

PERILAKU ASAM HIDROKSI BENZOAT DAN ASAM P- KUMARAT PADA TANAH GAMBUT YANG DIBERI *FLY ASH* SERTA KAITANNYA DENGAN UNSUR KALSIMUM DAN MAGNESIUM

Rini⁽¹⁾, Hazli Nurdin⁽²⁾, Hamzar Suyani⁽³⁾, Teguh Budi Prasetyo⁽⁴⁾

¹Laboratorium Pendidikan Kimia, MIPAFKIP Universitas Riau, Pekanbaru

²Laboratorium Organik, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas, Padang

³Laboratorium Elektrokimia, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas, Padang

⁴Laboratorium Ilmu Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Faperta, Universitas Andalas, Padang

ABSTRAK

Penelitian ini ditujukan untuk mempelajari perilaku asam fenolat pada tanah gambut dan bagaimana kaitannya dengan unsur kalsium dan magnesium. Asam fenolat yang diteliti pada penelitian ini adalah asam hidroksi benzoat dan asam p- kumarat, Sampel yang digunakan tanah gambut dari daerah Rimbo Panjang . Km 18 dari kota Pekanbaru.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pemberian *fly ash* terhadap tanah gambut ternyata dapat menurunkan kandungan asam hidroksi benzoate dari 27,42 ppm ke 0,20 ppm; asam p-kumarat 17,22 ppm ke 0,11 ppm serta dapat meningkatkan pH dari 3,5 ke 6,47 , ketersediaan hara kalsium 595,24 ppm ke 2569,36 ppm dan magnesium dari 365,05 ppm ke 469,45 ppm pada tanah gambut.

Penurunan kandungan asam fenolat sebagai akibat pemberian *fly ash* dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara kalsium (Ca) dan Magnesium.

Key word : Gambut, *fly ash*. Asam fenolat, kalsium, magnesium

I. PENDAHULUAN

1.1 . Latar Belakang

Sejalan dengan pertambahan penduduk dan keterbatasan lahan pertanian menyebabkan pilihan diarahkan pada lahan gambut. Penggunaan lahan gambut untuk pertanian dengan semestinya dan efisien akan memberikan sumbangan bagi kelangsungan pertumbuhan ekonomi suatu negara (Noor,2002) .

Riau merupakan salah satu daerah yang secara alami memiliki tanah dengan produktifitas rendah. Lahan-lahan yang telah dibuka maupun yang masih tersedia untuk perluasan areal pertanian sebagian besar terdiri dari tanah masam dan miskin unsur hara, yaitu terdiri dari tanah gambut yang memiliki sebaran cukup luas. Menurut data statistik 52,63 % dari seluruh dataran di daerah Riau terdiri dari tanah gambut (Kanwil badan pertanahan Propinsi Riau, 2002).

Pemanfaatan tanah gambut untuk pertanian dihadapkan pada beberapa masalah yaitu : (1) ketebalan dan taraf dekomposisi, (2) status hara makro dan

mikro yang rendah, (3) kemasaman tanah dan kandungan asam-asam organik, (4) adanya lapisan pirit, dan (5) tata air yang buruk. Walaupun banyak masalah yang dihadapi, pengalaman menunjukkan, bahwa dengan pengelolaan tanah yang tepat, tanah gambut dapat dijadikan lahan yang produktif(Smernik, 2005).

Upaya perbaikan tingkat kesuburan telah banyak dilakukan, meliputi : (1) pencucian bahan –bahan meracun (Silins, 1998 ; Prasetyo, 1989; Urban, 1989; Notohadiprawiro, 1986), (2) pengapuran dan penambahan bahan mineral (Abbot, 2001 ; Adriano, 2001; Pathan,2003; Rini ,2005) , (3) penambahan unsur hara makro dan mikro (Fukushima, 1995; Prasetyo, 1996; Halim dan Supardi, 1987; Rini, 2007), (4) penggunaan jenis dan varietas tanaman yang toleran terhadap kemasaman tanah yang tinggi (Rumawas, 1986; Notohadiprawiro,1986; Quijano dan Neue, 1987; Sun, 1998).

Pemecahan masalah pada tanah gambut sudah banyak dilakukan. Pada prinsipnya memperbaiki kondisi tanah

gambut yaitu dengan menaikkan pH tanah dan meningkatkan ketersediaan hara tanaman. Namun cara-cara yang ditempuh kadang-kadang dinilai kurang praktis dan kurang diarahkan untuk mengatasi permasalahan utama pada tanah gambut (Hartikainen et al., 1996).

Permasalahan utama pada tanah gambut untuk pengembangan lahan pertanian adalah kandungan asam – asam organik meracun yang tinggi dan sangat erat hubungannya dengan komposisi bahan organik tanah gambut. Komposisi bahan organik tanah gambut di Indonesia relatif sama, yaitu sebagian besar gambut kayuan (*woody peat*) yang berasal dari pohon-pohonan (hutan tiang) beserta tanaman semak (paku-pakuan) dibawahnya (Hill and Cardaci, 2004).

Susunan dan kandungan senyawa organik dan hara mineral di tanah gambut, tergantung pada jenis jaringan penyusun gambut, lingkungan pembentukan dan kesudahan reklamasi. Senyawa organik utama yang terdapat dalam gambut antara lain hemiselulosa, selulosa, tanin, protein dan lignin (Yonebayasi, 2003). Hasil biodegradasi lignin merupakan polimer-polimer aromatik yang tinggi menghasilkan asam-asam fenolat (seperti asam p-hidroksi benzoat, p-kumarat, ferulat, vanilat, siringat), sedangkan selulose dan hemiselulose menghasilkan asam karboksilat. Asam fenolat merupakan senyawa organik yang dapat bersifat racun bagi tanaman (kadar > 50 ppm (Sabiham, 1997; Todana, 1991). Selain itu, Prasetyo (1996) menyatakan bahwa produk utama asam-asam organik yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik dibawah kondisi anaerob adalah asam asetat, asam laktat, asam propionat dan asam butirrat. Sebagian besar senyawa-senyawa tersebut dapat meracuni tanaman.

Bahaya yang ditimbulkan asam-asam organik tergantung pada jenis dan konsentrasi asam tersebut. Asam-asam organik aromatik mempunyai toksisitas lebih tinggi daripada asam-asam alifatik. Banyak peneliti menemukan bahwa kadar asam fenolat dapat mengakibatkan bahaya

yang sangat besar pada pertumbuhan tanaman (Dionne, 2001; Urban 1989).

Dari berbagai penelitian, toksisitas tanah yang disebabkan bahan organik terutama asam fenolat paling sering dijumpai pada tanah dengan aerasi jelek. Pengaruh fitotoksik asam fenolat dari hasil dekomposisi bahan organik terhadap tanaman meliputi penghambatan pertumbuhan, pertumbuhan tanaman kerdil, perusakan sistem perakaran, menghambat penyerapan hara, klorosis, layu dan mematikan tanaman. Pengaruh langsung senyawa fitotoksik terhadap pertumbuhan adalah mengganggu didalam proses metabolisme seperti respirasi atau sintesis asam nukleat atau protein (Angelo, 2000 dan Dionne 2001). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai cara mengurangi kadar asam-asam organik tersebut terutama asam fenolat melalui pemberian bahan ameliorasi yang lebih tepat dan praktis. Dengan kata lain masalah yang perlu diatasi terlebih dahulu pada tanah gambut adalah asam-asam organik ini. Upaya selanjutnya, setelah dapat mengendalikan asam-asam organik tersebut adalah pemenuhan hara makro maupun mikro bagi tanaman.

Secara praktikal dari setiap aspek kimia logam berat dalam tanah berhubungan dengan pembentukan kompleks asam organik. Kation valensi ganda (seperti Cu^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+}) akan membentuk ikatan koordinat dengan molekul asam fenolat. Sedangkan Kation monovalen (Na^+ dan K^+) akan terjadi pertukaran kation secara sederhana melalui pembentukan garam dengan kompleks $-\text{COOH}$ dari asam karboksilat (RCOONa dan RCOOK) dan kompleks $-\text{OH}$ dari asam Fenolat (Stevenson, 1982).

Di Indonesia, penelitian terhadap jenis karakteristik asam-asam organik meracun dalam tanah gambut masih sangat terbatas. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian tentang perilaku dan pengendalian senyawa fitotoksik tersebut dengan bahan amelioran. Amelioran yang digunakan pada penelitian ini adalah *fly ash* (abu sisa boiler pabrik pulp). *Fly ash* bersifat basa (

mempunyai pH 10-13) dan mengandung kation-kation yang diperlukan tanaman seperti Ca, Mg, Zn, K dan P serta tidak mengandung logam-logam berat yang berbahaya bagi tanah dan tanaman, sehingga dapat dijadikan amelioran untuk memperbaiki tanah gambut (Rini, 2005).

1.2. Perumusan masalah

Pemanfaatan tanah gambut sebagai lahan pertanian menghadapi banyak kendala berkaitan dengan sifat bahan gambut yaitu kemasaman tinggi (pH rendah) yang menyebabkan terhambatnya penyerapan unsur hara makro dan mikro. Kemasaman tanah gambut ini disebabkan oleh asam –asam organik yang jumlahnya besar pada tanah gambut. Diketahui bahwa bahaya yang sangat besar disebabkan oleh asam fenolat. Oleh karena itu perlu penanganan khusus untuk pengendalian senyawa fitotoksik tersebut dengan pemberian bahan amelioran *fly ash*. *Fly ash* merupakan limbah pabrik pulp bersifat basa (pH 10-13) diharapkan dapat meningkatkan pH dan mereduksi kandungan asam fenolat di dalam tanah gambut menjadi bentuk yang terendapkan.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini ditujukan untuk :

1. Menentukan pH dan kandungan kalsium , magnesium serta asam fenolat pada tanah gambut
2. Menentukan pH dan kandungan kalsium serta magnesium pada *fly ash*
3. Menentukan pH dan kandungan kalsium ,magnesium serta asam fenolat pada tanah gambut dengan dosis pemberian *fly ash* optimum.
4. Mempelajari perilaku asam-asam fenolat (Asam hidroksi benzoat, asam kumarat) dalam tanah gambut terhadap kandungan kalsium dan magnesium dalam tanah gambut.

1.4. Kontribusi/kegunaan Penelitian

Mengingat jumlah *fly ash* cukup besar dan meningkat setiap tahunnya, maka secara laboratories dipandang perlu

dilakukan penelitian untuk memanfaatkan *fly ash* agar bernilai ekonomis. *Fly ash* (abu sisa boiler pabrik pulp) dapat dimanfaatkan sebagai amelioran untuk mereduksi dan mengendalikan asam-asam organik meracun pada tanah gambut serta meningkatkan ketersediaan unsur kalsium dan magnesium tanah gambut. Sehingga ada dua sisi kebutuhan yang bisa dihubungkan dan saling menguntungkan yaitu dapat merubah komposisi kimia tanah gambut kearah yang lebih baik agar bisa dijadikan sebagai lahan pertanian yang lebih produktif, sekaligus dapat memanfaatkan serta mengurangi jumlah *fly ash* (abu sisa boiler pabrik pulp) yang dibuang ke lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

Secara keseluruhan Penelitian terdiri dari 4 kegiatan utama yaitu :

1. Percobaan pendahuluan, terdiri atas 2 kegiatan:
 - a. Analisis pH serta kandungan Kalsium dan Magnesium tanah gambut, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah .
 - b. Analisis *fly ash*, dengan tujuan untuk mengetahui pH serta kandungan kalsium dan magnesium *fly ash*
2. Percobaan Penetapan dosis pemberian *fly ash* pada tanah gambut dengan menggunakan tanaman dengan tujuan untuk melihat respon tanaman akibat pemberian *fly ash*. Dalam percobaan rumah kaca dan rancangan percobaan yang digunakan adalah 1 faktor, 4 perlakuan dan 3 kali ulangan.
3. Penelitian perilaku asam fenolat pada tanah gambut yang diberi *fly ash*, bertujuan mempelajari kandungan dan perilaku asam-asam organik tersebut akibat pemberian *fly ash*.
4. Penelitian bagaimana kaitan antara kandungan asam fenolat dengan kandungan kalsium dan magnesium tanah gambut akibat pemberian *fly ash*.

Tabel .1. Metode Analisis sifat kimia tanah gambut

No	Sifat tanah	Metode
1	pH	Elektrode gelas
2	Ca-total	Leaching dan diukur dengan SSA
3	Mg-total	Leaching dan diukur dengan SSA
4	Asam-asam Fenolat	Ekstraksi air, HPLC

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 . PERCOBAAN PENDAHULUAN

3.1.1. Analisis pH , asam p-kumarat, asam hidroksi benzoat, kalsium dan magnesium tanah gambut

Tingkat kesuburan tanah sangat tergantung pada pH tanah dan jumlah kandungan unsur hara mikro dan makro, terutama unsur kalsium dan magnesium. Unsur kalsium akan membantu proses granulasi sehingga tanah lebih gembur dan

Tabel. 2. Hasil analisa pH, asam p-kumarat, asam hidroksi benzoat, kalsium dan magnesium tanah gambut

No	Parameter	Satuan
1	pH	3,5
2	Ca-total	595,24
3	Mg-total	ppm
4	Asam-asam Fenolat	365,05
	a. Asam p-kumarat	ppm
	b. asam hidroksi benzoat	26,18 ppm
		33,54 ppm

Tabel 2 memperlihatkan bahwa tanah gambut merupakan tanah masam dengan pH

3.1.2 Analisis pH, kalsium dan magnesium fly ash.

Analisa kimia *fly ash* dapat dilihat pada tabel 3

Tabel. 3. Hasil analisa pH, kalsium dan magnesium *fly ash*

No	Parameter	Satuan
1	pH	11
2	Ca-total	7894,82 ppm
3	Mg-total	5500,55 ppm
4	Asam-asam Fenolat	
	a. Asam p-kumarat	0
	b. asam hidroksi benzoat	0

ion kalsium mendorong pertumbuhan akar dan pertumbuhan tanaman. Sedangkan unsur magnesium sangat berguna pada pembentukan tulang daun. Defisiensi magnesium akan tampak berupa daun bergaris kuning-kuning (Leiwakabessy, 1998). Untuk analisa pH, asam p-kumarat, asam hidroksi benzoat unsur kalsium dan magnesium tanah gambut dapat dilihat pada tabel.2

3,5 yang memiliki tingkat kesuburan rendah , terlihat dari tingginya kandungan asam fenolat yaitu asam p-kumarat sebesar 26,18 ppm dan asam hidroksi benzoat sebesar 33,54 ppm dan rendahnya kandungan unsur kalsium dan magnesium yaitu sebesar 212, 31 ppm dan 100, 24 ppm. Menurut kep-04/Bappedal/09/1995 kadar dibawah 1000 ppm untuk kalsium dan magnesium masih tergolong rendah sehingga masih memerlukan suatu pengolahan agar dapat dijadikan sebagai lahan pertanian yang produktif.

Hasil analisis laboratorium dari tabel 3 menunjukkan bahwa *fly ash* mengandung unsur hara kalsium dan magnesium sangat tinggi yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman. Tingginya nilai pH menunjukkan bahwa *fly ash* juga mengandung berbagai unsur hara lainnya. Satu hal yang menarik berdasarkan hasil penelitian terdahulu *fly ash* tidak mengandung logam berat yang dapat mencemari lingkungan (Rini,2005)

3.2. Penetapan Dosis Pemberian *Fly ash* Pada Tanah Gambut

Tanaman jagung varietas arjuna dijadikan sebagai indikator produktifitas

tanah gambut. Jagung ditanam dengan sistem tugal dimana setiap lubang ditanam tiga biji, setelah 1 minggu dilakukan penyulaman dan setelah 2 minggu dilakukan penjarangan dengan meninggalkan 1 batang tiap rumpun.

Hasil penelitian menunjukkan, ternyata tanpa pemberian bahan *fly ash* tanaman jagung tidak dapat tumbuh atau pertumbuhannya sangat terhambat, ini disebabkan karena masamnya tanah gambut yang ditunjukkan oleh rendahnya nilai pH tanah yaitu 3,5. Salah satu penyebab masamnya tanah gambut ini adalah adanya keberadaan dari asam fenolat, yang merupakan asam organik yang dapat bersifat racun pada tanaman. Keberadaan asam fenolat ini di dalam tanah dapat mengganggu sistem perakaran pada tanaman yang mengganggu penyerapan unsur hara oleh akar pada tanaman. Ini terlihat pada pertumbuhan tanaman indikator yaitu kerdil dan daunnya menguning dan akhirnya mati (Holden, 2006) . Pada penelitian ini asam fenolat yang diteliti adalah asam hidroksi benzoat dan asam p-kumarat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tanah gambut awal tanpa perlakuan pemberian *fly ash* kadar asam hidroksi benzoat adalah 53,45 ppm dan asam p-kumarat adalah 26,18 ppm.

Dosis optimum pemberian *fly ash* pada penelitian ini adalah 200 g/ petak (setara dengan 10 ton/ ha) . Pemberian *fly ash* telah mampu berinteraksi dengan partikel-partikel tanah gambut pada taraf lebih baik sehingga meskipun terjadi pencucian, partikel *fly ash* masih ada tersisa dan mampu mensubstitusi ion penyebab kemasaman. Kandungan basa lebih tersedia untuk konsumsi makanan dan pH meningkat sampai 6,47. Ini terlihat dari pertumbuhan

tanaman indikator yang sangat baik dan peningkatan unsur kalsium 3794,53ppm dan magnesium 1590,08 ppm serta penurunan kadar asam fenolat yaitu asam hidroksi benzoat sampai 0,24 ppm dan asam p-kumarat sampai 0,13 ppm.

Pemberian dosis *fly ash* 100 g/ petak(setara dengan 5 ton/ha) bila dibandingkan dengan tanpa *fly ash* memberikan dampak positif berupa peningkatan pH tanah gambut sampai 4,6, meningkatnya rata-rata 1,1. Akan tetapi sumbangan kation-kation basa Ca^{2+} dan Mg^{2+} tidak mencukupi untuk konsumsi tanaman.

Pemberian dosis *fly ash* 300 g/petak (setara dengan 15 ton/ha) tidak menunjukkan peningkatan hasil yang signifikan dibandingkan dengan pemberian *fly ash* 200 g/petak. Tanaman indikator tampak tumbuh dengan baik dan kelihatan over nutrisi. Tanaman daunnya sangat lebar, diameter batangnya besar, tetapi tanamam lambat berbuah. Dilihat dari nilai dari kadar asam fenolatnya yaitu asam hidroksi benzoat sampai 0,20 ppm dan asam p-kumarat sampai 0,09 ppm. Oleh sebab itu dosis optimum pemberian *fly ash* yang diambil adalah 200 g/ petak

3.3. Penelitian perilaku asam fenolat pada tanah gambut yang diberi *fly ash*.

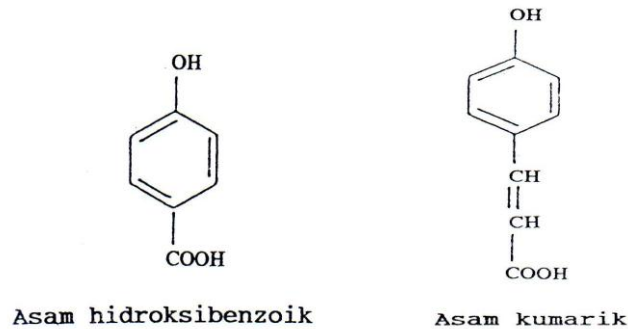
Rata-rata pH tanah gambut setelah perlakuan pada berbagai dosis *fly ash* dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. Rata-rata pH tanah gambut pada berbagai dosis *fly ash* (P0= 0 gram/petak, P1= 100 gram /petak, P2= 200 gram / Petak dan P3 = 300 gram/ petak)

No	Perlakuan	pH		
		Minggu ke-2	Minggu ke-8	Minggu ke-14
1	P0	3,90	3,60	3,5
2	P1	4,13	4,60	4,43
3	P2	5,27	6,47	5,67
4	P3	5,53	6,77	5,78

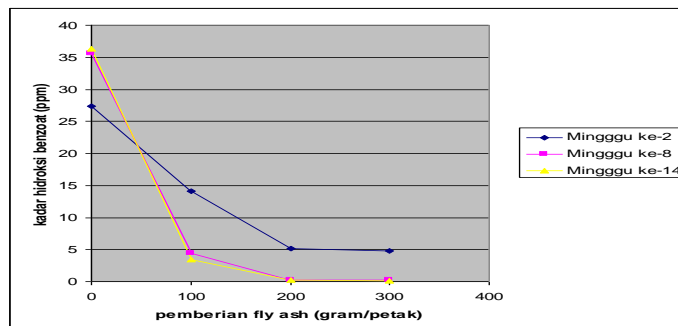
Tabel 4 memperlihatkan bahwa pH tanah gambut mempunyai hubungan positif kuat dengan dosis *fly ash* yang diberikan. Jelas kelihatan bahwa peningkatan nilai pH tanah gambut berhubungan dengan dosis *fly ash* yang digunakan. Ini membuktikan bahwa *fly ash* dapat berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH tanah gambut. Sesuai dengan pendapat Paavilainen dan Paipanen (1995), bahwa *fly ash* mempunyai efek kuat untuk menetralkan kemasaman gambut, meningkatkan aktivitas mikroba dalam dekomposisi vegetasi perdu dan rumput. Kemasaman tanah gambut sangat erat hubungannya dengan kandungan asam organik tanah gambut. Kandungan asam organik yang tinggi menyebabkan tanah gambut mempunyai pH rendah. Keberadaan asam organik ini akan mempengaruhi komposisi bahan organik dan unsur hara makro dan mikro tanah gambut (Hill dan Cardaci, 2004).

Menurut Tan (1993) asam-asam organik akan membentuk kompleks dan khelat tergantung pada reaktifitas kimianya. Berdasarkan reaktifitasnya , asam-asam organik dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu (1) asam-asam organik yang hanya dicirikan oleh gugus fungsional karboksilat (-COOH) yang meliputi asam format, asam asetat, asam butirat, asam propionat dan asam oksalat dan (2) asam-asam organik yang dicirikan oleh adanya gugus fungsional karboksilat (-COOH) dan Fenolat (-OH) yang meliputi asam-asam humik dan Fulvik. Asam – asam ini dapat membentuk bermacam-macam reaksi termasuk ikatan kompleks dan khelat. Penelitian di Jepang yang dilakukan oleh Naguma dan Okazaki (1992) menunjukkan bahwa asam fenolat mempunyai efek meracun yang lebih berbahaya dibandingkan dengan asam karboksilat. Asam fenolat yang diteliti dalam penelitian ini adalah asam hidroksi benzoat dan asam p- kumarat.



Gambar 1. Rumus bangun asam p-kumarat dan asam hidroksi benzoat

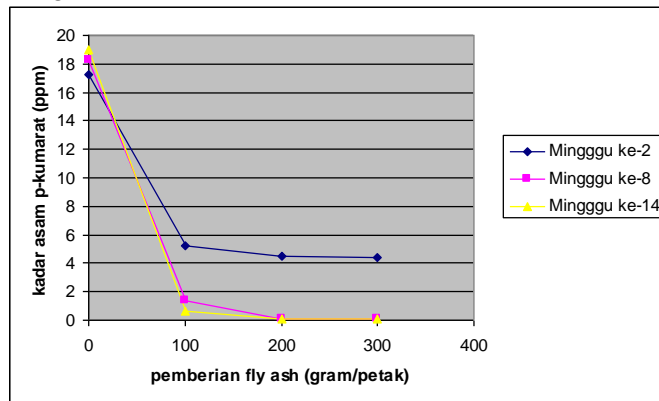
Rata-rata kadar asam hidroksi benzoat setelah perlakuan pada berbagai dosis *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 2



GAMBAR 2 : Rata-rata kadar asam hidroksi benzoat tanah gambut pada berbagai dosis *fly ash* (P0= 0

gram/petak, P1= 100 gram /petak, P2= 200 gram / Petak dan P3 = 300 gram/ petak)

Rata-rata kadar asam p- kumarat setelah perlakuan pada berbagai dosis *fly ash* dapat dilihat pada gambar 3



GAMBAR 3 : Rata-rata kadar asam p-kumarat tanah gambut pada berbagai dosis *fly ash* (P0= 0

gram/petak, P1= 100 gram /petak, P2= 200 gram / Petak dan P3 = 300 gram/ petak)

Gambar 2 dan gambar 3 memperlihatkan bahwa kadar asam fenolat yaitu konsentrasi asam hidroksi benzoat dan konsentrasi asam p-kumarat mempunyai hubungan negatif sangat kuat dengan dosis *fly ash* yang diberikan. Jelas kelihatan penurunan *ash* yang konsentrasi asam fenolat tanah gambut berhubungan dengan kenaikan dosis *fly* digunakan. Ini membuktikan bahwa *fly ash* dapat berpengaruh nyata terhadap penurunan konsentrasi asam fenolat tanah gambut.

Todano *et.al* (1992) menyatakan bahwa asam- asam fenolat seperti asam hidroksi benzoat , asam p-kumarat, asam ferulat, asam vanilat , asam siringat yang terdapat dalam tanah gambut mempunyai suatu efek meracun terhadap pertumbuhan tanaman. Dari pengamatan terhadap tanaman indikator terlihat bahwa pada tanah gambut tanpa pemberian *fly ash* kadar asam fenolatnya masih tinggi, dan terjadi penghambatan pembentukan akar yang disebabkan oleh asam fenolat. Efek meracun asam fenolat ini akan mengganggu proses penyerapan hara yang disebabkan oleh penghambatan mekanisme serapan metabolik.

Interaksi asam fenolat dengan ion logam meningkat dengan meningkatnya pH

. tipe reaksi yang terjadi antara asam fenolat dan ion logam sebagian besar antara gugus -COOH dan gugus -OH fenolat (Stevenson, 1982; Schnitzer, 1986).

Pembentukan kompleks organo-kation pada tanah gambut telah diteliti oleh Salampak (1993) . Peningkatan takaran pemberian dolomit pada tanah gambut pedalaman Kalimantan tengah dapat menurunkan kadar asam fenolat. Penurunan kadar asam fenolat ini disebabkan terjadinya koagulasi pada asam fenolat. Penelitian di Jepang yang dilakukan oleh Naganuma dan okazaki (1997) menunjukkan bahwa serapan unsur esensial Cu dan Zn pada tanah gambut tropika tergantung pada pH tanah. Persentase serapan bahan-bahan pengkhelet yang terlarut dari tanah gambut membentuk kompleks dengan Cu dan Zn yang berada pada larutan tanah dalam bentuk kompleks dapat larut. Serapan maksimum Cu dan Zn terjadi pada pH sekitar 5,5. Dengan kata lain bahwa pada pH yang mengarah netral Cu dan Zn menempati 1 atau 2 proton dari sisi permukaan reaktif dari tanah gambut tropika. Lebih lanjut dikatakan bahwa Cu yang dikhelet gugus karboksilat terletak pada ortho terhadap gugus fenolik dari asam yang menghasilkan

bentuk bidentat. Juga dinyatakan bahwa 1 mol Cu diganti 1 mol H⁺ untuk membentuk suatu kompleks khelat

Pada penelitian ini dilakukan penelitian mengenai kemampuan unsur hara makro Ca dan Mg pada *fly ash* abu sisa boiler pabrik pulp yang diberikan pada tanah gambut terhadap penekuda dan kedelapanrunan asam fenolat khususnya asam hidroksi benzoat dan asam p- kumarat yang meracun terhadap tanaman.

Data hasil penelitian konsentrasi Kalsium tanah gambut terhadap pemberian *fly ash* terlihat pada tabel 5. Terlihat bahwa pada dosis 0 gram/petak terjadi penurunan kandungan kalsium (Ca) pada tanah gambut. Hal ini disebabkan karena tidak adanya sumbangan kation Ca dari *Fly ash*. Sedangkan pada tanah gambut pada tanah gambut terjadi pelapukan bahan-bahan organik setiap minggunya yang membuat pH turun dan menyebabkan penurunan kandungan Ca tanah gambut (Foth, 1994).

Penambahan dosis *fly ash* 100, 200 dan 300 g/petak ke dalam tanah gambut dapat meningkatkan ketersediaan Ca tanah gambut. Pengambilan sampel tanah gambut pada minggu kedua dan kedelapan memberikan pengaruh sama terhadap peningkatan kandungan Ca tanah gambut. Hal ini karena minggu kedua dan kedelapan, *fly ash bersifat* sukar larut belum bereaksi secara sempurna dengan tanah gambut, sehingga tidak semua kation-kation Ca yang ada pada *fly ash* dapat tersedia bagi tanaman. Pengambilan sampel gambut pada minggu ke 14 dengan dosis 100, 200 dan 300 gram /petak memberikan pengaruh yang berbeda dibandingkan dengan minggu kedua dan kedelapan.

Tabel 5. Rata-rata konsentrasi kalsium tanah gambut pada berbagai dosis *fly ash* (P0= 0 gram/petak, P1= 100 gram /petak, P2= 200 gram / Petak dan P3 = 300 gram/ petak)

No	Perlakuan	Konsentrasi Kalsium (ppm)		
		Minggu ke-2	Minggu ke-8	Minggu ke-14
1	P0	595,24 ^{ac}	377,41 ^{ac}	405,45 ^{bc}
2	P1	865,63 ^{ad}	1088,69 ^{ad}	2059,12 ^{bd}
3	P2	1239,08 ^{ac}	1750,93 ^{ac}	2569,36 ^{bc}
4	P3	1696,27 ^{af}	2203,45 ^{af}	3046,15 ^{bf}

Catatan : - Pada huruf pertama setiap baris, notasi yang berbeda menunjukkan bahwa waktu pengambilan sampel tanah gambut memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap konsentrasi Ca.

-Pada huruf kedua setiap kolom, notasi yang berbeda menunjukkan bahwa dosis *fly ash* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap konsentrasi Ca.

Jadi penambahan *fly ash* dapat memenuhi ketersediaan Ca tanah gambut. Sesuai dengan hipotesis awal bahwa penambahan *fly ash* memberikan pengaruh signifikan terhadap ketersediaan Ca pada tanah gambut di daerah Rimbo Panjang.

Sedangkan data hasil penelitian konsentrasi magnesium tanah gambut terhadap pemberian *fly ash* terlihat pada tabel 6. Dapat dilihat bahwa pada dosis 0 gram *fly ash* terjadi penurunan kandungan Mg tanah gambut. Hal ini disebabkan tidak

adanya sumbangan kation Mg dari *fly ash* pada tanah gambut. Terjadinya pelapukan bahan-bahan organik setiap minggunya akan menghasilkan asam organik yang membuat pH turun dan menyebabkan penurunan kandungan Mg tanah gambut (Foth, 1994)

Penambahan dosis *fly ash* 100,200 dan 300 gram/petakan ke dalam tanah gambut dapat meningkatkan ketersediaan Mg. Pada waktu pengambilan sampel tanah gambut pada minggu kedua dan kedelapan. Pengambilan sampel tanah gambut pada waktu minggu kedua dan kedelapan tersebut

memberikan pengaruh yang sama terhadap peningkatan kandungan Mg tanah gambut. Hal ini karena pada minggu kedua dan kedelapan, *fly ash* bersifat sukar larut belum bereaksi secara sempurna dengan tanah gambut dan tidak semua kation Mg yang ada pada *fly ash* dapat tersedia bagi tanaman.

No	Perlakuan	Konsentrasi Magnesium (ppm)		
		Minggu ke-2	Minggu ke-8	Minggu ke-14
1	P0	365,05 ^{ac}	323,72 ^{ac}	333,52 ^{bc}
2	P1	379,25 ^{ad}	415,18 ^{ad}	366,19 ^{bd}
3	P2	405,05 ^{ae}	442,05 ^{ae}	469,45 ^{af}
4	P3	446,65 ^{af}	469,45 ^{af}	409,18 ^{bf}

Catatan : - Pada huruf pertama setiap baris, notasi yang berbeda menunjukkan bahwa waktu pengambilan sampel tanah gambut memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap konsentrasi Mg.

-Pada huruf kedua setiap kolom, notasi yang berbeda menunjukkan bahwa dosis *fly ash* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap konsentrasi Mg

Pengambilan sampel tanah gambut yang dilakukan pada minggu keempat belas dengan dosis 100,200,300 gram/petakan terjadi penurunan kandungan Mg, hal ini disebabkan pengaruh lingkungan dimana terjadi proses pencucian dan penyerapan unsur hara oleh tanaman (Nyakpa, 1988). Jadi penambahan *fly ash* dapat memenuhi ketersediaan Mg pada tanaman yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketersediaan Mg pada tanah gambut Rimbo Panjang.

3.4 Kaitan Antara Kandungan Asam Fenolat Dengan Kandungan Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) Tanah Gambut Akibat Pemberian *Fly ash*.

Hubungan antara kandungan asam fenolat dengan kandungan kalsium tanah gambut akibat pemberian *Fly ash* dapat dijelaskan sebagai berikut, bahwa perlakuan *fly ash* dapat menurunkan kandungan asam fenolat yaitu asam hidroksibenzoat dan asam p-kumarat pada tanah gambut, seiring dengan meningkatnya kandungan kalsium dan magnesium pada tanah gambut.

Kemasaman (pH) tanah gambut awal (Po) terlihat lebih rendah. Menurut

Tabel 6. Rata-rata konsentrasi Magnesium tanah gambut pada berbagai dosis *fly ash* (P0= 0 gram/petak, P1= 100 gram /petak, P2= 200 gram / Petak dan P3 = 300 gram/petak)

Hakim, dkk (2000) , rendahnya pH tanah gambut disebabkan oleh tercucinya basa-basa kompleks jerapan. Interaksi asam fenolat dengan logam meningkat dengan meningkatnya pH dan kadar asam fenolat serta menurunnya kadar logam (Smernik, 2005).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase jerapan Mg dan Ca meningkat pada selang pH 5-6 seperti terlihat pada tabel 5 dan tabel 6, sedangkan asam p-kumarat dan asam hidroksi benzoat mengalami penurunan, seperti terlihat pada gambar 2 dan gambar 3 . Dari data hasil penelitian terlihat bahwa penurunan kandungan asam fenolat cenderung akan meningkatkan kadar Ca dan Mg dalam tanah gambut. Hal ini menunjukkan adanya peranan *fly ash* dalam mengurangi kandungan asam-asam fenolat melalui pembentukan ikatan kompleks organokation. Dengan demikian, sifat-sifat meracun asam asam fenolat akan berkurang, sehingga unsur hara Ca dan Mg lebih tersedia untuk diserap tanaman seiring dengan meningkatnya pH, yang pada akhirnya pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

IV. KESIMPULAN

Dari Hasil Penelitian dapat disimpulkan :

1. Pemberian *fly ash* terhadap tanah gambut ternyata dapat menurunkan kandungan asam fenolat tanah gambut serta dapat meningkatkan pH , ketersediaan hara kalsium (Ca) dan Magnesium
2. Nilai pH tanah gambut setelah aplikasi *fly ash* tidak sama dengan nilai pH *fly ash* yang diaplikasi (PH =11), ini berarti terjadi keseimbangan antara nilai pH *fly ash* dengan pH tanah gambut.
3. Pemberian *fly ash* nyata dapat meningkatkan pH tanah gambut dari nilai pH 3,5 menjadi 6,47, kandungan kalsium (Ca) dari nilai 595,24 ppm ke 2569,36 ppm sedangkan magnesium (Mg) 365,05 ppm ke 469,45 ppm pada kondisi optimum (200 gram/ petak).
4. *Fly ash* menentukan perubahan pH tanah. Meningkatnya nilai pH mengakibatkan penurunan kadar asam fenolat tanah gambut yaitu asam hidroksi benzoat dari nilai 27,42 ppm ke 0,2 ppm dan asam p-kumarat 17,22 ppm ke 0,11 pada kondisi optimum
5. Dari hasil uji ANOVA didapatkan pengaruh yang berbeda (signifikan) pada taraf 5% terhadap kandungan Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) didalam tanah gambut yang telah diaplikasikan *fly ash*.
6. Penurunan kadar asam-asam fenolat sebagai akibat pemberian *fly ash* dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) tanah gambut

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Abbott,D.E ., M.E. Essington., J.T.Ammons. 2001. Fly ash and Lime-Stabilized biosolid mixtures in mine spoil reclamation.*Journal of environmental quality*, Vol 30; p 608-616

- Angelo, E.M.D and K.R. Reddy. 2000. Aerobic and aerobic transformation of pentachlorophenol in wetland soil, *Soil Science society of America Journal*. Vol 64, p 933-943
- Aronsson ,K.A and N.G.A Ekelund. 2004. Biological Effects of Wood Ash Application to Forest and Aquatic Ecosystems, *J. Environ. Qual.* Vol 33:1595-1605
- Craft C.B., C.J. Richardson.1993, **Peat** accretion and N, P and organic C accumulation in nutrient-enriched Everglades **peat**lands. *Ecol. Appl.* Vol 3:446-458.
- Dai, X.Y., C.L. Ping., R. Candler., L. Haumaier and W. Zech. 2001. Characterization of soil organic matter fractions of tundra soils in arctic Alaska by carbon-13 nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* Vol 65: p87-93.
- D'Amore, D.D and W.C. Lynn. 2002, Classification of Forested Histosols in Southeast Alaska, *Soil Science Society of America Journal* , Vol 66: p554-562.
- Dionne, J., Y.Castonguay., P. Nadeau and Y.Desjardin. 2001. Amino acid and protein during acclimation of green type annual bluegrass (*Poa annua* L.) ecotype from peat land, *Crop Science Society of America*, Vol 412, p 1862-1870.
- Fleck,J.A., D. A. Bossio and R. Fujii. 2004. Dissolved Organic Carbon and Disinfection By-Product Precursor Release from Managed **Peat** Soils, *J. Environ. Qual.* 33:p 465-475
- Fukushima, M., K.Nakayasu., S.Tanaka and H.Nakamura. 1995. Chromium

- (III) binding abilities of humic acids, *Analitica chimica acta*, Vol 317, p 195-206.
- Hartikainen, T., J.Ruuskanen, M.Vanhatato and P.J.Martikainen. 1996. Removal of ammonia from air by peat biofilter, *Environmental technology Journal*, vol 17, p 45-53
- Hertkorn, N., A.Permin., I. Perminova., D.Kovalevskii., M.Yudov., V. Petrosyan and A.Kettrup. 2005. Comparative Analysis of Partial Structures of a Peat Humic and Fulvic Acid Using One- and Two-Dimensional Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy, *Journal of Environmental Quality*, Vol 31: p 375-387
- Hill, A.R and M.Cardaci. 2004. Denitrification and Organic Carbon Availability in Riparian Wetland Soils and Subsurface Sediments, *Soil Sci. Soc. Am. J.* Vol 68
- Holden, J., M.G. Evans., T.P.Burt and M.Horton. 2006. Impact of land drainage Peatland hidrology, *Journal of environmental quality*, Vol 35, p 1764-177
- Moore, T.R and J. Jukka Turunen. 2004. Carbon Accumulation and Storage in Mineral Subsoil beneath Peat, *Soil Sci. Soc. Am. J.* Vol 68: p 690-696.
- Noor. 2001. Pertanian Di Lahan Gambut. Kanisius, Jogjakarta.
- Patterson, S.J., S.N.Acharya., J.E.Thomas and R.L.Rothwell. 2004. Barley biomass and grain yield and canola seed yield response to land application of wood ash. *Agronomy Journal*. Vol 96, p 971-977.
- Pathan, S.M., L.A.G. Aylmore., T.D. Colmer.2003. Properties of several fly ash materials in relation to use as soil amendments, *Journal of environmental quality*. Vol 32, p 687-693
- Prasetyo, T. B.1996. Peningkatan Serapan Fosfat Pada Tanah Gambut melalui Pengendalian Asam – Asam Meracun, dalam Prosiding Seminar HITI di Bogor.
- Prasetyo, T.B. 1997. Kajian Adsorpsi Cu dan Zn Pada Berbagai Tingkat Dekomposisi Gambut. Lembaga Penelitian Unand.
- Sabiham,S.1997. The Application of mud clay for reducing the methane (CH₄) in submerged peat soils. Center for Environmental Studies, Institut pertanian Bogor.
- Silins,U and R.L.Rothwell. 1998. Forest peatland drainage and subsidence affect soil water retention and transport properties in an Alberta peatland, *Soil Science Society of America Journal*, Vol 62, p 1048-1056.
- Smernik, R.J. 2005. A new Way to use Solid- State carbon-13 Nuclear magnetic resonance spectroscopy to study the sorption of organic Compounds to Soil organic matter, *Journal of environmental quality*. Vol 34, p 1194-1204
- Sun, G., K.R.Gray and D. Biddlestone. 1998. Treatment of agriculture and domestic effluent in constructed downflow reed beds employing recirculation, *Environmental technology Journal*, vol 19,p 529-536

- Teixeira, E.C., J.Samama and A.Brun. 1992. Study of different leaching methods of metallic element from coal fly ash, *Environmental technology Journal*, Vol 13, p 1187-1192
- Tsutsuki,K. 1987. Volatil products and low molekuler weight phenolic products of the an aerobic decompositionof organic matter. Los Banos. Philip[ines.p 329-344.
- White' J.R and K.R.Reddy.1999. Influence of Nitrate and Phosphorus Loading on Denitrifying Enzyme Activity in Everglades Wetland Soils, *Soil Science Society of America Journal* , Vol 63: p1945-1954.
- White' J.R and K.R. Reddy. 2000. Influence of Phosphorus Loading on Organic Nitrogen Mineralization of Everglad
- White' J.R and K.R. Reddy. 2001. Influence of Selected Inorganic Electron Acceptors on Organic Nitrogen Mineralization in Everglades Soils, *Soil Science Society of America Journal* , Vol 65:p 941-948.
- White, J.R., K.R. Reddy and J.M.Newman. 2006 . Hydrologic and Vegetation effect on water Column phosphorus in wetland Mesocosms, *Soil Science Society of America Journal*.Vol 70, p1242-1251.
- Yonebayashi,K. 1992. Chemical alteration of tropical peat soils as show by waksman proximate analysis and properties of humic acids. In coastal lowland ecosystem in southern Thailand and Malaysia,Ed.K.Kyuma,P. Vijarnsorn and A. Zakaria. Showado-pronting. Co Sakyoku,Kuoto.p 248-260.