

Toleransi Beberapa Varietas Padi pada Sawah Gambut Berkorelasi dengan Kandungan Asam Fenolat

Tolerance of Rice Varieties Grown on Peat Soil Correlated with Phenolic Acids Content

Widodo Haryoko^{1*}, Kasli², Irfan Suliansyah², Auzar Syarif², dan Teguh Budi Prasetyo²

¹Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tamansiswa, Padang
Jl. Tamansiswa No. 9 Padang 25136, Indonesia

²Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Diterima 5 Oktober 2011/Disetujui 12 April 2012

ABSTRACT

One of the causes of the low productivity of rice grown on peat soils was the high levels of toxic phenolic compounds in the soil. Development of tolerant rice varieties is one of strategies to grow rice on peat soils. The aims of this research were to select rice varieties tolerant to peat soils and to study the correlation between the plant phenolic acid content with plant tolerance to peat soil. This research was conducted at the Seed Farm Centre Lubuk Minturun, Padang from February to July 2009. The research consisted of two experiments i.e. in peat soil and in mineral soil. The experiments used a completely randomized design using 21 varieties of rice as treatments which were replicated four times. The results showed that there were nine rice varieties categorized as tolerant to peat soil. These tolerant varieties showed higher stress tolerance index (STI), demonstrated by a high level of phenolic acids (coumaric, syringic, and ferulic) in the plant tissues. The STI value had positive correlation with the content of plant phenolic acids, thus the level of plant phenolic acids can be used as an indicator to determine tolerant rice varieties in peat soils.

Keywords: peat soil, phenolic acids, tolerant rice, STI

ABSTRAK

Produktivitas sawah gambut yang rendah disebabkan adanya senyawa golongan fenolat. Senyawa ini pada sawah gambut bersifat meracun, menghambat pertumbuhan dan dapat mematikan tanaman. Salah satu pendekatan penting yang dapat dilakukan terhadap keberadaan asam fenolat di sawah gambut ini adalah dengan menanam varietas padi toleran. Tujuan penelitian ini adalah menentukan varietas padi toleran dan mengetahui hubungannya dengan kadar asam fenolat di sawah gambut. Percobaan dilakukan di rumah kawat Balai Benih Induk Lubuk Minturun, Padang dari Februari sampai dengan Juli 2009. Penelitian ini terdiri atas dua percobaan yaitu dengan menanam padi pada 1) kondisi cekaman pada tanah sawah gambut, dan 2) kondisi normal pada tanah mineral. Pada tiap kondisi lingkungan, percobaan disusun berdasarkan rancangan acak lengkap, dengan 21 varietas padi sebagai perlakuan dan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sembilan varietas padi terkategori toleran. Sembilan varietas padi toleran tersebut memiliki nilai stress tolerance index (STI) yang tinggi dan mengandung tiga jenis asam fenolat (kumarat, siringat, dan ferulat) yang tinggi. Nilai STI berkorelasi positif dengan kadar asam fenolat tanaman, sehingga kadar asam fenolat tanaman dapat dijadikan sebagai indikator dalam menentukan toleransi varietas padi pada sawah gambut.

Kata kunci: asam fenolat, padi toleran, STI, sawah gambut

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki lahan gambut keempat terluas setelah Kanada, Rusia dan Amerika Serikat yakni sekitar 26 juta ha (Utomo, 2007). Reklamasi lahan gambut di Indonesia secara luas telah dilakukan dengan pembukaan sawah sejuta hektar di Kalimantan Tengah. Hal yang serupa dilakukan

di Sumatera Barat yang mereklamasi lahan gambut untuk usaha tani padi sejak tahun 1992. Menurut Haryoko *et al.* (2008) terdapat lahan gambut seluas 140,000 ha yang tersebar di kawasan pantai.

Reklamasi lahan gambut yang telah dilakukan sampai sekarang belum menjadikan lahan gambut berkembang sebagai lahan usaha tani padi. Hal tersebut disebabkan berbagai pembatas yang mencekam tanaman seperti ketebalan dan taraf dekomposisi, tata air buruk, status hara dan kemasaman tanah rendah, dan adanya asam-asam organik meracun hasil dekomposisi (Saragih *et al.*, 2009).

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: Widodoh1963_ut@yahoo.com

Keberadaan asam-asam organik meracun merupakan masalah serius yang menyebabkan produktivitas sawah gambut rendah. Di antara asam-asam organik meracun terdapat dalam jumlah banyak adalah asam fenolat dan derivatnya seperti vanilat, vanillin, *p*-hidroksibenzoat, *p*-hidroksibenzaldehid, siringat, *p*-kumarat, dan ferulat (Radjagukguk, 2000).

Pendekatan penting untuk mengatasi keberadaan asam fenolat dan turunannya pada sawah gambut adalah menanam varietas padi toleran. Menurut Fernandez (1992) varietas toleran dapat diperoleh dengan seleksi berdasarkan nilai *stress tolerance index* (STI, indeks toleransi terhadap stres) yakni dengan membandingkan hasil pada kondisi cekaman dengan hasil pada kondisi normal terhadap hasil rata-rata pada kondisi normal. Menurut Sundari *et al.* (2005) tanaman toleran didefinisikan sebagai tanaman yang berdaya hasil tinggi pada kondisi lingkungan bercekaman, mendekati atau sama baiknya serta lebih tinggi dari hasil rata-rata pada kondisi tidak bercekaman.

Beberapa percobaan untuk mendapatkan varietas padi toleran pada sawah gambut dan rawa telah dilakukan, diantaranya Haryoko (2007) menguji varietas 1000-Gantang, IR42 dan Kalimas masing-masing menghasilkan gabah kering giling berturut-turut 2.6 dan 2.2 ton ha⁻¹, sedangkan Kalimas berbutir hampa. Utama *et al.* (2007) menyeleksi 18 varietas padi dan mendapatkan 8 varietas unggul nasional dan satu varietas lokal yang toleran. Utama dan Haryoko (2007) menguji empat varietas unggul nasional dan mendapatkan hasil 1.1-1.9 ton ha⁻¹. Mawardi (2004) melaporkan hasil varietas padi lokal lebih tinggi dibanding galur harapan. Hidayat (2002) menyeleksi 15 genotipe padi dan mendapatkan varietas Saigon Merah sebagai varietas toleran.

Berdasarkan informasi di atas telah diketahui bahwa beberapa varietas padi dapat berproduksi baik pada sawah gambut, namun belum diketahui taraf toleransinya pada sawah gambut dalam kaitannya dengan kadar asam fenolat. Tujuan penelitian adalah menguji varietas padi yang toleran pada sawah gambut dan mengetahui karakteristiknya dalam hubungannya dengan kadar asam fenolat daun padi pada sawah gambut.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di rumah kawat Balai Benih Induk Lubuk Minturun Kota Padang pada bulan Februari sampai dengan Juli 2009. Bahan tanaman yang digunakan adalah 21 varietas padi hasil seleksi pada sawah gambut.

Percobaan terdiri atas dua set dengan kondisi media tumbuh berbeda yakni kondisi tercekam berupa lapis olah sawah gambut yang diambil dari kecamatan Lunang-Silaut, Kabupaten Pesisir Selatan dan kondisi tidak tercekam berupa lapis olah sawah Ultisol dari Kelurahan Lubuk Minturun, Kecamatan Kota Tanah, Kota Padang.

Perlakuan percobaan adalah 21 varietas padi yang ditanam pada tiap set percobaan yang masing-masing disusun dalam rancangan acak lengkap dengan empat ulangan, dan tiap ulangan terdiri tiga pot sampel destruktif

dan sembilan pot sampel yang dipelihara sampai panen. Data hasil pengamatan diuji menggunakan sidik ragam.

Media tumbuh masing-masing set percobaan dihaluskan hingga berukuran relatif sama, dikeringanginkan, diberi Curater 3G yang diaduk merata dan dimasukkan ke pot plastik dengan jumlah 7 kg tanah.

Persemaian benih dilakukan terpisah untuk tiap varietas pada pot plastik. Sebelum disemai, benih direndam selama 24 jam, lalu benih yang terapung dibuang. Penanaman dilakukan setelah bibit berumur 25 hari dengan jumlah 3 bibit pot⁻¹. Pupuk Urea, SP-36 dan KCl diberikan dengan dosis 150, 100 dan 100 kg ha⁻¹. Urea diberikan setengah saat tanam dan setengah lagi pada umur 4 minggu setelah tanam (MST), sedangkan SP-36 dan KCl diberikan sekaligus pada saat tanam.

Parameter yang diamati adalah bobot kering tajuk (BKT), bobot kering akar (BKA) dan rasio keduanya pada umur 8 MST. BKT dan BKA diperoleh dengan membongkar tanaman dan bagian akar dibersihkan pada air mengalir, lalu dioven selama 2 x 24 jam pada suhu 70 °C. Parameter lain yang diamati adalah kadar tiap jenis asam fenolat tanaman yang dilakukan dengan (1) membuat larutan standar dengan melarutkan masing-masing asam fenolat murni dalam ddH₂O yang telah disaring dengan filter selulose nitrat pada pH larutan 4.5 yang dicapai dengan penambahan 1 N NaOH, dan (2) menggiling daun tiap varietas padi secara terpisah yang diambil pada umur 6 MST dan dikeringanginkan lalu diayak dengan ayakan nomor 6 dan diekstrak dalam tabung sentrifus kemudian dikocok selama 1 jam dan disentrifugasi kembali dengan kecepatan 2,500 rpm selama 15 menit dan disaring lagi dengan kertas Whatman 432. Sebelum diinjeksi ke HPLC Shimadzu 6H LC model pompa tunggal baik larutan standar dan sampel disaring dengan *Whatman membrane filters* berpori 0.2 µm dengan diameter 13 mm.

Penentuan kadar tiap jenis asam fenolat dilakukan dengan mengambil 1 mL ekstrak daun dan mengencerkannya menjadi 5 mL menggunakan methanol dan aquades dengan perbandingan 3:7 pada fase gerak dengan kecepatan alir 0.5 mL menit⁻¹. Ekstrak daun yang telah diencerkan diambil sebanyak 0.2 mL dan diinjeksikan ke HPLC. Identifikasi jenis asam dan kadarnya dilakukan dengan membandingkan waktu retensi dengan luas area larutan standar dengan ekstrak contoh (Supriyadi, 2003).

Penetapan nilai indeks toleransi terhadap stres dilakukan berdasarkan bobot butir pada sawah gambut dengan bobot butir pada sawah mineral mengikuti rumus sebagaimana digunakan Sundari *et al.* (2005), Poch (2005), Clavel *et al.* (2005), Sulistiyowati *et al.* (2007), Talebi *et al.* (2008) yakni :

$$STI = \frac{Y_s \times Y_n}{(\bar{Y}_n)^2}$$

Keterangan :

STI = *stress tolerance index*

Y_s = hasil pada kondisi tercekam

Y_n = hasil pada kondisi normal

\bar{Y}_n = rata-rata hasil pada kondisi normal

Penentuan varietas padi toleran atau tidak toleran (peka) dilakukan dengan membandingkan STI tiap varietas dengan STI rata-rata seluruh varietas diuji, dimana jika varietas dengan $STI > STI$ rata-rata tergolong toleran, dan varietas dengan $STI < STI$ rata-rata tergolong peka (Sundari *et al.*, 2005)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam terhadap bobot kering tajuk, bobot kering akar, rasio bobot kering tajuk:akar, asam siringat, ferulat dan kumarat dipengaruhi oleh varietas padi (Tabel 1). Keragaman BKT, BKA, BKT/BKA, asam siringat, asam ferulat dan asam kumarat tanaman ini menjadikan

keragaman hasil yakni bobot butir bernas per pot (Tabel 2), sehingga secara langsung berpengaruh terhadap nilai STI varietas padi (Tabel 3). Hasil analisis STI menunjukkan varietas Sunting Bungo Durian, Randah Kuning, Mundam, Lampung, Sunting Ameh, Cibogo, Ciharang, Cisokan Kuning, dan Anak Daro tergolong toleran, sedang varietas lainnya tergolong peka.

Varietas toleran memiliki nilai STI dengan kisaran 0.50-0.73, sedangkan varietas peka memiliki nilai STI dengan kisaran 0.31-0.46. Keragaman nilai STI dua golongan varietas padi ini (Tabel 3) disebabkan perbedaan varietas dan keragaman kadar tiap jenis asam fenolat yang terdapat dalam tanah sawah gambut yakni asam siringat, ferulat dan kumarat masing-masing berkadar 245.40, 115.35, dan 93.21

Table 1. Sidik ragam bobot kering tajuk (BKT), bobot kering akar (BKA), rasio BKT:BKA, kadar asam fenolat tanaman, dan STI

Keragaman	BKT	BKA	BKT:BKA	Kadar asam fenolat			STI
				Siringat	Ferulat	Kumarat	
Varietas	9.61**	2.17*	2.13*	13.21**	17.45**	19.04**	11.11**
KK (%)	8.23	7.21	7.37	10.44	8.64	8.93	9.34

Keterangan: * = berpengaruh nyata; ** = berpengaruh sangat nyata; BKT = bobot kering tajuk; BKA = bobot kering akar; STI = *stress tolerance index*; KK = koefisien keragaman

Tabel 2. Total kadar asam fenolat dan bobot butir bernas varietas padi pada sawah gambut dan sawah mineral

Varietas	Total kadar Fenolat tanaman pada sawah gambut (ppm)	Bobot butir bernas pada sawah gambut (g pot ⁻¹)	Bobot butir bernas pada sawah mineral (g pot ⁻¹)
Sunting Bungo Durian	1.41	93.33	128.00
Randah Kuning	1.28	83.67	120.00
Mundam	1.05	78.00	147.67
Lampung	1.03	85.33	152.33
Sunting Ameh	1.10	58.67	82.00
Cibogo	0.93	72.67	136.00
Ciharang	1.01	56.33	104.00
Cisokan Kuning	0.99	60.00	116.67
Anak Daro	0.93	57.00	107.33
Semeru Tinggi	0.86	47.67	105.00
Bawan	1.06	47.67	126.00
Rangga Godok	0.75	51.00	112.00
Seribu Gantang	0.73	39.33	108.00
Sari Alai	0.88	42.00	108.00
Arai Pinang	0.75	33.00	94.00
Situbagendit	0.73	29.67	93.33
IR42	0.81	38.00	114.33
IR66	0.63	35.33	110.33
Cisokan	0.73	39.00	121.67
Kuriak Kusuik	0.78	35.67	93.33
Batang Piaman	0.74	36.33	115.67

ppm (Tabel 4). Kadar ketiga asam fenolat ini berada di atas batas kritis tanaman. Menurut Sabiham dan Anwar (2003) bahwa pada kadar asam fenolat lebih dari 50 ppm pada media tumbuh telah menyebabkan keracunan, menghambat dan mematikan anakan padi. Hasil percobaan Haryoko *et al.* (2008) pada kadar asam fenolat media tumbuh sebesar 50.61 ppm telah mematikan tanaman padi. Keadaan ini tercermin

dari keragaman BKT, BKA, dan rasio keduanya pada tanah gambut lebih kecil dari BKT, BKA, dan rasio keduanya pada tanah mineral (Tabel 5), sehingga menjadikan hasil akhir varietas padi sawah gambut lebih kecil dari hasil akhir varietas padi sawah mineral (Tabel 2).

Hasil analisis kadar ketiga jenis asam fenolat pada sembilan varietas toleran menunjukkan keragaman kadar

Tabel 3. Nilai STI, kadar asam siringat, ferulat dan kumarat 21 varietas padi pada sawah gambut

Varietas	STI	Toleransi	Kadar asam fenolat tanaman		
			Asam siringat (ppm)	Asam ferulat (ppm)	Asam kumarat (ppm)
Sunting Bungo Durian	0.73	Toleran	0.42	0.44	0.55
Randah Kuning	0.70	Toleran	0.41	0.45	0.42
Mundam	0.62	Toleran	0.28	0.35	0.42
Lampung	0.61	Toleran	0.31	0.27	0.45
Sunting Ameh	0.57	Toleran	0.37	0.29	0.44
Cibogo	0.54	Toleran	0.29	0.27	0.37
Ciherang	0.51	Toleran	0.30	0.35	0.36
Cisokan Kuning	0.51	Toleran	0.31	0.32	0.36
Anak Daro	0.50	Toleran	0.29	0.28	0.36
Rata-rata ¹⁾			0.33	0.34	0.41
Semeru Tinggi	0.46	Peka	0.26	0.26	0.34
Bawan	0.45	Peka	0.33	0.31	0.42
Rangga Godok	0.45	Peka	0.20	0.23	0.32
Seribu Gantang	0.40	Peka	0.20	0.19	0.34
Sari Alai	0.39	Peka	0.35	0.29	0.24
Arai Pinang	0.35	Peka	0.19	0.23	0.33
Situbagendit	0.34	Peka	0.22	0.18	0.33
IR42	0.33	Peka	0.23	0.27	0.31
IR66	0.32	Peka	0.19	0.17	0.27
Cisokan	0.32	Peka	0.22	0.21	0.3
Kuriak Kusuik	0.31	Peka	0.19	0.31	0.28
Batang Piaman	0.31	Peka	0.25	0.21	0.28
Rata-rata ²⁾			0.24	0.24	0.31
Rata-rata	0.47		0.27	0.26	0.35

Keterangan: ¹⁾ Rata-rata kadar asam Fenolat varietas toleran; ²⁾ Rata-rata kadar asam fenolat varietas peka; Angka dicetak tebal merupakan varietas toleran dengan STI > STI rata-rata

Tabel 4. Hasil analisis tanah sawah gambut kecamatan Lunang-Silaut, Pesisir Selatan

Sifat tanah	Sawah gambut
Tingkat dekomposisi	Hemik
Siringat (ppm)	245.40
Ferulat (ppm)	115.35
Kumarat (ppm)	93.21

asam siringat, ferulat dan kumarat rata-rata adalah 0.33, 0.34, dan 0.41 ppm, sedangkan pada 12 varietas peka adalah 0.24, 0.24, dan 0.31 ppm (Tabel 3). Hal ini terjadi akibat perbedaan kemampuan varietas merespon kondisi cekaman ketiga asam fenolat pada sawah gambut. Keragaman kadar ketiga asam fenolat ini menjadikan keragaman hasil akhir sehingga secara langsung menentukan STI.

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa kadar asam fenolat tanaman tidak konsisten dalam menentukan potensi hasil

Tabel 5. Bobot kering tajuk, bobot kering akar dan rasio bobot kering tajuk:akar 21 varietas padi pada sawah gambut dan sawah mineral

Varietas	Sawah gambut			Sawah mineral		
	BKT (g)	BKA (g)	BKT:BKA	BKT (g)	BKA (g)	BKT:BKA
Sunting Bungo Durian	132.67	71.37	1.86	151.71	89.42	1.70
Randah Kuning	133.00	71.00	1.87	147.39	91.17	1.62
Mundam	94.00	70.00	1.34	122.23	92.25	1.33
Lampung	119.67	72.67	1.69	132.57	95.93	1.38
Sunting Ameh	94.00	76.33	1.23	123.87	95.15	1.30
Cibogo	93.00	73.33	1.27	121.47	96.82	1.26
Ciherang	93.33	73.33	1.26	122.17	98.06	1.25
Cisokan Kuning	93.00	73.67	1.26	131.49	94.18	1.40
Anak Daro	89.33	72.33	1.23	119.74	102.21	1.17
Rangga Godok	85.00	77.67	1.06	138.35	119.98	1.15
Semeru Tinggi	79.00	75.67	1.04	127.67	126.93	1.01
Bawan	79.33	76.33	1.05	134.53	123.13	1.09
Seribu Gantang	72.33	70.00	1.03	130.17	121.78	1.07
Sari Alai	80.00	71.00	1.12	133.67	130.18	1.03
Arai Pinang	79.33	76.33	1.03	129.21	129.74	1.07
Situbagendit	80.67	76.33	1.06	137.29	121.98	1.13
IR42	83.33	78.67	1.06	142.17	122.79	1.16
IR66	79.33	72.67	1.09	134.27	119.98	1.12
Cisokan	87.33	76.33	1.13	136.94	116,14	1.18
Kuriak Kusuik	73.67	70.33	1.05	129.18	106.89	1.21
Batang Piaman	75.33	73.33	1.04	130.17	117.63	1.11

Tabel 6. Korelasi antar parameter varietas padi pada sawah gambut

Parameter	Parameter					
	STI	BKT	BKA	BKT:BKA	Asam kumarat	Asam siringat
BKT	0.72**					
BKA	0.32**	0.08**				
BKT:BKA	0.68**	0.91**	0.34**			
Asam kumarat	0.48**	0.62**	4.13**	0.64**		
Asam siringat	0.49**	0.47**	3.59**	0.42**	0.33**	
Asam ferulat	0.38**	0.60**	4.01**	0.58**	0.79**	0.33**

tanaman sebagaimana terlihat bahwa varietas Sunting Ameh dengan total kadar asam fenolat 1.10 ppm menghasilkan butir bernas 58.67 g pot⁻¹, sedang varietas Mundam dan Lampung dengan total kadar asam fenolat 1.05 dan 1.03 menghasilkan butir bernas 78.00 dan 85.11 g pot⁻¹. Hal yang sama dengan varietas Ciherang dengan total kadar asam fenolat 1.01 ppm menghasilkan butir bernas 56.33 g pot⁻¹, sedang Cibogo, Cisokan Kuning dan Anak Daro dengan total kadar asam fenolat 0.93, 0.99 dan 0.93 ppm menghasilkan butir bernas 72.67, 60.00, dan 57.99 g pot⁻¹. Ketidakkonsistenan ini, juga diperlihatkan oleh varietas Bawan sebagai satu-

satunya varietas peka yang mengandung kadar ketiga jenis asam fenolat tinggi dari kadar asam fenolat rata-rata (Tabel 2). Menurut Sundari *et al.* (2005) semakin tinggi STI suatu varietas menggambarkan semakin tinggi potensi hasil dan toleransi varietas tersebut terhadap cekaman. Pada Tabel 3 terlihat bahwa varietas dengan STI lebih tinggi dari STI rata-rata mengandung kadar asam siringat, ferulat dan kumarat tanaman yang tinggi dari kadar rata-rata ketiga asam. Hal ini dapat terjadi karena selain kadar ketiga asam, faktor genotipe tanaman juga berpengaruh terhadap hasil (Sasmita *et al.*, 2006).

Kadar ketiga jenis asam fenolat yang besar pada varietas toleran terjadi akibat translokasi asam fenolat yang masuk ke akar kemudian ke tajuk yang selanjutnya diakumulasi pada daun, terutama pada daun tua yang metabolismenya sudah kurang aktif sehingga sebagian dari organel dijadikan tempat pengakumulasi asam fenolat. Menurut Salisbury dan Ross (1992) asam fenolat sulit larut dalam cairan organik, dan tidak diperlukan dalam metabolisme tanaman. Quick dan Schaffer (1996) menyatakan bahwa senyawa organik yang tidak diperlukan disimpan dalam vakuola.

Akumulasi ketiga asam fenolat pada vakuola sel daun tua varietas toleran memungkinkan kadar ketiga asam fenolat pada daun yang lebih muda mengandung kadar ketiga asam lebih rendah sehingga memungkinkan berlangsungnya metabolisme secara normal dan dapat menghasilkan, dan mendistribusikan fotoasimilat lebih banyak. Hal ini dapat terjadi berkaitan dengan aktivitas enzim *sucrose phosphate synthase* (SPS). Hasil analisis Haryoko *et al.* (2009) pada varietas padi di tanah gambut menunjukkan bahwa aktivitas enzim SPS varietas toleran berkisar 1.38-2.41 mM $\text{menit}^{-1} \text{g}^{-1}$, sedang aktivitas enzim SPS varietas peka 0.94-1.08 mM $\text{menit}^{-1} \text{g}^{-1}$ daun. Enzim SPS merupakan salah satu enzim yang berperan mensintesis sukrosa (Langenkamp *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2005). Rose dan Botha (2000) serta Botha dan Black (2000) menyatakan sukrosa merupakan produk utama fotosintesis. Di dalam tanaman, sukrosa merupakan produk akhir fotosintesis yang mobilitasnya sangat tinggi yang dipergunakan sebagai sumber energi atau disimpan dalam jaringan atau organ penyimpanan. Keadaan ini yang menjadikan varietas dengan kadar ketiga asam fenolat tanaman tinggi dapat memiliki potensi hasil yang tinggi yang sekaligus merupakan indikasi varietas tersebut toleran (Tabel 3).

Kadar tiap jenis turunan asam fenolat yang masuk tanaman mempengaruhi potensi hasil akhir sebagaimana hasil akhir varietas padi pada sawah gambut rendah dari hasil akhir varietas padi pada sawah mineral (Tabel 2). Hal ini dapat terjadi karena daya meracun dari ketiga jenis berbeda dan menjadikan perbedaan hambatan pada tanaman. Menurut Sabiham dan Anwar (2003) daya meracun asam ferulat sama kuatnya dengan daya meracun asam *p*-kumarat dan lebih besar dari daya meracun asam siringat. Hambatan ini terjadi melalui metabolisme tanaman meliputi hambatan permeabilitas membran dan karier protein, mengaktifasi respirasi, mempengaruhi klorofil dan fotosintesis, pengaruh pada sintesis asam amino, karbohidrat, asam nukleat, mempengaruhi jumlah relatif enzim dan aktivitas enzim dalam serangkaian interaksi penghambatan yang menjadikan keragaman BKT, BKA dan rasio BKT:BKA (Tabel 5), keragaman potensi hasil akhir varietas (Tabel 2) dan keragaman STI (Tabel 3).

Hasil analisis korelasi antar kadar asam kumarat, siringat dan ferulat varietas berkorelasi sangat kuat (Tabel 6). Kadar ke-3 asam fenolat tersebut juga berkorelasi sangat kuat dengan pertumbuhan sebagaimana terlihat dari rasio BKT:BKA yang masing-masing memiliki nilai $r = 0.64^{**}$, 0.42^{**} dan 0.58^{**} . Korelasi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan akar telah menghambat pertumbuhan tajuk

sebagai akibat banyak fotoasimilat yang digunakan untuk pertumbuhan akar dari cekaman asam fenolat sehingga mengurangi fotoasimilat yang diperlukan untuk pengisian bulir. Keadaan ini semakin terlihat dari korelasi antara STI dengan BKT, BKA, rasio BKT:BKA, kadar asam kumarat, siringat dan ferulat masing-masing dengan $r = 0.72^{**}$, 0.32^{**} , 0.68^{**} , 0.48^{**} , 0.49^{**} dan 0.38^{**} yang berarti bahwa BKT, BKA, rasio BKT:BKA, kadar asam kumarat, siringat dan ferulat sangat kuat menentukan toleransi varietas padi.

KESIMPULAN

Varietas Sunting Bungo Durian, Randah Kuning, Mundam, Lampung, Sunting Ameh, Cibogo, Ciherang, Cisokan Kuning, dan Anak Daro terkategori toleran terhadap cekaman sawah gambut. Varietas-varietas padi toleran mengandung kadar asam fenolat tinggi dan nilai STI varietas padi berkorelasi positif dengan tiga jenis asam fenolat tanaman, sehingga kadar ketiga jenis asam fenolat (kumarat, siringat, ferulat) dapat digunakan sebagai indikator dalam menentukan varietas padi toleran sawah gambut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dirjen DIKTI karena penelitian ini dapat dilaksanakan dengan menggunakan sebagian dari dana Hibah Bersaing TA 2009 dengan kontrak nomor: 148/DP2M/IV/2/2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Botha, P.C., K.G. Black. 2000. Sucrose phosphate synthase and sucrose synthase activity during maturation of internodal tissue in sugarcane. *Aust. J. Plant Physiol.* 27:81-85.
- Clavel, D., O. Diouf, J.L. Khalfaout, S. Braconnier. 2005. Genotypes variation in fluorescence parameters among closely related groundnut (*Arachis hypogaea* L.) lines and their potential for drought screening programs. *J. Field Crop. Res.* 90:295-306.
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. p. 257-270. *In* C.G. Kuo (*Ed.*). *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress*. Asian Vegetable Research and Development Centre, Taiwan.
- Haryoko, W. 2007. Pertumbuhan dan produksi padi pada sawah gambut saprik dengan beda umur tanam. *J. Ilmu Terapan* 4:101-111.
- Haryoko, W., Kasli, I. Suliansyah., A. Syarif., T.B. Prasetyo. 2008. Seleksi varietas padi berbiji bernas pada sawah gambut saprik Kenagarian Ketaping, Lembah Anai, Padang Pariaman. *J. Ilmu Terapan* 4:112-123.

- Haryoko, W., Kasli, I. Suliansyah, A. Syarif, T.B. Prasetyo. 2009. Hubungan aktivitas sucrose phosphate synthase dengan toleransi tanaman padi pada sawah gambut. hal. 526-531. *Dalam* Marwanto, Hermansyah, Hasanuddin, N. Setyowati (Eds.) Prosiding Seminar Nasional Bidang Ilmu-ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat. Bengkulu 23-25 Mei 2010.
- Hidayat. 2002. Varietas diskriminatif untuk padi lahan pasang surut di lingkungan sungai deras, Kalimantan Barat. *J. Akta Agrosia* 5:60-66.
- Langenkamp, G., R.W.M. Fung, R.D. Newcomb, R.G. Atkinson, R.C. Gardner, E.A. MacRae. 2003. Sucrose phosphate synthase genes in plant belong to three different families. *J. Mol. Evol.* 54:322-332.
- Lee, M.H., C.C. Yang, J.C. Su, P.D. Lee. 2005. Biochemical characterization of rice phosphate synthase under illumination and osmotic stress. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 46:43-52.
- Mawardi, E. 2004. Kendala lahan gambut dan inovasi teknologi pemanfaatannya di Sumatera Barat. hal. 141-153. *Dalam* G. Subowo, R.H.M. Soleh., H. Malian, K. Amypalupi, D. Ardi, B. Rahardjo, S. Ratmini, R. Purnamayani, Yenni (Eds.) Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Kajian Teknologi Pertanian Spesifik Lokal. Palembang 28-29 Juni 2004.
- Porch, T.G. 2005. Application of stress indices for heat tolerance screening in common bean. *J. Agron. Crop Sci.* 192:390-394.
- Quick, W.F., A.A. Schaffer. 1996. Sucrose metabolism in sink and source. p. 115-156. *In* E. Zamski, A.A. Schaffer (Eds.) Photoassimilate Distribution in Plant and Crop. Marcel Dekker Inc., New York.
- Radjagukguk, B. 2000. Perubahan sifat fisik dan kimia tanah gambut akibat reklamasi lahan gambut untuk pertanian. *J. Ilmu Tanah Lingkungan* 2:1-15.
- Rose, S., F.C. Botha. 2000. Distribution patterns of neutral intervase and sugar content in sugarcane internodal tissues. *J. Plant Physiol. Biochem.* 38:819-824.
- Sabiham, S., S. Anwar. 2003. Teknologi agro-input dalam pengelolaan lahan gambut. Makalah Lokakarya Nasional Peranian Lahan Gambut. Pontianak 15-16 Desember 2003.
- Salisbury, F.B., C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. 4th Edition. Wadsworth Publ. Co., California.
- Saragih, A.S., Salampak, Y. Sulistiyanto. 2009. Study physical and chemical properties peat soil on different land use in Kalampangan, Central Kalimantan, Tropical Peatlands. *Int. J. Manage. Tropical Peatland* 9:54-68.
- Sasmita, P., B.S. Purwoko, S. Sujiprihati, I. Hanarida, I.S. Dewi, M.A. Chozin. 2006. Evaluasi pertumbuhan dan produksi padi gogo haploid ganda toleran naungan dalam sistem tumpang sari. *Bul. Agron.* 34:79-86.
- Sulistiyowati, E., S. Sumartini, Abdurrakhman. 2007. Toleransi 60 aksesi kapas terhadap cekaman salinitas pada fase vegetatif. *J. LITTRI* 16:20-26.
- Sundari, T., Soemartono, Tohari, W. Mangoendidjojo. 2005. Keragaan hasil dan toleransi genotipe kacang hijau terhadap penanangan. *J. Ilmu Pertanian* 12:12-19.
- Supriyadi. 2003. Studi penggunaan biomassa *Tithonia diversifolia* dan *Tephrosia candida* untuk perbaikan P dan hasil jagung di Andisol. Disertasi. Program Pascasarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Talebi, R., F. Fayaz, A.M. Naji. 2008. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat. *J. Gen. Appl. Plant Physiol.* 35:66-74.
- Utama, M., W. Haryoko. 2007. Pengujian empat varietas padi unggul pada sawah gambut bukaan baru di Padang Pariaman. *J. Akta Agrosia* 12:56-61.
- Utama, M., W. Haryoko, R. Munir, Sunadi. 2007. Penapisan varietas padi toleran salinitas pada lahan rawa di Kabupaten Pesisir Selatan. *J. Agron. Indonesia* 37:101-106.
- Utomo, B. 2007. Pengaruh bioaktivator terhadap pertumbuhan sukun (*Artocarpus communis* Porst) dan perubahan sifat kimia tanah gambut. *J. Agron. Indonesia* 38:15-18.