lebak di Indonesia yang dapat dikembangkan menjadi lahan pertanian sekitar 13 juta ha, sedangkan di Sumatera Selatan diperkirakan

seluas 2,0 juta (Waluyo *et al.*, 2008). Namun demikian, potensi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal, dan umumnya hanya ditanami padi dengan produksi yang masih relatif rendah.

Dalam konteks pemanfaatan yang lebih luas, maka pembagian wilayah rawa lebak masih terbuka luas dan mutlak diperlukan agar dapat memberikan gambaran secara jelas, tepat, dan akurat berkenaan dengan watak dan keadaan wilayah yang sebenarnya sehingga pemanfaatan dapat secara optimal dan sesuai dengan potensi dan ekologi. Selama ini rawa lebak lebih banyak dikaitkan dengan potensinya untuk pengembangan pertanian, padahal banyak bidang dapat dikembangkan seperti perikanan, peternakan (pengembalaan), atau pariwisata berupa wisata alam (*ecotourism*). Rawa lebak yang mempunyai sifat spesifik dan kepentingan lingkungan perlu dijadikan wilayah cagar alam atau konservasi alam karena mengingat fungsi sosial dan ekologi yang perlu dilestarikan.

Optimalisasi dan penggalan potensi untuk pertanian pada lahan rawa lebak tidak terlepas dari adanya kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh lahan rawa lebak. Kelebihan yang dimaksud adalah (1) berpotensi sebagai sumber pertumbuhan produksi baru yang cukup memberikan harapan, (2) memiliki hamparan yang cukup luas, (3) memiliki nilai kompetitif dan komparatif untuk dikembangkan dengan beragam komoditas. Hal ini tidak terlepas dari ekologi lahan rawa lebak yang sesuai untuk beragam komoditas pertanian, (4) memiliki kekayaan kearifan lokal yang cukup potensial untuk digali dan dikembangkan.

Bab 2

Karakteristik dan Ekosistem Lahan Rawa Lebak

Karakteristik Lahan Rawa Lebak

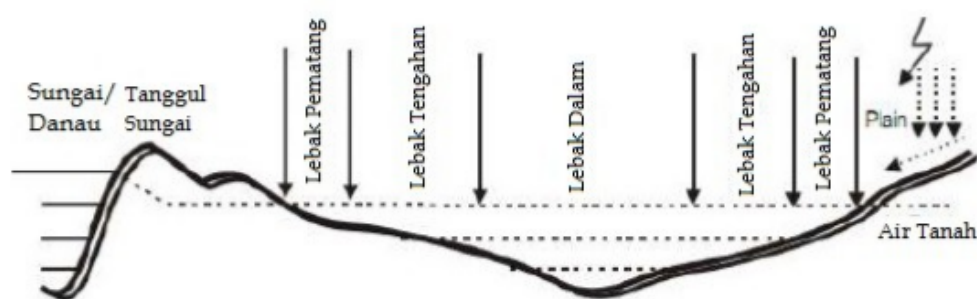
Lahan rawa lebak mempunyai karakter yang khas., yaitu terdapatnya genangan air pada periode waktu yang cukup lama. Air yang menggenang tersebut bukan merupakan akumulasi air pasang, tetapi berasal dari limpasan air permukaan di wilayah tersebut maupun wilayah sekitarnya karena topografinya yang lebih rendah. Berdasarkan tinggi permukaan air dan lamanya genangan air, maka lahan rawa lebak dikelompokkan menjadi 3, yaitu :

1. **Lahan rawa lebak dangkal**, tinggi permukaan air kurang dari 50 cm dan lama genangan air kurang dari 3 bulan.
2. **Lahan rawa lebak tengahan**, tinggi permukaan air 50 – 100 cm dan lama genangan air 3 -6 bulan.
3. **Lahan rawa lebak dalam**, tinggi permukaan air lebih dari 100 cm dan lama genangan air lebih dari 6 bulan (Wijaya Adhi, 1992).

Lebak dangkal dicirikan oleh ketinggian genangan air 50 cm, dengan lama genangan < 3 bulan yang secara analogis dapat disamakan dengan kategori Watun I- Watun II (istilah di Kalimantan Selatan). Kategori Watun I adalah areal sepanjang 300 depa yang diukur dari tepi rawa dalam hal ini adalah lahan pekarangan kearah tengah rawa. Satu depa setara dengan 1,7 m sehingga Watun I merupakan areal sepanjang 510 m kearah tengah

rawa, sedangkan Watun II merupakan areal yang posisinya lebih dalam dari Watun I (Noor, 2007).

Rawa lebak dangkal umumnya mempunyai tingkat kesuburan tanah yang lebih tinggi, karena pengayaan endapan lumpur yang dibawa air sungai. Rawa lebak tengahan mempunyai genangan air yang lebih dalam dan lebih lama, sehingga waktu surutpun lebih lama. Bila ditanami padi waktunya bisa lebih belakangan/lama. Sedangkan rawa lebak dalam apabila iklim normal, lahannya masih berair, sering ditumbuhi gulma, terutama jenis *Paspalidium*. Wilayah ini merupakan reservoir air dan sumber berbagai jenis ikan perairan umum. Lahan ini baru bisa digunakan secara optimal untuk pertanaman pada saat kemarau panjang. Dengan kata lain lahan rawah lebak dapat berfungsi sebagai tempat penampung banjir, habitat ikan dan udang, sumber pangan dan gizi serta sebagai tempat rekreasi.



Gambar 1
Ilustrasi tipologi lahan rawa lebak

Klasifikasi Tanah Rawa Lebak Berdasarkan Sifat Fisik Tanah

Tanah-tanah di lahan rawa lebak, baik di wilayah tanggul sungai maupun di rawa belakang, secara morfologis mempunyai kenampakan mirip dengan tanah marin di lahan rawa pasang surut air tawar. Hanya bedanya, karena tanah-tanah di rawa lebak bukan

merupakan endapan marin, maka tanah rawa lebak tidak mengandung pirit. Namun, di wilayah peralihan dengan rawa pasang surut air tawar, lapisan pirit masih mungkin diketemukan, tetapi biasanya pada kedalaman 50-70 cm atau lebih dari 120 cm.

Secara skematis, pembagian tanah pada lahan rawa lebak berdasarkan ketebalan gambut, dan kedalaman lapisan bahan sulfidik. Ada dua kelompok tanah pada lahan lebak, yaitu Tanah Gambut, dengan ketebalan lapisan gambut >50 cm, dan Tanah Mineral, dengan ketebalan lapisan gambut di permukaan 0-50 cm. Tanah mineral yang mempunyai lapisan gambut di permukaan antara 20-50 cm disebut Tanah Mineral Bergambut. Sedangkan Tanah Mineral murni, sesuai kesepakatan, hanya memiliki lapisan gambut di permukaan tanah setebal <20 cm.

Tanah Gambut biasanya menempati wilayah Lebak Tengahan dan Lebak Dalam, khususnya di cekungan-cekungan, dan sebagian besar merupakan gambut-dangkal (ketebalan gambut antara 50-100 cm), dan sebagian kecil merupakan gambut-sedang (ketebalan gambut 100-200 cm). Gambut yang terbentuk umumnya merupakan gambut topogen, tersusun sebagian besar dari gambut dengan tingkat dekomposisi sudah lanjut, yaitu gambut saprik. Sebagian lapisan tersusun dari gambut hemik. Seringkali mempunyai sisipan-sisipan bahan tanah mineral di antara lapisan gambut (Subagyo, 2006). Warna tanahnya coklat sangat gelap (7,5YR 2,5/2), atau hitam (10YR 3/2), reaksi gambut di lapang termasuk masam-sangat masam (pH 4,5-6,0). Kandungan basa-basa (hara) rendah (total kation: 1-6 me/100 g tanah), dan kejenuhan basanya juga rendah (KB: 3-10%). Sebagian gambut di lebak dalam, mempunyai tingkat dekomposisi bahan gambut tengahan, yaitu gambut hemik. Warnanya relatif sama, coklat sangat gelap atau hitam, reaksi tanah masam (pH 6,0), dan kesuburan tanah masih termasuk rendah.

Dalam klasifikasi Taksonomi Tanah, tanah-tanah tersebut masuk dalam ordo Histosols, dalam tingkat (subgrup) Typic/Hemic

Haplosaprists, Terric Haplosaprists, dan Terric Haplohemists. Tanah gambut, sebagai Haplosaprists dangkal (antara 50-100 cm), sebagian ditemukan di lebak tengahan, dan sebagai Haplohemists dan Haplosaprists dangkal umumnya lebih banyak ditemukan di bagian lebak dalam (Soil Survey Staff, 2001)

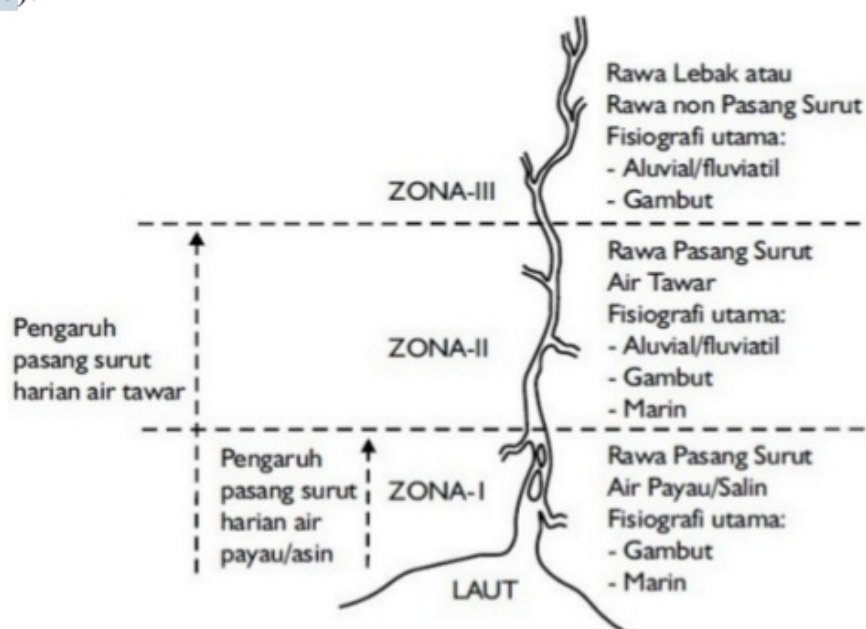
Tanah Mineral yang menyusun lahan rawa lebak, hampir seluruhnya berkembang atau terbentuk dari bahan endapan sungai. Tetapi di wilayah peralihan antara zona II (lahan rawa pasang surut air tawar) dan zona III (lahan rawa lebak), di bagian bawah profil tanah lebak ditemukan lapisan yang mengandung bahan sulfidik (pirit). Tanah yang mengandung lapisan bahan sulfidik, dengan sendirinya termasuk tipologi lahan rawa pasang surut yang disebut Lahan Potensial.

Berdasarkan letak kedalaman bahan sulfidik dari permukaan tanah, dikenal Lahan Potensial-1, jika kedalaman lapisan bahan sulfidik lebih dari 100 cm, dan Lahan Potensial-2, jika kedalaman lapisan bahan sulfidik terletak antara 50-100 cm. Pengelolaan dan penataan lahan yang mengandung bahan sulfidik harus lebih berhati-hati, dan pemanfaatannya untuk pertanian harus mengikuti sistem penataan lahan yang berlaku untuk lahan pasang surut. Secara umum, pengelolaan lahan untuk tanah mineral yang berbahan induk bahan endapan sungai, lebih mudah karena bebas dari bahan sulfidik.

Dalam Taksonomi Tanah, tanah mineral pada lahan lebak termasuk dalam ordo Entisols dan Inceptisols. Oleh karena termasuk “tanah basah” (wetsoils), semuanya masuk dalam subordo Aquents, dan Aquepts. Klasifikasi lebih lanjut pada tingkat subgrup, baik untuk Lahan Potensial-1 dan Lahan Potensial-2 maupun Tanah Rawa Lebak normal dan Tanah Mineral Bergambut (Soil Survey Staff, 2001).

Tanah-tanah mineral yang menempati lebak pematang, umumnya termasuk Inceptisols basah, yakni (subgrup) Epiaquepts dan Endoaquepts, dan sebagian Entisols basah yaitu Fluvaquents.

Pada lebak tengahan, yang dominan adalah Entisols basah, yakni Hydraquents dan Endoaquents, serta sebagian Inceptisols basah, sebagai Endoaquepts. Kadang ditemukan gambut-dangkal, yakni Haplosaprists. Pada wilayah lebak dalam yang air genangannya lebih dalam, umumnya didominasi oleh Entisols basah, yakni Hydraquents dan Endoaquents, serta sering dijumpai gambut-dangkal, Haplohemists dan Haplosaprists. Tekstur tanah rawa lebak umumnya dicirikan oleh kandungan fraksi liat dan debu yang tinggi, tetapi fraksi pasimya sangat rendah. Tekstur tanah terbanyak adalah liat berat (hC), liat (C), dan liat berdebu (SiC). Tekstur tanah Lebak pematang lebih bervariasi, dari halus (hC,C) sampai sedang (SiL, L), terkadang juga dijumpai tekstur relatif kasar (SL). Tekstur lebak Tengahan relatif halus (hC, C, SiC, dan SiCL), sedangkan tekstur Lebak Dalam sangat halus (hC dan SiC), dengan kandungan liat yang sangat tinggi (55-80 %) (Subagyo, 2006).



8

Gambar 2

Pembagian zona lahan rawa di sepanjang daerah aliran sungai (Subagyo 2006)

Ekosistem Lahan Rawa Lebak

Ekosistem lahan rawa memiliki sifat khusus yang berbeda dengan ekosistem lainnya. Lahan rawa dibedakan menjadi lahan rawa pasang surut dan lahan rawa non pasang surut (lebak). Lahan rawa pasang surut adalah lahan yang airnya dipengaruhi oleh pasang surut air laut atau sungai, sedangkan lahan lebak adalah lahan yang airnya dipengaruhi oleh hujan, baik yang turun di wilayah setempat atau di daerah lainnya disekitar hulu.

Ekosistem rawa lebak merupakan ekosistem dengan habitatnya yang sering digenangi air, dengan kondisi permukaan air tidak selalu tetap. Ekosistem rawa lebak banyak ditumbuhi oleh beragam jenis vegetasi. Hal ini disebabkan oleh terdapatnya beragam jenis tanah pada berbagai ekosistem rawa lebak. Di beberapa daerah pada rawa-rawa tersebut ditumbuhi rumput, ada pula yang hanya ditumbuhi jenis pandan atau palem yang dominan, bahkan ada pula yang menyerupai hutan-hutan dataran rendah.



Gambar 3

Ekosistem rawa lebak yang habitatnya dominan ditumbuhi tumbuhan air



Gambar 4
Ekosistem rawa lebak yang habitatnya dominan ditumbuhi semak dan pohon

Bab 3

Pertanaman Padi Lahan Rawa Lebak

Padi merupakan salah satu komoditas pangan yang dibudidayakan hampir di seluruh wilayah di Indonesia. Selain itu, toleransi padi pada berbagai kondisi iklim dan tanah yang luas membuat padi banyak dibudidayakan masyarakat. Lahan rawa lebak memiliki beragam potensi yang sangat berguna bila mampu menggalinya. Salah satu potensi yang ada di lahan rawa lebak adalah potensi untuk bidang pertanian. Lebih spesifik lagi, potensi lahan rawa lebak adalah untuk pertanaman padi.

Sistem tanam padi pada lahan rawa lebak sangat tergantung pada keadaan musim dan ketinggian genangan di lahan. Sistem tanam padi dapat berupa sistem sawah, gogo rancah, rancah gogo, atau gogo tergantung pada musim dan ketersediaan air. Jika menggunakan sistem sawah, maka tanam dilakukan pada musim hujan atau pada awal akhir musim hujan. Sistem gogo dilakukan pada musim kemarau dan air masih tersedia. Sistem gogo rancah penanaman dilakukan pada akhir musim kemarau atau awal musim hujan. Rancah gogo dilakukan pada akhir musim hujan menjelang musim kemarau.

Varietas padi yang umum dibudidayakan pada lahan rawa lebak sangat tergantung pada musim. Pada musim kemarau dimana genangan air di lahan rawa lebak tidak terlalu tinggi, varietas padi yang banyak ditanam petani adalah varietas yang memiliki umur yang pendek, dan memiliki tinggi tanaman yang tidak terlalu

tinggi, seperti IR 42, IR 64, dan Ciherang. Sedangkan pada musim penghujan, varietas padi yang banyak ditanam petani, seperti tapus, nagara, pegagan, dan serendah kuning. Varietas ini umumnya toleran terhadap genangan air yang tinggi karena memiliki tinggi tanaman yang cukup tinggi dan mampu memperpanjang batang yang cepat untuk menghindari dari kondisi terendam.

Permasalahan Pengembangan Pertanaman Padi Lahan Rawa Lebak

Lahan rawa lebak merupakan salah satu alternatif dalam usaha peningkatan produksi pertanian khususnya padi, namun produksinya masih relatif rendah. Permasalahan yang perlu diatasi untuk pengembangan tanaman padi pada lebak pematang pada:

Musim kemarau :

- Menyurutnya air kadang lambat, kadang cepat, sehingga menyulitkan penentuan saat tanam dan hubungannya dengan kondisi bibit di persemaian.
- Sering terjadi cekaman kekeringan sehingga banyak bulir yang hampa

Musim hujan:

- Bibit yang baru ditanam rentan terendam
- Pemupukan tidak efektif akibat genangan air
- Serangan hama tikus

Sedangkan pada Lebak Tengahan permasalahan yang perlu diatasi adalah:

Musim kemarau:

- Populasi gulma padat
- Cekaman kekeringan
- Kesuburan tanah sedang

Musim hujan:

- Genangan air cukup tinggi bisa mencapai 100 cm, sehingga sulit untuk mengembangkan tanaman pada musim hujan.

Lebak dalam dicirikan oleh ketinggian genangan air di atas 100 cm, dengan lama genangan lebih dari 6 bulan. Pada musim kemarau dengan kondisi iklim yang normal umumnya wilayah ini masih ada genangan air. Wilayah rawa lebak dalam sangat jarang digunakan untuk budidaya pertanian, kecuali pada musim kering yang panjang akibat adanya anomali iklim seperti El-Nino. Pada kondisi demikian beberapa wilayah memang potensial untuk perluasan areal tanaman padi kecuali yang g₆ambutnya tebal > 1m.

Melihat dari permasalahan utama dari budidaya padi di lahan rawa lebak terutama pada musim hujan adalah tinggi genangan air. Masih sulit diprediksinya tinggi genangan air pada system budidaya padi di lahan rawa lebak, sehingga petani sering menghadapi resiko ter₆damnya tanaman padi pada fase pertumbuhan vegetatif. Genangan air yang terlalu₆nggi selama fase vegetatif akibat banjir dan hujan lebat yang terjadi setelah bibit dipindahkan ke lapang merupakan kendala pertumbuhan yang menyebabkan rendahnya produksi padi lebak.

Rendaman yang mengakibatkan cekaman terhadap tanaman padi di wilayah Selatan dan Asia tenggara diperkirakan mencapai 15 juta hektar setiap tahunnya (Septiningsih *et al.*, 2009). Luas areal pertanian padi yang mengalami cekaman terendam karena banjir diperkirakan akan semakin bertambah karena terjadi peningkatan curah hujan dan kenaikan permukaan air laut akibat terja₁nya pemanasan global..

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan toleransi tanaman padi terhadap kondisi terendam air antara lain melalui penggunaan kultivar toleran rendaman dan perbaikan metode manajemen budidaya tanaman (Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, 2008). Kultivar yang berkemampuan memanjang pada saat

tanaman terendam merupakan kultivar yang cocok untuk kondisi lahan rawa lebak, namun hal ini perlu diikuti dengan karakter lain sehingga pemanjangan tanaman tidak menguras energi tanaman yang dibutuhkan untuk proses metabolisme dan pemeliharaan internal tanaman. Tanaman yang mempunyai karakter pemanjangan yang moderat dapat mengurangi penggunaan karbohidrat pada saat terendam (Vriezen *et al.*, 2003). Tanaman padi varietas IR64 yang mengandung gen *Sub-1* merupakan salah satu varietas yang diharapkan akan menjawab berbagai fenomena yang disebutkan di atas.



Gambar 5
Pertanaman padi pada rawa lebak Sumatera Selatan

Varietas Padi Toleran Rendaman

Pertanaman padi di rawa lebak atau di lahan sawah rawan rendaman yang kini semakin meluas dan sering terjadi memiliki kendala utama yaitu tingkat produktivitas rendah, tidak stabil karena terganggu rendaman air, dan intensitas pertanaman masih

kurang, padahal potensi produksi lahan-lahan tersebut sangat besar. Lahan lebak yang diusahakan petani secara tradisional baru seluas 729.000 ha, sedangkan lahan lebak dangkal dan lebak tengahan yang sesuai untuk pertanaman padi tersedia sekitar 10 juta ha masih merupakan lahan tidur (Makarim *et al.*, 2009). Untuk itu perlu upaya peningkatan produksi padi melalui perluasan areal dan peningkatan produktivitas, salah satunya melalui penggunaan varietas adaptif dan berdaya hasil tinggi (Las *et al.*, 2004).

Varietas Inpara 3 dilepas pada tahun 2008. Inpara 3 hasil persilangan dari IR 69256 dan IR 43524-55-1-3-2. Inpara 3 agak toleran rendaman selama 6 hari pada fase vegetatif, agak toleran keracunan unsur Fe dan Al, baik ditanam di daerah rawa lebak, rawa pasang surut potensial dan di sawah irigasi yang rawan terhadap banjir. Varietas Inpara 3 termasuk dalam golongan cere indica, tekstur nasi pera, dengan umur tanaman 127 hari, tinggi tanaman 108 cm, bentuk tanaman tegak, dengan jumlah anakan produktif 17 anakan. Potensi hasil Inpara 3 mencapai 5,6 ton/ha, dengan rata-rata hasil 4,6 ton/ha (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2009).

Tahun 2006 padi varietas IR64 oleh IRRI dikembangkan menjadi varietas padi toleran rendaman dengan mentransfer gen *Sub-1* dari galur FR13A toleran rendaman. Padi IR64 *Sub-1* (Inpara 5) memiliki karakteristik umur berbunga 83-86 hari, umur panen 112-116 hari, tinggi tanaman 90-95 cm, kadar amilosa 22 %, gabah isi per malai sebanyak 83 butir, tekstur nasi sedang, toleran terhadap rendaman penuh selama 14 hari, dan peka terhadap penyakit hawar daun bakteri (IRRI dan Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 2009). Varietas padi IR 64 *Sub-1* banyak digunakan di Asia terutama di Asia Tenggara termasuk Indonesia untuk berbagai penelitian. Padi varietas IR64 *Sub-1* ini juga telah digunakan petani di beberapa daerah yang rawan banjir untuk mengurangi resiko kegagalan panen pada saat terjadinya

musim hujan akibat perubahan iklim yang tidak menentu (Septiningsih *et al.*, 2009).

Beberapa varietas padi toleran rendaman telah teridentifikasi, tetapi umumnya kemampuan kombinasi dan sifat agronominya (tanaman terlalu tinggi, sensitif penyakit dan hama serangga, produktivitas rendah) kurang memenuhi untuk kultivasi skala besar (Mohanty *et al.*, 2000). Oleh karena itu sifat toleransi rendaman perlu diintroduksi pada varietas padi populer yang lebih produktif. FR13A merupakan kultivar yang paling banyak digunakan sebagai sumber plasma nutfah dalam pengembangan varietas baru toleran rendaman (Sarkar *et al.*, 2006).

Diskripsi beberapa varietas padi toleran rendaman yang dianjurkan pada sawah-sawah rawan banjir sebagai upaya untuk mengurangi penurunan produksi akibat cekaman rendaman sebagai berikut:

Diskripsi Padi Toleran Rendaman Varietas Inpara 3

Nomor seleksi	:	IR 70213-9CPA-12-UBN-2-1-3-1
Asal seleksi	:	IR69256/IR43524-55-1-3-2
Umur Tanaman	:	127 hari
Bentuk tanaman	:	Tegak
Tinggi tanaman	:	108 cm
Daun bendera	:	Tegak
Bentuk gabah	:	Sedang
Warna gabah	:	Kuning
Kerontokan	:	Sedang
Kerebahan	:	Sedang
Tekstur nasi	:	Pera
Kadar amilosa	:	28,6 %
Indeks glikemik	:	59,2
Rata-rata hasil	:	4,6 t/ha
Potensi hasil	:	5,6 t/ha
Ketahanan terhadap		
• Hama	:	Agak tahan terhadap wereng batang coklat biotipe 3
• Penyakit	:	Tahan terhadap blas 101, 123, 141, dan 373 Rentan terhadap hawar dan bakteri
• Cekaman abiotik	:	Agak toleran terhadap rendaman selama 6 hari pada fase vegetatif Agak toleran terhadap keracunan Fe dan Al
Anjuran tanam	:	Baik ditanam di daerah rawa lebak, rawa pasang surut Potensial dan di sawah irigasi yang rawan terhadap banjir
Pemulia	:	Aris Hairmansis, B. Kustianto, Sumarno, Supartopo, Izar Khairullah, dan S. Sarkarung (IRRI)
Tahun dilepas	:	2008

Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2014.

Diskripsi Padi Toleran Rendaman Varietas Inpara 4

Nomor seleksi	:	IR05F101
Asal seleksi	:	Introduksi dari IRRI
Umur Tanaman	:	135 hari
Bentuk tanaman	:	Tegak
Tinggi tanaman	:	94 cm
Daun bendera	:	Tegak
Warna gabah	:	Kuning
Kerontokan	:	Sedang
Kerebahan	:	Tahan
Tekstur nasi	:	Pera
Kadar amilosa	:	29 %
Indeks glikemik	:	50,9
Rata-rata hasil	:	4,7 t/ha
Potensi hasil	:	7,6 t/ha
Ketahanan terhadap		
• Hama	:	Agak tahan terhadap wereng batang coklat biotipe 3
• Penyakit	:	Tahan terhadap hawar daun patotipe IV dan VIII
• Cekaman abiotik	:	Toleran terendam selama 14 hari pada fase vegetatif
Anjuran tanam	:	Baik ditanam di daerah rawa lebak dangkal dan sawah rawan banjir
Pemulia	:	D.J. Mackill, A.M. Pamplona (IRRI), Aris Hairmansis, B. Kustianto, Sumarno, dan Supartopo
Tahun dilepas	:	2010

Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2014.

Diskripsi Padi Toleran Rendaman Varietas Inpara 5 (IR 64 Sub 1)

Nomor seleksi	:	IR07F102
Asal seleksi	:	Introduksi dari IRRI
Umur Tanaman	:	115 hari
Bentuk tanaman	:	Tegak
Tinggi tanaman	:	92 cm
Daun bendera	:	Tegak
Bentuk gabah	:	Ramping
Warna gabah	:	Kuning
Kerontokan	:	Sedang
Kerebahan	:	Sedang
Tekstur nasi	:	Sedang
Kadar amilosa	:	25,2 %
Indeks glikemik	:	59
Rata-rata hasil	:	4,5 t/ha
Potensi hasil	:	7,2 t/ha
Ketahanan terhadap		
• Hama	:	Agak rentan terhadap wereng batang coklat biotipe 3
• Penyakit	:	Tahan terhadap hawar daun patotipe IV dan VIII
• Cekaman abiotik	:	Toleran terendam selama 14 hari pada fase vegetatif
Anjuran tanam	:	Baik ditanam di daerah rawa lebak dangkal dan sawah rawan banjir
Pemulia	:	D.J. Mackill, A.M. Pamplona (IRRI), Aris Hairmansis, B. Kustianto, Sumarno, dan Supartopo
Tahun dilepas	:	2010

Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2014.

Diskripsi Padi Toleran Rendaman Varietas Inpari 30 (Ciherang Sub 1)

Nomor seleksi	: IR09F436
Asal seleksi	: Ciherang/IR64Sub1/Ciherang
Umur Tanaman	: 111 hari setelah semai
Bentuk tanaman	: Tegak
Tinggi tanaman	: 101 cm
Daun bendera	: Tegak
Bentuk gabah	: Panjang ramping
Warna gabah	: Kuning bersih
Kerontokan	: Sedang
Kerebahan	: Sedang
Tekstur nasi	: Pulen
Kadar amilosa	: 22,4 %
Berat 1000 butir	: 27 gram
Rata-rata hasil	: 7,2 t/ha
Potensi hasil	: 9,6 t/ha
Ketahanan terhadap	
• Hama	: Agak rentan terhadap wereng batang coklat biotipe 1 dan 2. Rentan terhadap biotipe 3.
• Penyakit	: Agak rentan terhadap hawar daun bakteri patotipe III. Rentan terhadap patotipe IV dan VIII.
Anjuran tanam	: Cocok ditanam di sawah irigasi dataran rendah sampai ketinggian 400 m dpl didaerah luapan sungai, cekungan, dan rawan banjir lainnya dengan rendaman keseluruhan fase vegetatif selama 15 hari.
Pemulia	: Yudhistira Nugraha, Supartopo, Nurul Hidayatun, Endang Septiningsih (IRRI), Alfaro Pamplona (IRRI), Dan David J Mackill (IRRI).
Tahun dilepas	: 2012

Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2014.

Bab 4

Cekaman Rendaman

Pen⁷ertian Cekaman

Stres (cekaman) biasanya didefinisikan sebagai faktor luar yang tidak menguntungkan yang berpengaruh buruk terhadap tanaman (Fallah, 2006). Campbell (2003), mendefinisikan cekaman sebagai kondisi lingkungan yang dapat memberi pengaruh buruk pada pertumbuhan, reproduksi, dan kelangsungan hidup tumbuhan.

Menurut Hidayat (2002), pada umumnya cekaman lingkungan pada tumbuhan dikelompokkan menjadi dua, yaitu: (1) cekaman biotik, terdiri dari: (a) kompetisi intra spesies dan inter spesies, (b) infeksi oleh hama dan penyakit, dan (2) cekaman abiotik berupa: (a) suhu (tinggi dan rendah), (b) air (kelebihan dan kekurangan), (c) radiasi (ultraviolet, infra merah, dan radiasi mengionisasi), (d) kimiawi (garam, gas, dan pestisida), (e) angin, dan (f) suara.

Cekaman Air

Faktor air dalam fisiologi tanaman merupakan faktor utama yang sangat penting. Tanaman tidak akan dapat hidup tanpa air, karena air adalah matrik dari kehidupan, bahkan makhluk lain akan punah tanpa air. Kramer menjelaskan tentang betapa pentingnya air bagi tumbuh-tumbuhan; yakni air merupakan bagian dari protoplasma (85-90%) dari berat keseluruhan bahagian hijau tumbuh-tumbuhan (jaringan yang sedang tumbuh) adalah air. Selanjutnya dikatakan bahwa air merupakan reagen yang penting dalam proses-proses fotosintesa dan dalam proses-proses hidrolik.

Disamping itu juga merupakan pelarut dari garam-garam, gas-gas dan material-material yang bergerak kedalam tubuh tumbuhan, melalui dinding sel dan jaringan esensial untuk menjamin adanya turgiditas, pertumbuhan sel, stabilitas bentuk daun, proses membuka dan menutupnya stomata, kelangsungan gerak struktur tubuh-tumbuhan. Peran air yang sangat penting tersebut menimbulkan konsekuensi bahwa langsung atau tidak langsung kelebihan maupun kekurangan air pada tanaman akan mempengaruhi semua proses metabolisme sehingga dapat menurunkan pertumbuhan tanaman.

Pengaruh cekaman air terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada tingkat cekaman yang dialami dan jenis atau kultivar yang ditanam. Pengaruh awal dari tanaman yang mendapat cekaman air adalah terjadinya hambatan terhadap pembukaan stomata daun yang kemudian berpengaruh besar terhadap proses fisiologis dan metabolisme dalam tanaman.

Cekaman air berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap tanaman. Gardner *et al.* (1985) menyatakan bahwa cekaman air mempengaruhi semua aspek pertumbuhan tanaman, termasuk proses fisiologis dan biokimia tanaman serta menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan morfologi tanaman.

Cekaman Rendaman pada Tanaman Padi

Kondisi lingkungan yang terendam air difusi gas lebih lambat 10^4 kali dibanding dengan di udara (Armstrong dan Drew, 2002). Meskipun sejumlah gas seperti O_2 , CO_2 , dan lainnya diproduksi oleh bagian tertentu tanaman saat tercekam rendaman, namun konsumsi gas oleh tanaman menurun karena laju difusi yang rendah. Selain itu transmisi cahaya menjadi rendah, yang mengakibatkan laju fotosintesis berkurang.

Penetrasi cahaya yang dapat ditangkap tanaman ketika terendam sangat tergantung pada kekeruhan dan ketinggian

rendaman. Kekeruhan air berpengaruh nyata terhadap kecepatan pemanjangan batang. Perendaman dengan menggunakan air bening, pemanjangan batang lebih lambat dibandingkan dengan tanaman yang direndam dengan air keruh dan setengah keruh (Makarim *et al.*, 2009). Hasil penelitian Gribaldi (2016), kerusakan tanaman padi kondisi cekaman rendaman pada air keruh lebih besar dibanding dengan air setengah keruh dan bening. Semakin keruh air rendaman maka semakin besar terjadi kerusakan pada tanaman, sehingga persentase tanaman hidup pada air keruh lebih rendah dibanding dengan air setengah keruh maupun air bening.

Di daerah India Timur, pada ketinggian rendaman air 40 cm dari dasar tanah penetrasi radiasi matahari berkurang sampai 99% (Setter *et al.*, 1995). Selanjutnya tingkat cekaman rendaman terhadap suatu tanaman ditentukan juga oleh faktor lingkungan lainnya seperti turbulensi air, benturan fisik dengan materi yang terbawa banjir dan kekeruhan air karena adanya kotoran, ganggang, serta gulma air (Jackson and Ram, 2003; Das *et al.*, 2005).

Cekaman rendaman terhadap tanaman padi dapat dikelompokkan berdasarkan durasi dan ketinggian rendaman. Berdasarkan durasi cekaman rendaman dibedakan menjadi:

1. Terendam sesaat (*flash flood*)
Terendam sesaat biasanya terjadi jika tanaman padi terendam air kurang dari dua minggu, kemudian air surut kembali. Jenis rendaman ini merupakan tipologi daerah daerah tadah hujan, pasang surut dan tepian sungai.
2. Terendam stagnan (*stagnant flood*) .
Pada cekaman terendam stagnan ketinggian air relatif stabil selama lebih dari tiga minggu dengan ketinggian yang bervariasi antara lokasinya. Jenis rendaman ini merupakan tipologi daerah rawa lebak (Nugroho *et al.*, 1993).

Berdasarkan ketinggian air yang merendam tanaman, menurut (Setter *et al.*, 1987b), dapat dikelompokkan menjadi:

1. *Partial submergence* (terendam sebagian), jika 40-99% bagian atas tanaman terendam air.
2. *Complete submergence*, jika seluruh bagian tanaman terendam air.

Potensi areal terkendala cekaman ⁶erendam untuk dikembangkan menjadi areal pertanian masih sangat luas, untuk lahan pasang surut saja diperkirakan seluas 9.53 juta dan untuk daerah rawa lebak diperkirakan mencapai 13.5 juta hektar yang terdiri dari (1) lebak dangkal yang genangan airnya kurang dari tiga bulan dan kedalaman air kurang dari 50 cm, seluas 4,17 juta hektar, (2) lebak tengahan yang genangan air 3-6 bulan dengan kedalaman air 50-100 cm, seluas 6,08 juta hektar dan (3) lebak dalam yang genangan air lebih dari 100 cm seluas 3,04 juta hektar (Makarim *et al.*, 2009)

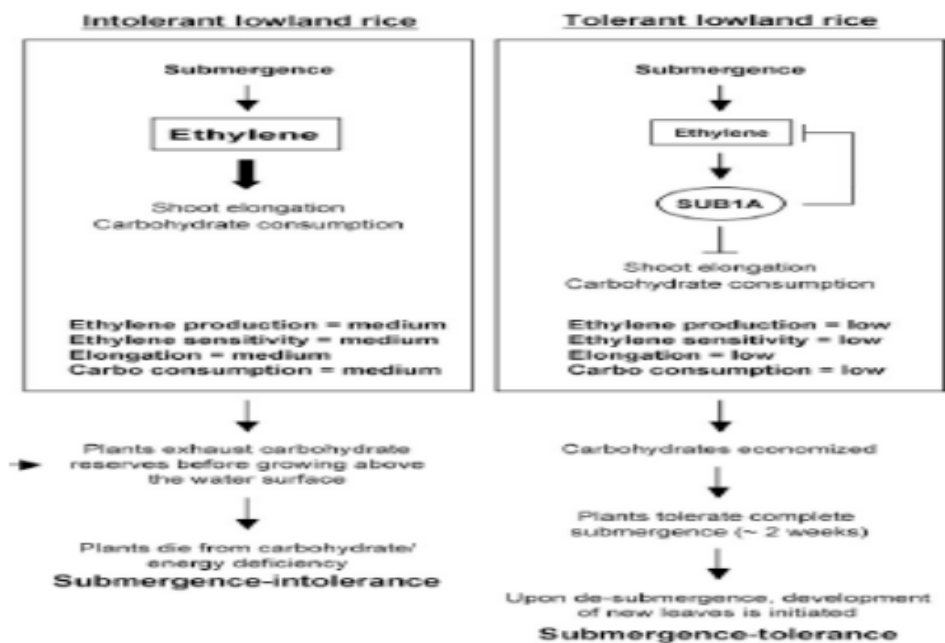
Aspek Fisiologi dan Morfologi Tanaman Padi Terhadap Cekaman Terendam

Aspek Fisiologi

Ada dua perubahan lingkungan yang terjadi saat terendam, yaitu aerobik ke anaerobik dan sebaliknya dari anaerobik ke aerobik setelah air berkurang. Faktor kunci untuk adaptasi dari aerobik ke anaerobik adalah suplai energi.

Asimilasi karbon selama terendam akan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suplai CO₂, radiasi matahari, kapasitas fotosintesis di bawah permukaan air yang menurun karena terjadinya klorosis. Efisiensi penggunaan energi selama terendam juga penting untuk adaptasi pada lingkungan anaerob (Kawano *et al.*, 2008). ¹Menurut Ella dan Ismail (2006), konsentrasi karbohidrat pada batang sebelum terendam berkorelasi positif dengan persentase hidup tanaman padi setelah cekaman terendam.

Sebuah evaluasi terhadap padi yang toleran dan tidak toleran menunjukkan bahwa bibit padi yang toleran memiliki 30-50% cadangan karbohidrat nonstruktural lebih banyak dibandingkan kultivar peka. Tingginya kandungan karbohidrat pada varietas yang toleran dibanding yang tidak toleran disebabkan kemampuan varietas toleran yang memiliki gen *sub-1* memanfaatkan karbohidrat yang tersedia lebih efisien dibanding varietas tidak toleran (Gambar 6).

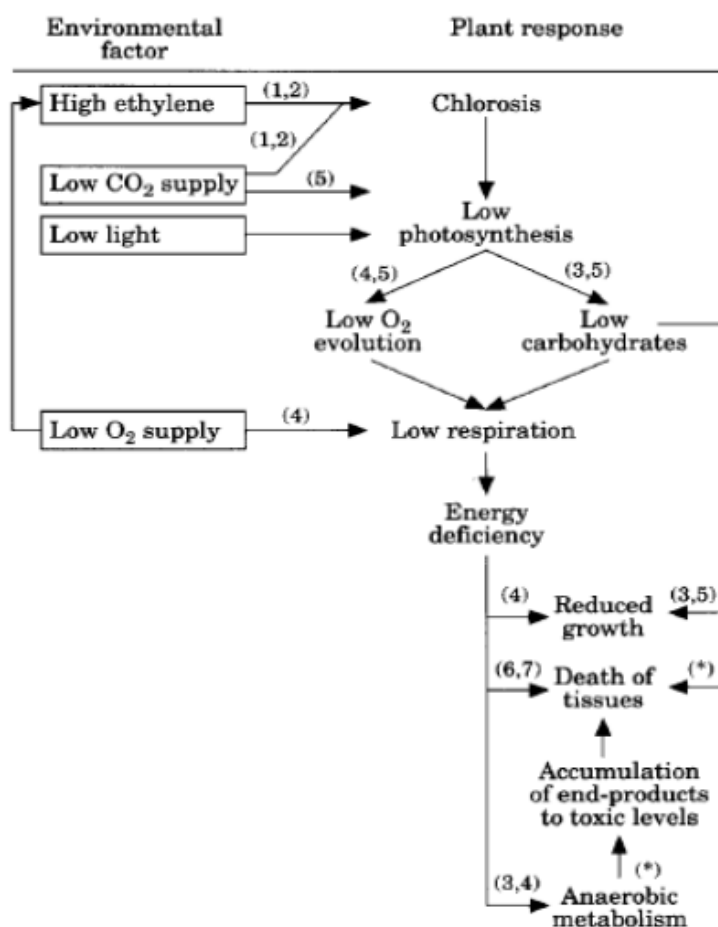


Gambar 6

Perbedaan respon varietas toleran dan intoleran terhadap produksi etilen, pemanjangan batang dan konsumsi karbohidrat selama kondisi terendam (Fukao dan Serres, 2008)

Tanaman padi yang terendam berakibat suplai oksigen ke tanaman berkurang. Berkurangnya suplai O₂ menghambat respirasi, kurangnya suplai CO₂ menghambat fotosintesis, dan terhambatnya difusi etilen mendorong klorosis dan perpanjangan daun berlebih pada kultivar yang peka. Klorosis adalah keadaan pada jaringan tanaman yaitu daun yang kekurangan klorofil

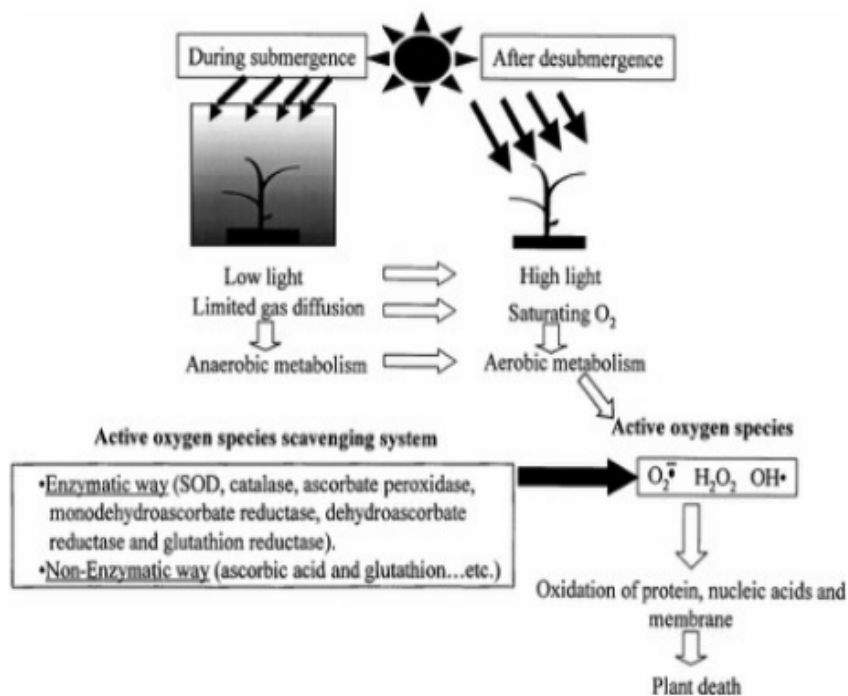
sehingga tidak berwarna hijau melainkan kuning atau putih pucat (Jackson and Ram, 2003). Menurut Ella *et al.* (2003) bahwa, hormon etilen menyebabkan degradasi klorofil sehingga daun cepat senesen, sedangkan Ella dan Ismail (2006) melaporkan persentase tanaman padi yang hidup berkorelasi dengan kandungan klorofil a/b daun setelah terendam. Gambar 7 berikut ini dapat dilihat skema respon tanaman terhadap keterbatasan difusi gas dan cahaya pada kondisi cekaman rendaman:



Gambar 7

Hubungan antara keterbatasan difusi gas dan cahaya pada kondisi cekaman rendaman serta pengaruhnya terhadap tanaman (Setter,1997)

Setelah terendam tanaman padi mengalami kondisi anaerobik ke aerobik (Gambar 8), perubahan secara mendadak dapat menyebabkan kerusakan oksidatif akibat adanya kelompok O_2 reaktif, seperti: O_2^- , hidrogen peroksida (H_2O_2), dan hidrosil radikal (OH^\cdot). Kondisi ini menyebabkan terjadinya kerusakan membran seluler dan organel akibat adanya oksidasi asam pitat tak jenuh pada membran bilayer lipid, sehingga terjadi kebocoran membran yang berpengaruh terhadap proses respirasi mitokondria dan fiksasi karbon di kloroplas (Ito *et al.*, 1999). Menurut Suwignyo (2007), tanaman padi memiliki mekanisme untuk mengurangi pengaruh kelompok O_2 reaktif ini melalui aktivasi enzim antioksidatif (catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD), ascorbate peroxidase (APX), monodehydroascorbate reductase (MDAR), dehydroascorbate reductase (DHAR), dan glutathione reductase (GR)).



Gambar 8
Perubahan kondisi anaerob ke aerob dan responnya pada tanaman
(Ito *et al.*, 1999)

Aspek Morfologi

Cekaman rendaman menyebabkan beberapa tanaman mengembangkan anatomi dan morfologi untuk dapat beradaptasi pada kondisi ini. Modifikasi morfologi dalam tanaman merupakan hasil dari perubahan proses fisiologi yang menyebabkan respon adaptif, sehingga terjadi pergeseran tingkat pertumbuhan atau bentuk pertumbuhan tanaman. Menurut Suwignyo (2008a), mekanisme morfologi tanaman yang mengalami cekaman terendam ada dua, yaitu melalui pembentukan jaringan aerenkima yang tidak hanya pada akar tetapi juga di daun dan pemanjangan batang dimana pemanjangan ini harus terkendali sehingga tanaman tidak roboh pada saat genangan berakhir. Menurut Seago *et al.* (2005), salah satu mekanisme tanaman yang biasa hidup dalam keadaan terendam adalah memiliki jaringan aerenkima. Aerenkima merupakan ruangan interselular yang terbentuk dari kombinasi pertumbuhan sel dan pembelahan sel (*expansion*). Proses masuknya gas dari atmosfer melalui aerenkima sebagian besar terjadi karena difusi. Namun demikian, aliran masa dapat pula terjadi jika alur jalan aerenkima membentuk tahanan yang rendah untuk dapat memasukkan gas.

Upaya Upaya Untuk Mengatasi Cekaman Rendaman

1. Varietas Baru

Padi umumnya memang tahan dalam rendaman air, namun bila terlalu lama maka tanaman akan mati. Pada saat tanaman terendam air, suplai oksigen dan karbondioksida menjadi berkurang sehingga mengganggu proses fotosintesis dan respirasi. Bila tanaman terendam lebih dari 4 hari, lama kelamaan akan mati. Sekelompok peneliti dari IRRI dan Universitas California, Davis telah berhasil mengidentifikasi gen padi yang menyebabkan tanaman padi mampu bertahan dalam rendaman air. Penemuan ini sangat penting bagi pengembangan varietas baru padi yang tahan banjir.

Dilaporkan bahwa keberhasilan penelitian tersebut berkat pemanfaatan biologi molekuler. Melalui teknik pemetaan gen, Tim mengidentifikasi adanya suatu klaster yang terdiri dari 3 gen yang berhubungan erat dengan proses biologi yang menyebabkan padi rentan terhadap banjir atau memungkinkan tanaman dapat bertahan dalam rendaman air. Penelitian kemudian lebih difokuskan pada salah satu dari gen tersebut yang dikenal sebagai gen Sub 1A. Keberadaan gen Sub 1A bila dalam kondisi berlebih atau hiperaktif menyebabkan tanaman padi menjadi tahan dalam rendaman air. Lebih jauh lagi ditemukan bahwa ternyata gen tersebut mempengaruhi respon tanaman terhadap hormon seperti etilen dan asam gibberelik yang berperan besar menyebabkan tanaman mampu bertahan dalam air. Hasil penemuan ini telah diujicobakan di India. Hasilnya, tanaman padi tidak hanya toleran terhadap rendaman air namun juga memberikan hasil yang tinggi. Laos dan Bangladesh juga telah mencoba pengembangan varietas baru ini. Dilaporkan bahwa penemuan tersebut memberikan harapan untuk meningkatkan ketersediaan pangan terutama bagi penduduk miskin di negara berkembang (Litbang Deptan, 2007). Sarkar, *et al.* (2003) menguji Sembilan kultivar padi lokal dan hasil pengembangan dengan dua kultivar kontrol yang masing-masing adalah kultivar toleran rendaman (FR 13A) dengan kultivar rentan (IR 42). Hasil penelitian yang dilakukan menyimpulkan bahwa CR2003-13 and CR2006-7 dapat membantu peningkatan dan stabilitas produksi padi lahan sawah tadah hujan. Kedua kultivar ini merupakan hasil persilangan yang salah satu induknya adalah IR53508-B2-4-1-3-3 yang mewarisi sifat toleran rendaman dari FR 13A melalui BKNFR76106-16-0-1.

2. Aplikasi KHCO_3 dan AgNO_3

Krishnan (1999) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian kalium bikarbonat (KHCO_3) terhadap kemampuan bertahan hidup dan pertumbuhan kultivar toleran (IR 13A) dan kultivar rentan (IR 42). Kalium bikarbonat, yang diberikan dalam dosis yang beragam dengan tujuan untuk meningkatkan konsentrasi CO_2 di lahan yang terendam, meningkatkan konsentrasi oksigen lahan terendam. Pemberian KHCO_3 , bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah $0,01 \text{ mol m}^{-3}$ meningkatkan kemampuan bertahan hidup kultivar rentan hingga 69%, dan pada konsentrasi 0,1, 0,5, dan 1 mol m^{-3} mampu bertahan hingga diatas 85%. Selain itu, berat kering dan kadar klorofil kedua kultivar meningkat dengan pemberian kalium bikarbonat.

Kawano *et al.* (2002) melakukan penelitian mengenai pengaruh produksi etilen selama rendaman terhadap kandungan antioksidan dan kerusakan oksidatif pasca rendaman. Ketika padi digenangi selama 8 hari, kultivar toleran (BKNFR) dan kultivar rentan (Mahsuri dan IR 42) menunjukkan suatu penurunan konsentrasi askorbat. Setelah 3 hari pasca terendam, kultivar toleran menunjukkan suatu pemulihan yang cepat terhadap kadar askorbat dan asam askorbik, sedangkan kultivar rentan menunjukkan pemulihan yang lambat, pembentukan malondialdehida yang meningkat dan persentase yang bertahan hidup rendah (30%). Namun pemberian $200 \text{ mg l}^{-1} \text{ AgNO}_3$ yang bersifat antagonis terhadap etilen ke kultivar rentan mampu menekan penurunan askorbat dan menekan pembentukan malondialdehida yang meningkat pasca terendam serta meningkatkan persentase yang bertahan hidup hingga rata-rata 60%. Pemberian asam askorbik ke IR 42 yang terendam dapat menekan pembentukan malondialdehida dengan inkubasi di bawah sinar selama 24 jam. Ada korelasi negatif antara pembentukan

malondialdehida dengan konsentrasi askorbat dan persentase bertahan hidup. Penelitian yang dilakukan menyimpulkan bahwa akumulasi etilen selama terendam memberi pengaruh yang sangat buruk terhadap mekanisme antioksidan pada kultivar rentan pasca terendam, dan asam askorbik merupakan antioksidan yang penting untuk pemulihan bibit padi.

3. **Pertumbuhan dan Vigor Bibit yang Baik**

Kondisi lahan rawa lebak dengan muka air yang fluktuatif dapat menyebabkan terendahnya tanaman padi sewaktu-waktu. Untuk menjaga kehilangan energi pada saat terendam, perlu dilakukan proses yang dapat meningkatkan vigor tanaman, sehingga energi didalam tanaman masih dapat menjaga metabolisme tanaman pada saat terendam dan tanaman masih dapat melakukan percepatan pertumbuhan kembali setelah terendam.

Peningkatan vigor tanaman padi untuk menghadapi kondisi terendam dapat dilakukan dengan perlakuan pengaturan pemberian pupuk N. Cara ini akan memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman dan laju pertumbuhan tinggi tanaman padi. Karena kedua peubah ini pada tanaman padi umumnya akan lebih berpengaruh terhadap perendaman.

Kecepatan memanjang tanaman merupakan mekanisme untuk menghindarkan tanaman dari pengaruh negatif tanaman yang kekurangan oksigen akibat terendam (Jackson and Ram, 2003). Laju pemanjangan batang pada saat terjadi cekaman terendam sangat mempengaruhi toleransi tanaman padi dan kecepatan pemulihan tanaman setelah cekaman terendam (Ismail *et al.*, 2008).

Suwignyo (2005), melakukan penelitian fokus pada pemercepatan pertumbuhan pasca terendam sebagai upaya untuk pemulihan tanaman yang mengalami cekaman

rendaman sehingga berproduksi tinggi. Penelitian dilakukan dengan dasar pemikiran bahwa toleransi tanaman padi terhadap kondisi terendam, dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan metode agronomis yang menghasilkan pertumbuhan tanaman yang baik dan vigor awal yang tinggi sebelum terjadinya rendaman. Melalui metode tersebut, tanaman akan mengalami kerusakan yang lebih kecil selama terjadinya rendaman.

Ehara *et al.* (1992) dalam Suwignyo (2005) menyebutkan bahwa dengan pemupukan nitrogen awal yang tepat akan meningkatkan vigor yang baik sehingga tanaman menjadi lebih toleran terhadap rendaman. Penelitian yang dilakukan menyimpulkan bahwa salah satu cara untuk perbaikan budidaya tanaman di lahan rawa, disarankan untuk menggenangi bibit padi dengan larutan nitrogen 2.300 ppm selama 24 jam sebelum bibit dipindahkan. Dengan perlakuan ini akan diperoleh bibit tanaman padi yang memiliki pertumbuhan yang baik dan vigor yang tinggi sehingga apabila mengalami cekaman rendaman, tanaman ini akan mampu bertahan.

4. Pemupukan

Perlakuan pemupukan sebelum dan sesudah tanaman terendam memungkinkan tanaman tetap mampu bertahan hidup pada kondisi cekaman terendam dan mampu pulih kembali setelah cekaman terendam selesai. Tanaman yang terendam dalam waktu 2 sampai 3 hari memperlihatkan daunnya menguning akibat kehilangan klorofil, yang juga menunjukkan kurangnya N. Secara signifikan perendaman menyebabkan penurunan jumlah N dan laju akumulasi N dalam tanaman karena berkurangnya aktivitas akar. Dengan demikian, strategi pemupukan sebelum terendam mungkin dapat mengurangi defisiensi N (Rao dan Yuncang Li, 2003).

Tanaman padi mengalami stres sesaat setelah terendam, untuk proses metabolisme berikutnya dan perbaikan internal tanaman, diperlukan ketersediaan cadangan karbohidrat yang cukup setelah terendam sehingga dapat tumbuh normal dan berproduksi. Suwignyo (2005) menyatakan bahwa pemberian perlakuan "*Plant Phyto regulator*" dan N dapat membantu tanaman padi mempercepat pemulihan setelah terendam.

Bab 5

Pemupukan dan Toleransi Tanaman Padi Terhadap Cekaman Rendaman

2

Pengertian Pupuk

Pupuk adalah suatu bahan yang mengandung satu atau lebih unsur hara atau nutrisi bagi tanaman untuk menopang tumbuh dan berkembangnya tanaman. Unsur hara yang diperlukan oleh tanaman adalah: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S (hara makro), dan Fe, Mn, Cu, Zn, Cl, Mo, B (hara mikro). Pupuk dapat diberikan lewat tanah, daun, atau diinjeksi ke batang tanaman. Jenis pupuk adalah bentuk padat maupun cair.

Berdasarkan proses pembuatannya pupuk dibedakan menjadi pupuk alam dan pupuk buatan. Pupuk alam adalah pupuk yang didapat langsung dari alam, contohnya fosfat alam, pupuk kandang, pupuk hijau, kompos. Jumlah dan jenis unsur hara yang terkandung di dalamnya sangat bervariasi. Sebagian dari pupuk alam dapat disebut sebagai pupuk organik karena merupakan hasil proses dekomposisi dari material makhluk hidup seperti, sisa tanaman, kotoran ternak, dan lain-lain. Jenis pupuk lain yang dihasilkan dari proses pembuatan pabrik biasa disebut dengan pupuk buatan.

Kadar, hara, jenis hara, dan komposisi hara di dalam pupuk buatan sudah ditentukan oleh produsen dan menjadi ciri khas dari penamaan/merek pupuk. Berdasarkan ragam hara yang dikandungnya, pupuk buatan dibedakan atas pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal merupakan jenis pupuk yang mengandung satu macam unsur hara, misalnya pupuk N (nitrogen), pupuk P (fosfat), atau pupuk K (kalium). Pupuk tunggal yang mengandung unsur N dikenal pupuk urea, ZA (*zwevelzuure ammonium*) biasa disebut ammonium sulfat. Pupuk yang mengandung unsur P yaitu TSP (*triple superphosfat*) dan SP-36. Pupuk yang mengandung unsur K ialah pupuk KCl, K₂SO₄ (ZK). Pupuk buatan yang mengandung lebih dari satu unsur hara disebut pupuk majemuk, misalnya pupuk NP, NK, dan NPK. Pupuk NP adalah pupuk yang mengandung unsur N dan P. Pupuk NPK adalah pupuk majemuk yang mengandung unsur 3 hara yaitu N, P, dan K. Perbandingan kandungan hara dalam setiap pupuk majemuk berbeda-beda.

Toleransi Tanaman

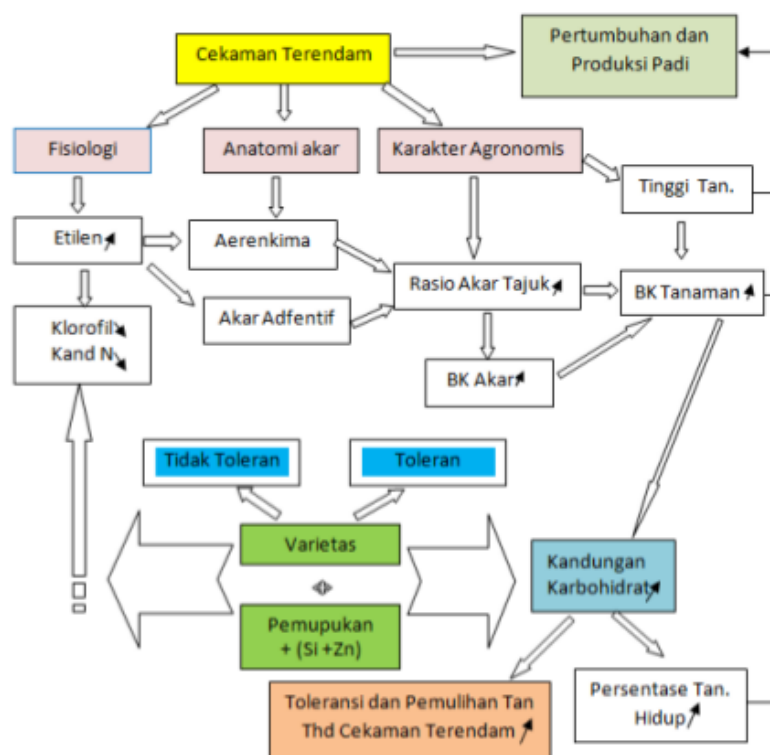
Tanaman menanggapi kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan melalui dua cara. Pertama meniadakan atau menghindari cekaman, kedua toleran terhadap cekaman. Mekanisme resistensi tanaman terhadap kondisi cekaman lingkungan tergantung pada kemampuan tanaman sendiri dalam menghindari atau mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan tersebut. Apabila tanaman masih mampu untuk menyesuaikan diri maka tanaman tersebut akan mampu hidup, tumbuh dan berkembang di wilayah tersebut.

Toleransi mencerminkan tanggapan relatif suatu genotip terhadap kendala, sehingga toleransi sering digunakan sebagai kriteria seleksi. Toleransi didefinisikan sebagai selisih antara hasil di lingkungan tanpa kendala dan hasil di lingkungan berkendala, atau secara nisbi adalah persentase penurunan hasil sebagai akibat

cekaman lingkungan. Menurut Sakar *et al.* (2006), toleransi rendaman merupakan adaptasi tanaman dalam merespon proses anaerob yang memungkinkan sel untuk mengatur atau memelihara keutuhannya sehingga tanaman mampu bertahan hidup dalam kondisi hipoksia tanpa kerusakan yang berarti.

Hubungan antara Pemupukan dan Toleransi Tanaman Padi Terhadap Cekaman Rendaman

Cekaman terendam dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Perubahan fisiologi, anatomi akar dan karakter agronomi akibat cekaman terendam merupakan respon tanaman dalam menghadapi kondisi terendam (Gambar 9).



Gambar 9

Skema pengaruh perlakuan pemupukan dan varietas terhadap perubahan fisiologi, anatomi akar dan karakter agronomi serta pertumbuhan dan produksi padi, pada kondisi cekaman terendam.

Perubahan respon fisiologi merupakan respon awal tanaman yang mengalami cekaman terendam. Perubahan ini terjadi akibat adanya perubahan lingkungan dari kondisi aerob ke kondisi anaerob atau sebaliknya dari kondisi anaerob ke kondisi aerob setelah perendaman selesai. Produksi etilen pada akar merupakan tanggap tanaman dalam keadaan anaerob. Peningkatan etilen ini mengakibatkan terjadinya penurunan kandungan klorofil dan N tanaman. Setter *et al.* (1987b) dan Ella *et al.* (2003) melaporkan, hormon etilen menyebabkan degradasi klorofil sehingga daun cepat senesen. Pemberian perlakuan pemupukan dan varietas dapat meningkatkan kandungan klorofil dan N tanaman. Varietas Inpara 5 yang diberi pemupukan memiliki kandungan klorofil 14% dan kandungan N 15% lebih tinggi dibanding varietas IR 64 yang diberi pemupukan (Gribaldi, 2014).

Peningkatan etilen yang terjadi pada akar akan mempengaruhi perubahan pada anatomi akar. Kandungan etilen yang tinggi menstimulasi terbentuknya aerenkima. Menurut Liao dan Lin (2001), akibat cekaman terendam atau kondisi anaerobik telah terjadi respon yang berbeda pada akar. Berbagai perubahan anatomi dan morfologi berkembang pada sistem perakaran bahkan terjadi penurunan laju respirasi akar pada varietas yang toleran dan tidak toleran. Hasil penelitian Gribaldi (2014), pemberian perlakuan pemupukan pada varietas yang memiliki gen *Sub-1* maupun yang tidak memiliki gen *Sub-1* telah terjadi pembentukan aerenkima, khususnya aerenkima lisygeneus. Menurut Drew *et al.* (2000), aerenkima lisygeneus memberikan kontribusi terhadap kemampuan tanaman toleran pada lingkungan oksigen rendah dengan menyediakan sistem aerasi internal untuk mentransfer oksigen dari tajuk.

Meningkatnya etilen selain menstimulasi terbentuknya aerenkima, juga merangsang terbentuknya akar adventif. Akar adventif yang terbentuk merupakan cara adaptasi tanaman pada keadaan defisiensi oksigen. Hasil penelitian Gribaldi (2014)

melaporkan bahwa varietas IR 64 yang tidak memiliki gen *Sub-1* yang diberi perlakuan pemupukan ditemui adanya akar adventif (Gambar 10).

Pemberian perlakuan pemupukan dapat meningkatkan ketersediaan karbohidrat pada tanaman. Kandungan karbohidrat yang tinggi pada tanaman dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman terendam dan mempercepat pemulihan setelah cekaman terendam berakhir. Menurut Setter *et al.* (1987a), kandungan karbohidrat pada tanaman telah lama diketahui menjadi faktor penting dalam toleransi tanaman terhadap cekaman terendam. Lebih lanjut [1](#)la dan Ismail (2006) melaporkan bahwa, konsentrasi karbohidrat pada batang sebelum terendam berkorelasi positif dengan persentase hidup tanaman padi .



Gambar 10

Pembentukan akar adventif pada varietas IR 64 yang mengalami cekaman rendaman.

Bab 6

Hasil-Hasil Penelitian

Beberapa penelitian sebagai upaya untuk meningkatkan toleransi, pertumbuhan dan hasil tanaman padi kondisi cekaman rendaman, telah penulis rancang dan dilakukan baik pada skala laboratorium maupun dilapangan oleh mahasiswa maupun tim dosen Fakultas Pertanian Universitas Baturaja Sumatera Selatan. Sebagian data dari hasil penelitian ini sudah dipublikasikan di proseding seminar nasional, jurnal nasional maupun Internasional, sebagian lainnya dalam bentuk skripsi.

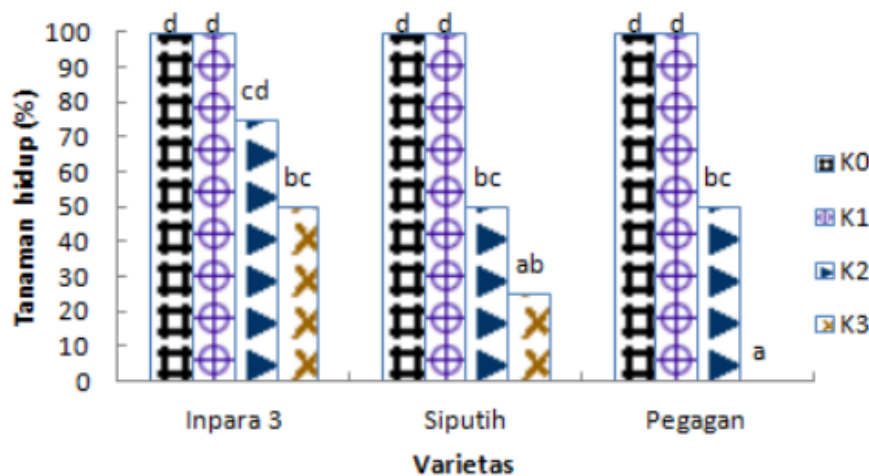
1. Keragaan Beberapa Varietas Padi Terhadap Cekaman Rendaman Diberbagai Kondisi Kekeruhan

6.1. Air

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon beberapa varietas padi terhadap cekaman rendaman diberbagai kondisi kekeruhan air. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah varietas padi yang terdiri atas Inpara 3 (V1), Siputih (V2), dan Pegagan (V3). Faktor kedua adalah Kekeruhan air rendaman yang terdiri atas tanpa rendaman (K0), perendaman dengan air bening (K1), perendaman dengan air $\frac{1}{2}$ keruh (K2), perendaman dengan air keruh (K3). Perendaman dilakukan pada 7 hst selama 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas dan kekeruhan air

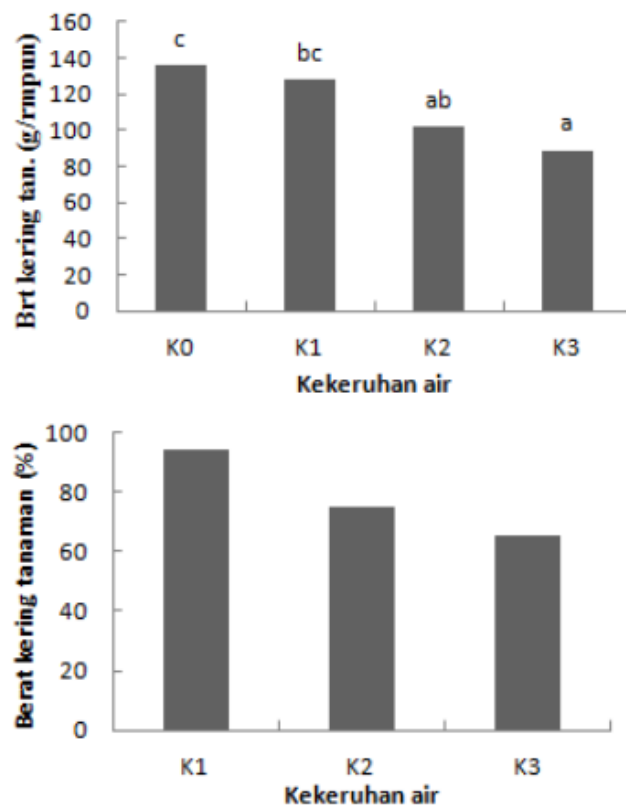
rendaman berpengaruh terhadap persentase tanaman hidup tanaman padi (Gambar 11), Perlakuan rendaman dengan air bening (K1) memberikan persentase tanaman hidup yang sama dengan perlakuan tanpa rendaman (K0) untuk semua varietas yang diuji. Namun semakin keruh air rendaman maka persentase tanaman hidup semakin menurun, bahkan ada varietas yang mati.

Varietas Inpara 3 yang memiliki gen *Sub-1*, direndam diberbagai kekeruhan air memiliki persentase tanaman hidup yang lebih tinggi dibanding varietas Siputih maupun Pegagan. Hal ini menunjukkan varietas ini lebih toleran terhadap cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air. Hasil penelitian Gribaldi *et al.* (2016), menunjukkan varietas padi yang memiliki gen *Sub-1* rata rata memiliki persentase tanaman hidup 67- 78 persen pada kondisi cekaman rendaman



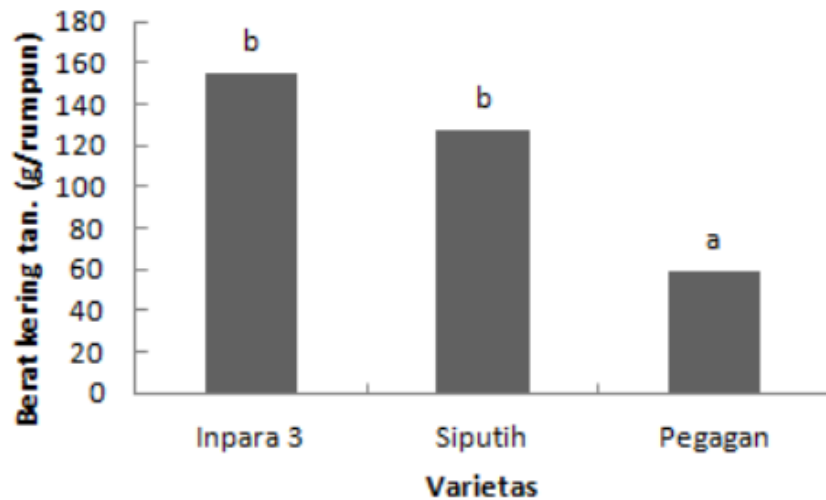
1 Gambar 11
 Persentase tanaman hidup setelah periode pemulihan (28 hst) untuk masing-masing varietas padi pada kondisi cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air. K0: Tanpa rendaman, K1: Rendaman Air Bening, K2: Rendaman Air ½ Keruh, K3: Rendaman Air Keruh. (BNT.05= 28,2)

Kekeruhan air juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi, hal ini terlihat dari hasil berat kering tanaman pada akhir penelitian. Persentase penurunan berat kering tanaman semakin menurun dengan semakin keruhnya air rendaman (Gambar 12), sedangkan varietas Inpara 3 memiliki berat kering tanaman per rumpun yang tinggi dibanding varietas lainnya (Gambar 13), hal ini disebabkan varietas ini memiliki kemampuan pulih yang lebih cepat dibanding varietas lainnya.



Gambar 12

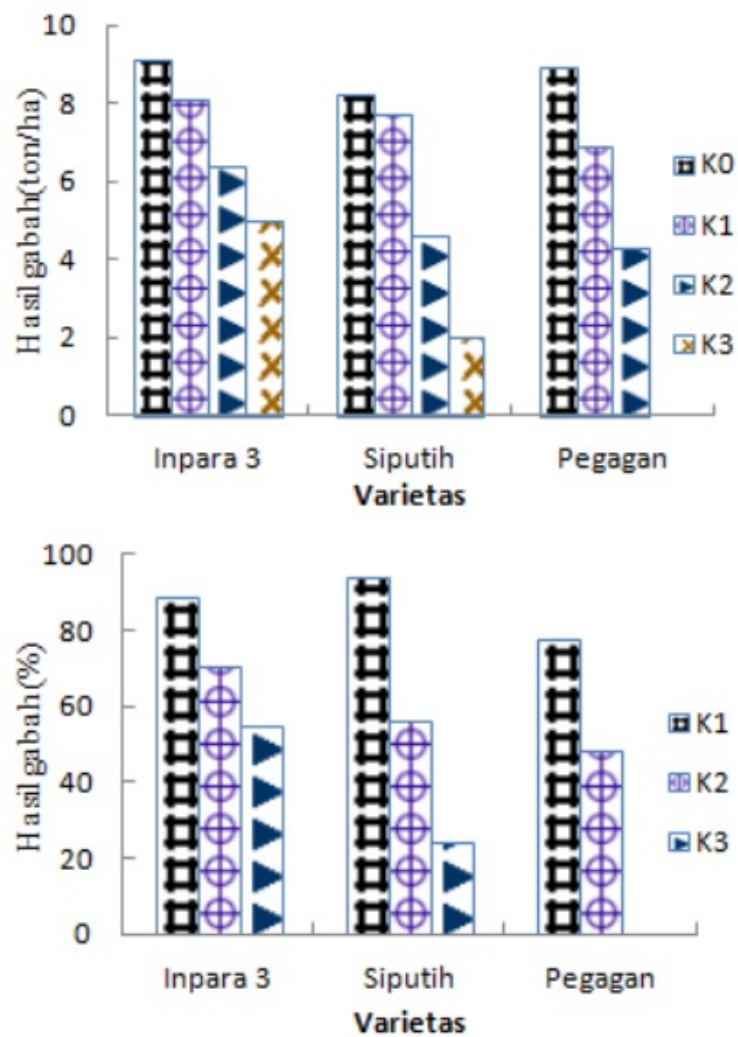
Berat kering tanaman (A) dan persentase berat kering tanaman perlakuan rendaman terhadap perlakuan tanpa rendaman (B) pada masing-masing kondisi kekeruhan air. K0: Tanpa rendaman, K1: Rendaman Air Bening, K2: Rendaman Air ½ Keruh, K3: Rendaman Air Keruh. (BNT.05= 31,6).



Gambar 13

Berat kering tanaman masing-masing varietas padi pada kondisi cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air. (BNT .05= 36,5)

Hasil gabah beberapa varietas padi yang mengalami cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air dapat dilihat pada Gambar 14. Persentase penurunan hasil gabah semakin tinggi dengan semakin keruhnya air rendaman. Penurunan hasil gabah pada varietas Inpara 3 lebih rendah dibanding varietas lainnya pada masing-masing kondisi kekeruhan air rendaman. Hal ini disebabkan varietas Inpara 3 ini memiliki persentase tanaman hidup yang tinggi, sehingga jumlah populasi menjadi tinggi pula. Menurut Khairullah (2006), potensi hasil ditentukan dengan memprediksi semua komponen hasil per rumpun dikali jumlah populasi per hektar dan persentase tanaman hidup.



Gambar 14

Hasil gabah (A) dan Persentase hasil gabah perlakuan perendaman terhadap tanpa rendaman (B) masing-masing varietas padi pada kondisi cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air.

1. Pengaruh Pemupukan Sebelum Terendam terhadap Peningkatan Toleransi, Pertumbuhan dan Hasil Padi Kondisi Cekaman Rendaman.

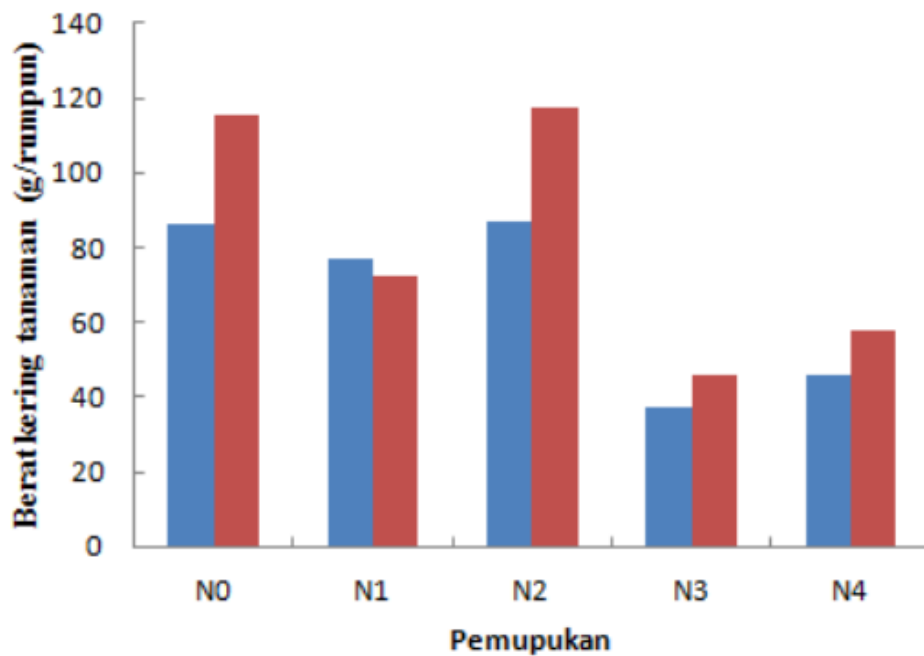
Penelitian ini bertujuan mendapatkan pemupukan terbaik yang dapat meningkatkan toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah varietas padi (V): V1= IR 64; V2= Inpara 5. Faktor kedua perlakuan pemupukan (N): N0 = Tanpa perendaman, semua pupuk N diberikan pada saat tanam, N1 = semua dosis pupuk N diberikan pada saat tanam dan N2 = 1/2 dosis pupuk N diberikan pada saat tanam, sisanya diberikan pada 42 hst. Perendaman 7-14 hst; N3 = semua dosis pupuk N diberikan pada saat tanam dan N4 = 1/2 dosis pupuk N diberikan pada saat tanam, sisanya diberikan 42 hst. Perendaman 7-14 hst dan 28-35 hst.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaturan pemberian pupuk N berpengaruh terhadap persentase tanaman hidup (Tabel 1). Pemberian pupuk N 1/2 dosis pada saat tanam dan sisanya diberikan 42 hst cenderung terjadi peningkatan persentase tanaman hidup pada varietas IR 64 yang direndam dua kali, yaitu sebesar 16,6 persen. Hal ini diduga pengaturan pemberian pupuk N akan memberikan pengaruh terhadap ketahanan tanaman padi terhadap kondisi cekaman rendaman. Menurut Reed dan Gordon (2008), pemupukan dengan N merupakan cara yang tepat untuk mengurangi pengaruh negatif dari cekaman rendaman pada tanaman.

Tabel 1.

Persentase tanaman hidup (%) pada dua varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman rendaman air keruh

Perlakuan	N0	N1	N2	N3	N4
IR 64	100.0	100.0	100.0	66.7	83.3
Inpara 5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

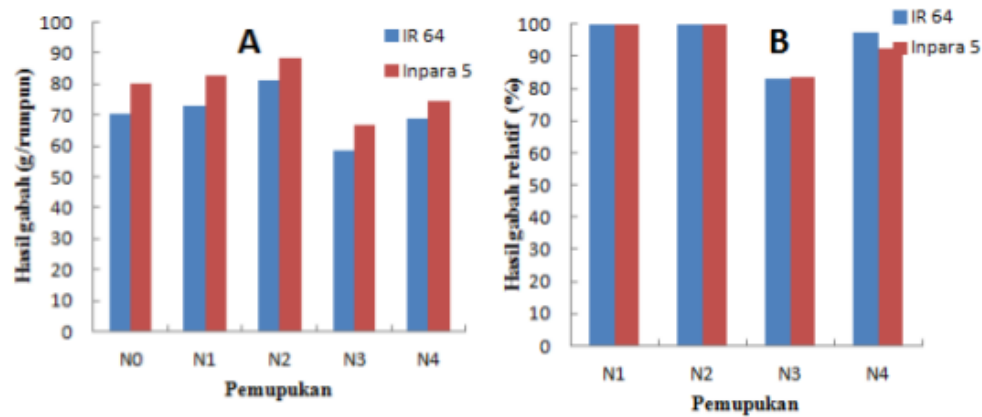


Gambar 15

Berat kering tanaman akhir penelitian dua varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman rendaman air keruh

Berat kering tanaman IR 64 dan Inpara 5 terjadi penurunan pada dua kali perendaman dibanding dengan satu kali perendaman (Gambar 15). Varietas padi yang mengalami cekaman rendaman diberi perlakuan pemupukan $\frac{1}{2}$ dosis N pada saat tanam dan sisanya diberikan 42 hst cenderung berat

kering tanaman lebih tinggi dibanding perlakuan pemupukan lainnya.



Gambar 16.

Pengaruh perlakuan pemupukan pada dua varietas padi terhadap hasil gabah (A) dan hasil gabah relatif (B) kondisi cekaman rendaman air keruh

Hasil gabah per rumpun cenderung menurun pada varietas padi yang mengalami dua kali perendaman dibanding dengan satu kali perendaman (Gambar 16). Varietas Inpara 5 yang diberi perlakuan pemupukan $\frac{1}{2}$ dosis N pada saat tanam dan sisanya diberikan 42 hst menunjukkan hasil gabah cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, baik pada satu kali maupun dua kali perendaman.

2. Pengaruh Pemupukan Setelah Terendam terhadap Peningkatan Toleransi, Pertumbuhan dan Hasil Padi Kondisi Cekaman Rendaman.

Pemberian perlakuan pemupukan setelah terendam merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan toleransi tanaman setelah mengalami rendaman. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial,

setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Faktor pertama adalah: **Varietas Padi (V) terdiri atas:** = Varietas IR 64 (V1), Varietas Inpara 5 (V2). Faktor kedua adalah **Perlakuan (P), terdiri atas:** **P0** = Tanpa perendaman + pupuk dasar, **P1** = Perendaman 7-14 hst dan pemupukan N, P dan K 7 hari setelah terendam, **P2** = Perendaman 7-14 hst dan pemupukan N, P dan K + PPC Mikro 7 hari setelah terendam **P3** = Perendaman 7-14 hst dan 28-35 hst dan pemupukan N, P dan K 7 hari setelah perendaman pertama, **P4** = Perendaman 7-14 hst dan 28-35 hst dan pemupukan N, P dan K + PPC Mikro 7 hari setelah perendaman pertama.

Persentase tanaman pada perendaman dua kali (P3 dan P4) cenderung lebih rendah dibanding dengan yang mengalami perendaman satu kali (P1 dan P2), pada berbagai perlakuan pemupukan untuk semua varietas yang diuji (Tabel 2).

Tabel 2.

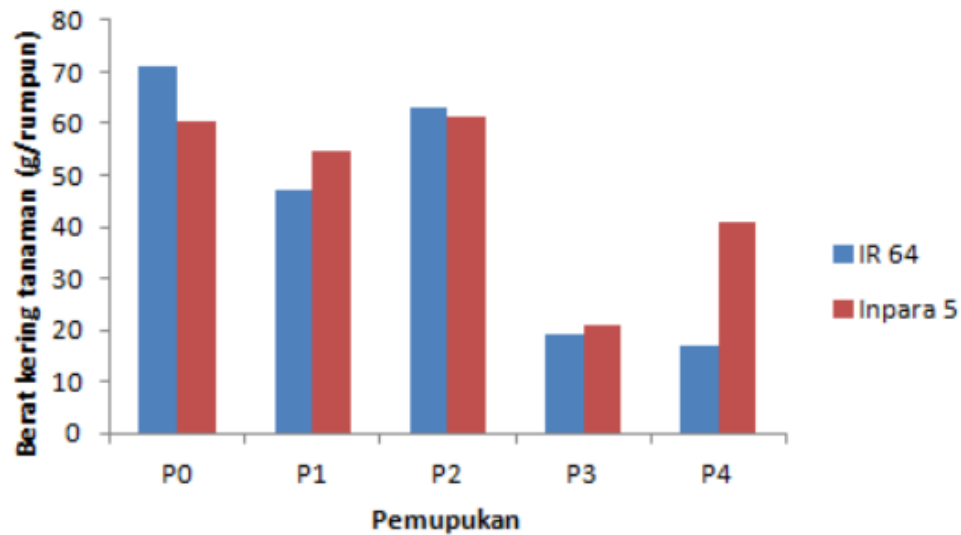
Pengaruh pemupukan setelah terendam pada dua varietas padi terhadap persentase tanaman hidup kondisi cekaman rendaman di air keruh

Perlakuan	P0	P1	P2	P3	P4
IR 64	100.00	100.00	100.00	37.50	45.83
Inpara 5	100.00	100.00	100.00	50.00	50.00

Keterangan :

P0 = Tanpa perendaman + pupuk dasar, **P1** = Perendaman 7-14 hst dan pemupukan N, P dan K 7 hari setelah terendam, **P2** = Perendaman 7-14 hst dan pemupukan N, P dan K + PPC Mikro 7 hari setelah terendam **P3** = Perendaman 7-14 hst dan 28-35 hst dan pemupukan N, P dan K 7 hari setelah perendaman pertama, **P4** = Perendaman 7-14 hst dan 28-35 hst dan pemupukan N, P dan K + PPC Mikro 7 hari setelah perendaman pertama.

Pada kondisi perendaman dua kali, varietas Inpara 5 memiliki persentase tanaman hidup yang lebih tinggi dibanding varietas IR 64 pada berbagai perlakuan pemupukan, yaitu sebesar 50 persen. Sedangkan pemberian pemupukan N, P dan K + PPC Mikro 7 hari setelah perendaman pertama (P4) pada varietas IR 64 cenderung persentase tanaman lebih tinggi dibanding pemupukan P3, yaitu 45,83 persen atau meningkat sebesar 22.2 persen.



Gambar 17

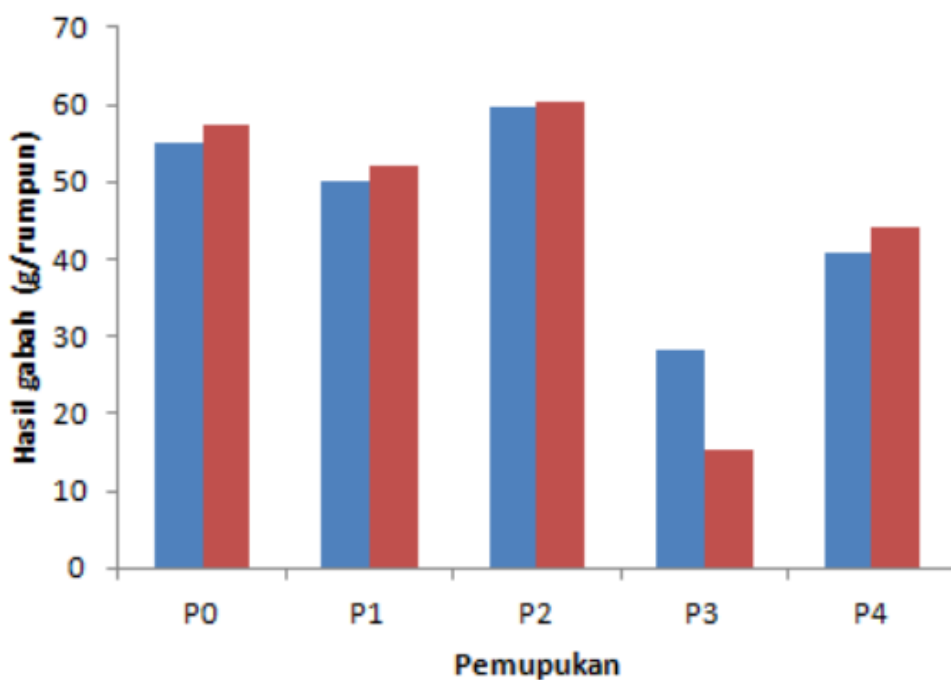
Berat kering tanaman umur 42 hst, pada masing-masing varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam.

Berat kering tanaman pada varietas yang mengalami perendaman dua kali (P3 dan P4) cenderung lebih rendah dibanding varietas yang mengalami perendaman satu kali (P1 dan P2) (Gambar 17).

Varietas IR 64 yang diberi perlakuan pemupukan N, P dan K + PPC Mikro 7 hari setelah terendam cenderung memiliki berat kering tanaman tertinggi, yaitu 63,1 g/rumpun untuk perendaman satu kali, sedangkan pada perendaman dua kali, varietas Inpara 5 yang diberi perlakuan pemupukan pemupukan N, P dan K + PPC

Mikro 7 hari setelah terendam cenderung memiliki berat kering tanaman tertinggi, yaitu 40,9 g/rumpun.

Pemberian perlakuan pemupukan pada varietas yang mengalami perendaman dua kali (P3 dan P4) cenderung hasil gabah per rumpun lebih rendah dibanding varietas yang mengalami perendaman satu kali (P1 dan P2). Varietas Inpara 5 dan IR 64 yang diberi perlakuan pemupukan N, P₂O₅, K₂O + PPC mikro 7 hari setelah terendam (P2) cenderung memiliki hasil gabah tertinggi yaitu, 60,32 dan 59,67 g/rumpun dan melebihi hasil gabah yang tidak mengalami perendaman (P0) yaitu, 57,37 dan 40,83 g per rumpun (Gambar 18).



1

Gambar 18

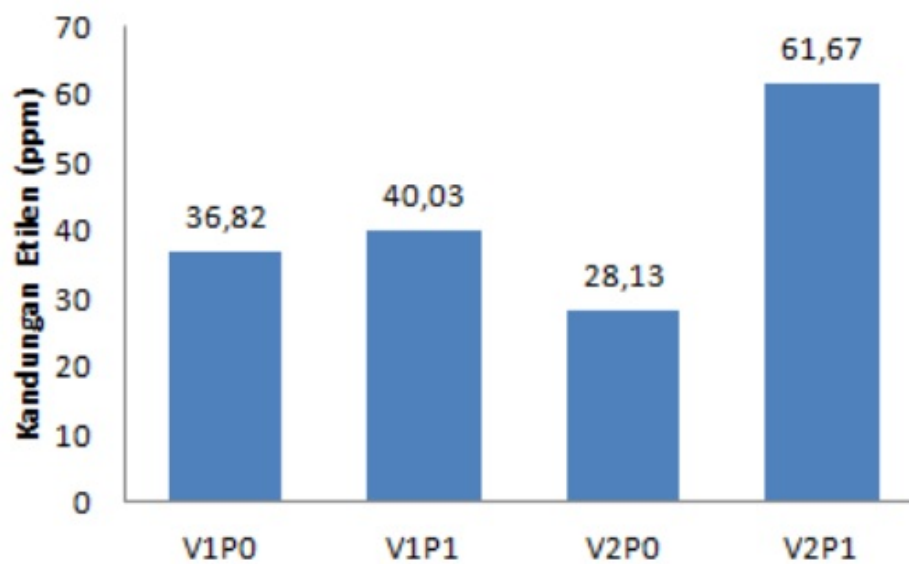
Hasil gabah pada masing-masing varietas padi dan perlakuan pemupukan dalam kondisi cekaman terendam.

3

3. **Pengaruh Pemupukan terhadap Perubahan Morfologi Dua Varietas Padi Kondisi Cekaman Rendaman**

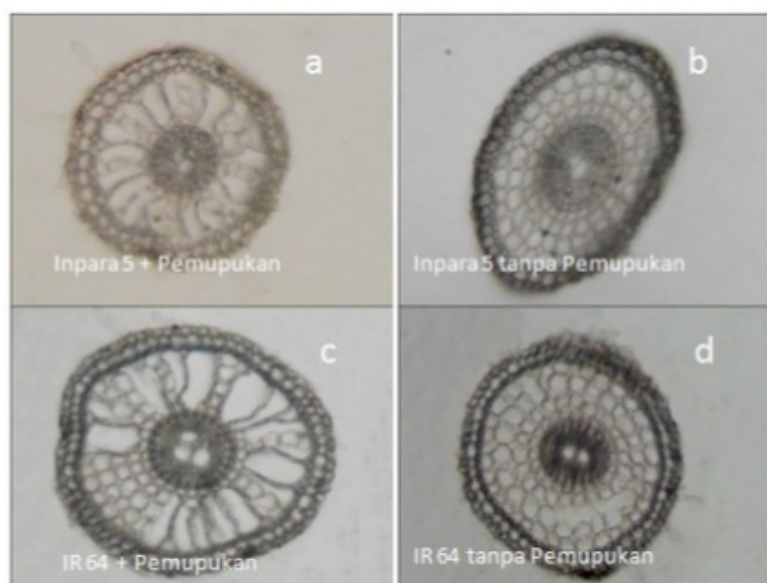
Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok yang disusun secara faktorial, setiap perlakuan diulang sebanyak enam kali. Faktor pertama adalah Varietas padi (V) terdiri atas Inpara 5 (V1) dan IR 64 (V2). Faktor kedua adalah Pemupukan (P) terdiri atas tanpa pemupukan (P0) dan pemupukan (P1). Penelitian ini menggunakan ember plastik hitam, masing-masing ember ditanam tiga bibit padi berumur 21 hari dipersemaian. Perendaman dilakukan pada umur bibit 7 HST selama 7 hari.

Hasil penelitian menunjukkan varietas Inpara 5 cenderung lebih toleran dibanding varietas IR 64 dan pemberian pupuk cenderung meningkatkan toleransi tanaman padi terhadap cekaman terendam. Meningkatnya toleransi tanaman terhadap cekaman terendam ditandai oleh meningkatnya kandungan etilen pada akar (Gambar 19), kandungan klorofil (Gambar 21), Kandungan N (Gambar 22), kandungan karbohidrat (Gambar 24), dan jumlah aerenkima (Gambar 20), berat kering tanaman (Gambar 25).



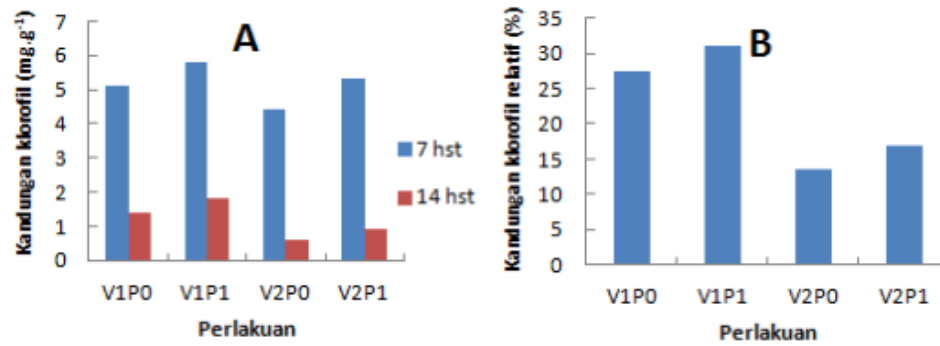
Gambar 19

Pengaruh pemupukan terhadap kandungan etilen pada akar, sesaat setelah periode cekaman terendam, pada varietas padi. V1: Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.

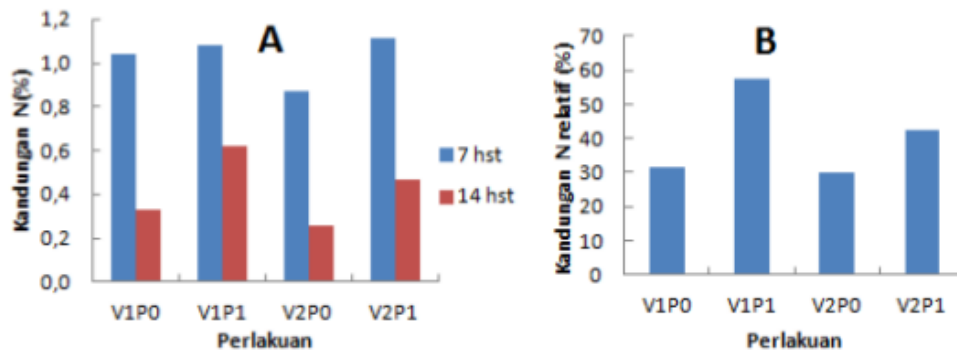


Gambar 20.

Penampang melintang akar padi yang membentuk aerenkima pada perlakuan pemupukan (a,c) dan tanpa pemupukan (b,d) pada varietas Inpara 5 dan IR 64 pada kondisi terendam.



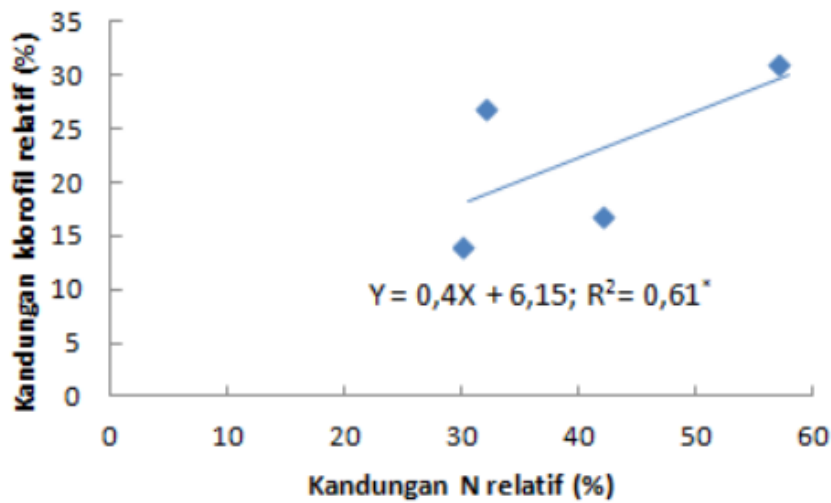
3 Gambar 21 Pengaruh pemupukan terhadap kandungan klorofil daun (A) dan nilai kandungan klorofil relatif pada daun, pengamatan 14 hst terhadap 7 hst (B), pada varietas padi. V1: Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.



3 Gambar 22 Pengaruh pemupukan terhadap kandungan N tanaman (A) dan nilai kandungan N relatif tanaman, pengamatan 14 hst terhadap 7 hst (B), pada varietas padi. V1: Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.

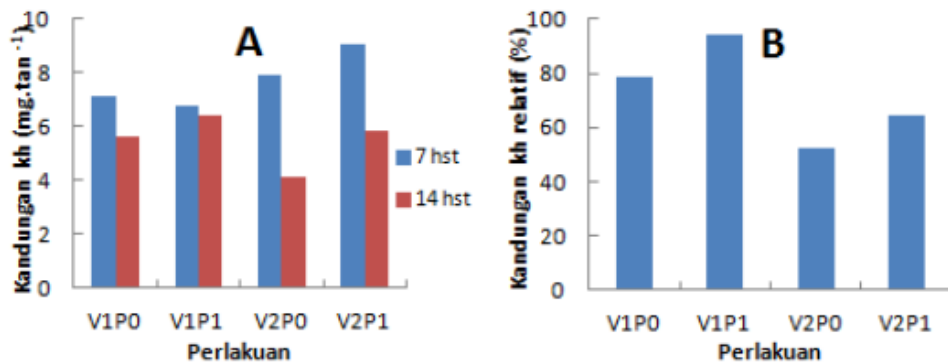
Terdapat pola hubungan antara kandungan N pada tanaman dengan kandungan klorofil pada daun, pengamatan 14 HST terhadap 7 HST pada tanaman padi, bersifat linier positif dengan persamaan; $Y = 0,4X + 6,15$; $R^2 = 0,61^*$ (Gambar 23).

Semakin tinggi persentase kandungan N tanaman maka semakin tinggi pula persentase kandungan klorofil pada daun.



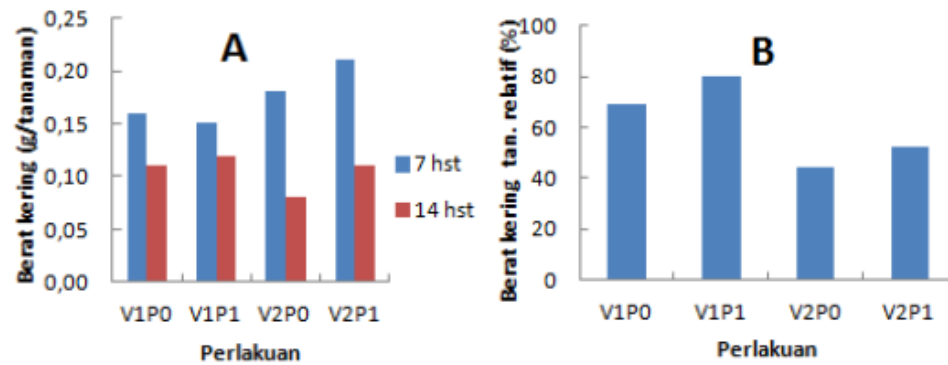
Gambar 23

Pola hubungan ³ antara kandungan N tanaman dengan kandungan klorofil pada daun, pengamatan 14 HST terhadap 7 HST, pada varietas padi.



Gambar 24

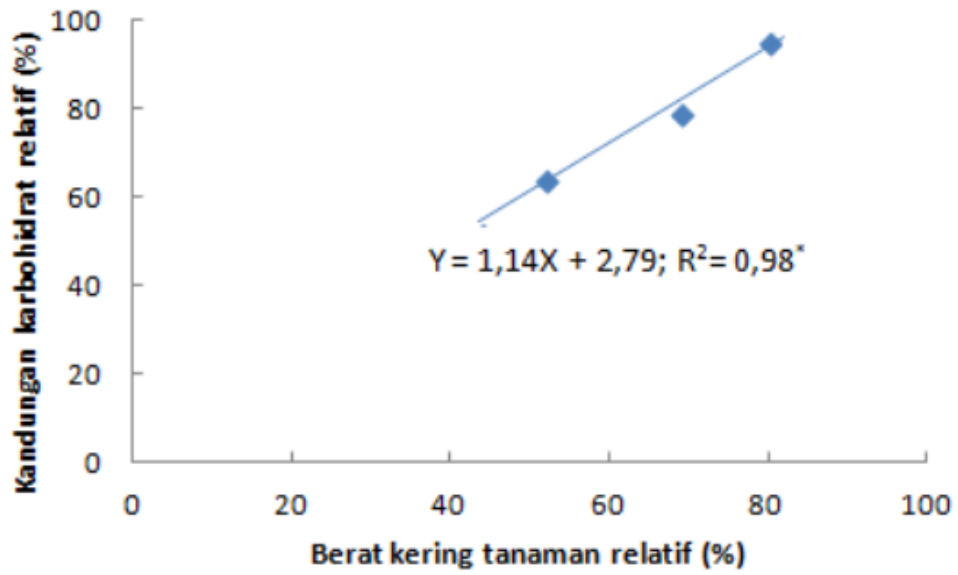
³ Pengaruh pemupukan terhadap kandungan karbohidrat (A) dan nilai kandungan karbohidrat relatif, pengamatan 14 hst terhadap 7 hst (B), pada varietas padi. V1: Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.



Gambar 25

Pengaruh pemupukan terhadap berat kering tanaman (A) dan nilai berat kering relatif tanaman, pengamatan 14 hst terhadap 7 hst (B), pada varietas padi. V1: Inpara 5, V2: IR 64, P0: Tanpa Pemupukan, P1: Pemupukan.

30) Hubungan antara berat kering tanaman dengan kandungan karbohidrat tanaman, pengamatan 14 HST terhadap 7 HST pada tanaman padi bersifat linier positif, dengan persamaan; $Y = 1,14X + 2,79$; $R^2 = 0,980^*$ (Gambar 26). Semakin tinggi persentase berat kering tanaman maka semakin tinggi pula persentase kandungan karbohidrat pada tanaman.



Gambar 26

3

Pola hubungan antara berat kering tanaman dengan kandungan karbohidrat, pengamatan 14 HST terhadap 7 HST, pada varietas padi.

Daftar Pustaka

- Armstrong, W. and M.C. Drew. 2002. *Root growth and metabolism under oxygen deficiency*. In: Waisel Y, Eshel A and Kafkafi U, eds. *Plant Roots: the Hidden Half*, 3rd edn. New York: Marcel Dekker, 729–761
- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2009. *Padi pasang surut/lebak*. <http://balittra.litbang.deptan.go.id>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. 2014. *Diskripsi varietas unggul baru*. Agro Inovasi, Science-Innovation-Networks. 73 hal.
- Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 2008. *Peningkatan produktivitas lahan lebak melalui penanaman padi toleran rendaman dan kekeringan*. <http://balittra.litbang.deptan.go.id>.
- Das, K.K., R.K. Sarkar, and A.M. Ismail. 2005. *Elongation ability dan non-structural carbohydrate levels in relation to submergence tolerance in rice*. *Plant Sci*. 168:131–136
- Drew M.C., He C-J., Morgan P.W. 2000. *Programmed cell death and aerenchyma formation in roots*. *Trends in plant science, Review*, 5 (3): 123-127.
- Ehara, H., M. Tsuchiya, H. Naito, and T.Ogo. 1992. *Effect of the Nitrogen Treatment Prior to Transplanting on the Growth and Yield in Rice*. *Japanese Journal of Crops Science*. 61(1):1-9.
- Ella, E.S., N. Kawano, Y. Yamauchi, K. Tanaka, and A.M. Ismail. 2003. *Blocking ethylene perception enhances flooding tolerance in rice seedling*. *Funct. Plant Biol*. 30:813–819.
- Ella, E.S., and A.M. Ismail. 2006. *Seedling nutrient status before submergence affects survival after submergence in rice*. *Crop Sci*. 46:1673-1681

- Fallah, A. F. 2006. *Perspektif Pertanian dalam Lingkungan yang Terkontrol*. <http://io.ppi.jepang.org>. Diakses pada tanggal 5 Juli 2009.
- Fukao T. and Bailey-Serres J. 2008. *Submergence tolerance conferred by Sub1A is mediated by SLR1 and SLRL1 restriction of gibberellin responses in rice*. PNAS. 105: 16814-19
- Gardner, F. P., R.B. Pearce and R.C. Mitcel. 1985. *Physiology of Crop Plant* (terjemahan Herawati Susilo 1991). Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Gribaldi, R.A. Suwignyo, M. Hasmeda, and R. Hayati. 2016. *Fertilization Strategy to Increase Rice Growth and Production Under Two Flooding Condition on Two Lowland Swamp Types*. Int. J. Agrivita, 38(1):64-72. (Terindex scopus)
- Gribaldi, R.A. Suwignyo, M. Hasmeda and R. Hayati. 2014. *Pengaruh pemupukan terhadap perubahan morfofisiologi dua varietas padi pada kondisi cekaman rendaman*. Jurnal Agronomi Indonesia. 42(1):17-23
- 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, and P.C. Ram. 2003. *Physiological and molecular basis of susceptibility dan tolerance of rice plants to complete submergence*. Ann Bot. 91: 227–241.
- Kawano N, Ito O, Sakagami J. 2008. *Flash flooding resistance of rice *Oryza sativa* L. and *O. glaberrima* Steud., and interspecific hybridization progeny*. Environmental and Experimental Botany 63: 9-18.
- Kawano, N., E. Ella, O. Ito, Y. Yamauchi, K. Tanaka. 2002. *Metabolic Changes in Rice Seedlings with Different Submergence Tolerance after desubmergence*. Environmental and Experimental Botany. 47: 195-203.

- Khairullah, I. 2006. *Padi tahan rendaman (solusi gagal panen saat banjir)*. Sinar Tani Edisi 8 – 14 Nopember 2006.
- Krishnan, P and R. Krishnayya. 1999. *Survive of Rice During Complete Submergence: Effect of Potassium Bicarbonate Application*. Aust. J. Plant Physiol. 26: 793 – 800.
- Las, I., I. N. Widiarta dan B. Suprihatno. 2004. *Perkembangan varietas dalam perpadian nasional*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 26 hal.
- Liao, C-Ta and C-Ho Lin. 2001. *Physiological adaptation of crop plants to flooding stress*. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(B). 25(3):148157.
- Litbang Deptan. 2007. *IRRI Temukan Varietas Padi Tahan Banjir*. <http://www.litbang.deptan.go.id> didownload pada tanggal 6 Oktober 2008.
- Makarim, A.k, E. Suhartatik, G.R. Pratiwi dan Ikhwani. 2009. *Perakitan Teknologi Produksi Padi Pada Lahan Rawa dan Rawan Rendaman Untuk Produktivitas Minimal 7 Ton/Ha*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, belum dipublikasi.
- Mohanty HK, Mallik S, Grover A. 2000. *Prospect of improving flooding tolerance in lowland rice varieties by conventional breeding and genetic engineering*. Curr Sci 78: 132-140.
- Ngudiantoro. 2010. *Pemodelan fluktuasi muka air tanah pada lahan rawa pasang surut tipe C/D: kasus di Sumatera Selatan*. **6** Jurnal Penelitian Sains 13 (3): 12-18
- Nugroho, K., A. Kusuma, Paidi, W. Wahdini, Abdurachman, H. Suhardjo dan IPG, Widjadja-Adhi. 1993. *Peta areal untuk pengembangan pertanian lahan pasang surut dan pantai*. Proyek Penelitian Sumber Daya Lahan. Pusat Penelitian **5** Tanah dan AgroKlimat.Badan Litbang Pertanian.
- Noor, M. 2007. *Rawa Lebak: Ekologi, Pemanfaatan, dan Pengembangannya*. Rajawali Press: Jakarta.

- Rao, R. and Yuncang Li. 2003. *Management of flooding effect on growth of vegetable and selected field crops*. Hortechology 13(4):610-616.
- Reed, S.T. and G.G. Gordon. 2008. *Nitrogen fertilization effect on recovery of bush beans from flooding*. Int. J. Veg. Sci. 14(3): 256-272.
- Sarkar, R.K., J.N. Reddy, S. G. Sharma and A.M. Ismail. 2006. *Physiological basis of submergence tolerance in rice and implications on crop development*. Current Science. 91 : 899 – 906.
- Seago JL Jr, Marsh LC, Stevens KJ, Soukup A, Votrubová O, Enstone DE. 2005. *A re-examination of the root cortex in wetland flowering plants with respect to aerenchyma*. Annals of Botany 96:565–579.
- Septiningsih, E. M., A. M. Pamplona, D. L. Sanches, C. N. Neeraja, G. V. Vergara, S. Heuer, A. M. Ismail and D. J. Mackill. 2009. *Development of submergence tolerant rice cultivars: the Sub 1 locus and beyond*. Annals of Botany. 103:151-160
- Setter, T.L., I. Waters, B.J. Atwell, T. Kupkanchanakul, and H. Greenway. 1987a. *Carbohydrate status of terrestrial plants during flooding*. In: Crawford, R.M.M. (Ed.), *Plant Life in Aquatic dan Amphibious Habitats*. Special Publication No. 5 British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 411- 433.
- Setter, T.L., M.B. Jackson, I. Waters, I. Wallace, and H. Greenway. 1987b. *Floodwater carbon dioxide dan ethylene concentrations as factors in chlorosis development dan 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.

- Setter, T.L., K.T. Ingram, and T.P. Tuong. 1995. *Environmental characterisation requirements for strategic research in rice grown under adverse conditions of drought, flooding, or salinity*. In: Ingram, K.T. (Ed.), *Rainfed Lowland Rice Agricultural Research for High-risk Environments*. International Rice Research Institute, Manila, Philippines, pp. 3-18.
- Subagyo, A. 2006. *Lahan Rawa Lebak Dalam Didi Ardi S et al. (eds)*. Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. Hal: 99-116.
- Suwignyo, R.A. 2005. *Pemercepatan pertumbuhan kembali bibit padi pasca terendam setelah mendapat perlakuan "Plant Phytohormone" dan Nitrogen*. *Jurnal Tanaman Tropika*. 8(2):45-52.
- Suwignyo, R.A. 2007. *Ketahanan tanaman padi terhadap kondisi terendam: Pemahaman terhadap karakter fisiologis untuk mendapatkan kultivar padi yang toleran di lahan rawa lebak*. *Kongres Ilmu Pengetahuan Wilayah Indonesia Bagian Barat*. Palembang, 3-5 Juni 2007.
- Suwignyo, R.A., Farida Zulvica dan 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.
- Soil Survey Staff. *Soil taxonomy. A Basic System of soils Classification for Making and Interpreting Soil Survey*. USDA-NRCS. Agric. Washinton D.C.
- Vreinen, Z. Zhou, and D. Van der Straeten. 2003. *Regulation of submergence-induced enhanced shoot elongation in Oryza sativa*. *Ann. Bot.* 91:263-270

6

- Waluyo, Suparwoto, dan Sudaryanto. 2008. *Fluktuasi genangan air lahan rawa lebak dan manfaatnya bagi bidang pertanian di Ogan Komering Ilir*. Jurnal Hidrosfir Indonesia. 3(2):57-66
- Widjaya Adhi, IPG.K. Nugroho, D. Ardi dan S. karama. 1992. *Sumber daya lahan pasang surut, rawa dan pantai*. Makalah disajikan pada pertemuan nasional pengembangan pertanian lahan pasang surut dan rawa di Cisarua, tgl 3 - 4 maret 1992.

Glosari

Aerenkima merupakan ruangan interselular yang terbentuk dari kombinasi pertumbuhan sel dan pembelahan sel (expansion)

Klorosis adalah keadaan pada jaringan tanaman yaitu daun yang kekurangan klorofil sehingga tidak berwarna hijau melainkan kuning atau putih pucat

6 Lahan rawa pasang surut adalah lahan yang airnya dipengaruhi oleh pasang surut air laut atau sungai, sedangkan lahan lebak adalah lahan yang airnya dipengaruhi oleh hujan, baik yang turun di wilayah setempat atau di daerah lainnya disekitar hulu.

Perubahan respon fisiologi merupakan respon awal tanaman yang mengalami cekaman terendam

Protoplasma adalah Bagian Hidup dari sebuah sel yang dikelilingi Membran plasma

2 Pupuk adalah suatu bahan yang mengandung satu atau lebih unsur hara atau nutrisi bagi tanaman untuk menopang tumbuh dan berkembangnya tanaman

2 Pupuk alam adalah pupuk yang didapat langsung dari alam, contohnya fosfat alam, pupuk kandang, pupuk hijau, kompos

Pupuk NP adalah pupuk yang mengandung unsur N dan P

2 Pupuk NPK adalah pupuk majemuk yang mengandung unsur 3 hara yaitu N, P, dan K

5 Pupuk Tunggal merupakan jenis pupuk yang mengandung satu macam unsur hara

Rawa Lebak adalah suatu wilayah dataran yang cekung yang dibatasi oleh satu atau dua tanggul sungai atau antara dataran tinggi dengan tanggul sungai

Reagen adalah zat atau senyawa yang ditambahkan ke sistem dalam rangka untuk membawa tentang reaksi kimia

Toleransi Rendaman merupakan adaptasi tanaman dalam merespon proses anaerob yang memungkinkan sel untuk mengatur atau memelihara keutuhannya sehingga tanaman mampu bertahan hidup dalam kondisi hipoksia tanpa kerusakan yang berarti.

Turgiditas adalah Tekanan yang diberikan oleh komponen komponen sel terhadap dinding sel

Vegetasi adalah Komunitas Tumbuhan di suatu tempat tertentu

Indek

A

adventif, 40, 41
aerenkima, 30, 40, 54, 56
Aerenkima, 30, 67
aerobik, 26, 29
agronomis, 34
anaerobik, 26, 29, 40
antagonis, 32
antioksidan, 32
antioksidatif, 29
Aquepts, 8
Aquepts, 8
asam, 29, 31, 32
ascorbate peroxidase, 29
Asimilasi, 26
askorbat, 32
askorbik, 32
atmosfer, 30

B

bibit, 14, 15, 27, 33, 34, 54,
65
Bibit, 14, 33

C

catalase, 29

Cekaman, 14, 19, 20, 21, 23,
24, 25, 26, 30, 37, 39, 43,
48, 50, 54
cekungan, 2, 7, 22
Ciherang, 14, 22
CO₂, 24, 26, 27, 32
Complete submergence, 26

D

deepwater land, 2
defisiensi, 34, 40
dehydroascorbate reductase,
29
dekomposisi, 7, 37
difusi, 24, 27, 28, 30
difusi etilen, 27
dosis, 32, 48, 49, 50

E

Ekosistem, 5, 10, 11
El-Nino, 15
Endoaquepts, 9
Entisols, 8, 9
enzim, 29
etilen, 27, 28, 31, 32, 40, 54,
55

F

fiksasi karbon, 29
Fisiologi, 26
Fluvaquents, 9
fosfat alam, 37, 67
fotosintesa, 23
fotosisntesis, 30
fraksi, 9

G

gambut, 2, 7, 8, 9
ganggang, 25
garam, 23, 24
gas, 23, 24, 28, 30
gen, 16, 17, 27, 30, 40, 41,
44
genotip, 38
glutathione reductase, 29
gogo rancah, 13
gulma, 6, 14, 25

H

hara, 7, 37, 38, 67
Hemic Haplosapristis, 8
hemik, 7
hidrogen peroksida, 29
hidrosil radikal, 29
hiperaktif, 31
hipoksia, 39, 68
Hydraquents, 9

I

Inceptisols, 8, 9
Indeks glikemik, 19, 20, 21
infra merah, 23
inkubasi, 32
inland, 2
interselular, 30, 67
intra spesies, 23
IR 42, 14, 31, 32
IR 64, 14, 17, 21, 40, 41, 48,
49, 51, 52, 53, 54, 55, 56,
58

K

Kadar amilosa, 19, 20, 21, 22
kalium bikarbonat, 32
kation, 7
klorofil, 27, 32, 34, 40, 54,
56, 57, 67
kloroplas, 29
klorosis, 26, 27
kompos, 37, 67
kultivar, 15, 18, 24, 27, 31,
32, 65
Kultivar, 15

L

lebak tengahan, 6, 8, 9, 17,
26
lisygeneus, 40
lowland, 2, 62, 63

M

malondialdehida, 32
membran, 29
metabolisme, 16, 24, 33, 35
mineral, 7, 8, 9
mitokondria, 29
monodehydroascorbate, 29
morfologi, 24, 30, 40

N

nitrogen, 34, 38, 65
nutrisi, 37, 67

O

O₂, 24, 27, 29
oksidasi, 29
oksidatif, 29, 32
oksigen, 27, 30, 32, 33, 40

P

padi, 3, 6, 13, 14, 15, 16, 17,
18, 25, 26, 27, 29, 30, 32,
33, 34, 35, 39, 41, 43, 44,
45, 46, 47, 48, 49, 50, 51,
52, 53, 54, 55, 56, 57, 58,
59, 61, 62, 65
Padi, 13, 14, 16, 17, 19, 20,
21, 22, 24, 26, 30, 37, 39,
43, 48, 50, 51, 54, 61, 63,
65
Partial submergence, 26

pasang surut, 6, 8, 10, 17, 19,
25, 26, 61, 63, 66, 67

peatland, 2

pertanian intensif, 1

pestisida, 23

pirit, 7, 8

Plant Phyto regulator, 35, 65

protoplasma, 23

pupuk, 33, 37, 38, 48, 51, 54,
65, 67

pupuk hijau, 37, 67

pupuk kandang, 37, 67

pupuk KCl, 38

Pupuk NPK, 38, 67

R

radiasi, 23, 25, 26

rancah gogo, 13

rawa lebak, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9,
10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,
17, 19, 20, 21, 25, 26, 33,
65, 66

reductase, 29

Rendaman, 15, 16, 19, 20,
21, 22, 23, 24, 30, 37, 39,
43, 44, 45, 48, 50, 54, 63,
68

respirasi, 27, 29, 30, 40

S

sel, 24, 30, 39, 67, 68

senesen, 28, 40

sistem sawah, 13
stagnan, 25
stomata, 24
stres, 35
sulfidik, 7, 8
superoxide dismutase, 29

T

tajuk, 40
Terric Haplosaprists, 8
tipologi, 6, 8, 25
toleran, 14, 15, 17, 18, 19,
27, 31, 32, 34, 38, 40, 44,
54, 61, 65

U

ultraviolet, 23

V

varietas, 13, 16, 17, 18, 27,
30, 39, 40, 41, 43, 44, 45,
46, 47, 48, 49, 50, 51, 52,
53, 54, 55, 56, 57, 58, 59,
61, 62, 63
vegetasi, 10
vigor, 33, 34

W

Warna gabah, 19, 20, 21, 22
wetland, 2, 64

Rawa Lebak: Pemupukan dan Toleransi Tanaman Padi

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	core.ac.uk Internet Source	3%
2	balittanah.litbang.pertanian.go.id Internet Source	3%
3	Submitted to Universitas Jember Student Paper	2%
4	repositori.umsu.ac.id Internet Source	2%
5	www.anakagronomy.com Internet Source	2%
6	www.pur-plso-unsri.org Internet Source	2%
7	es.scribd.com Internet Source	2%
8	idoc.pub Internet Source	2%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%