

Laju Asimilasi Bersih dan Laju Tumbuh Relatif Varietas Padi Toleran Kekeringan Pada Sistem Sawah

Rate of Assimilation Total and Relative Growth
of Drought Tolerant Rice
on Paddy System

Maisura¹⁾, Muhamad Ahmad Chozin²⁾, Iskandar Lubis²⁾, Ahmad Junaedi²⁾, dan Hiroshi Ehara³⁾

¹⁾*Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh
Kampus Cot Teungku Nie, Reuleut, Muara Batu Aceh Utara 24355, Indonesia
Email: maisuraali@gmail.com*

²⁾*Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga 16680, Indonesia*

³⁾*Graduate School of Bioresources, Mie University,
1577 Kurimanchiya-cho, Tsu 514-8507, Japan*

Diterima 10 Juli 2014; Dipublikasi 1 September 2014

Abstrak

Cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya perubahan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman diantaranya terjadinya penurunan laju asimilasi. Percobaan dilaksanakan di Rumah Plastik Lapangan Riset Padi Babakan, University Farm IPB, Bogor (\pm 240 m dpl) pada bulan September 2011 sampai February 2012. Rancangan penelitian menggunakan rancangan split plot 3 ulangan, dengan dua faktor perlakuan yaitu faktor utama (Cekaman kekeringan) sebagai petak utama yang terdiri dari penghentian pemberian air umur 3Minggu Setelah Transplanting (3MST) sampai panen; Penghentian pemberian air umur 6 MST sampai panen; penghentian pemberian air umur 9 MST sampai panen dan kontrol. Sedangkan faktor kedua adalah varietas yang ditempatkan sebagai anak petak yaitu IR 64, Ciherang, IPB 3S, Way Apo Buru, Jatiluhur, Menthik Wangi, Silugonggo dan Rokan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan cekaman kekeringan pada saat awal fase vegetatif sampai panen dan pada fase pra antesis sampai panen menyebabkan terjadinya penurunan laju asimilasi bersih berkisar 42.96%-78.95% dan laju tumbuh relatif berkisar 22.95%-69.62%. Varietas Jatiluhur dan Ciherang memiliki laju asimilasi bersih yang lebih tinggi pada perlakuan cekaman kekeringan yang diberikan pada awal fase vegetatif sampai panen.

Kata kunci: Laju asimilasi bersih, sistem sawah, cekaman kekeringan

Abstract

Drought stress causes change on plant growth and production such as decrease of assimilation rate. The research was conducted at Plastic House Field Rice Research Babakan, University Farm IPB (\pm 240 above sea level) on September 2011 to February 2012. Research designed by split plot, 3 replicates, 2 factors which is main factor (drought) as main plot, consist of drought stress three weeks after transplanting (WAT) until harvest, six weeks after transplanting (6 WAT) until harvest, nine weeks after transplanting (9 WAT) until harvest and control (without drought stress). The second factor is variety as sub plot namely IR 64, Ciherang, IPB 3S, Way Apo Buru, Jatiluhur, Menthik Wangi, Silugonggo dan Rokan. The result showed drought on early vegetative to harvest and on pra anthesis to harvest cause decrease of assimilation rate 42.96%-78.95% and relative growth rate 22.95%-69.62%. Jatiluhur and Ciherang have assimilation rate higher than drought given on early vegetative stage to harvest.

Keywords: total assimilation rate, paddy system, drought.

Pendahuluan

Padi merupakan salah satu sumber pangan utama yang dikonsumsi oleh hampir tiga milyar penduduk dunia. Padi juga merupakan salah satu komoditi pangan yang mampu memenuhi 32% kebutuhan kalori (Sarwar dan Kanif, 2005; Bouman et al. 2007).

Luas lahan padi dunia diperkirakan mencapai 148 juta ha, dimana 79 juta ha diantaranya merupakan lahan padi dengan sistem irigasi, sementara padi sawah (*lowland rice*) dan padi gogo (*upland rice*) masing-masing mencapai 54 juta ha dan 14 juta ha. Dari jumlah total produksi padi dunia, 75% diantaranya dihasilkan dari sistem padi sawah beririgasi, sementara 19% dan 4% masing-masing disumbangkan dari padi tadah hujan dan padi gogo (Maclean et al. 2002).

Kelangkaan air dan kekeringan disebabkan oleh meningkatnya persaingan dalam penggunaan air antar sektor dan perubahan iklim. Tuong dan Bouman (2003) mengestimasi bahwa hingga tahun 2025 kelangkaan air dan kekeringan akan meluas pada 15-20 juta ha lahan padi di sebagian besar wilayah Asia. Kekeringan yang terus meluas tentu akan berpengaruh terhadap penurunan produksi dan pemenuhan kebutuhan pangan bagi populasi penduduk yang terus meningkat.

Cekaman kekeringan secara umum berdampak negatif terhadap pertumbuhan padi. Akibat dari cekaman kekeringan menyebabkan komponen pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, luas daun dan pertumbuhan reproduktif seperti umur berbunga, jumlah anakan produktif dan bobot gabah menurun dibandingkan dengan pertumbuhan pada kondisi optimum. Cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya perubahan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman diantaranya terjadinya penurunan laju asimilasi.

Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor yang paling merugikan pertumbuhan tanaman dan produktivitas. Cekaman kekeringan semakin menurunkan tingkat asimilasi CO₂ karena berkurangnya konduktansi stomata. Cekaman kekeringan juga menyebabkan penurunan laju dan aktivitas enzim pada siklus fotosintesis, termasuk enzim kunci yaitu ribulose-1,5-bisfosfat karboksilase/oxygenase. Stres didefinisikan sebagai pengaruh faktor abiotik (panas, air, salinitas) atau faktor biotik (herbivora) yang menyebabkan terjadinya penurunan laju fotosintesis dan mengurangi

kemampuan tanaman untuk mengubah energi untuk biomassa (De Oliveria et al 2013).

Meningkatnya laju fotosintesis pada tumbuhan tingkat tinggi dengan cara mengurangi kadar air daun relatif dan potensial air daun (Lowler dan Cornic, 2002). Namun, perdebatan terus berlanjut apakah kekeringan terutama membatasi fotosintesis melalui penutupan stomata atau melalui metabolisme penurunan nilai (Tezara et al, 1999, Lawson et al, 2003). Pembatasan stomata yang berlaku umum menjadi penentu utama mengurangi fotosintesis di bawah cekaman kekeringan (Cornic, 2000). ini telah dikaitkan dengan penurunan konsentrasi CO₂ internal, yang akhirnya menghambat total metabolisme fotosintesis. Respon fotosintesis yang diakibatkan oleh kekeringan, menyebabkan menutupnya stomata secara progresif dengan meningkatnya cekaman kekeringan, diikuti oleh penurunan netto fotosintesis. Hal ini juga diketahui bahwa kandungan air daun relatif selalu berinteraksi dengan konduktansi stomata dan potensial air daun berkorelasi juga dengan konduktansi stomata pada kondisi cekaman kekeringan (Reddy et al, 2004).

Tujuan Penelitian adalah untuk mengetahui laju fotosintesis pada beberapa varietas padi toleran kekeringan pada sistem sawah. Selanjutnya untuk memperoleh informasi mekanisme toleransi tanaman padi terhadap cekaman kekeringan pada sistem sawah.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Rumah plastik Laboratorium Lapangan Riset Padi Babakan, University Farm IPB Bogor, dari bulan September 2011 - Januari 2012. Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi yang terdiri dari 8 varietas IR 64, Ciherang, IPB 3S, Way Apo Buru, Jatiluhur, Menthik Wangi, Silugonggo dan Rokan. Pupuk dasar yang digunakan N, P dan K. Alat-alat yang digunakan adalah tensiometer, Spektrofotometer UV-VIS, termohigrometer, timbangan analitik, oven dan *leaf area index*.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan split plot 3 ulangan, dengan dua faktor perlakuan yaitu faktor utama (Cekaman kekeringan) yang terdiri dari penghentian pemberian air saat 3 Minggu Setelah Transplanting (3 MST) sampai panen; Penghentian pemberian air pada saat 6 MST sampai panen; penghentian pemberian air saat 9

MST sampai panen dan kontrol. Sedangkan sebagai anak petak adalah varietas yaitu : Ciherang, IPB 3S, IR 64, Way Apo Buru, Jatiluhur, Mentik Wangi, Silugonggo dan Rokan.

Rumah plastik yang digunakan memiliki ukuran 20 m x 15 m, tinggi rangka bangunan kurang lebih 2,2 m - 4,5 m. Di Dalam rumah plastik terdapat bak tanam dengan ukuran 400 m x 300 cm sebanyak 16 bak dengan kedalaman lapisan olah kurang lebih 40 cm. Jarak petak antar perlakuan 35 cm dan jarak petak antar ulangan 35 cm. Pada tiap bak tanam dilengkapi jaringan pipa berdiameter 1 inci untuk in let dan out let air berdiameter 2 inchi. Sebelum dilakukan penanaman, terlebih dahulu dilakukan penggenangan selama 7 hari dan pengolahan tanah dilakukan 2 kali.

Untuk kerseragaman daya kecambah maka benih dioven selama 72 jam pada suhu 430 C. Setelah benih dioven, selanjutnya benih ditimbang sebanyak 35 g tiap varietas dan direndam dalam air selama 5 jam kemudian diperam selama 2 hari, selanjutnya disemai pada trai-semai hingga berumur 12 hari. Pada tiap petak percobaan ditanami 8 varietas, tiap varietas terdiri dari 30 tanaman dalam 2 barisan tanaman dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm, dan jarak tanam antar varietas 25 cm. Pada kedua sisi petak ditanam tanaman pinggir. Jumlah populasi per petak adalah 260 populasi.

Pemupukan dilakukan dalam 3 tahap menggunakan pupuk dasar 37,5 kg N/ha, 36 kg P₂O₅/ha, dan 60 kg K₂O/ha diberikan 1 minggu setelah tanam (MST) dan untuk pemupukan

kedua dan ketiga diberikan 37,5 kg N/ha pada 5 MST dan 9 MST. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara kimia sesuai kondisi dan kebutuhan di lapangan.

Pengaturan perlakuan penghentian pemberian air, pemberian air pada tiap petak tanam disesuaikan dengan perlakuan. Untuk perlakuan 3 MST pemberian air dihentikan saat tanaman berumur 3 MST; perlakuan 6 MST pemberian air dihentikan ketika tanaman berumur 6 MST dan perlakuan 9 MST ketika tanaman berumur 9 MST dan untuk perlakuan tanpa kekeringan (kontrol) pemberian air terus dilakukan, dan saat 2 minggu sebelum panen dilakukan penghentian pemberian air. Pada penggenangan awal tinggi muka air dipertahankan 2,5 cm dari permukaan tanah. Pengamatan meliputi luas daun, indeks luas daun, laju asimilasi bersih, laju tumbuh relatif dan bobot gabah perumpun.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan analisis ragam terlihat bahwa perlakuan cekaman kekeringan, varietas dan interaksi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, luas daun, indeks luas daun, laju asimilasi bersih, laju tumbuh relatif dan bobot gabah per rumpun. Rata-rata luas daun dan indeks luas daun mengalami penurunan akibat perlakuan cekaman kekeringan terutama pada perlakuan cekaman kekeringan yang dilakukan pada fase vegetatif dan fase pra antesis sampai panen (Tabel 1, 2 dan 3).

Tabel 2. Laju asimilasi bersih (9-12 MST) pada 8 varietas yang diuji pada beberapa cekaman kekeringan.

Varietas	Cekaman kekeringan							
	3 MST		6 MST		9 MST		Kontrol	
	µg/cm ² /hari							
IR 64	2.20	no	9.20	d-f	13.10	a	12.70	ab
Ciherang	3.00	l	6.50	g-j	9.90	de	10.40	cd
IPB 3S	1.30	o	7.40	f-i	9.30	d-f	12.30	a-c
Way Apo Buru	1.90	on	3.80	k-n	5.30	i-l	5.80	h-k
Jatiluhur	3.00	l	6.60	g-j	8.00	e-h	10.20	c-e
Mentik Wangi	2.70	m-o	3.90	k	4.90	j-m	8.60	d-g
Silugonggo	1.70	on	3.10	l	5.90	h-k	9.80	de
Rokan	1.10	on	5.30	i-l	9.80	de	10.50	b-d

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada $\alpha = 0.05$.

Tabel 3. Laju tumbuh relatif 8 varietas yang diuji pada beberapa cekaman kekeringan

Varietas	Cekaman kekeringan							
	3 MST		6 MST		9 MST		Kontrol	
	$\mu\text{g/g BK/hari}$							
IR 64	5.60	i	26.80	bc	29.10	ab	28.60	ab
Ciherang	9.90	ghi	21.40	b-e	21.00	b-f	23.80	b-e
IPB 3S	6.60	i	24.90	b-e	29.00	ab	35.70	a
Way Apo Buru	6.00	i	11.90	f-i	15.90	e-h	17.00	d-h
Jatiluhur	6.60	i	16.30	e-h	22.90	b-e	25.10	b-e
Menthik Wangi	5.60	i	16.00	e-h	23.30	b-e	24.40	b-e
Silugonggo	5.70	i	16.50	e-h	17.40	d-h	18.70	c-g
Rokan	4.60	i	19.90	b-f	21.50	b-e	26.20	bcd

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada $\alpha = 0.05$.

Tabel 4. Kandungan klorofil a klorofil b dan rasio klorofil a/b pada 8 varietas pada beberapa cekaman kekeringan

Perlakuan	Klorofil a		Klorofil b		Rasio a/b	
	mg.g^{-1}					
Cekaman kekeringan						
Kontrol	3.42	a	1.05	b	3.16	a
9 MST	3.05	b	1.36	a	2.02	b
6 MST	2.75	b	1.35	a	2.44	b
3 MST	2.36	c	1.28	a	2.17	b
Varietas						
IR 64	2.94		1.51	a	2.17	
Ciherang	2.74		1.22	b	2.28	
IPB 3S	2.86		1.16	b	2.53	
Way Apo Buru	2.76		1.18	b	2.36	
Jatiluhur	2.93		1.24	b	2.39	
Menthik Wangi	2.80		1.14	b	2.61	
Silugonggo	3.29		1.38	ab	2.40	
Rokan	2.84		1.23	b	2.38	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada $\alpha = 0.05$.

Laju asimilasi bersih berasosiasi dengan luas daun dan bahan kering yang dihasilkan dari periode tertentu. Terhambatnya perluasan daun akan berdampak pada menurunnya kapasitas dari daun untuk menyerap cahaya. Cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya penurunan kandungan klorofil a dan rasio klorofil a/b (Tabel 4) (Maisura et al, 2014). Sebaliknya terjadi peningkatan klorofil b. Hasil penelitian yang sama yang dilakukan pada 2 galur tanaman okra, cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan klorofil b (Jaleel et al. 2009).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan klorofil a dan klorofil b sangat rentan terhadap dehidrasi tanah (Farooq et al. 2009). Klorofil merupakan komponen utama kloroplas untuk fotosintesis dan kandungan klorofil relatif

berhubungan dengan fotosintesis. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan kandungan klorofil a pada kondisi cekaman kekeringan yang merupakan suatu gejala cekaman oksidatif yang disebabkan oleh pigmen fotooksidasi dan terjadinya degradasi klorofil (Verma et al. 2004; Farooq et al. 2009). Anjum et al. (2003) dan Farooq et al. (2009) melaporkan perlakuan cekaman kekeringan pada beberapa spesies tanaman menyebabkan perubahan pada rasio klorofil a/b dan carotenoid. Rasio klorofil a/b tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol. Selanjutnya besarnya rasio klorofil a/b sangat tergantung pada klorofil a dan klorofil b.

Penurunan kandungan klorofil a menyebabkan kemampuan dalam reaksi merubah energi radiasi cahaya semakin menurun sehingga fotosintesis akan terhambat. Klorofil a dan b

berperan dalam proses fotosintesis tanaman. Klorofil b berfungsi sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan cahaya. Hasil penelitian terhadap pengaruh naungan juga menunjukkan terjadinya peningkatan klorofil b akibat naungan dan terjadinya penurunan rasio klorofil a/b (Hidema et al. 1992). Hal ini berkaitan dengan peningkatan protein klorofil a/b pada LHC II (light Harvesting Complex). Membesarnya antena untuk fotosistem II ini akan mempertinggi efisiensi pemanenan cahaya. Klorofil b berfungsi sebagai antena yang mengumpulkan cahaya untuk kemudian ditransfer ke pusat reaksi. Pusat reaksi tersusun dari klorofil a. Energi cahaya akan diubah menjadi energi kimia di pusat reaksi yang kemudian dapat digunakan untuk proses reduksi dalam fotosintesis (Taiz dan Zeiger, 1991). Hasil penelitian menunjukkan varietas IR 64 dan Silugonggo memiliki kandungan klorofil b yang lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya.

Padi merupakan tanaman yang sangat peka terhadap kekurangan air pada fase reproduktif, kekurangan air akan menyebabkan penurunan yang tinggi pada hasil gabah. Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan bobot gabah per rumpun (Tabel 4) dan diikuti meningkatnya jumlah gabah hampa per rumpun

pada semua posisi malai (data tidak ditampilkan). Hasil penelitian menunjukkan pada perlakuan cekaman kekeringan pada saat pra anthesis dan pasca anthesis sampai panen menyebabkan tingginya jumlah gabah hampa. hal ini disebabkan cekaman kekeringan terjadi pada saat pengisian biji sehingga banyaknya jumlah gabah yang telah terbentuk (*sink size*) tidak mampu diimbangi oleh sumber yang tersedia (*source size*) dan mengakibatkan meningkatnya jumlah gabah hampa. Proses pengisian biji ditentukan oleh sumber (*source*) dalam mendukung limbung (*sink*). Sumber yang terbatas dalam mendukung limbung karena akumulasi fotosintat yang rendah atau proses penuaan yang lebih cepat akan meningkatkan persentase gabah hampa. Abdullah et al. (2008) melaporkan bahwa salah satu penyebab kehampaan adalah tidak seimbangannya antara limbung (*sink*) yang besar dan sumber (*source*) yang sedikit. Lebih lanjut dijelaskan suatu galur yang mempunyai jumlah gabah per malai banyak tetapi sumber kurang mendukung seperti daun, lebar, tipis, mendatar, cepat menua dan berumur genjah menyebabkan hasil asimilat rendah dan tidak mencukupi untuk mendukung pengisian gabah, mengakibatkan kehampaan tinggi.

Tabel 5. Bobot gabah per rumpun pada 8 varietas padi pada beberapa perlakuan cekaman kekeringan

Varietas	Cekaman kekeringan			
	3 MST	6 MST	9 MST	Kontrol
IR 64	4.63 l-n	7.01 i-m	12.61 efg	15.23 de
Ciherang	6.35 k-n	8.65 hij	12.63 efg	15.50 d
IPB 3S	3.19 no	11.92 fg	19.11 bc	23.55 a
Way Apo Buru	5.06 l-n	8.18 h-k	11.50 fg	13.95 def
Jatiluhur	13.48 ef	15.58 cd	18.09 bc	22.74 a
Menthik Wangi	6.51 j-n	6.80 j-m	12.26 efg	16.47 cd
Silugonggo	3.32 no	5.22 k-n	9.87 ghi	12.74 efg
Rokan	1.01 o	5.99 k-n	9.59 g-j	21.11 ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada $\alpha = 0.05$.

Kesimpulan

Cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya terhambatnya perluasan daun dan menurunnya indeks luas daun, menurunnya kandungan klorofil a, rasio klorofil a/b, serta

terjadinya penurunan laju asimilasi bersih dan laju tumbuh relatif, serta meningkatnya klorofil b.

Varietas Jatiluhur dan Ciherang memiliki laju asimilasi bersih yang lebih tinggi pada perlakuan cekaman kekeringan yang diberikan pada awal fase vegetatif sampai panen.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini mendapatkan dukungan pendanaan melalui program I-MHERE B.2.C. Institut Pertanian Bogor Tahun 2010-2012.

Daftar Pustaka

- Bouman, B. A. M. and Tuong, T. P. 2001. Field Water Management To Save Water And Increase Its Productivity In Irrigated Rice. *Agric. Water Manage.* 49: 11–30.
- De Oliveira, A. B., Alencar, N,L,M., and Gomes-F.E. 2013. Comparison Between the Water and Salt Stress Effects on Plant Growth and Development, In Responses of organisms to water stress, Chapter 4. Licensee Intech. pp. 67-94.
- Lawlor, D. W. and Cornic, G. 2002. Photosynthetic Carbon Assimilation and Associated Metabolism In Relation To Water Deficits In Higher Plants. *Plant Cell Environ.* 25: 275–94
- .Lawson, T., Oxborough, K., Morison, J. I. L., and Baker, N. R. 2003. The Responses Of Guard and Mesophyll Cell Photosynthesis To CO₂, O₂, Light, And Water Stress In A Range Of Species Are Similar. *J Exp Bot.* 54:1743–52.
- Maclean, J. L., Dawe, D., Hardy, B., and Hettel, G. P. 2002. Rice Almanac. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. p.253.
- Maisura, M. A., Chozin, I. Lubis., A. Junaedi., H. Ehara. 2014. Some Physiological Character Responses Of Rice Under Drought Conditions In A Paddy System. *J. ISSAAS* 1:104-114.
- Reddy, A. T., Chaitanyaa, K.V., dan Vivekanan, M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology* (161):1189–1202
- Sarwar, M. J. and Kanif, Y. M. 2005. Low Water Rice Production And Its Effect On Redox Potential and soil pH. *J. of agron* 4(2):142-146.
- Tuong, T. P., Bouman, B. A. M., and Mortimer, M. 2004. More Rice, Less Water-Integrated Approaches for Increasing Water Productivity in Irrigated Rice-Based Systems in Asia. New directions for a diverse planet : Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 26 Sep-1 Oct 2004. Availableat:http://www.cropscience.org.au/icsc2004/pdf/1148_tuongtp.pdf. [diunduh pada 4 Mei 2010].
- Tezara, W., Mitchell, V. J., Driscoll, S. D., and Lawlor, D. W. 1999. Water stress Inhibits Plant Photosynthesis by Decreasing Coupling Factor and ATP. *Nature* 1401:914–7