

PEMANFAATAN FOSFAT ALAM PADA LAHAN GAMBUT

Wiwik Hartatik

PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan gambut untuk budi daya pertanian dapat berhasil apabila dikelola dengan konsep dan teknologi yang tepat, serta mengikuti kaidah-kaidah pengelolaan berkelanjutan. Pengelolaan lahan yang baik dengan menerapkan teknologi yang tepat sesuai dengan karakteristik gambut, diharapkan dapat membuat lahan gambut menjadi lahan pertanian berproduktivitas tinggi, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Luas lahan gambut di Indonesia diperkirakan 13 juta ha yang dibedakan ke dalam gambut dangkal, sedang, dan sangat dalam (Widjaja-Adhi *et al.*, 1992). Lahan gambut pada umumnya dimanfaatkan untuk tanaman pangan maupun perkebunan, walaupun tingkat produksinya masih rendah. Tanah gambut digolongkan ke dalam tanah marginal. Hal ini dicirikan dengan reaksi tanah yang masam hingga sangat masam, ketersediaan hara dan kejenuhan basa yang rendah dan kandungan asam-asam organik yang tinggi, terutama derivat asam fenolat sehingga bersifat racun bagi tanaman (Tadano *et al.*, 1990; Rachim, 1995; Prasetyo, 1996; Salampak, 1999).

Prospek penggunaan fosfat alam yang berkadar besi tinggi sebagai sumber P pada lahan gambut diharapkan cukup baik dibandingkan SP-36. Fosfat alam yang diberikan ke dalam tanah gambut dapat melepaskan fosfat secara lambat (*slow release*) dan mempunyai pengaruh residu sehingga dapat meningkatkan

efisiensi pemupukan fosfat. Kation besi ini dapat menimbulkan tapak erapan baru pada gambut sehingga ikatan fosfat menjadi lebih kuat dan tidak mudah lepas.

Kualitas pupuk fosfat alam dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sifat mineralogi, kelarutan, besar butir, kadar karbonat bebas, kadar P_2O_5 total dan jenis asal deposit batuan fosfat. Efektivitas penggunaan fosfat alam sangat ditentukan oleh reaktivitas kimia, ukuran butir, sifat-sifat tanah, waktu dan metode aplikasi, tingkat penggunaan fosfat alam, jenis tanaman dan pola tanam (Lehr dan McClean, 1972; Chien, 1995).

Karakteristik Lahan Gambut

Tanah gambut merupakan tanah yang tersusun dari bahan organik, baik dengan ketebalan > 45 cm ataupun terdapat secara berlapis bersama tanah mineral pada ketebalan 80 cm serta mempunyai tebal lapisan bahan organik > 50 cm. Tanah gambut atau tanah organik dikenal juga sebagai Organosol atau Histosol.

Berdasarkan proses dan lokasi pembentukannya, tanah gambut dipilah menjadi: (a) gambut pantai atau pasang surut, yaitu gambut yang dominan dipengaruhi oleh pasang surut air laut; (b) gambut pedalaman, yaitu gambut yang tidak dipengaruhi oleh pasang surut air laut; dan (c) gambut peralihan (transisi), yaitu gambut yang terdapat di antara gambut pantai dan gambut pedalaman.

Widjaja-Adhi (1988) menggolongkan tanah gambut berdasarkan ketebalan bahan organik, tanah yang mempunyai ketebalan gambut < 50 cm sebagai tanah bergambut. Selanjutnya tanah gambut dibedakan berdasar kedalamannya, yaitu: gambut

dangkal (50-100 cm), gambut sedang (100-200 cm), gambut dalam (200-300 cm), dan gambut sangat dalam (>300 cm). Tanah-tanah lainnya yang tergolong ke dalam tanah yang banyak mengandung bahan organik dan terletak di dataran aluvium ialah tanah gley humus yaitu tanah-tanah yang memiliki ketebalan gambut < 30 cm dengan kadar karbon antara 15 hingga 30% (Koswara, 1973).

Berdasarkan tingkat pelapukan, ketebalan lapisan bahan organik, suhu dan kelembapan, maka diperkirakan sebagian besar tanah gambut yang ada di Indonesia diklasifikasikan sebagai Trophemist atau Troposaprist, dan sedikit Sulfihemist (Tim Institut Pertanian Bogor, 1976; Radjaguguk, 1997).

Sifat Fisik Tanah Gambut

Sifat fisik tanah gambut yang berpengaruh dalam pemanfaatannya untuk pertanian yaitu daya menahan beban (*bearing capacity*), penurunan permukaan gambut (*subsiden*), mengering tidak balik (*irreversible drying*), kadar air dan berat isi (BD).

Daya menahan beban (bearing capacity)

Daya menahan beban tanah gambut umumnya sangat rendah, hal ini berkaitan dengan berat isi gambut yang rendah. Daya topang terhadap tanaman terutama tanaman tahunan tidak kuat sehingga sering dijumpai tanaman kelapa sawit, kelapa tumbuh miring (tidak dapat berdiri tegak).

Penurunan permukaan gambut (subsiden)

Lahan gambut dengan bertambahnya waktu semakin habis, hal ini akibat adanya penurunan permukaan gambut (subsiden). Penyebab terjadinya subsiden antara lain proses dekomposisi, dehidrasi yaitu penyusutan volume gambut karena didrainase. Penyusutan gambut sangat tergantung kematangan/tingkat dekomposisi gambut dan kedalaman saluran drainase. Gambut fibrist lebih cepat mengalami subsiden dibanding saprist. Subsiden gambut bisa mencapai 2 – 6 cm/tahun.

Mengering tidak balik (irreversible drying)

Sifat fisik tanah gambut mengering tidak balik yang tidak bisa menyerap air bila dibasahi sehingga mudah hanyut dibawa aliran air dan mudah terbakar dalam kondisi kering. Sifat kering tidak balik menyebabkan hilangnya fungsi kimia gambut sebagai koloid/tempat pertukaran kation, sehingga gambut tersebut tidak dapat berfungsi lagi sebagai media tanam.

Kadar air dan berat isi (BD)

Kadar air gambut berkisar 100 – 1,300% dari berat keringnya yang berarti gambut mampu menyerap air sampai 13 kali bobotnya. Dalam kondisi jenuh, kadar air tanah gambut dapat mencapai 450–3,000% dari bobot keringnya (Soil Survey Staff, 1975). Oleh karena itu gambut merupakan tempat untuk menyimpan air yang efektif. Pengaturan permukaan air tanah pada tanah gambut sangat penting dalam mempertahankan kelembapan gambut. BD gambut umumnya rendah dan tergantung tingkat dekomposisi gambut. BD gambut fibrist kurang dari $0,1 \text{ g cm}^{-3}$ dan gambut saprist berkisar $0,2 \text{ g cm}^{-3}$ bila

dibandingkan dengan tanah mineral umumnya mempunyai BD 1,2 g cm⁻³, sehingga kandungan unsur hara tanah gambut persatuan volume sangat rendah.

Sifat Kimia Tanah Gambut

Sifat kimia tanah gambut yang berpengaruh penting terhadap pertumbuhan tanaman yaitu kemasaman tanah, kapasitas tukar (KTK) kation dan basa-basa, fosfor, unsur mikro, komposisi kimia dan asam fenolat gambut.

Kemasaman Tanah

Tingkat kemasaman tanah gambut berhubungan erat dengan kandungan asam-asam organiknya, yaitu asam humat dan asam fulvat (Andriessse, 1974; Miller dan Donahue, 1990). Bahan organik yang telah mengalami dekomposisi mempunyai gugus reaktif seperti karboksil (-COOH) dan fenol (C₆H₄OH) yang mendominasi kompleks pertukaran dan dapat bersifat sebagai asam lemah sehingga dapat terdisosiasi dan menghasilkan ion H dalam jumlah banyak. Diperkirakan bahwa 85 – 95% muatan pada bahan organik disebabkan karena kedua gugus karboksil dan fenol tersebut.

Tanah gambut di Indonesia sebagian besar bereaksi masam hingga sangat masam dengan pH < 4,0. Hasil penelitian Halim (1987) dan Salampak (1999) diperoleh nilai kisaran pH H₂O (1:5) tanah gambut pedalaman Berengbengkel Kalimantan Tengah sebesar 3,25 hingga 3,75. Sedangkan pH H₂O tanah gambut dari Air Sugihan Kiri Sumatera Selatan lebih tinggi yaitu sebesar 4,1 – 4,3 (Hartatik *et al.* 2000).

Kapasitas Tukar Kation dan Basa-basa

Nilai kapasitas tukar kation tanah gambut umumnya tinggi, hal ini disebabkan oleh muatan negatif bergantung pH yang sebagian besar dari gugus karboksil dan gugus hidroksil dari fenol (Driessen dan Soepraptohardjo, 1974). Menurut Andriesse (1974) dan Driessen (1978), KTK tanah gambut ombrogen di Indonesia sebagian besar ditentukan oleh fraksi lignin dan senyawa humat (Tabel 19). Tanah gambut di Indonesia, terutama tanah gambut ombrogen mempunyai komposisi vegetasi penyusun gambut yang didominasi oleh tumbuhan yang berasal dari bahan kayu-kayuan. Bahan kayu-kayuan umumnya banyak mengandung senyawa lignin yang dalam proses degradasinya akan menghasilkan asam-asam fenolat (Stevenson, 1984).

Kandungan kation basa-basa (Ca, Mg, K, dan Na) umumnya terdapat dalam jumlah yang rendah terutama pada gambut tebal. Semakin tebal gambut, kandungan abu semakin rendah, kandungan Ca dan Mg menurun dan reaksi tanah menjadi lebih masam (Driessen dan Soepraptohardjo, 1974). Kandungan basa-basa yang rendah disertai dengan nilai KTK yang tinggi, sehingga ketersediaan basa-basa menjadi rendah. Rendahnya kandungan basa-basa pada gambut pedalaman berhubungan erat dengan proses pembentukannya yang lebih banyak dipengaruhi oleh air hujan (Leiwakabessy, 1978). Kejenuhan basa (KB) tanah gambut pedalaman pada umumnya sangat rendah. Tanah gambut pedalaman Berengbengkel Kalimantan Tengah mempunyai nilai KB kurang dari 10% (Tim Institut Pertanian Bogor, 1974), demikian juga nilai KB tanah gambut dataran rendah Riau (Suhardjo dan Widjaja-Adhi, 1976).

Tabel 19. Komposisi gambut ombrogen di Indonesia dan kapasitas tukar kation (Driessen, 1978)

Komposisi	Bobot	KTK
	%	me 100g ⁻¹
Lignin	64-74	150-180
Senyawa humik	10-20	40-80
Selulosa	0,2-10	7
Hemiselulosa	1-2	1-2
Lainnya	<5	-
Bahan organik gambut	100	190-270

Kesuburan alami tanah gambut sangat beragam, tergantung pada beberapa faktor: (a) ketebalan lapisan tanah gambut dan tingkat dekomposisi; (b) komposisi tanaman penyusunan gambut; dan (c) tanah mineral yang berada di bawah lapisan tanah gambut (Andriess, 1974). Polak (1949) menggolongkan gambut ke dalam tiga tingkat kesuburan yang didasarkan pada kandungan P₂O₅, CaO, K₂O dan kadar abunya, yaitu: (1) gambut eutrofik dengan tingkat kesuburan yang tinggi; (2) gambut mesotrofik dengan tingkat kesuburan yang sedang; dan (3) gambut oligotrofik dengan tingkat kesuburan yang rendah (Tabel 20).

Tabel 20. Kandungan hara pada tiga tingkat kesuburan gambut

Tingkat kesuburan	Kandungan			
	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O	Abu
	% bobot kering gambut			
Eutrofik	> 10	> 0,25	> 4,0	> 0,10
Mesotrofik	5-10	0,20-0,25	1-4,0	0,10
Oligotrofik	< 5	0,05-0,20	0,25-1	0,03-0,1

Gambut di Indonesia umumnya merupakan gambut ombrogen, terutama gambut pedalaman yang terdiri atas gambut

tebal dan miskin akan unsur hara, digolongkan ke dalam tingkat oligotrofik (Radjaguguk, 1997). Sedangkan pada gambut pantai pada umumnya tergolong ke dalam gambut eutrofik karena adanya pengaruh air pasang surut.

Fosfor

Unsur fosfor (P) pada tanah gambut sebagian besar dijumpai dalam bentuk P-organik, yang selanjutnya akan mengalami proses mineralisasi menjadi P-inorganik oleh jasad mikro. Sebagian besar senyawa P-organik berada dalam bentuk ester ortofosfat, sebagian lagi dalam bentuk mono dan diester. Ester yang telah diidentifikasi terdiri atas inositol fosfat, fosfolipid, asam nukleat, nukleotida, dan gula fosfat. Ketiga senyawa pertama bersifat dominan.

Fraksi P organik diperkirakan mengandung 2,0% P sebagai asam nukleat, 1,0% sebagai fosfolipid, 35% inositol fosfat dan sisanya belum teridentifikasi. Di dalam tanah, pelepasan inositol fosfat sangat lambat dibandingkan ester lainnya, sehingga senyawa ini banyak terakumulasi, dan kadarnya di dalam tanah menempati lebih dari setengah P organik atau kira-kira seperempat total P tanah. Senyawa inositol heksafosfat dapat bereaksi dengan Fe atau Al membentuk garam yang sukar larut, demikian juga terhadap Ca. Dalam keadaan demikian, garam ini sukar dirombak oleh mikroorganisme (Stevenson, 1984).

Unsur Mikro

Pada tanah gambut kandungan unsur mikro umumnya terdapat dalam jumlah yang sangat rendah, dan dapat menyebabkan gejala defisiensi bagi tanaman. Group karboksilat dan fenolat

pada tapak reaktif tanah gambut dapat membentuk senyawa kompleks dengan unsur mikro, sehingga mengakibatkan unsur mikro menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Selain itu adanya kondisi reduksi yang kuat menyebabkan unsur mikro direduksi menjadi bentuk logamnya yang tidak bermuatan. Menurut Driessen (1978) kandungan unsur mikro tanah gambut pada lapisan bawah umumnya lebih rendah dibandingkan lapisan atas. Namun dapat juga kandungan unsur mikro pada lapisan bawah dapat lebih tinggi apabila terjadi pencampuran dengan bahan tanah mineral yang ada di lapisan bawah gambut tersebut.

Komposisi Kimia Gambut

Tanah gambut tebal di Indonesia umumnya mengandung kurang dari 5% fraksi inorganik dan sisanya fraksi organik yaitu lebih dari 95%. Fraksi organik terdiri senyawa-senyawa humat sekitar 10 hingga 20%, sebagian besar terdiri atas senyawa-senyawa non-humat yang meliputi senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, lilin, tannin, resin, suberin, sejumlah kecil protein dan lain-lain. Sedangkan senyawa-senyawa humat terdiri atas asam humat, himatomelanat dan humin (Stevenson, 1984; Tan, 1993).

Polak (1975) mengemukakan bahwa gambut yang ada di Sumatera dan Kalimantan umumnya didominasi oleh bahan kayu-kayuan. Oleh karena itu komposisi bahan organiknya sebagian besar adalah lignin yang umumnya melebihi 60% dari bahan kering, sedangkan kandungan komponen lainnya seperti selulosa, hemiselulosa dan protein umumnya tidak melebihi 11% (Tabel 21).

Tabel 21. Komposisi gambut hutan tropika tipe sangat masam

Komponen	Asal gambut	
	Sumatera	Kalimantan
	% bahan kering	
Komponen gambut		
Larut dalam:		
Eter	4,67	2,50
Alkohol	4,75	6,65
Air	1,87	0,87
Hemiselulosa	1,95	1,95
Selulosa	10,61	3,61
Lignin	63,99	73,67
Protein	4,41	3,85

Sumber: (Hardon dan Polak, 1941 *dalam* Polak, 1975)

Asam-asam Fenolat dalam Tanah Gambut

Dekomposisi bahan organik dalam keadaan anaerob akan menghasilkan beberapa senyawa dan gas, antara lain adalah metan, hidrogen sulfida, etilen, asam asetat, asam butirat, asam laktat, dan asam-asam organik lainnya seperti asam-asam fenolat. Sebagian besar dari asam-asam ini bersifat racun bagi tanaman (Tsutsuki dan Ponnamparuma, 1987, Tsutsuki dan Kondo, 1995). Tanah-tanah gambut di Indonesia mempunyai kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah-tanah gambut yang berada di daerah yang beriklim sedang (Driessen dan Suhardjo, 1976; Driessen, 1978). Lignin tersebut akan mengalami proses degradasi menjadi senyawa humat, dan selama proses degradasi tersebut akan dihasilkan asam-asam fenolat (Kononova, 1968).

Beberapa jenis asam fenolat yang umum dijumpai dalam tanah adalah asam vanilat, *p*-kumarat, *p*-hidroksibenzoat, salisilat, galat, sinapat, gentisat, dan asam syringat (Tsutsuki, 1984). Asam-asam fenolat tersebut berpengaruh langsung terhadap proses biokimia dan fisiologi tanaman, serta penyediaan hara di

dalam tanah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa asam-asam fenolat bersifat fitotoksik bagi tanaman dan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Driessen, 1978; Stevenson, 1984; Tsutsuki, 1984).

Pemanfaatan Fosfat Alam pada Tanah Gambut

Penelitian penggunaan fosfat alam terhadap tanaman jagung pada gambut Kelampangan, Kalteng yang baru dibuka dengan pH 4,3 dan P-Bray I 10 ppm menunjukkan bahwa pemupukan fosfat alam cenderung memberikan hasil yang lebih baik dari SP-36. Walaupun hasil yang diperoleh belum maksimal, namun terdapat kecenderungan bahwa fosfat alam *Christmas* yang mengandung seskuioksida tinggi memberikan hasil yang lebih baik dari fosfat alam Ciamis dan SP-36. Adanya seskuioksida (Al_2O_3 dan Fe_2O_3) yang tinggi, akan meningkatkan ketersediaan hara P, sehingga dapat diserap tanaman. Tabel 22 menunjukkan bahwa P-alam Ciamis memberikan hasil yang lebih baik dari SP-36 (Subiksa *et al.*, 1997).

Telah dilakukan penelitian respon tanaman jagung terhadap pemupukan P pada lahan gambut Sugihan Kiri, Sumatera Selatan menggunakan beberapa sumber pupuk P yaitu fosfat alam Maroko, *Christmas*, dan *Christmas* dikombinasikan dengan abu batu bara, dengan takaran pupuk P yaitu 0, 25, 50 dan 100 kg P ha⁻¹, dan takaran abu batu bara 700 kg ha⁻¹. Pupuk dasar yang digunakan urea 200 kg ha⁻¹, KCl 100 kg ha⁻¹ dan 2 t ha⁻¹ kapur. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemupukan P meningkatkan hasil jagung dan fosfat alam Maroko nyata lebih baik dibandingkan fosfat alam *Christmas*, sedangkan abu batu bara tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap hasil jagung (Sholeh *et al.*, 2000).

Tabel 22. Pengaruh sumber dan takaran P terhadap hasil jagung

Perlakuan	Hasil jagung	RAE
	ku ha ⁻¹	%
Kontrol	0,48 a	
KSP	2,47 de	510
KSP	1,02 abc	138
KSP	1,77 b-e	331
SP-36 1 + kaptan	0,52 a	10
SP-36 2 + kaptan	0,87 ab	100
SP-36 3 + kaptan	1,05 abc	146
SP-36 1 + kapur fosfatan	2,08 cde	410
SP-36 2 + kapur fosfatan	2,00b-e	390
SP-36 3 + kapur fosfatan	2,80 e	595
Fosfat alam Ciamis 1 + kaptan	1,95 b-e	377
Fosfat alam Ciamis 2 + kaptan	2,30 de	467
Fosfat alam Ciamis 3 + kaptan	0,88 ab	103

Sumber: Subiksa *et al.*, 1997

Pemanfaatan batuan fosfat alam (BFA) terhadap tanaman padi di rumah kaca menggunakan tanah gambut dari Rawa Jitu, Lampung Utara menunjukkan bahwa jumlah anakan maksimum dan anakan produktif yang dipupuk oleh BFA nyata lebih tinggi dari TSP. Pemupukan P baik dari BFA dan TSP meningkatkan bobot gabah 1.000 butir, serapan N dan P jerami, serapan N dan K gabah dan kadar P tersedia tanah (Sarno *et al.*, 1996).

Pengelolaan hara terpadu terhadap tanaman padi, pada lahan sulfat masam potensial bergambut di Lamunti A-1 Blok F Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa kombinasi pemupukan urea 150 kg ha⁻¹, fosfat alam *Christmas* 200 kg ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹ nyata meningkatkan bobot gabah kering sebesar 3,5 t ha⁻¹ (Tabel 23). Pemberian kapur dan pupuk kandang mampu meningkatkan pH dan menurunkan Al dapat ditukar (Hartatik *et al.*, 2001).

Tabel 23. Bobot gabah dan jerami kering penelitian pengelolaan hara terpadu pada lahan sulfat masam potensial bergambut di Kalimantan Tengah

Perlakuan	Bobot gabah kering		Bobot jerami kering	
	ku ha ⁻¹			
N0P1K1	16,30 c		14,30 e	
N1P1K1	35,43 ab		29,43 bcd	
N2P1K1	33,67 ab		43,87 a*	
N1P0K1	36,17 ab		32,47 abcd	
N1P2K1	28,37 b		26,43 bcde	
N1P1K0	31,10 ab		22,10 cde	
N1P1K2	35,80 ab		30,70 abcd	
N2P2K2	38,20 a		34,77 abc	
N1P1K1L + BO	30,80 ab		30,97 abcd	
N2P2K2L + BO	35,27 ab		38,27 ab	
N1P1K1Zn+L	28,33 b		18,93 de	
N1P1K1ZnCu+L	28,50 b		23,60 cde	
N1P1K1ZnL + BO	32,20 ab		27,60 bcde	
N1P1K1ZnCuL + BO	32,70 ab		26,77 bcde	
N1P1K1 + BO+E138	32,27 ab		29,27 bcd	
N1P1K1 + BO+E2001	32,20 ab		25,10 bcde	

*Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT
Sumber: Hartatik *et al.*, (2001)

Pengaruh pemberian beberapa jenis fosfat alam atau SP-36 pada tanah gambut yang diberi bahan amelioran tanah mineral terhadap pertumbuhan dan serapan P tanaman padi menunjukkan bahwa fosfat alam Ciamis takaran 50% erapan maksimum P memberikan bobot kering tanaman yang cukup tinggi hampir menyamai SP-36. Fosfat alam Ciamis meningkatkan bobot kering tanaman sebesar 82% dibandingkan kontrol. Fosfat alam Maroko dan *Christmas* umumnya memberikan bobot kering tanaman yang rendah yang tidak berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 24). Perlakuan fosfat alam Maroko dan *Christmas* memberikan bobot kering tanaman yang lebih rendah. Hal ini disebabkan adanya

dominasi asam p-hidroksi benzoat dan p-kumarat yang menghambat pertumbuhan dan bobot kering tanaman. Pemberian SP-36 meningkatkan bobot kering tanaman sebesar 158% dibandingkan kontrol dan memberikan bobot kering tanaman lebih tinggi daripada fosfat alam. Hal ini berkaitan dengan rendahnya asam p-kumarat dan p-hidroksi benzoat dan tingginya P yang diserap tanaman, sehingga pertumbuhan dan bobot kering tanaman lebih optimum dibandingkan perlakuan fosfat alam.

Tabel 24. Rataan bobot kering tanaman dan gabah serta serapan P total padi IR 64 akibat pemberian beberapa jenis fosfat alam atau SP-36 pada tanah gambut yang diberi bahan amelioran tanah mineral

Perlakuan	Bobot kering tanaman g pot ⁻¹	Serapan P total mg pot ⁻¹
Kontrol - TM	1,17 d*	5,88 d
Kontrol	1,85 cd	8,05 cd
Maroko 50%	1,72 cd	10,47 cd
Maroko 100%	1,44 cd	12,79 cd
Maroko 150%	1,74 cd	10,69 cd
<i>Christmas</i> 50%	1,83 cd	7,76 cd
<i>Christmas</i> 100%	1,13 d	7,43 cd
<i>Christmas</i> 150%	1,91 cd	10,02 cd
Ciamis 50%	3,37 bc	16,57 bc
Ciamis 100%	1,01 d	7,97 cd
Ciamis 150%	1,47 cd	14,17 cd
SP-36 50%	4,77 ab	24,98 ab
SP-36 100%	5,87 a	27,31 a
SP-36 150%	4,26 ab	34,93 a

* Angka yang selanjur diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%
Sumber: Hartatik (1998)

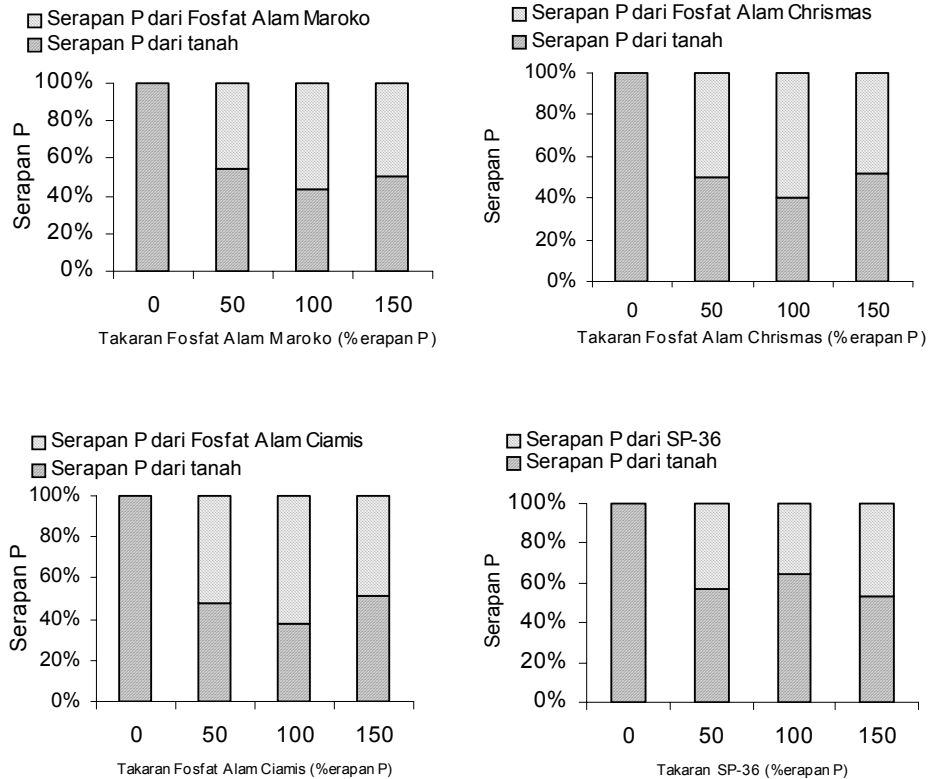
Serapan P total tanaman cenderung meningkat dengan pemberian bahan amelioran. Adanya kation Fe dalam bahan amelioran akan meningkatkan ikatan antara P dan asam-asam

organik melalui jembatan kation, sehingga P dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Perlakuan SP-36 meningkatkan serapan P total sebesar 210% dibandingkan dengan kontrol. Serapan P total yang tinggi pada perlakuan SP-36 ini berkaitan erat dengan rendahnya konsentrasi asam p-kumarat dan p-hidroksi benzoat, sehingga perakaran tanaman padi relatif berkembang karena pengaruh racun asam-asam organik tersebut relatif kecil. Sedangkan pada fosfat alam Ciamis takaran 50% meningkatkan serapan P sebesar 106% dibandingkan dengan kontrol. Fosfat alam Maroko dan *Christmas*, serapan P agak terhambat karena perakaran tanaman sebagian telah teracuni oleh asam-asam fenolat. Menurut Tadano *et al.* (1992) konsentrasi asam-asam fenolat yang tinggi menyebabkan serapan P, K, Cu dan Zn oleh tanaman padi menurun. Fenomena ini menunjukkan bahwa kurang optimalnya pengaruh fosfat alam terhadap pertumbuhan tanaman padi dan serapan P disebabkan karena pengaruh racun asam-asam fenolat masih lebih dominan dibandingkan dengan perbaikan terhadap perlakuan P dari fosfat alam.

Dari fraksi serapan P tanaman dengan menggunakan isotop ^{32}P dapat diketahui secara kuantitatif dan proporsional jumlah fosfor yang diserap tanaman, baik yang berasal dari tanah gambut maupun dari pupuk P. Proporsi hara P yang diserap tanaman padi dari tanah gambut dan pupuk disajikan pada Gambar 6. Rataan persentase serapan P dari fosfat alam Maroko, *Christmas*, Ciamis dan SP-36 masing-masing sebesar 50,19; 52,96; 54,48; dan 41,92%. Sedangkan rata-rata persentase serapan P dari tanah gambut masing-masing sebesar 49,81; 47,04; 45,52; dan 58,08%. Secara umum perlakuan pemberian fosfat alam memberikan persentase serapan P dari fosfat alam sedikit lebih tinggi dari persentase serapan P dari tanah gambut dan

sebaliknya pada perlakuan SP-36 persentase serapan P dari tanah gambut sedikit lebih tinggi dari persentase serapan P dari SP-36. Tingginya serapan P dari tanah gambut pada perlakuan SP-36 kemungkinan disebabkan karena SP-36 merupakan pupuk P yang mudah larut, sehingga sebagian P digunakan oleh mikroba sebagai hara atau energi untuk mendekomposisi gambut, sehingga proses mineralisasi P sedikit lebih tinggi dari perlakuan fosfat alam (Stevenson, 1984).

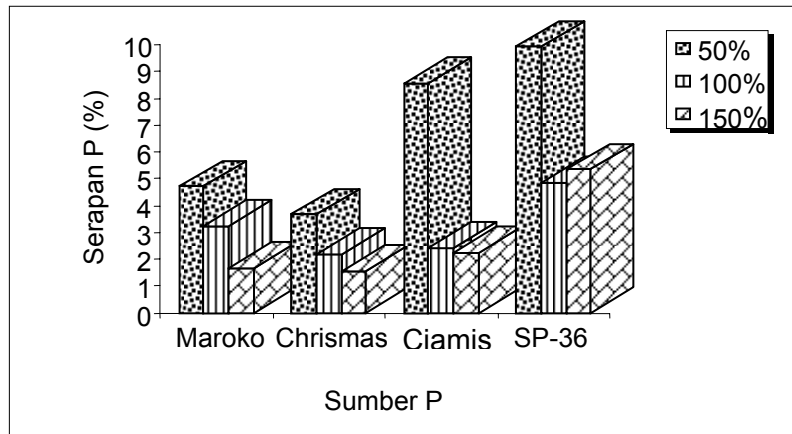
Peningkatan takaran SP-36 sampai takaran 150% erapan P meningkatkan serapan P dari SP-36. Keragaan pertumbuhan tanaman padi akibat pemberian bahan amelioran dan SP-36 lebih baik karena didukung oleh kondisi perakaran yang lebat dan sehat sehingga serapan P baik dari pupuk maupun tanah gambut tidak terhambat. Sedangkan pada perlakuan fosfat alam terutama fosfat alam *Christmas* kondisi perakaran memendek dan kurang lebat akibat pengaruh fitotoksik dari asam-asam organik sehingga serapan P baik dari fosfat alam dan tanah gambut terganggu yang berakibat pertumbuhan tanaman kerdil. Persentase serapan P dengan metode isotop perlakuan pemberian bahan amelioran dan SP-36 memberikan persentase serapan P lebih tinggi dari fosfat alam. Persentase serapan P pada perlakuan pemberian bahan amelioran dan SP-36 takaran 50, 100, 150% erapan P masing-masing sebesar 9,94, 4,85 dan 5,35% (Gambar 7). Tanah gambut mempunyai afinitas yang lemah terhadap hara yang berbentuk anion maupun kation, sehingga pemupukan P pada tanah gambut dengan pupuk P yang mudah larut seringkali tidak memberikan respon yang nyata, hal ini disebabkan sebagian P yang diberikan akan tercuci, dan tidak terserap tanaman.



Gambar 7. Pengaruh pemberian beberapa jenis fosfat alam atau SP-36 pada tanah gambut yang diberi bahan amelioran tanah mineral terhadap proporsi serapan P oleh tanaman padi (Hartatik, 1998)

Lebih besarnya persentase serapan P dari SP-36 sejalan dengan bobot kering tanaman dan serapan P yang lebih tinggi dibandingkan fosfat alam Maroko, *Christmas* dan Ciamis. Di antara beberapa jenis fosfat alam yang dicoba, fosfat alam Ciamis takaran 50% memberikan persentase serapan P yang paling tinggi yaitu sebesar 8,55 hampir menyamai SP-36 pada takaran yang sama (Gambar 8). Peningkatan takaran fosfat alam dan SP-36 menurunkan persentase serapan P. Rasjid *et al.* (1997) melaporkan hasil senada bahwa peningkatan takaran fosfat alam atau SP-36 menurunkan persentase serapan P untuk tanaman padi-kedelai dan kacang hijau yang ditanam berurutan. Lahan gambut selain

memerlukan ameliorasi juga memerlukan pemupukan NPK serta hara mikro Cu dan Zn, karena tanah gambut mempunyai afinitas yang lemah terhadap kation maupun anion, sehingga pemberian pupuk harus dilakukan secara bertahap sesuai dengan masa pertumbuhan tanaman.

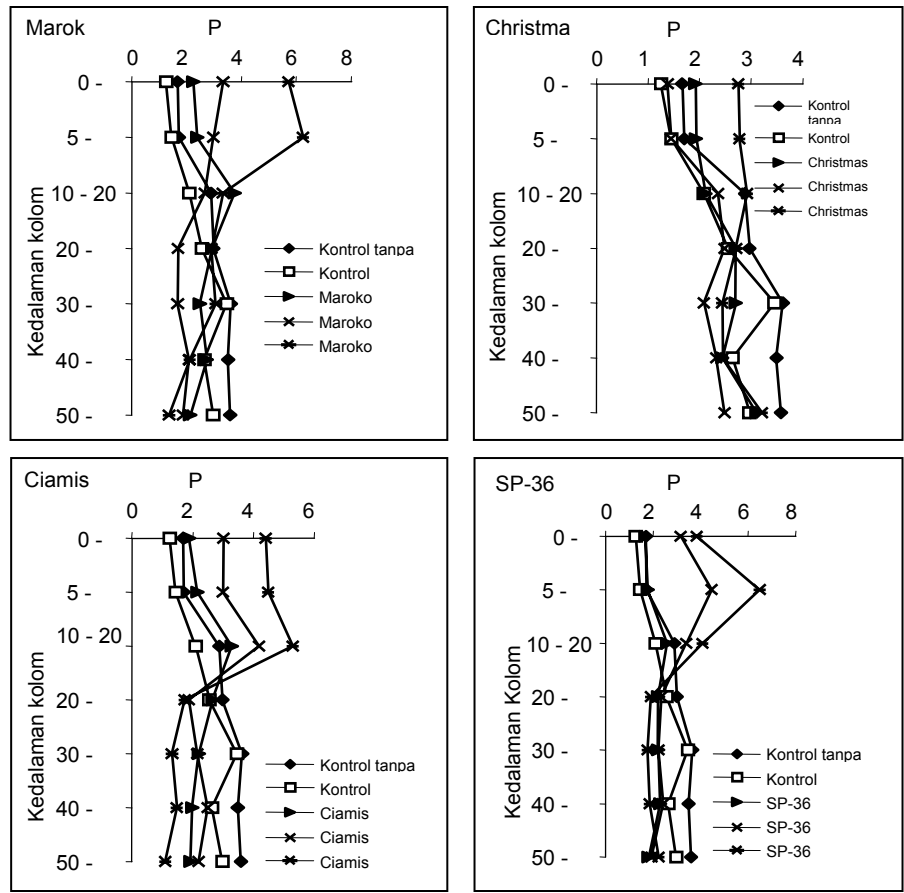


Gambar 8. Persentase serapan P akibat pemberian beberapa jenis fosfat alam atau SP-36 pada tanah gambut yang diberi bahan amelioran tanah mineral (Hartatik, 1998)

Pengaruh Pemberian Fosfat Alam terhadap Pencucian P

Pengaruh pemberian beberapa jenis fosfat alam atau SP-36 pada tanah gambut yang diberi bahan amelioran tanah mineral terhadap pencucian P dari kolom tanah menunjukkan bahwa pemberian fosfat alam Maroko, Ciamis atau SP-36 pada tanah gambut terjadi akumulasi P pada lapisan atas. Dari hasil analisis kolom tanah setiap kedalaman 10 cm perlakuan pemberian fosfat alam Maroko, Ciamis atau SP-36 menyebabkan P lebih banyak terakumulasi pada kedalaman 5 hingga 20 cm. Nisbah kadar P kolom tanah antara kedalaman 0 hingga 30 cm dengan 30 hingga 60 cm masing-masing pada takaran 50, 100 dan 200% P yaitu

1,54; 1,90 dan 2,79 untuk fosfat alam Maroko dan 1,64; 1,76 dan 4,11 untuk fosfat alam Ciamis serta 1,31; 2,05 dan 2,79 untuk SP-36 (Gambar 9). Pemberian bahan amelioran dan pemupukan fosfat alam Maroko dan Ciamis akan meningkatkan P pada lapisan atas, sehingga P yang tercuci berkurang dibandingkan SP-36.



Gambar 9. Pola distribusi fosfat dalam kolom tanah

Sedangkan perlakuan fosfat alam *Christmas*, P terakumulasi pada kedalaman 30 hingga 40 cm, dengan nisbah kadar P kolom tanah antara kedalaman 0 hingga 30 cm dengan 30 hingga 60 cm pada takaran 50, 100, dan 200% P yaitu 1,05; 1,11 dan 1,38. Diduga hal ini berkaitan dengan rendahnya kelarutan fosfat alam

tersebut dalam tanah. Adanya akumulasi P di lapisan bawah menunjukkan bahwa tidak ada peranan Fe dalam fosfat alam terhadap pengikatan P. Hal ini disebabkan karena besi terikat kuat dalam mineral apatit yang sukar larut.

Kolom tanah tanpa perlakuan bahan amelioran menunjukkan akumulasi P pada kedalaman 30 hingga 60 cm. Pemberian bahan amelioran mampu meningkatkan ikatan P dalam tanah gambut, sehingga P tidak mudah hilang tercuci dalam tanah. Diduga pemberian bahan amelioran akan membentuk tapak-tapak reaktif baru bagi P yang dihasilkan dari interaksi asam organik-Fe, sehingga terbentuk senyawa kompleks organik-Fe-P. Besi dari bahan amelioran berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan asam-asam organik dengan anion fosfat. Adanya kemampuan pengikatan P ini, kehilangan P dari dalam tanah dapat dikurangi, sehingga efisiensi pemupukan P dalam tanah gambut dapat ditingkatkan. Hasil ini sesuai dengan percobaan yang dilakukan oleh Rachim (1995), Salampak (1999) dan Wild (1990) yang mengemukakan bahwa kation polivalen dapat menjembatani ikatan antara P dan asam-asam organik. Di antara sumber P, perlakuan fosfat alam Maroko memberikan kadar P dalam kolom tanah paling tinggi diikuti berturut-turut SP-36, Ciamis dan terendah *Christmas* (Hartatik, 1998).

PENUTUP

Pemanfaatan lahan gambut untuk kegiatan pertanian telah banyak dilakukan, tetapi produktivitas lahan umumnya lebih rendah bila dibandingkan dengan tanah mineral. Rendahnya produktivitas lahan disebabkan oleh adanya berbagai faktor pembatas, diantaranya kandungan asam-asam fenolat yang tinggi, sehingga

bersifat racun bagi tanaman, kemasaman tanah yang tinggi, kapasitas tukar kation yang sangat tinggi dengan kejenuhan basa dan ketersediaan P sangat rendah.

Pemberian bahan amelioran ke dalam tanah gambut menurunkan kandungan beberapa derivat asam fenolat. Pemberian tanah mineral berkadar besi tinggi dapat mengurangi pengaruh buruk dari asam-asam fenolat. Selain itu penggunaan kation Fe dapat menimbulkan tapak erapan baru pada gambut, sehingga ikatan fosfat menjadi lebih kuat dan tidak mudah lepas selanjutnya dapat mengkonservasi dan meningkatkan ketersediaan P. Pemberian bahan amelioran tanah mineral dengan takaran 7,5 erapan Fe maksimum dapat menurunkan konsentrasi asam-asam fenolat sampai di bawah batas toksik yang dapat meracuni tanaman.

Prospek penggunaan fosfat alam sebagai sumber P pada lahan gambut diharapkan cukup baik dibandingkan SP-36. Sifat gambut yang mempunyai kemampuan memegang hara yang rendah diperlukan pupuk yang bersifat *slow release* dan mempunyai pengaruh residu sehingga hara P dapat dimanfaatkan tanaman dan meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat. Efektivitas fosfat alam dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sifat mineralogi, kelarutan, besar butir, ciri tanah, waktu, dan metode aplikasinya. Fosfat alam yang sesuai untuk tanah gambut yaitu yang mempunyai kadar P_2O_5 total dan kelarutan yang cukup tinggi, dengan takaran 50-100% erapan P, agar hara P dapat dimanfaatkan tanaman secara optimal dan memberikan efisiensi P yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriesse, J. P. 1974. Tropical peats in South East Asia. Dept. of Agric. Res of the Royal Trop. Inst. Comm. 63. Amsterdam. 63 p.
- _____, 1992. Constraints and opportunities for alternative use options of tropical peatland. pp. 1-6. *In Proc. Inter. Symp. Trop. Peatland.* MARDI, Malaysia.
- Chien, S.H. 1995. Seminar on the Use of Reactive Phosphate Rock for Direct Application. Penedar Bahan Pertanian Sdn Bhd. Selangor. Malaysia.
- Driessen, P.M. 1978. Peat soils. pp. 763-779. *In IRRI. Soil and rice.* IRRI. Los Banos. Philippines.
- _____. and H. Suhardjo. 1976. On the defective grain formation of sawah rice on peat. *Soil Res. Inst. Bull. 3: 20 – 44.* Bogor.
- _____. and M. Soeprahardjo. 1974. Soil Agricultural expansion in Indonesia. *Bull. 1: 1-63.* Soil Res. Inst. Bogor.
- Halim, A. 1987. Pengaruh Pencampuran Tanah Mineral dan Basa dengan Tanah Gambut Pedalaman Kalimantan Tengah dalam Budidaya Tanaman Kedelai. Disertasi Fakultas Pascasarjana, IPB. Bogor. 322 hlm.
- Hartatik, 1998. Erapan Fosfat, Kelarutan Hara Makro dan Mikro serta Pengaruh Besi terhadap Padi Sawah. Tesis Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

- _____, IG.M. Subiksa, dan D.A. Suriadikarta. 2000. Ameliorasi lahan gambut di Air Sugihan Kiri Sumatera Selatan. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Cipayung, 25-27 Juli 2000.
- Kononova. M. M. 1968. Transformation of organic matter and their relation to soil fertility. *Sov. Soil. Sci.* (8) : 1.047 –1.056.
- Koswara, O. 1973. Potensi dan pemanfaatan daerah pasang surut: suatu kasus di Sumatera. *Dalam* Seminar Pembangunan Fakultas Pertanian, IPB-Badan Pengendali Bimas, Departemen Pertanian.
- Lehr, J.R. and G. H. McClean. 1972. A Revised laboratory Reactivity Scale for Evaluating Phosphate Rock for Direct Application. Bull. 4 – 43. TVA. Alabama. U.S.A.
- Miller, M.H. And R. L. Donahue. 1990. *Soils. An Introduction to Soils and Plant Growth.* Prentice Hall Englewood Cliffs. New Jersey. 768 p.
- Polak, B. 1949. The Rawa Lakbok (South Priangan, Java). Investigation into the composition of an eutrophic topogenous bog. *Cont. Gen. Agr. Res. Sta. No. 8*, Bogor, Indonesia.
- _____, B. 1975. Character and occurrence of peat deposits in the Malaysian tropics. *In* G.J. Barstra, and W.A. Casparie (Eds.). *Modern Quaternary Research in Southeast Asia.* Balkema, Rotterdam.

- Prasetyo, T. B. 1996. Perilaku Asam-asam Organik Meracun pada Tanah Gambut yang Diberi Garam Na dan Beberapa Unsur Mikro dalam Kaitannya dengan Hasil Padi. Disertasi. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Rachim, A. 1995. Penggunaan Kation-kation Polivalen dalam Kaitannya dengan Ketersediaan Fosfat untuk Meningkatkan Produksi Jagung pada Tanah Gambut. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Radjagukguk, B. 1997. Peat soil of Indonesia: Location, classification, and problems for sustainability. pp. 45 – 54. *In* J.O. Rieley and S.E. Page (Eds.). Biodiversity and sustainability of tropical peat and peatland. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity, environmental importance and sustainability of tropical peat and peatlands, Palangka Raya, Central Kalimantan 4 – 8 September 1999. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK.
- Rasjid, H., E.L.Sisworo, dan W.H. Sisworo 1997. Keefisienan fosfat alam sebagai pupuk p tanaman jagung. hlm. 95 – 98 *dalam* Risalah Pertemuan Ilmiah. Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi, Jakarta 18-19 Februari 1997. Buku 2 P3TIR – BATAN.
- Salampak, 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, IPB Bogor.

- Saragih, E. S. 1996. Pengendalian Asam-asam Organik Meracun dengan Penambahan Fe (III) pada tanah gambut Jambi, Sumatera. Tesis S2. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Stevenson, F.J. 1984. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Suhardjo, H. and I P.G. Widjaja-Adhi. 1976. Chemical characteristics of the upper 30 cms of peat soils from Riau. ATA 106. Bull. 3: 74-92. Soil Res. Inst. Bogor.
- Tadano, T.K.Yonebayashi, and N. Saito. 1992 Effect of phenolic acids on the growth and occurrence of sterility in crop plants. pp. 358 – 369. *In* K. Kyuma, P. Vijarnsorn, and A. Zakaria (Eds). Coastal lowland ecosystems in southern Thailand and Malaysia. Showado – printing co, Skyoku. Kyoto.
- _____, T., K.B. Ambak, K. Yonebayashi, T. Hara, P. Vijarnsorn, C. Nilnond, and S. Kawaguchi. 1990. Nutritional Factors Limiting Crop Growth in Tropical Peat Soils. In Soil Constraints on Sustainable Plant Production *in* the Tropics. Proc. 24th inter. Symp. Tropical Agric. Res. Kyoto.
- Tan. 1993. Principles of Soil Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York. 362 pp.
- Tim Institut Pertanian Bogor. 1974. Laporan Survei Produktivitas Tanah dan Pengembangan Pertanian daerah Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Bogor.

- _____. 1976. Survei dan Pemetaan Tanah daerah Air Saleh, Sumatera Selatan. Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (P4S), Ditjen Pengairan Dep. Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik – Institut Pertanian Bogor.
- Tsutsuki, K. 1984. Volatile products and low-molecular-weight products of the anaerobic decomposition of organic matter. pp: 329-343 Inter. Rice Res. inst, Soil Organik Matter.
- _____. and F.N. Ponnampereuma. 1987. Behavior of anaerobic decomposition products in submerged soils. Soil Sci. and Plant Nutr. 3 (1): 13 – 33.
- _____. and R. Kondo. 1995. Lignin – derived phenolic compounds in different types of peat profiles in Hokkaido. Japan. Soil Sci. and Plant Nutr. 41 (3) : 515 – 527.
- Widjaja-Adhi, IP. G. 1988. Physical and chemical characteristic of peat soil of Indonesia. IARD J. 10: 59 – 64.
- _____. K. Nugroho, D.A. Suriadikarta, dan A.S. Karama, 1992. Sumber daya lahan rawa: potensi, keterbatasan dan pemanfaatan. *Dalam* Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Risalah Pertemuan Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Departemen Pertanian.
- Wild, A. 1990. The relation of thosphate by soil: A review. J. Soil Sci. 1: 221 – 237.