

Studi Perkembangan Aerenkim Akar Padi Sawah dan Padi Ladang pada Tahap Persemaian dengan Perlakuan Perendaman

The study of root aerenchyma development of wetland and upland paddy on nursery stage by flooding treatment

Fitri Handayani¹⁾, Tesri Maideliza¹⁾ dan Mansyurdin^{2)*}

¹⁾Laboratorium Struktur Perkembangan Tumbuhan, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas, Kampus UNAND Limau Manis Padang -25163

²⁾Laboratorium Genetika, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Andalas, Kampus UNAND Limau Manis Padang -25163

*Koresponden: fhe_three16@yahoo.com

Abstract

The study of root aerenchyma development of wetland paddy cv."anak daro" and upland paddy cv. "merah" at nursery stage by flooding treatment was conducted from January to April 2013 in green house and Laboratory of Plant Development and Structure, Biology Departement, Andalas University, Padang. The objective of this study was to observe the aerechyma development in the root cortex and its zone along root. The root of paddy as materials were prepared by the paraffin method. The result showed that aerenchyma was developed from cortical cells of proximal root either in wetland or upland paddy in two days after seedling. At 8 days after seedling, wetland paddy with flooding treatment formed 27-29 aerenchymatous cavities compared to 27-28 cavities of their control. Upland paddy with flooding treatment formed 28-30 aerenchymatous cavities and did not form any cavity on their control.. The aerenchyma of both paddies developed completely between outer and inner cortex in 14 days after seedling. The aerenchymatous zone was developed completely from proximal up to distal root at 21 days after seedling.

Keywords: wetland paddy, upland paddy, flooding, aerenchyma development, root

Pendahuluan

Produksi bahan pangan dunia sedang menurun akibat banyaknya bencana alam yang melanda daerah-daerah produktif serta alih fungsi lahan sawah ke non sawah. Untuk mencapai kondisi ketahanan pangan, Indonesia harus dapat mengurangi ketergantungannya terhadap impor, yang salah satu upayanya adalah dengan swasembada beras. Perkembangan produksi dan konsumsi beras di Indonesia dari tahun ke tahun berfluktuasi dengan cenderung meningkat tiap tahunnya. Selama kurun waktu 37 tahun Indonesia masih belum dapat menutupi konsumsi beras total, sehingga pemerintah masih mengimpor beras (Heissie, 2009). Oleh karena itu, dalam upaya peningkatan

produksi padi untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat tentu perlu mendapat perhatian utama dalam pembangunan pertanian (Anshori, 2011).

Produksi padi Indonesia pada tahun 2011 yaitu 65.756.904 ton/ha (BPS dan Dirjentan, 2012a) dan untuk padi ladang yaitu 3.229.297 ton/ha (BPS dan Dirjentan, 2012b). Produksi padi tahun 2012 menurut angka sementara sebesar 69,05 juta ton gabah kering giling atau mengalami kenaikan sebesar 3,29 juta ton (5,00%) dibandingkan dengan tahun 2011. Kenaikan produksi tersebut terjadi di Jawa sebesar 2,12 juta ton dan di luar Jawa sebesar 1,17 juta ton (BPS, 2013).

Usaha untuk peningkatan produksi padi dapat dilakukan dengan intensifikasi maupun ekstensifikasi atau perluasan areal.

Peningkatan produksi padi juga dilakukan dengan penanaman pada lahan kering, seperti padi ladang. Luas pemanfaatan lahan tidur dan lahan kering di Indonesia adalah 48,3 juta ha (30% dari luas daratan). Sumatera memiliki areal terbesar yaitu 20,6 juta ha, disusul Papua 19,6 juta ha, Kalimantan 16,1 juta ha, Maluku 3,2 juta ha, dan Sulawesi 2,0 juta ha. Padahal padi ladang sangat membantu produksi padi saat sekarang ini, apalagi pada saat musim kemarau yang panjang (Kamandalu, 2005).

Penanaman padi terlebih dahulu melalui tahap persemaian. Pada padi sawah, kondisi tanahnya harus lembab dengan kadar air 30%, sedangkan untuk padi ladang tidak membutuhkan air atau dalam kondisi kering. Tahap persemaian benih merupakan tahap yang menentukan untuk kelangsungan hidup tanaman padi karena pada masa ini lah terjadi masa-masa kritis dalam bercocok tanam padi. Akan tetapi pada saat sekarang ini musim di Indonesia tidak dapat lagi diprediksi karena pengaruh dari iklim global, sehingga bisa saja terjadi kemarau yang panjang atau musim hujan yang terus-menerus di sepanjang bulan. Keadaan ini dapat mempersulit petani dalam masa penyemaian benih. Jika tanaman berada pada keadaan terendam (kondisi anaerob), akar dari tanaman yang terendam akan terangsang membentuk jaringan aerenkim dibandingkan dengan akar tanaman pada lahan kering (Saab dan Sach, 1995).

Aerenkim dapat terbentuk melalui dua proses secara lisogenous atau schizogenous. Aerenkim lisogenous terbentuk melalui sel yang melisis, sedangkan aerenkim schizogenous terbentuk dengan cara pemisahan sel selama pengembangan jaringan (Evans, 2003). Aerenkim dianggap sebagai salah satu adaptasi morfologi penting bagi tanaman untuk menghadapi stres hipoksia. Saluran aerenkim biasanya terbentuk di korteks akar, rimpang dan batang. Aerenkim berfungsi untuk meningkatkan aerasi pada jaringan akar yang terendam (Seago *et. al.*, 2005). Dalam penelitian ini dirumuskan masalahnya yaitu bagaimanakah perkembangan aerenkim

pada jaringan korteks pada akar benih padi sawah dan ladang dari awal sampai akhir persemaian dengan perlakuan perendaman.

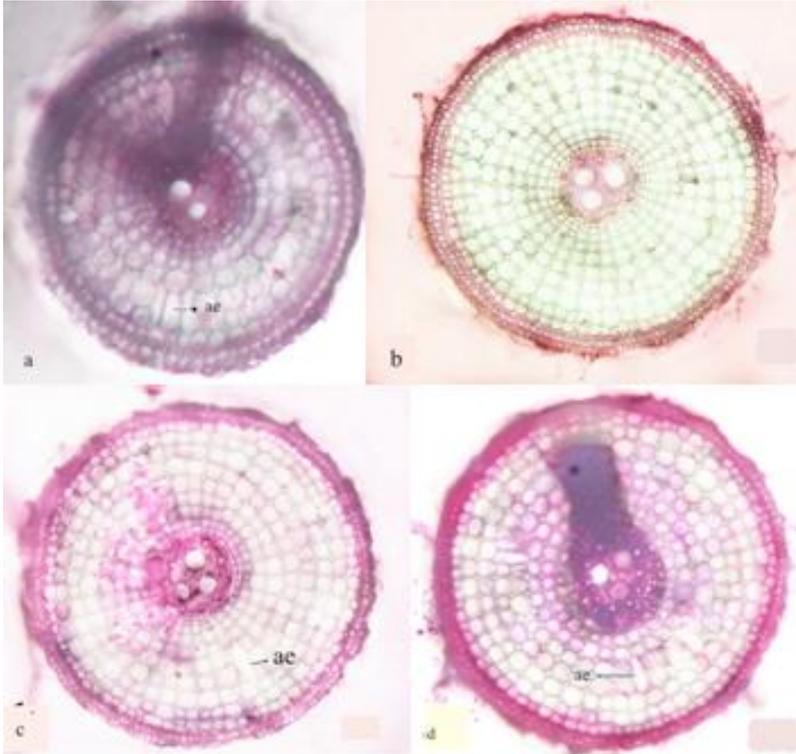
Metode Penelitian

Benih padi sawah kultivar anak daro dan padi ladang kultivar merah diinkubasi dalam kondisi lembab selama 24 jam (BPTP, 2011), kemudian disemai pada pot plastik dan dipelihara di Rumah Kaca Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang. Benih diperlakukan dengan kondisi terendam dan sebagai kontrol kedua jenis padi dipelihara dalam kondisi yang sesuai dengan persemaian normalnya. Perkembangan aerenkim pada akar diamati secara deskriptif dengan seri pengambilan sampel akar mulai dari umur 1 sampai 8 hari setelah semai, selanjutnya pada 14 dan 21 hari setelah semai.

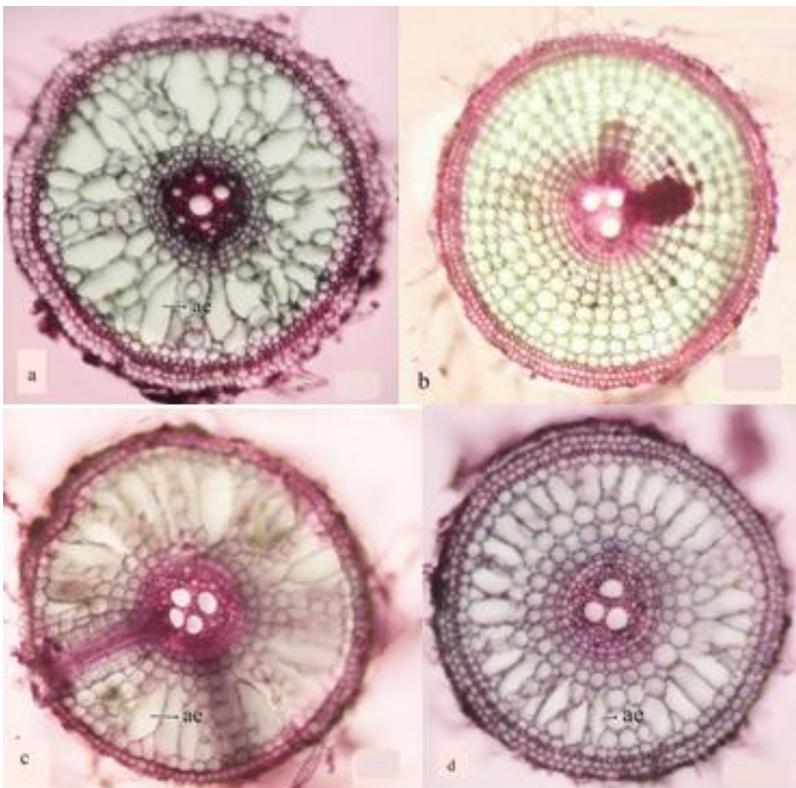
Struktur anatomi akar diamati pada preparat permanen yang disediakan dengan metoda parafin (Sass, 1958) di Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang. Sampel akar difiksasi dengan larutan fiksatif FAA (Formaldehid Acetic Acid Alcohol), didehidrasi dalam larutan Johansen dan sayatan diwarnai dengan Safranin-Fastgreen.

Hasil dan Pembahasan

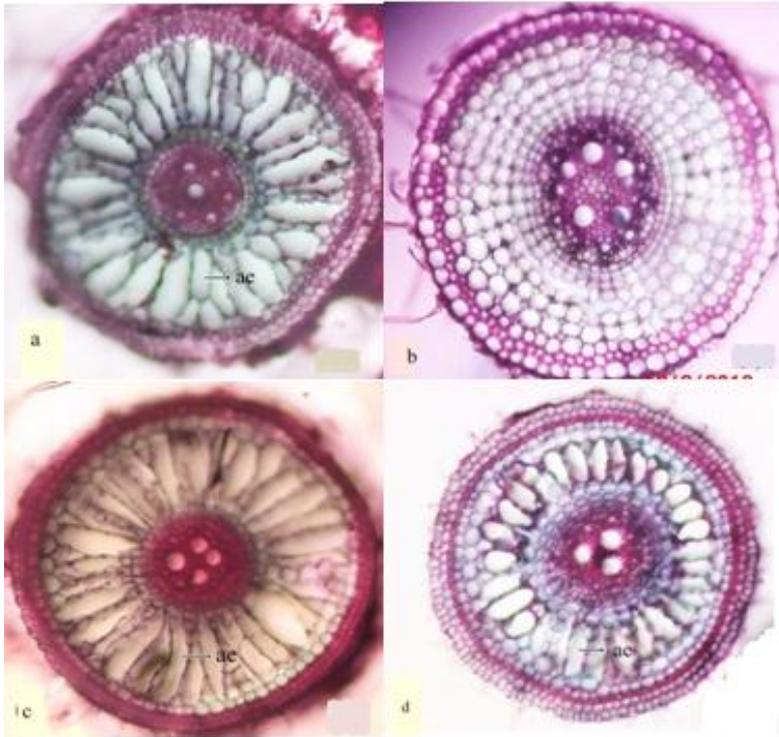
Pada hari ke 2 setelah semai sudah mulai terbentuk aerenkim pada jaringan korteks bagian pangkal akar yaitu sel-sel yang melisis sudah tampak jelas (Gambar 1). Pada padi sawah kondisi terendam terbentuk 2-10 rongga aerenkim, sedangkan pada kondisi lembab (kontrol) terbentuk 4-8 rongga aerenkim. Pada padi ladang kondisi terendam terbentuk 2-6 rongga aerenkim, sedangkan pada kondisi kering (kontrol) tidak terbentuk aerenkim (Tabel 1). Aerenkim jaringan akar terbentuk melalui proses lisogenous, berasal dari sel korteks yang melisis di bagian tengah dan ke bagian samping (Gambar 2. a,c,d).



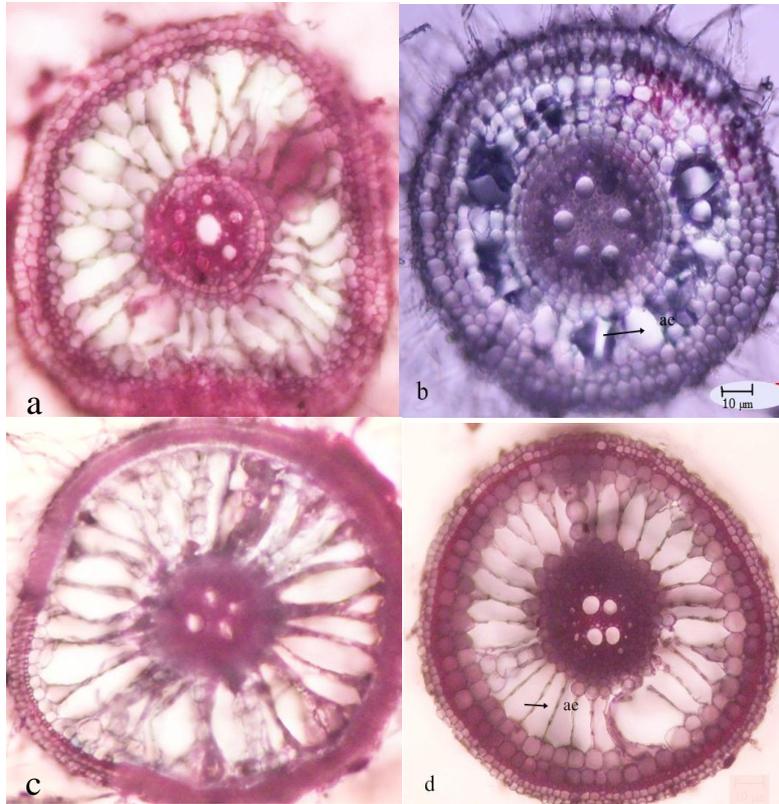
Gambar 1. Sayatan melintang akar padi umur 2 hari setelah semai: a. padi sawah kontrol; b. padi ladang kontrol; c. padi sawah kondisi terendam; d. padi ladang terendam, dan ae = aerenkim



Gambar 2. Sayatan melintang akar padi umur 4 hari setelah semai: a. padi sawah kontrol; b. padi ladang kontrol; c. padi sawah kondisi terendam; d. padi ladang terendam; dan ae = aerenkim



Gambar 3. Sayatan melintang akar padi umur 8 hari setelah semai: a. padi sawah kontrol; b. padi ladang kontrol; c. padi sawah kondisi terendam; d. padi ladang terendam; dan ae = aerenkim

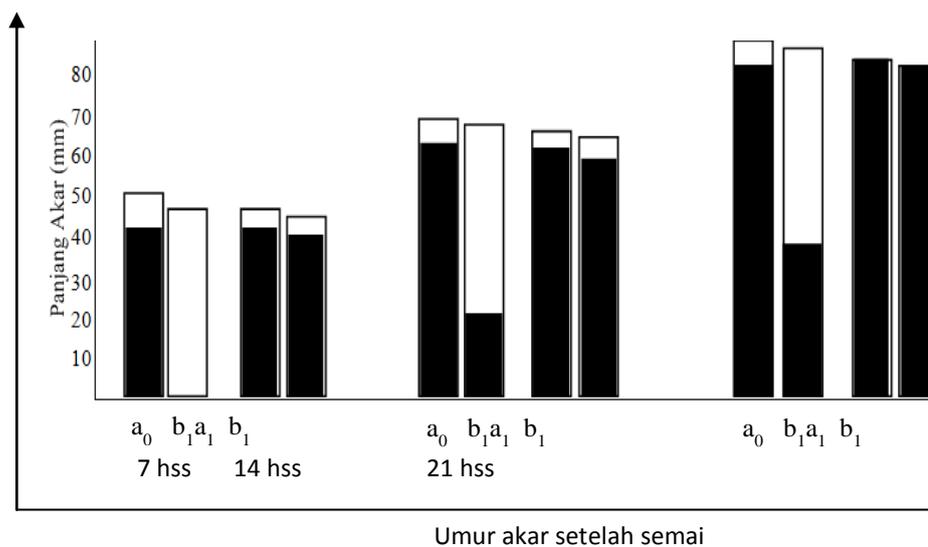


Gambar 4. Sayatan melintang akar padi umur 21 hari setelah semai: a. padi sawah kontrol; b. padi ladang kontrol; c. padi sawah kondisi terendam; d. padi ladang terendam; ae = aerenkim

Tabel 1. Jumlah rongga aerenkim pada padi sawah dan padi ladang kontrol dan kondisiterendam dari 1 sampai 8 harisetelahsemai

Umur (hari)	Jumlah individu	Jumlah akar	Jumlah deret sel korteks yang tersisa				Jumlah rongga aerenkim			
			a	b	c	d	a	b	c	d
			1	16	16	6-8	6-8	6-8	6-8	-
2	16	16	6-8	6-8	6-8	6-8	4-8	-	2-10	2-6
3	16	16	7-8	6-8	7-9	7-9	10-16	-	11-16	8-16
4	5	15	2	7-8	2	3	19-21	-	17-22	19-26
5	5	15	2	7-8	2	3	20-24	-	22-24	25-27
6	5	15	2	7-8	2	3	23- 26	-	24- 27	26-28
7	5	15	2	7-8	2	3	26-28	-	26-27	28-30
8	5	15	2	7-8	2	3	27-28	-	27-29	28-30

Ket.: a. padi sawah kontrol, b. padi ladang kontrol, c. padi sawah kondisi terendam, d. padi ladang kondisi terendam



Gambar 5. Zona pembentukan aerenkim pada akar umur 7, 14 dan 21 hari setelah semai: a₀. padi sawah kontrol, b₀. padi ladang kontrol, a₁. padi sawah terendam, b₁. padi ladang terendam. Daerah yang diarsir hitam menunjukkan zona aerenkim

Menurut Armstrong (1979), aerenkim terbentuk oleh penghapusan beberapa sel korteks. Gunawardena (2001) juga mendapatkan pembentukan aerenkim lisogenous. Aerenkim lisogenous terbentuk selama pengembangan awal yang kemudian meninggalkan ruang gas yang menjadi rongga aerenkim seperti pada barley (Arikado dan Adachi, 1995) dan jagung (Gunawardena *et al.*, 2001). Pembentukan aerenkim pada sejumlah spesies diinduksi-

oleh etilen baik secara endogen atau eksogen (Drew *et al.*, 1981; Jackson *et al.*, 1985). Selain pembentukan aerenkim lisogenous, pembentukan aerenkim schizogenous juga di temukan pada tanaman rumex (Colmer, 2003). Lain lagi prosesnya pada tanaman labu. Pembentukan aerenkim bukan melalui proses schizogenous atau lisogenous melainkan oleh pemanjangan radial dari sel korteks (Shimamura, 2007). Toleransi tanaman

terhadap banjir juga telah diamati pada tanaman jagung (Gunawardena, 2001).

Tiga hari setelah semai, pada padi sawah kondisi terendam terbentuk 11-16 rongga aerenkim yang berasal dari lisisnya 5 sel korteks dan pada kontrol juga terjadi penambahan menjadi 10-16 rongga aerenkim. Pada padi ladang terbentuk 8-16 rongga aerenkim, sedangkan pada kontrol tidak terbentuk aerenkim. Aerenkim mulai berkembang pesat pada 4 hari setelah semai (Gambar 2 dan Tabel 1). Pada padi sawah kondisi terendam terbentuk 17-22 rongga aerenkim, sedangkan pada kontrol terbentuk 19-21 rongga aerenkim. Pada padi ladang kondisi terendam terbentuk 19-26 rongga aerenkim, sedangkan pada kontrol tidak terbentuk aerenkim. Pada hari ke 5 setelah semai, padi sawah kondisi lembab membentuk 20-24 rongga sel aerenkim dengan sel yang melisi sama dengan hari sebelumnya. Pada padi ladang kondisi kering tidak terbentuk aerenkim sehingga struktur akarnya masih dalam keadaan normal. Pada padi sawah kondisi terendam terbentuk 22-24 rongga sel aerenkim yang berasal dari 5 sel korteks yang melisis di bagian tengah dan 2 sel korteks melisis ke bagian samping. Pada padi ladang kondisi terendam terbentuk 26-28 rongga sel aerenkim yang berasal dari 5 sel korteks melisis di bagian tengah, 2 sel korteks melisis ke bagian samping.

Enam hari setelah semai, pada padi sawah kondisi terendam terbentuk 24-27 rongga aerenkim, sedangkan pada kontrol terbentuk 23-26 rongga aerenkim. Pada padi ladang kondisi terendam terbentuk 26-28 rongga aerenkim, sedangkan pada kontrol tidak terbentuk aerenkim. Pada hari ke 7 setelah semai tidak mencolok penambahan rongga aerenkim dari hari sebelumnya. Pada padi sawah kondisi terendam dibentuk 26-27 rongga aerenkim, sedangkan pada kontrol terbentuk 26-28 rongga aerenkim. Pada padi ladang terendam dibentuk 28-30 rongga sel aerenkim, sedangkan pada kontrol masih tidak terbentuk aerenkim pada jaringan korteks akar. Delapan hari setelah semai (Gambar 3 dan Tabel 1), pada padi sawah kondisi terendam terbentuk 27-29 rongga

aerenkim, sedangkan pada kontrol 27-28 rongga aerenkim. Pada padi ladang terendam terbentuk 28-30 rongga aerenkim dan juga menyisakan selapis sel pada bagian luar dan dalam dari jaringan korteks, sedangkan pada kontrol masih belum terbentuk aerenkim.

14 hari setelah setelah semai, padi sawah kondisi lembab, padi sawah kondisi terendam dan padi ladang kondisi terendam tidak mengalami perubahan dari pengamatan sebelumnya struktur anatomi akarnya sama dengan sebelumnya. Kestabilan perkembangan aerenkim juga dilaporkan oleh Shimamura (2007) bahwa aerenkim pada tanaman labu sudah stabil setelah 16 hari akar berada dalam kondisi terendam. Akan tetapi berbeda dengan padi ladang kondisi kering, pada hari ke 14 ini baru mulai membentuk 4-10 rongga aerenkim yang berasal dari 2 sel korteks melisis di bagian tengah dan 1 sel korteks melisis ke bagian samping. Pada hari ke 21 setelah semai (Gambar 4 dan Tabel 1). Pada padi ladang kontrol mengalami perkembangan aerenkim dan terbentuk 12-14 rongga aerenkim. Pembentukan aerenkim pada padi sawah padi sawah menyisakan 2 sel korteks yaitu 1 sel di bawah eksodermis dan 1 sel sebelah luar endodermis. Pada padi ladang menyisakan 3 sel korteks yang tidak melisis yaitu 2 sel sebelah dalam eksodermis dan 1 sel sebelah luar endodermis.

Zona aerenkim terbentuk dari pangkal (proksimal) ke ujung (distal) akar (Gambar 5). Zona aerenkim pada padi sawah kontrol umur 7 hari setelah semai terbentuk sepanjang ± 8 mm dari total 50 mm panjang akar. Pada padi sawah kondisi terendam terbentuk zona aerenkim dari bagian proximal akar ke bagian distal sepanjang ± 5 mm dari total panjang akar 47 mm. Pada padi ladang kondisi terendam terbentuk zona aerenkim dari bagian proksimal akar ke bagian distal sepanjang ± 5 mm dari total panjang akar 45 mm. Zona pembentukan aerenkim berkembang pesat pada hari ke 14 setelah semai. Pada padi sawah kontrol terbentuk zona aerenkim sepanjang ± 65 mm dari total panjang akar 67 mm. Pada padi ladang kontrol sudah

terbentuk zona aerenkim sepanjang ± 23 mm dari total panjang akar 65 mm. Pada padi sawah kondisi terendam terbentuk zona aerenkim sepanjang ± 61 mm dari total panjang akar 64 mm. Pada padi ladang kondisi terendam terbentuk zona aerenkim sepanjang ± 58 mm dari total panjang akar keseluruhan 62 mm.

21 hari setelah semai, pada padi sawah kontrol terbentuk zona aerenkim sepanjang ± 81 mm dari total panjang akar 84 mm. Pada padi ladang kontrol mulai terbentuk zona aerenkim sepanjang ± 45 mm dari total panjang akar 83 mm. Pada padi sawah dan padi ladang kondisi terendam, pembentukan zona aerenkim sempurna yaitu dari dari proksimal sampai ke bagian distal. Hasil ini menunjukkan bahwa zona aerenkim akar pada tanaman padi sawah dan padi ladang dapat terbentuk sepanjang akar yaitu dari bagian proksimal sampai ke bagian distal. Shimamura (2007) melaporkan bahwa pembentukan zona aerenkim pada labu hanya $\pm 1/4$ bagian pada bagian proksimal akar.

Berdasarkan kemampuan zonasi aerenkim dari proksimal sampai ke distal akar maka dapat dinyatakan bahwa daya adaptasi benih padi ladang terhadap genangan air cukup adaptif. Aerenkim memberikan oksigen ke ujung akar dan rhizosfer, kemudian menghilangkan gas karbon dioksida, etilena, metana dari akar dan tanah (Shannon *et al.*, 1996; Colmer, 2003). Transportasi oksigen ke ujung akar ditingkatkan pada spesies lahan basah oleh aerenkim (Armstrong *et al.*, 2000).

Kesimpulan

Padi sawah dan padi ladang dapat beradaptasi dengan lingkungannya bila kondisi lingkungannya berbeda dari umumnya. Padi sawah dan padi ladang mempunyai bentuk aerenkim bila terendam air mulai umur 2 hari tanaman terendam (mulai terbentuk aerenkim) sampai umur 8 hari tanaman terendam (struktur aerenkim dewasa). Aerenkim terbentuk melalui proses lisogenous. Perkembangan aerenkim dapat terlihat dari peningkatan jumlah rongga aerenkim. Strukturnya dapat dikenali dari bentuk aerenkim antara padi

sawah dengan padi ladang. Aerenkim berkembang dari bagian pangkal akar ke bagian ujung akar.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih diucapkan kepada Prof. Dr. Syamsuardi, Dr. Zozy Aneloi Noli dan Zuhri Syam, M.P., atas masukan saran dan kritikan yang diberikan selama penelitian dan penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Anshori, A. A. 2011. Analisis Usahatani padi jenis Padi Ketan Putih (*Oryza Sativa Glutinosa*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arikado H. and Y. Adachi. 1955. Anatomical and ecological responses of barley and some forage crops to the flooding treatment. *Bull. Fac. Agric. Mie University*. Tsu Mie 11: 1-29.
- Armstrong W. 1979. Aeration in higher plants. *Advances in Botanical Research* 7: 225-332.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 2011. *Teknologi Budidaya Padi*. Biro Perencanaan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Solok.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2012a. *Produksi Padi Menurut Provinsi. 2008 - 2012*.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2012b. *Produksi Padi Ladang Menurut Provinsi. 2008 - 2012*.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Produksi padi, jagung, dan kedelai (Angka Sementara Sementara Tahun 2012)*. *Berita Resmi Statistik*, No. 20/03/ Th. XVI, 1 Maret 2013.
- Colmer T.D. 2003. Long-distance transport of gasses in plants: A Perspective on internal aeration and radial oxygen loss from roots. *Plant, Cell & Environment*, 26: 17-36.
- Evans. D. E. 2003. Aerenchyma formation. *New Phytol.* 161: 35- 49.

- Drew, M.C. and A. Fourcy. 1986. Radial movement of cations across aerenchymatous roots of *Zea mays* measured by electron probe x-ray analysis. *Journal of Experimental Botany*. 37: 823–831.
- Fahn, A. 1990. *Plant Anatomy* 4th Edition. Pergamon Press. Oxford
- Gunawardena, A., D.M. Pearce, M.B. Jackson, C.R. Hawes, and D.E. Evans. 2001. Characterisation of programmed cell death during aerenchyma formation induced by ethylene or hypoxia in roots of maize (*Zea mays* L.). *Planta* 212: 205–214.
- Hessie, R. 2009. *Analisis Produksi Padi dan Komsumsi Beras dalam Negeri serta Implikasinya terhadap Swasembada Beras di Indonesia*. Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jackson, M.B., T.M. Fenning, M.C. Drew and L.R. Saker. 1985. Stimulation of ethylene production and gas-space (Aerenchyma) formation in adventitious roots of *Zea mays* L. by small partial pressures of oxygen. *Planta* 165: 486–492.
- Kamandalu, A.A.N.B. 2005. *Uji Multilokasi Galur Harapan (gh) Padi Gogo*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Bali.
- Saab, I.N., and M.M. Sachs. 1995. A flooding-induced xyloglucan endo-transglycosylase homolog in maize is responsive to ethylene and associated with aerenchyma. *Plant Physiol.* 112: 385–391.
- Sass, E. 1958. *Botanical Microtechnique*. Third Edition. The Iowa State University Press. Iowa.
- Seago, J. L. Jr., L. C. marsh, K. J. Stevens, A. Soukup, O. Votrubova and D. E. Enstone. 2005. A re-examination of the root cortex in wetland flowering plants with respect to aerenchyma. *Annals of Botany* 96: 565–579.
- Shannon, R.D., J.R. White, J.E. Lawson and B.S. Gilmour. 1996. Methane efflux from emergent vegetation in peatlands. *Journal of Ecology* 84: 239–246.
- Shimamura. S, S.Yoshida, and T.Mochizuki. 2007. Cortical aerenchyma formation in hypocotyl and adventitious roots of *Luffa cylindrica* subjected to soil flooding. *Annals of Botany* 100: 1431-1439.