

Pengelolaan Bahan Organik Di Tanah Sulfat Masam

Organic Matter Mangement in Acid Sulphate Soil

Nurul Husna

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas IBA
TTel./Faks. +62711 351364, email: nurulhusein26@gmail.com

ABSTRACT

Acid sulphate soils have sufficient area to be developed for agriculture. The limiting factor due to the presence of oxidized pyrite reclamation resulted in extreme low pH. In this condition occurs poisoning ions H^+ , Al, SO_4^{2-} and Fe^{2+} , as well as natural soil fertility decline due to loss of soil bases, so the soils are deficient P, K, Ca, and Mg. The dissolved cations Al bind P making it unavailable to plants. Providing organic material which has a C / N lower ameliorant with other like lime increases soil fertility. Organic materials capable chelates metal cations such as Al and Fe and freed a number of nutrients, especially P to become available. Organic materials also improve soil physical properties with the ability to hold water so that the soil remains wet and can suppress oxidation of pyrite. Management of organic matter in acid sulphate soils conducted with respect to the source, quality and availability. The concept of integrated farming systems and composting technology is a solution to overcome the rapid availability of organic material in the field.

Key words: acid sulphate soil, pyrite, organic matter, chelate

ABSTRAK

Tanah sulfat masam memiliki potensi luas yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian. Adanya faktor pembatas berupa pirit yang teroksidasi akibat reklamasi mengakibatkan rendahnya pH secara ekstrim. Pada kondisi ini terjadi keracunan ion H^+ , Al, SO_4^{2-} , dan Fe^{2+} , serta penurunan kesuburan tanah alami akibat hilangnya basa-basa tanah, sehingga tanah mengalami kahat P, K, Ca, dan Mg. Kation Al yang terlarut mengikat P sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Pemberian bahan organik yang memiliki C/N rendah disertai amelioran lain seperti kapur meningkatkan kesuburan tanah. Bahan organik mampu mengkhelat kation logam seperti Al dan Fe dan membebaskan sejumlah hara terutama P sehingga menjadi tersedia. Bahan organik juga memperbaiki sifat fisik tanah dengan kemampuannya menahan air sehingga tanah tetap basah dan mampu menekan oksidasi pirit. Pengelolaan bahan organik di tanah sulfat masam dilakukan dengan memperhatikan kualitas, sumber dan ketersediaannya. Konsep sistem pertanian terpadu dan teknologi pengomposan merupakan solusi untuk mengatasi ketersediaan bahan organik secara cepat di lapangan.

Kata kunci: tanah sulfat masam, pirit, bahan organik, khelat

PENDAHULUAN

Tanah sulfat masam memiliki potensi besar untuk pengembangan pertanian, luasnya mencapai 6,7 juta hektar tersebar di pulau Sumatera, Kalimantan dan Papua (Alihamsjah,

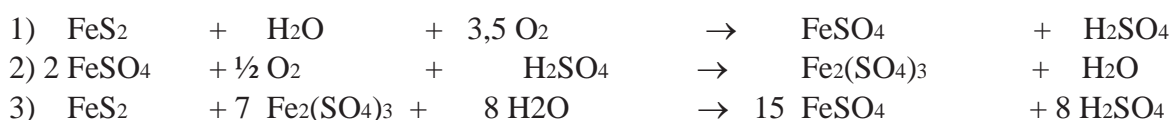
2001). Tanah sulfat masam mempunyai ciri yang khas yaitu mempunyai lapisan bahan sulfidik (liat belerang) yang banyak mengandung pirit (FeS_2). Jika tanah ini direklamasi, maka senyawa pirit akan terpapar udara membentuk ferri hidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), sulfat (SO_4^{2-}) dan ion hydrogen (H^+) sehingga tanah menjadi sangat masam (Wijaya Adhi *et al.*, 1992). Permasalahan yang umum dijumpai adalah kemasaman tanah yang tinggi, ketersediaan hara P yang rendah dan fiksasi P yang tinggi oleh Al dan Fe yang berakibat rendahnya hasil tanaman yang diusahakan. Kemasaman tanah yang tinggi memicu larutnya unsur beracun dan kahat hara sehingga tanah menjadi tidak produktif (Purnomo *et al.*, 2006). Pemanfaatan lahan sulfat masam harus hati-hati dan terencana agar tidak mengalami degradasi dan menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu cara mengatasi permasalahan pada lahan sulfat masam, adalah dengan menambahkan bahan organik. Pemberian bahan organik selain sebagai pemasok hara juga memperbaiki kualitas fisik, kimia dan biologi tanah (Suntoro, 2013). Bahan organik berperan sebagai sumber asam-asam organik yang mampu mengontrol kelarutan logam dalam tanah. Asam-asam organik mampu mengkhelat unsur-unsur beracun dalam tanah sehingga menjadi tidak berbahaya bagi tanaman (Stevenson, 1982), dan juga menurunkan jumlah fosfat yang difiksasi oleh Fe dan Al melalui mekanisme pengkelatan sehingga P tersedia bagi tanaman (Barker dan Pilbeam, 2007).

Berdasarkan potensi tanah sulfat masam yang dapat dikembangkan menjadi lahan pertanian, maka penulisan ini bertujuan untuk membahas upaya menangani permasalahan pada tanah sulfat masam dengan pemberian bahan organik.

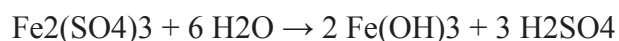
POTENSI DAN KARAKTERISTIK TANAH SULFAT MASAM

Luas tanah sulfat masam di Indonesia diperkirakan 6,71 ha, terdiri dari sulfat masam potensial sebesar 4,34 juta ha dan sulfat masam aktual 2,37 juta ha. Tanah sulfat masam aktual bereaksi masam ekstrim ($\text{pH} < 3,5$), dan banyak mengandung ion-ion sulfat (SO_4), Fe^{2+} Al^{3+} . Tanah sulfat masam actual tidak sesuai untuk tanaman pertanian, umumnya yang diusahakan untuk pertanian adalah tanah sulfat masam potensial. Tanah ini mengandung pirit belum teroksidasi, mempunyai reaksi tanah agak masam ($\text{pH} 4,6-5,5$), tetapi berpotensi akan menjadi ekstrim masam bila mengalami drainase berlebihan. (Subagyo, 2006).

Tanah sulfat masam mengandung senyawa pirit (FeS_2), reklamasi lahan berupa pembuatan saluran dan drainase mengakibatkan senyawa ini terpapar udara. Oksidasi pirit mengakibatkan hancurnya kisi-kisi mineral liat dan menghasilkan ion Al dan Fe yang beracun bagi tanaman. Reaksi oksidasi pirit menurut (Boyd, 1982 *dalam* Suriadikarta, 2005) adalah sebagai berikut:



Produksi ferri sulfat dari ferro sulfat sangat besar karena proses pembentukannya dipercepat oleh aktivitas bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* (No. 2), dan pada kondisi yang masam reaksi pirit dengan ferri sulfat (No. 3) berlangsung sangat cepat. Ferri sulfat juga dapat terhidrolisis sehingga menambah kemasaman seperti diperlihatkan reaksi berikut:



Hasil reaksi adalah dihasilkannya Fe^{3+} koloidal, dan asam sulfat yang terlarut menjadi ion sulfat dan melimpahnya ion H^+ , yang mengakibatkan pH tanah turun drastis dari awalnya netral-agak alkalis (pH 5,5-6,5) menjadi masamekstrim (pH 1,3 sampai <3,5). Pada kondisi ini terjadi keracunan ion H^+ , Al , SO_4^{2-} , dan Fe^{2+} , serta penurunan kesuburan tanah alami akibat hilangnya basa-basa tanah, sehingga tanah mengalami kahat P, K, Ca, dan Mg (Subagyo, 2006).

BAHAN ORGANIK

Pengertian

Bahan organik adalah bagian dari tanah yang merupakan suatu system yang sangat kompleks dan dinamis, yang bersumber dari sisa tanaman dan atau binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk dan ukuran (Kononova, 1961 dalam Budianta dan Ristiani, 2013). Sedangkan menurut Stevenson (1994), bahan organik adalah semua jenis senyawa organik yang terdapat didalam tanah termasuk seresah, fraksi bahan organik ringan, biomass jasad renik, bahan organik terlarut dalam air, dan humus.

Peranan Bahan Organik

Menurut Budianta dan Ristiani (2013), bahan organik berperanan terhadap perubahan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Peran bahan organik sebagai bahan pembenah tanah yakni dengan memperbaiki struktur tanah, porositas dan aerasi tanah, dan juga memperbaiki stabilitas agregat tanah. Bagi sejumlah organisme tanah bahan organik merupakan makanan yang menjadi sumber energy. Hasil dekomposisi bahan organik menghasilkan senyawa sederhana merupakan sumber hara bagi tanaman. Sebagai bahan ameliorasi, bahan organik mengikat logam-logam toksik seperti Al , Fe , Mn sehingga logam - logam tersebut tidak mobil. Sifat humus yang koloidal mampu mengikat air dalam waktu yang lama mengakibatkan tanah akan lembab terus. Peran lain dari bahan organik tanah adalah sebagai bagian dari komponen penyusun tanah yang kandungannya dalam tanah berkisar < 5%.

APLIKASI BAHAN ORGANIK DI TANAH SULFAT MASAM

Pemberian bahan amelioran berupa bahan organik merupakan upaya untuk memperbaiki kualitas lahan sulfat masam (Jumberi *et al.*, 1998). Dalam konteks tanah sulfat masam, bahan organik mempunyai fungsi mempertahankan suasana reduksi sehingga oksidasi pirit dapat ditekan. Hal ini penting artinya bagi pertumbuhan tanaman yang peka terhadap peningkatan kemasaman dan kadar meracun kation-kation seperti Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan anion-anion seperti sulfide dan sisa-sisa asam organik.

TingkatKematangan Bahan Organik

Pemberian bahan organik jerami padi dengan C/N yang masih cukup tinggi justru dapat menurunkan ketersediaan fosfat, menurunkan pH tanah dan meningkatkan kelarutan Fe^{2+} (Fahmi *et al.*, 2009), seperti terlihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Nilai pH tanah pada pengamatan 4, 6 dan 8MST pada kondisi tanah dengan pemberian bahan organik

Pemberian BO	Kondisi Tanah					
	4 MST		6 MST		8 MST	
	t1	t2	t1	t2	t1	t2
bo	4,6 a	4,4 b	4,7 a	4,5 b	4,8 a	4,9 a
b1	4,0 c	4,0 c	4,0 c	4,0 c	4,6 b	4,4 c

Keterangan : MST = minggu setelah tanam, t1= tidak pernah diberi bahanorganik dan t2= selalu diberi bahan organik, bo = tanpa bahanorganik tambahan dan b1 = dengan tambahan bahan organik 5 t ha⁻¹. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama dan satu waktu pengamatan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%.
Sumber : Fahmi *et al.* (2009)

Tabel 2. Konsentrasi Fe²⁺ dalam tanah pada empat waktu pengamatan pada perlakuan faktor utama pemberian BO.

Pemberian BO	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
	Fe (mg kg ⁻¹)			
bo	253,89 a	390,38 b	1392,10 b	740,40 b
b1	710,10 a	1314,64 a	4560,90 a	3887,50 a

Keterangan: MST = minggu setelah tanam, bo = tanpa bahan organik tambahan dan b1 = dengan tambahan bahan organik 5 t ha⁻¹. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%
Sumber : Fahmi *et al.*(2009)

Lain halnya apabila bahan organik diberikan dalam bentuk yang telah matang. Hasil penelitian Koesrini dan William (2006), menunjukkan bahwa amelioran kapur dan bahan organik kotoran ayam mempengaruhi penampilan hasil tanaman buncis di lahan sulfat masam (Tabel 3).

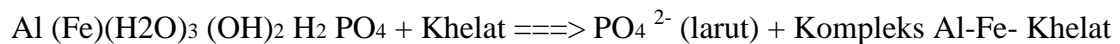
Tabel 3. Keragaan beberapa parameter agronomik tanaman buncis di lahan sulfat masam potensial, KP Belandean- Barito Kalimantan Selatan pada musim kemarau 2005

Perlakuan	Skor Vege tatif	Tinggi tanaman (cm)		Panjang buah (cm)	Berat buah (g tan ⁻¹)	Hasil (kg ha ⁻¹)
		3 mst	7 mst			
Bahan Amelioran						
Kontrol	3 a	54,8 c	261,2 a	15,4 b	157,7 a	3165,1 a
1 t kapur /ha+ 2,5 t pukan/ha	1 b	111,1 a	266,1 a	15,9 ab	209,4 a	5745,9 a
2 t kapur/ha + 5 t pukan/ha	1 b	76,6 b	271,7 a	16,2 a	216,6 a	6086,3 a
Varietas						
Lebat	1,7 a	81,1 b	268,8 a	16,4 a	184,7 b	4865,6 a
Perkasa	1,7 a	47,6 c	261,3 a	15,8 ab	150,2 b	4403,1 a
Bravo	2 a	113,8 a	268,9 a	15,3 b	248,8 a	5728,6 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 0.05.
Sumber: Koesrini dan William (2006)

Khelatisasi oleh Asam-Asam Organik

Pembentukan kompleks atau pengkelatan memegang peranan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Pengkelatan meningkatkan kelarutan P anorganik yang tidak larut menjadi larut. Kelarutan AlPO_4 , FePO_4 , atau $\text{Ca}_3(\text{PO})_2$ diharapkan meningkat dengan nyata melalui pembentukan kompleks dengan senyawa humat dan atau senyawa-senyawa organik lainnya. Asam-asam humat dan fulvat yang terkandung di dalam bahan organik memiliki afinitas tinggi terhadap Al, Fe, dan Ca. Akibatnya mereka akan bersaing atas unsur-unsur tersebut dengan senyawa-senyawa fosfat melalui pembentukan kompleks, sehingga ion fosfat terbebaskan ke dalam larutan tanah (Tan, 1992). Stevenson (1982) menjelaskan ketersediaan P di dalam tanah dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan organik melalui 5 aksi seperti tersebut di bawah ini: (1) Melalui proses mineralisasi bahan organik terjadi pelepasan P mineral (PO_4^{3-}), (2) Melalui aksi dari asam organik atau senyawa pengkelat yang lain hasil dekomposisi, terjadi pelepasan fosfat yang berikatan dengan Al dan Fe yang tidak larut menjadi bentuk terlarut, reaksinya adalah sebagai berikut:



(3). Bahan organik akan mengurangi jerapan fosfat karena asam humat dan asam fulvat berfungsi melindungi sesquioxida dengan memblokir situs pertukaran; (4). Penambahan bahan organik mampu mengaktifkan proses penguraian bahan organik asli tanah; (5). Membentuk kompleks fosfo-humat dan fosfo-fulvat yang dapat ditukar dan lebih tersedia bagi tanaman, sebab fosfat yang dijerap pada bahan organik secara lemah.

Senyawa-senyawa humat juga efektif dalam mengikat hara-hara mikro seperti Fe, Cu, Zn, dan Mn. Dengan memberikan humus (bahan organik), sebagian hara mikro yang berlebih tersebut terambil dari larutan melalui pembentukan kompleks/khelat dengan senyawa-senyawa humat. Pada suatu saat unsur mikro tersebut akan dilepaskan lagi pada tanaman dalam jumlah kecil sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan pada kasus terjadi kekahatan unsur-unsur mikro Fe, Zn, Cu, dan Mn pada tanah sulfat masam, pengkelatan unsur-unsur ini oleh bahan organik meningkatkan kelarutannya. Melalui cara ini khelat bertindak sebagai agen pengatur (Tan, 1992).

PENGELOLAAN BAHAN ORGANIK DI LAHAN SULFAT MASAM

Pemberian bahan organik pada tanah sulfat masam perlu mendapat perhatian agar tidak terjadi degradasi bahan organik tanah. Penambahan secara rutin dan terus menerus berdampak jangka panjang. Namun demikian, sifat bahan organik yang tidak memberikan respon secara cepat mengakibatkan produksi tanaman masih kurang optimal. Hal ini disebabkan rendahnya unsur hara yang disediakan dalam waktu pendek, serta rendahnya tingkat sinkronisasi antara waktu pelepasan unsur hara dari bahan organik dengan kebutuhan tanaman akan unsur hara. Kualitas bahan organik sangat menentukan kecepatan proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik (Suntoro, 2003).

Kualitas Bahan Organik

Menurut (Budianta dan Ristiani, 2013), kecepatan pelapukan suatu jenis bahan organik ditentukan oleh kualitas bahan organik tersebut. Tolok ukur kualitas berbeda-beda untuk setiap jenis unsur hara. Kualitas bahan organik berkaitan dengan penyediaan unsur N, ditentukan oleh besarnya kandungan N, lignin, dan polifenol. Bahan organik berkualitas tinggi apabila kandungan N tinggi, konsentrasi lignin dan polifenol rendah dan

memiliki sinkronisasi yang sesuai (pelepasan hara pada saat tanaman membutuhkan). Nilai kritis konsentrasi N adalah 1,9 %, lignin >15%, polifenol <2%. Kualitas bahan organik berkaitan dengan kemampuan mendetoksifikasi, ditentukan dengan tolok ukur total konsentrasi kation K, Ca, Mg, dan Na. Pelepasan kation tersebut dari hasil dekomposisi bahan organik dapat menekan kelarutan Al melalui peningkatan pH tanah. Bahan organik yang berpotensi untuk mendetoksifikasi memiliki total konsentrasi kation > 60 cmol kg⁻¹.

Sumber bahan organik

Sumber bahan organik primer yaitu jaringan organik tanaman berupa daun, ranting, cabang, buah, dan akar. Sumber sekunder yaitu jaringan organik fauna berupa kotoran dan mikrofauna. Sumber lain dari luar yaitu pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang, pupuk hijau, kompos dan pupuk hayati (Suntoro, 2003; Budianta dan Ristiani, 2013)

Ketersediaan bahan organik

Masalah utama dalam penambahan bahan organik di lapang adalah ketidaktersediaan sumbernya. Pupuk kandang merupakan sumber bahan organik utama bagi petani, namun dengan semakin berkurangnya pemilikan jumlah ternak oleh petani akan berdampak jumlah pupuk kandang yang tersedia.

Sistem Pertanian Terpadu (*Bio Cyclo Farming*)

Upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah ketersediaan bahan organik adalah dengan menerapkan Sistem Pertanian Terpadu (*Bio Cyclo Farming*). *Bio Cyclo Farming* adalah sistem pertanian yang memadukan unsur tanaman dan hewan (ternak, ikan), yang diatur bersinergi satu dengan lainnya, sehingga di dalamnya terjadi siklus biologis. Sistem pertanian yang tidak hanya memanfaatkan hasil utama, tetapi juga memanfaatkan seluruh limbah sisa hasil misalnya pembuatan pupuk organik dan biogas. Sistem ini telah cukup berhasil diterapkan di daerah pasang surut (Sodikin *et al.*, 2012), dan telah mengatasi masalah penyediaan sumber bahan organik.

Teknologi Pengomposan

Prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan rasio C/N bahan organik. Pengomposan melibatkan aktivitas biologi mikroba dan mesofauna. Ada beberapa cara pengomposan diantaranya adalah: 1) metode Heap, 2) metode Indore, 3) metode Berkeley dan 4) vermikompos (Simanungkalit *et al.*, 2009). Proses pengomposan dapat dipercepat dengan menggunakan bioaktivator perombak bahan organik, seperti *Trichoderma* sp, teknologi EM-4 yang mengandung bakteri *Lactobacillus*, ragi, *actomycetes*, dan jamur pengurai selulosa yang dapat membantu proses dekomposisi (Suntoro, 2003).

KESIMPULAN

1. Bahan organik dapat mengatasi permasalahan di lahan sulfat masam dengan cara memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah lewat proses khelatiasi
2. Bahan organik yang digunakan memiliki C/N rendah (matang) dan berkualitas
3. Pengelolaan bahan organik membutuhkan sumber dan ketersediaan yang kontinyu.
4. Sistem pertanian terpadu dan teknologi pengomposan merupakan solusi untuk meningkatkan ketersediaan bahan organik secara cepat

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T. 2001. Prospek pengembangan dan pemanfaatan lahan pasang surut dalam perspektif eksplorasi sumber pertumbuhan pertanian masa depan. Hal:1-18. *Dalam:* Ar-Riza, I., T.Alihamsyah, M. Sarwani (eds). Pengelolaan Tanah dan Air di Lahan Pasang Surut. Monograf Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa Banjarbaru
- Barker, A.V. and D. J. Pilbeam. 2007. Hand Book of Plant Nutrition. CRC Press. NewYork. 612 p.
- Budianta, D dan Ristiani, D. 2013. Pengelolaan Kesuburan Tanah mendukung Pelestarian Sumberdaya lahan dan Lingkungan. 196 p.
- Fahmi, A, Radjagukguk, B, Purwanto, B.H. 2009. Kelarutan Fosfat dan Ferro pada Tanah Sulfat masam yang diberi Bahan Organik Jerami Padi. *J.Tanah Tropika* Vol. 14 (2). 119-125
- Jumberi, A. A. Suprimo, S. Raihan. 1998. Penggunaan bahan amelioran untuk meningkatkan produksi tanaman pangan di lahan pasang surut. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa Banjarbaru. Hal 246-248.
- Koesrini dan Willian, E. 2006. Pengaruh Pemberian Bahan Amelioran terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) di Lahan Sulfat Masam. *Bul. Agron.* Vol 34 (3) 153-159
- Purnomo, E., A. Mursyid, M. Syarwani, A. Jumberi, Y.Hashidoko, T. Hasegawa, S. Honma, and M. Osaki. 2005. Phosphorus solubilizing microorganisms in the rhizosphere of lokal rice varieties grown without fertilizer on acid sulphate soils. *Soil Sci. Plant Nutr.* 51(5): 679-681.
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reaction. John Wiley and Son Inc. New York. USA. 443 p.
- Subagyo, H. 2006. Klasifikasi dan Penyebaran Lahan Rawa *Dalam* Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Subagyo, H. 2006. Lahan Rawa Pasang Surut *Dalam* Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Simanungkalit, RDM, Suriadikarta, D.A, Saraswati, R, Setyorini, D, Hartatik, W. 2009. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Informasi Ringkas Bank Pengetahuan Padi Indonesia.
- Tan, K.H. 1992. Dasar-Dasar Kimia Tanah. GadjahMada University Press. 295 p.
- Widjaja-Adhi, I.P.G., Nugroho, D. Ardi, A.S. Karama. 1992. Sumber daya lahan pasang surut dan rawa dan pantai: potensi, keterbatasan dan pemanfaatan. Hal:19-23. *Dalam:* Partohardjono, S., M. Syam(eds). Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa di Cisarua 3-4 Maret, Bogor. Hal 19-23.