

PENGUNAAN BERBAGAI JENIS BAHAN AMELIORAN TERHADAP SIFAT KIMIA BAHAN TANAH GAMBUT HEMIK

Application of Ameliorants on Chemical Properties of Hemic Peat Soil

Zuraida

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala,
Darussalam Banda Aceh. email: zuraida694@gmail.com

ABSTRACT

The study was aimed at determining kinds of ameliorants that increase fertility on Hemic Peats Soil. The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) with 6 treatments and 4 replications. The result showed that the ameliorants increased pH (H₂O), exchangeable cations (K, Na, Ca, Mg) and base saturation. Sawdust had the highest ability to increase base saturation, K, and Na. Lime had the highest ability to increase pH (H₂O), Ca, and Mg. Sawdust increased fertility hemic peats soil better than lime.

Keywords: Ameliorants, chemistry properties, Hemic, Peat Soil, exchangeable cation, base saturation

PENDAHULUAN

Usaha ekstensifikasi dihadapkan pada semakin berkurangnya lahan-lahan produktif. Proyeksi kebutuhan lahan sampai tahun 2020 akan mencapai lebih kurang 70.88 juta ha dibandingkan dengan kebutuhan lahan pada tahun 1990 yaitu seluas 37.0 juta ha (Lopulisa dan Siddieq, 1998). Permintaan lahan yang sangat besar di masa mendatang akan menyebabkan meningkatnya penggunaan lahan marginal termasuk tanah gambut.

Tanah gambut adalah tanah yang mengandung minimal 30 % bahan organik dengan ketebalan kumulatif 40 cm atau lebih (Soil Survey Staff, 1998). Penyebaran tanah gambut di Indonesia cukup luas, terutama di jumpai di sepanjang pantai Timur Sumatera, pantai Selatan dan Barat Kalimantan dan pantai Selatan Irian Jaya, sebagian besar masih merupakan hutan dan hanya sebagian

kecil yang sudah diusahakan menjadi lahan pertanian atau perkebunan..

Di Indonesia tanah gambut merupakan jenis tanah terluas kedua setelah Podsolik dan Indonesia menempati urutan ke-empat yang memiliki lahan gambut terluas di dunia setelah Kanada dan Amerika Serikat (Radjagukguk dan Setiadi, 1997). Keberhasilan pemanfaatan gambut untuk usaha budidaya masih jauh dari yang diharapkan, karena ada kendala yang berasal dari sifat-sifat gambut bawaan (*inherent properties*) serta paket teknologi reklamasi yang diterapkan belum memadai.

Pada kondisi alami, tanaman pertanian umumnya sulit tumbuh di tanah gambut disebabkan faktor penghambat yang dimiliki tanah gambut begitu kompleks mencakup kesuburan kimia, fisik dan biologi yang kurang menguntungkan. Ditinjau dari sifat fisikokimia tanah, masalah yang paling

umum dijumpai antara lain disebabkan pH rendah, kejenuhan basa rendah, KTK tinggi, rasio C/N tinggi, serta ketersediaan unsur hara makro dan mikro rendah. Faktor-faktor penghambat lainnya seperti keberadaan asam organik yang bersifat toksik, drainase yang buruk tidak menunjang terciptanya laju penyediaan hara yang cukup bagi tanaman. Dengan demikian usaha ekstensifikasi pertanian pada tanah gambut menghadapi berbagai kendala.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanah gambut Indonesia diantaranya dengan penggunaan tanah mineral (Salampak, 1999), serbuk gergaji, terak baja, kapur dan pupuk (Hartatik, Suriadikarta, dan Widjaja Adhi, 1995), kation polivalen (Rachim, 1995), abu vulkan (Setiadi, 1997; Zuraida, 1999), dan lumpur laut (Nurhayati, 2008). Penggunaan beberapa bahan amelioran tersebut telah dicobakan untuk meningkatkan ketersediaan hara dan hasil tanaman serta telah diaplikasikan pada lahan gambut di Sumatera Selatan dan Kalimantan.

Oleh karena itu perlu kiranya dilakukan penelitian penggunaan beberapa bahan amelioran tersebut pada bahan tanah gambut hemik Aceh Jaya sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruhnya terhadap perbaikan tanah gambut Aceh Jaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian berbagai jenis bahan amelioran terhadap beberapa sifat kimia bahan tanah gambut hemik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala,

Banda Aceh. Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Februari sampai dengan Juni 2011.

Bahan yang digunakan adalah bahan contoh tanah gambut jenis hemik dari Desa Tuwi Eumpeuk Kecamatan Panga Kabupaten Aceh Jaya, kapur, rock phosphate (23 % P_2O_5) dari Medan, abu sekam padi, abu serbuk gergaji yang diambil dari Desa Tungkop, Aceh Besar, tanah mineral masam yang diambil di Lamno, Aceh Besar, aquades, dan sejumlah bahan kimia yang digunakan untuk analisis tanah.

Alat yang digunakan antara lain: ayakan, timbangan analitik, oven, eksikator, unit destilasi, pot plastik, mesin pengocok, pH meter dan peralatan laboratorium lainnya untuk analisis tanah.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam taraf perlakuan dalam empat ulangan. Faktor yang diteliti adalah enam jenis bahan amelioran, yaitu : kontrol (tanpa amelioran), kapur, rock phosphate, abu sekam padi, abu serbuk gergaji dan tanah mineral.

Untuk mempelajari pengaruh perlakuan dilakukan analisis ragam (uji F), dan dilakukan uji lanjutan bagi perlakuan yang nyata atau sangat nyata menggunakan Uji BNJ pada taraf 1%.

Pelaksanaan Penelitian Penyiapan tanah

Contoh tanah gambut diambil pada kedalaman sampai 20 cm. Contoh tanah gambut dikeringanginkan sampai kadar air mencapai 236 %. Selanjutnya contoh bahan tanah gambut dipisahkan antara tanah organik dan serasah. Kemudian tanah diayak dengan ayakan berukuran lubang 0,2 cm x 0,2 cm. Setelah diayak tanah disimpan dalam kantong plastik agar tidak terjadi penguapan sehingga

kadar air tetap dipertahankan, untuk digunakan pada percobaan inkubasi. Sebagian tanah diambil untuk dilakukan analisis sifat-sifat kimia tanah seperti pH H₂O, Daya Hantar Listrik (DHL), C-organik, Kapasitas Tukar Kation (KTK), kation-kation basa dapat ditukar (K-dd, Na-dd, Ca-dd, dan Mg-dd), Al-dd, dan Kejenuhan Basa (KB).

Percobaan inkubasi

Ditimbang contoh tanah per pot setara dengan 150 g tanah kering oven 105 °C (BKM), selanjutnya dicampur dengan masing-masing jenis bahan amelioran sesuai dengan perlakuan (kapur, rock phosphate, abu sekam padi, abu serbuk gergaji, dan tanah mineral) sebanyak 5 % dari berat tanah. Setelah tanah dan bahan amelioran dicampur merata, dimasukkan ke dalam masing-masing pot kemudian ditambahkan aquades dan diinkubasi selama empat minggu, di mana kondisi air tetap dipertahankan pada kapasitas lapang.

Setelah empat minggu inkubasi, tanah pada setiap pot dengan perlakuan yang sama dikompositkan dan diupayakan sehomogen mungkin, selanjutnya diambil untuk diamati sifat kimia sebagai variabel pengamatan. Parameter yang dianalisis setelah

inkubasi adalah: pH H₂O, KTK, KB, kation-kation basa (K-dd, Na-dd, Ca-dd, dan Mg-dd). Pengamatan pH dilakukan empat kali yaitu sejak minggu pertama sampai dengan minggu ke-empat, sedangkan parameter pengamatan yang lainnya semua dilakukan pada minggu ke-empat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Sifat Kimia Tanah Gambut

Tanah gambut hemik yang digunakan dalam percobaan ini, memiliki sifat kimia tanah yang jelek dengan tingkat kesuburan tanah yang sangat rendah. Hal ini terlihat dari beberapa sifat kimia tanah yang kurang sesuai bagi pertumbuhan tanaman, karena bereaksi masam, Ca dan Mg dapat dipertukarkan rendah, Na dan K dapat dipertukarkan sangat tinggi sehingga kesetimbangan hara buruk. Kapasitas tukar kation sangat tinggi, serta mempunyai kejenuhan basa yang sangat rendah (Tabel 1). Aplikasi berbagai bahan amelioran diharapkan akan memberikan pengaruh terhadap reaksi tanah, ketersediaan basa-basa, kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa pada tanah gambut hemik.

Tabel 1. Sifat kimia tanah sebelum percobaan ameliorasi pada tanah gambut hemik

No	Aspek analisis	Nilai	Kriteria	Metode analisis
1.	pH H ₂ O 1:2,5	4,90	Masam	Elektrometrik
2.	C-Organik (%)	46,09	Sangat tinggi	Pembakaran
3.	DHL (mScm ⁻¹)	0,07	Sangat rendah	Elektrometrik
4.	Kation-kation basa:			
	K-dd (cmol kg ⁻¹)	1,39	Sangat tinggi	1 N NH ₄ OAc pH 7
	Na-dd (cmol kg ⁻¹)	1,64	Sangat tinggi	1 N NH ₄ OAc pH 7
	Ca-dd (cmol kg ⁻¹)	5,50	Rendah	1 N NH ₄ OAc pH 7
	Mg-dd (cmol kg ⁻¹)	1,01	Rendah	1 N NH ₄ OAc pH 7
5.	KTK (cmol kg ⁻¹)	107,05	Sangat tinggi	1 N NH ₄ OAc pH 7
6.	Kejenuhan Basa (%)	17,38	Sangat rendah	1 N NH ₄ OAc pH 7
7.	H-dd (cmol kg ⁻¹)	1,60	Rendah	1 M KCl
8.	Al-dd (cmol kg ⁻¹)	1,40	Rendah	1 M KCl

Reaksi Tanah (pH)

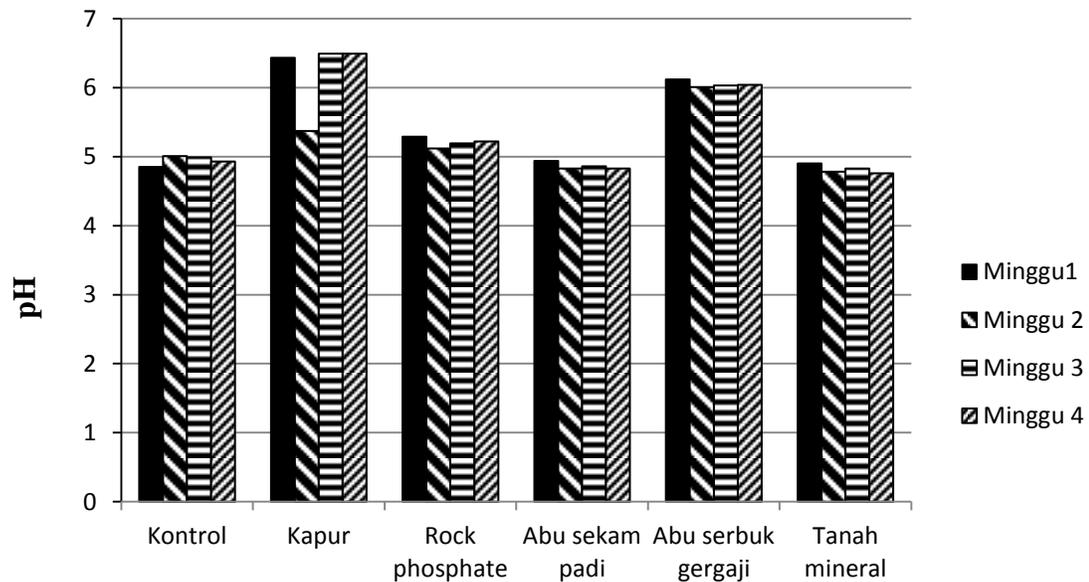
Tabel 3. Rata-rata pH H₂O akibat pemberian bahan amelioran pada bahan tanah gambut hemik

Perlakuan	Rata-rata
Kontrol	4,99 (a)
Kapur	6,51 (b)
Rock Phosphate	5,25 (a)
Abu sekam Padi	4,87 (a)
Abu serbuk gergaji	6,07 (b)
Tanah mineral	4,78 (a)

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada BNJ 0,01 = 0,80

Tabel 3 menunjukkan adanya perubahan pH akibat pemberian bahan amelioran. Peningkatan pH tertinggi dijumpai pada pemberian kapur yaitu 6,51 yang tidak berbeda nyata dengan pemberian abu serbuk gergaji (6,07). Peningkatan pH yang lebih tinggi akibat pemberian kapur dan serbuk gergaji disebabkan kandungan CaO dalam kapur

dan serbuk gergaji lebih tinggi (Tabel 8). Dengan demikian penambahan serbuk gergaji dan kapur dapat menyumbangkan Ca lebih tinggi sehingga dapat mempengaruhi peningkatan pH tanah.



Gambar 1. Nilai pH tanah gambut akibat pemberian bahan amelioran yang diinkubasi selama empat minggu.

Nilai pH tanah yang bervariasi ini berkaitan erat dengan keberadaan asam-asam organik yang tinggi dalam tanah gambut. Perubahan nilai pH menunjukkan adanya interaksi antara bahan amelioran dengan senyawa-senyawa organik sebagai sumber utama kemasaman pada tanah gambut.

Perubahan pH tanah yang cenderung menurun mendekati pH awal dan tidak melonjak jauh disebabkan asam-asam organik hasil dekomposisi bersifat asam lemah sehingga ia memiliki kemampuan besar dalam mempertahankan reaksi-reaksi perubahan kemasaman tanah. Sebagaimana dinyatakan oleh Tisdale, Nelson dan Beaton (1985) apabila pH dinaikkan, maka terjadi disosiasi ion H^+ pada gugus

reaktif dan pH akan menurun mendekati pH awal.

Kation-kation Dapat Ditukar Ca-dd dan Mg-dd

Tabel 4 menunjukkan adanya peningkatan nilai Ca- dan Mg-dd akibat pemberian bahan amelioran. Peningkatan Ca- dan Mg-dd tertinggi dijumpai pada pemberian kapur yaitu sebesar 10,32 dan 1,45 $cmol\ kg^{-1}$ dengan kriteria sedang. Peningkatan status Ca dari rendah menjadi sedang juga dicapai dengan pemberian abu serbuk gergaji dan rock phosphate, sedangkan terhadap Mg, peningkatan kriteria dari rendah menjadi sedang juga diperoleh dari pemberian abu sekam padi.

Tabel 4. Rata-rata nilai Ca- dan Mg-dd ($cmol\ kg^{-1}$) akibat pemberian bahan amelioran pada bahan tanah gambut hemik

Perlakuan	Ca-dd	Mg-dd
Kontrol	5,57 (a)	0,71 (a)
Kapur	10,32 (c)	1,45 (c)
Rock Phosphate	6,52 (b)	0,23 (a)
Abu sekam Padi	4,42 (a)	1,17 (b)
Abu serbuk Gergaji	7,43 (b)	0,54 (a)
Tanah Mineral	5,78 (b)	0,66 (a)

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada BNJ 0,01 (Ca-dd) = 1,19 dan BNJ 0,01 (Mg-dd) = 0,56

Meningkatnya Ca- dan Mg-dd akibat pemberian kapur karena kadar Ca- dan Mg terdapat dalam kapur tersebut lebih tinggi dari bahan amelioran yang lain (Tabel 8). Dengan demikian sumbangan Ca dan Mg dari pemberian kapur ke dalam tanah juga lebih tinggi. Pengapuran pada tanah gambut dapat memperbaiki kesuburan tanah gambut, namun efek residunya

tidak berlangsung lama hanya 3-4 kali musim tanam, sehingga pengapuran harus dilakukan secara periodik. Penggunaan kapur selain dapat mengurangi kemasaman tanah juga meningkatkan kandungan kation basa yaitu Ca- dan Mg-dd serta kejenuhan basa gambut (Institut Pertanian Bogor, 1998).

Tabel 5. Rata-rata nilai Na- dan K-dd (cmol kg^{-1}) akibat pemberian bahan amelioran pada bahan tanah gambut hemik

Perlakuan	Na-dd	K-dd
Kontrol	1,47 (a)	0,83 (a)
Kapur	1,78 (a)	1,06 (a)
Rock Phosphate	1,65 (a)	0,89 (a)
Abu sekam Padi	2,24 (b)	1,42 (b)
Abu serbuk Gergaji	6,60 (c)	4,67 (c)
Tanah Mineral	1,89 (a)	1,04 (a)

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada BNJ 0,01(Na-dd) = 0,56 dan BNJ 0,01 (K-dd) = 0,40

Na-dd dan K-dd

Tabel 5 menunjukkan adanya peningkatan Na- dan K-dd akibat pemberian bahan amelioran. Nilai Na- dan K-dd tertinggi dijumpai pada pemberian abu serbuk gergaji yaitu sebesar 6,60 dan 4,67 cmol kg^{-1} yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena kandungan K_2O dalam serbuk gergaji cukup tinggi sehingga dapat membebaskan K dan meningkatkan kadar K-dd dalam tanah gambut hemik tersebut (Tabel 8). Kandungan K dan Na-dd pada tanah gambut akibat pemberian bahan amelioran masih tergolong sangat tinggi. Namun, kriteria yang sangat tinggi

tersebut tidak mencerminkan ketersediaan yang cukup bagi tanaman disebabkan daya jerap terhadap kation tersebut lemah sehingga mudah hilang dari kompleks pertukaran. Hasil penelitian Zuraida, 1999 menunjukkan laju penurunan hara yang tercuci lebih besar pada unsur K dan Na, sedangkan Ca dan Mg lebih kecil. Hal ini disebabkan karena koloid tanah lebih lemah mengikat ion monovalen (Bohn, McNeal dan O'Connor, 1979), sehingga pengikatan yang lebih lemah terhadap ion K dan Na menyebabkan kelarutan ion-ion tersebut dalam air lebih besar dibandingkan dengan Ca dan Mg yang terikat lebih kuat.

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Tabel 6. Rata-rata nilai KTK (cmol kg^{-1}) akibat pemberian bahan amelioran pada bahan tanah gambut hemik

Perlakuan	Rata-rata
Kontrol	99,20
Kapur	102,34
Rock Phosphate	97,03
Abu sekam Padi	102,11
Abu serbuk gergaji	103,74
Tanah mineral	97,20

Pemberian bahan amelioran pada dosis tersebut belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan

KTK tanah gambut karena diduga jumlah muatan negatif pada tanah gambut belum dapat diturunkan dengan

dosis pemberian bahan amelioran tersebut. Tabel 6 menunjukkan nilai rata-rata KTK terendah diperoleh pada pemberian rock phosphate.

Kejenuhan Basa (KB)

Tabel 7. Rata-rata nilai KB akibat pemberian bahan amelioran pada bahan tanah gambut hemik

Perlakuan	Rata-rata
Kontrol	8,64 (a)
Kapur	14,33 (b)
Rock Phosphate	9,57 (a)
Abu sekam Padi	9,06 (a)
Abu serbuk gergaji	18,54 (c)
Tanah mineral	9,62 (a)

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada BNJ 0,01 = 3,01

Tabel 7 menunjukkan adanya perubahan KB akibat pemberian bahan amelioran. Peningkatan KB tertinggi dijumpai pada pemberian abu serbuk gergaji yaitu sebesar 18,54% yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, namun peningkatan nilai KB tersebut masih tergolong pada kriteria sangat rendah. Hal ini berkaitan dengan masih sangat tingginya nilai KTK tanah gambut yang belum dapat diturunkan dengan dosis pemberian bahan amelioran yang dicobakan.

Peningkatan kejenuhan basa tanah gambut dapat dilakukan dengan pencampuran tanah mineral yang

dikombinasikan dengan pengapuran, karena penambahan tanah mineral dapat menurunkan kapasitas tukar kation tanah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Basri (1991) terlihat bahwa salah satu hambatan tumbuh tanaman di tanah gambut adalah bersumber dari kejenuhan basa tanah gambut yang sangat rendah. Peningkatan KB dilakukan dengan kombinasi dua cara yaitu: (1) penurunan KTK gambut dengan menambahkan tanah mineral ber KTK rendah, (2) peningkatan jumlah basa dengan penambahan kapur dolomit.

Tabel 8. Kandungan hara beberapa bahan amelioran

Hara	Bahan Amelioran (%)			
	Kapur dolomit	Rock phosphate	Abu sekam padi	Abu serbuk gergaji
CaO	30,40	-	0,49-0,70	56,00
MgO	21,90	-	0,12-0,30	5,45
K ₂ O	-	-	1,03-1,50	5,00
P ₂ O ₅	-	23	0,30-0,46	0,96
Na ₂ O	-	-	0,40-0,50	-

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Pemberian bahan amelioran pada tanah gambut sangat nyata meningkatkan pH H₂O, K-dd, Na-dd, Ca-dd, Mg-dd, dan Kejenuhan Basa. Namun tidak nyata menurunkan Kapasitas Tukar Kation (KTK).
2. Kapur memberikan peningkatan pH tertinggi yaitu 6,51 yang tidak berbeda nyata dengan serbuk gergaji. Terhadap kadar Ca dan Mg, kapur memberikan jumlah yang lebih tinggi dari bahan amelioran yang lain yaitu sebesar 10,32 dan 1,45 cmol kg⁻¹.
3. Abu serbuk gergaji memberikan nilai Kejenuhan Basa, K dan Na-dd tertinggi yaitu berturut-turut 18,54%, 4,67, dan 6,60 cmol kg⁻¹ yang berbeda nyata dengan semua amelioran lain.
4. Penggunaan serbuk gergaji dapat menyamai fungsi kapur terhadap perubahan pH, Ca dan Mg, sehingga penggunaan serbuk gergaji memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap perbaikan sifat kimia bahan tanah hemik Aceh Jaya.

Saran

1. Guna mendapatkan gambaran yang lebih jelas terhadap ketersediaan hara tanah gambut untuk tanaman, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan tanaman indikator.
2. Dikarenakan serbuk gergaji dapat menyamai fungsi kapur dalam peningkatan pH, Ca dan Mg, untuk itu perlu dicobakan kombinasi serbuk gergaji dan tanah mineral untuk mendapatkan perbaikan KTK tanah dan kesuburan tanah gambut yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, H. 1991. Pengaruh hambatan tumbuh tanaman di tanah gambut. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bintang dan Lahuddin, 2007. Suplai hara N,P,K, dan perubahan pH serta pertumbuhan tanaman kedelai dengan pemberian abu serbuk gergaji pada tanah Ultisol *dalam* Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Alih Teknologi Spesifik Lokasi Mendukung Revitalisasi Pertanian, Medan.
- Bohn,H.L, B.L. McNeal and G.A. O'Connor. 1979. Soil Chemistry. John Wiley and Son, New York.
- Hartatik, W., D. A. Suriadikarta dan I.P.G Widjaya Adhi, 1995. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap tanaman kedelai pada lahan gambut Kalimantan Barat *dalam* Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat No. 2/1995. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Institut Pertanian Bogor, 1998. Kriteria penilaian kandungan unsur dan kemasaman tanah daerah pasang surut. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lopulisa, C. dan J. Siddieq. 1998. Karakteristik lahan gambut di daerah pesisir Barat Pulau Muna, Sulawesi Utara dan klasifikasinya menurut Soil Taksonomi. Prosiding Seminar Nasional Gambut III. HGI. UNTAN, Pemda Kalimantan Barat, BPPT Pontianak.
- Nurhayati. 2008. Tanggap tanaman kedelai di tanah gambut terhadap pemberian beberapa jenis bahan perbaikan tanah. Thesis tidak

- diterbitkan. Program Pasca Sarjana Fakultas Pertanian USU. Medan.
- Rachim, A. 1995. Penggunaan kation-kation polivalen dalam kaitannya dengan ketersediaan fosfat untuk meningkatkan produksi jagung pada tanah gambut. Disertasi tidak diterbitkan . Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Radjaguguk, B. dan B. Setiadi. 1997. Strategi pemanfaatan gambut di Indonesia. Dalam Prosiding Seminar Tanah Gambut untuk Perluasan Pertanian. Fakultas Pertanian USU. Medan.
- Rieley, J.O and B. Setiadi. 1997. Role of tropical peat lands in global carbon balance: Preliminary findings from the high peats of Central Kalimantan. Indonesia.
- Salampak, D. 1999. Peningkatan produktivitas tanah gambut dengan pemberian bahan amelioran tanah mineral berkadar besi tinggi. Disertasi tidak diterbitkan .Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setiadi, B. 1997. Penyubur gambut, aspek strategis pembukaan lahan gambut satu juta hektar. Jurnal Alami: Pengelolaan Gambut Berwawasan Lingkungan. Medan.
- Soil Survey Staff. 1998. Soil Taxonomi. Agr. Handbook, USDA. Washington.
- Tisdale, S.L, W.L. Nelson and J.D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th.Ed McMillan. Publ. Co. Inc. New York.
- Zuraida. 1999. Penggunaan abu volkan sebagai amelioran pada tanah gambut dan pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan jagung. Thesis tidak diterbitkan. Program Pasca Sarjana Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.