

Pengembangan Formula Pembenh Tanah Diperkaya Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah Mineral Masam Terdegradasi > 20%

Ai Dariah¹⁾, Neneng L. Nurida¹⁾, Iskandar²⁾, Enggis Tuherkih¹⁾

¹⁾ Balai Penelitian Tanah, BB Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, ²⁾ Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

Soil Research Institute has been developing soil conditioner formula, i.e. Beta and Biochar that can improve degraded soil quality. To improve the effectiveness of this formula, this research was conducted with the objectives: (1) to find enrichment substance from some organic material to increase the effectiveness of the soil conditioner, (2) to study the effect of humic substance contained in organic matter on soil properties and crop productivity, (3) to develop enriched soil conditioner formula to increase productivity of mineral acid soil more than 20%. There were 3 steps of the research: (1) Extraction and characterization of humic substance from some organic material, (2) Testing of humic substance effect on soil properties and crop productivity, and (3) soil conditioner enrichment by using humic substance. The results of the research showed that HLS (humic like substances) from peat contained the highest humic substances (humic and fulvic acid), whereas HLS from manure contained the lowest humic substance. Manure was better applied in the form of compost than HLS. Organic materials with a high CN ratio and low nutrient content (i.e. coal, peat, municipal wastes), that was applied in HSL form did not effect plant growth and biomass production significantly. Enrichment of soil conditioner (Beta, Biochar, and Zeolite) with humic substance is not yet able to increase maize growth in the first 4 weeks after planting.

Keyword: upland, soil conditioner, humic substance, organic matter

I. PENDAHULUAN

Pengembangan pertanian di Indonesia seringkali dihadapkan pada rendahnya kualitas tanah, yang dicirikan oleh permasalahan yang hampir serupa yakni miskin hara dan bahan organik, kemasaman tanah yang terlalu tinggi, dan sifat fisik tanah yang tidak mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga input tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Kualitas tanah yang rendah dapat disebabkan oleh sifat alami tanahnya (*inherent*) atau karena fenomena alam, namun tidak sedikit yang disebabkan oleh perilaku manusia (Verheye, 2007).

Dalam upaya perbaikan kualitas tanah, diperlukan suatu formula pembenh tanah, yang dapat memperbaiki kualitas tanah. Saat ini, masih banyak sumber bahan organik yang belum dimanfaatkan, namun karena tidak bersifat *in situ*, maka diperlukan biaya pengangkutan yang tidak sedikit karena volumenya yang besar (*volumeous*).

Hasil perombakan bahan organik yang mempunyai peranan penting dalam perbaikan sifat-sifat tanah adalah fraksi terhumifikasi dikenal pula sebagai humus atau senyawa humat (Tan, 1993; Eyheraguibel *et al.*, 2007). Senyawa humat juga dapat menghasilkan berbagai efek morfologi, fisiologi, dan biokimia terhadap tanaman (Chen dan Aviad, 1990; Vaughn dan Macolm, 1985). Beberapa hasil penelitian lainnya juga telah menunjukkan pengaruh positif dari senyawa humat terhadap pertumbuhan tanaman (Piccolo *et al.*, 1993, Eyheraguibel *et al.*, 2007). Pengaruh positif dari senyawa tersebut dapat dijelaskan oleh adanya interaksi langsung dari senyawa humat dengan proses-proses metabolisme dan fisiologi tanaman (Nardi *et al.*, 2002). Peranan penting lainnya dari senyawa organik ini adalah dalam perbaikan kualitas sifat kimia tanah (diantaranya perbaikan KTK) dan sifat fisik tanah (agregasi) (Stevenson, 1982; Tan, 1993).

Adanya fraksi terhumifikasi akan memberikan peluang pemanfaatan bahan organik yang tidak bersifat *in situ* untuk formulasi pembenah tanah. Selain itu, pengaruhnya dalam memperbaiki sifat-sifat tanah juga diharapkan akan lebih cepat. Senyawa humat juga diharapkan dapat memperkaya pembenah tanah mineral alami, yang telah terbukti dapat berperan dalam memperbaiki sifat-sifat tanah misalnya zeolit (Sastiono dan Suwardi, 1999; Suwardi, 2007, Husaini, 2007) dan *biochar* atau arang aktif (Glaser *et al.*, 2002; Ogawa, 1994).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: (1) Mendapatkan bahan pengkaya, pembenah tanah berupa senyawa humat dari berbagai sumber, (2) mempelajari pengaruh senyawa humat dari berbagai sumber bahan organik terhadap sifat-sifat tanah dan produktivitas tanaman, (3) membangun dan mengembangkan formula pembenah tanah yang diperkaya untuk meningkatkan produktivitas tanah mineral masam lebih dari 20%.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian:

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Fisika Tanah, serta Instalasi Rumah Kaca Balai Penelitian Tanah di Bogor.

2.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Bahan baku atau sumber senyawa humat: Kompos pupuk kandang, sampah kota/rumah tangga (samkot), gambut, batu bara muda (*leonardyt*).

- Bahan kimia untuk ekstraksi senyawa humat, analisis tanah, dan bahan organik.
- Bahan untuk percobaan rumah kaca: pupuk, benih jagung, pot, dll
- Contoh tanah yang diambil dari KP Taman Bogo, yakni berasal dari tanah dengan nilai BD tanah $>1 \text{ gr/cm}^3$. Kemampuan tanah dalam memegang air termasuk rendah terutama pada lapisan 0-20 cm. Sifat kimia tanah tergolong buruk dicirikan pH tanah masam, kandungan bahan organik tanah $<1\%$. Kandungan hara (N,P, dan K) dan KTK tanah juga sangat rendah.

Kegiatan 1: Ekstraksi dan karakterisasi senyawa humat dari berbagai sumber bahan organik

Penelitian didahului dengan kegiatan ekstraksi senyawa humat dari berbagai sumber bahan organik. Sumber bahan organik yang diuji adalah (1) sampah organik kota/rumah tangga, (2) pupuk kandang, (3) batubara muda (Leonardhyt) dan (4) gambut (saprik-hemik). Ekstraksi senyawa humat dilakukan dengan dengan mengacu pada metode ekstraksi yang dikemukakan oleh Tan (1991).

Kriteria penentuan sumber bahan organik yang akan digunakan sebagai pengkaya pembenah tanah adalah hasil karakterisasi sifat-sifat senyawa humat yang dihasilkan diantaranya adalah prosentase asam humat dan asam fulvat, serta total C-organik.

Kegiatan 2: Pengujian pengaruh senyawa humat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman serta perubahan sifat-sifat tanah

Percobaan menggunakan rancangan faktorial yang diacak secara lengkap dengan 4 ulangan, perlakuan terdiri dari:

Faktor I: Sumber bahan organik

- Sampah kota/rumah tangga (Samkot)
- Pupuk kandang
- Batubara muda (Leonardhyt)
- Gambut

Faktor II: Bentuk pengkayaan

- Diekstrak senyawa humatnya
- Kompos (sampah kota/rumah tangga) atau bahan asli (gambut dan batu bara muda)

Percobaan terdiri dari dua unit yaitu dengan dan tanpa tanaman indikator (jagung). Dosis bahan organik yang digunakan adalah setara 5 t/ha bahan asal.

Parameter yang diamati adalah 1) sifat fisik dan kimia tanah, 2) sifat biologi tanah: respirasi mikroorganisme tanah dan 3) pertumbuhan dan produksi tanaman.

Kegiatan 3. Pengkayaan bahan pembenah tanah dengan senyawa humat

Senyawa humat terpilih dari percobaan laboratorium (kegiatan 1) digunakan untuk memperkaya pembenah tanah yaitu zeolit, dan formula pembenah tanah yang sedang dikembangkan oleh Balittanah berupa pembenah tanah BETA (pembenah tanah berbahan dasar organik dan mineral), dan pembenah tanah berbahan baku *biochar*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap, 4 ulangan. Perlakuan yang diuji adalah: Kontrol = Tanpa pembenah tanah, Zo = zeolit, Zh₁= zeo humat formula 1, Zh₂ = zeo humat formula 2, Bo = Beta, Bh₁ = Beta humat formula 1, Bh₂ = Beta humat formula 2, Co = Biochar, Ch₁=Biochar humat formula 1, Ch₂ = Biocharhumat formula 2

Formula 1 dan 2 disusun berdasarkan sumber senyawa humat yang digunakan. Besarnya proporsi senyawa humat ditentukan berdasarkan hasil percobaan di laboratorium (kegiatan 1). Percobaan terdiri dari dua unit yaitu dengan dan tanpa tanaman indikator (jagung). Dosis formula pembenah tanah yang digunakan adalah 2,5 ton/ha. Parameter yang diamati adalah 1) sifat fisik dan kimia tanah, 2) sifat biologi tanah: respirasi mikroorganisme tanah, dan 3), pertumbuhan dan produksi tanaman.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik bahan baku dan ekstrak senyawa humat (HLS/*Humic like substance*) dari berbagai sumber bahan organik

Karakteristik bahan yang dijadikan sebagai bahan baku/sumber senyawa humat disajikan pada Tabel 1. Kompos samkot dan pukan rata-rata mempunyai pH >6. Kompos samkot yang diambil dari salah satu kelurahan di Jakarta mempunyai kandungan C-organik lebih tinggi dibanding 2 kompos lainnya, yakni mencapai 46%, namun CN rasionya masih relatif tinggi (rata-rata 29), hal ini merupakan indikasi tingkat kematangan kompos masih rendah, terutama jika dibandingkan dengan CN ratio 2 (dua) jenis kompos lainnya yang rata-rata <18. CN ratio yang relatif masih tinggi kemungkinan dapat disebabkan karena kadar lignin dari kompos samkot ini cukup tinggi.

Gambut dan batubara mempunyai pH tergolong sangat masam, oleh karena itu jika bahan ini diaplikasikan langsung sebagai pembenah tanah pada tanah yang bereaksi masam, akan menyebabkan pH tanah menjadi semakin masam. Oleh karena

itu perlu dilakukan manipulasi untuk meningkatkan pH gambut dan batu bara jika akan digunakan sebagai pembenah tanah. Kandungan C-organik gambut dan batubara relatif tinggi, yaitu berkisar antara 33-44%, namun demikian CN rasionya juga sangat tinggi yakni >45.

Dari segi kandungan hara (ditunjukkan kadar N, P, K, Ca, dan Mg), pupuk kandang merupakan bahan organik yang mempunyai kualitas paling baik, terutama jika dibandingkan dengan gambut dan batubara. Pukan juga mempunyai KTK paling tinggi (>90 cmol₍₊₎/kg), disusul dengan gambut (80,4 cmol₍₊₎/kg) dan batu bara (57,5 cmol₍₊₎/kg). KTK samkot berkisar antara 35-42 cmol₍₊₎/kg.

Kompos sampah kota yang berasal dari TPS Galuga mempunyai kadar abu yang paling tinggi, kemungkinan terdapat campuran bahan mineral yang relatif tinggi. Kadar logam beratnya yaitu Fe, Al, dan Mn juga paling tinggi dibanding 2 bahan organik lainnya. Sehingga bahan organik ini diputuskan untuk tidak digunakan sebagai sumber senyawa humat.

Tabel 1. Karakteristik bahan yang digunakan sebagai sumber ekstraksi senyawa humat

Bahan Organik	pH H ₂ O	C-Organik	N-total	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	Kadar Abu
		----- % -----			----- % -----					%
Pupuk kandang	9.1	29,53	1,99	18	2,94	3,44	5,38	1,76	0,37	49,10
Kompos sampah kota (Jakarta)	6.6	46,05	1.85	29	0.60	1,06	3.95	0.53	0,16	20,62
Kompos sampah pasar dan RT (TPU Galuga)	6.9	15,32	1.38	16	1.41	0.31	4.90	0,53	0,16	73,59
Gambut	3,4	44,3	1,30	46,3	0,05	0,05	0,15	0,05	0,26	23,00
Batubara muda	2,9	33,8	0,6	66,3	0,02	0,08	0,50	0,50	0,60	42,00

Lanjutan Tabel 1. Karakteristik bahan yang digunakan sebagai sumber ekstraksi senyawa humat

Bahan Organik	Fe	Al	Mn	Cd	As	Hg	KTK
	----- ppm -----						cmol ₍₊₎ /kg
Pupuk kandang	6985	13.559	657	Td	Td	2	90,89
Kompos sampah kota (Jakarta)	8962	3570	202	Td	Td	1	35,44
Kompos sampah pasar dan RT (TPU galuga)	41.335	67.690	848	0.1	Td	2	41,91
Gambut	1398	2264	16	Td	Td	td	80,40
Batubara muda	3902	39.951	64	0,1	6	0,13	57,52

Hasil ekstraksi kompos pukan, samkot, gambut dan batu bara menghasilkan senyawa humat tidak murni yang disebut sebagai HLS (*humic like substance*). Rata-rata HLS yang dihasilkan berkisar antara 15-20% dari bahan baku. Karena kisaran kuantitas yang dihasilkan oleh keempat bahan tidak terlalu berbeda, maka penilaian selanjutnya dititikberatkan pada karakteristik atau sifat-sifat dari HLS yang dihasilkan. Karakteristik HLS dari kompos pukan, samkot, gambut dan batubara disajikan pada Tabel 2.

HLS gambut mempunyai kandungan senyawa humat (ditunjukkan oleh kadar asam humat dan fulvat) paling tinggi (rata-rata 23%), disusul HLS samkot (rata-rata 11%), batu bara (rata-rata 6%), dan pukan (rata-rata 4%). Besarnya kandungan C-organik sejalan dengan kandungan senyawa humat pada HLS, semakin tinggi kandungan C-organiknya maka kandungan senyawa humatnya juga menjadi lebih tinggi.

Tabel 2. Karakteristik HLS (*humic like substance*) yang dihasilkan dari beberapa jenis bahan organik

Sumber bahan yang digunakan	pH	C-0rg	N	Total (%)		Asam humat (%)	Asam Fulvat (%)	Total asam humat fulvat (%)
		(%)		P ₂ O ₅	K ₂ O			
HLS Pukan	9,9	25,37	1,53	2,51	9,97	1,52	2,45	3,97
HLS Sampah kota/ Rumah tangga	8,5	45,07	1,10	0,55	7,35	6,67	3,96	10,62
HLS Gambut	5,9	50,20	1,07	0,04	7,92	15,56	7,17	22,73
HLS Batu bara muda	7,0	30,05	1,05	1,18	3,38	2,40	3,64	6,04

Meskipun kandungan C-organik dan senyawa humat pada pukan paling rendah, namun kandungan hara (N, P, dan K) pada HLS pukan paling tinggi dibanding HLS dari bahan lainnya (Tabel 2). Untuk semua bahan organik yang diekstrak, menunjukkan pH HLS lebih tinggi dibanding bahan asalnya, hal ini dapat disebabkan oleh pengaruh larutan pengekstrak yang digunakan yakni KOH. HLS gambut dan batu bara mengalami perubahan pH paling drastis dibanding bahan asalnya. Sehingga setelah mengalami proses ekstraksi, bahan ini memenuhi syarat untuk digunakan sebagai pembenah tanah pada lahan kering masam.

Berdasarkan karakteristik utama sebagai pembenah tanah, yakni dari kandungan C-organik dan senyawa humat, gambut merupakan bahan yang paling unggul. Namun demikian pemilihan gambut sebagai sumber senyawa humat perlu dipertimbangkan, karena dikhawatirkan akan menyebabkan terjadinya penambangan gambut, dan hal ini sangat bertentangan dengan prinsip pelestarian lingkungan.

Alternatif kedua yang berpeluang untuk dijadikan sumber senyawa humat adalah samkot dan batubara. Pemanfaatan samkot sebagai sumber senyawa humat juga dipandang tepat karena sumber bahan organik ini sebagian besar tidak bersifat *insitu*.

Pengaruh HLS terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman serta perubahan sifat-sifat tanah

Data pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman jagung disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian pembenah tanah dalam bentuk kompos pukan dan samkot (tanpa diekstrak) rata-rata berpengaruh lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman jagung dibanding dalam bentuk ekstrak (HLS), hal ini terutama ditunjukkan data tinggi tanaman umur 4 minggu setelah tanam (MST) pada perlakuan pupuk kandang dan umur 6 MST pada perlakuan samkot. Berdasarkan data pertumbuhan tanaman tersebut, kemungkinan untuk bahan organik dengan kualitas relatif baik, yakni dilihat dari CN ratio yang relatif rendah dan kandungan unsur hara relatif tinggi seperti pupuk kandang dan samkot, lebih baik jika diaplikasikan dalam bentuk kompos.

Pada perlakuan gambut dan batubara, tidak ada perbedaan nyata terhadap pertumbuhan tanaman, jika dibandingkan antara yang diberikan dalam bentuk HLS (hasil ekstrak) dan tanpa diekstrak (bahan asli). Tidak adanya perbedaan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman antara perlakuan HLS dengan bahan aslinya (tanpa diekstrak), menunjukkan adanya peluang pemanfaatan bahan-bahan tertentu seperti batubara dan gambut sebagai pembenah tanah dalam bentuk HLS. Hal ini akan memudahkan aplikasi, karena dapat digunakan dalam dosis yang lebih rendah, sehingga sangat menguntungkan jika pembenah tanah tidak bersifat *insitu*.

Tabel 3. Pengaruh pemberian HLS terhadap tinggi tanaman jagung

Perlakuan	Samkot	Pukan	Batubara	Gambut
Umur 2 MST				
Tanpa diekstrak	43,37a AB*	54,50aA	32,75aB	44,75aA
Ekstrak HLS	36,50aA	36,50aA	41,75aA	28,75aA
Umur 4 MST				
Tanpa diekstrak	112,50aAB	123,25aA	93,50aB	111,00aA
Ekstrak HLS	94,75aA	60,75bB	93,50aA	107,75aA
Umur 6 MST				
Tanpa diekstrak	168,25aA	166,50aA	156,75aA	160,25aA
Ekstrak HLS	156,25bA	142,00bB	155,25aB	159,00aA

* Huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama menurut lajur/baris dalam kelompok/peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5%

Dalam bentuk tanpa diekstrak, kompos pukan rata-rata berpengaruh paling baik terhadap pertumbuhan tanaman jagung, sedangkan yang berpengaruh paling buruk terhadap pertumbuhan tanaman jagung (terutama pada awal pertumbuhan/2-4 MST) adalah batubara. Sebaliknya jika diberikan dalam bentuk HLS, perlakuan pupuk kandang berpengaruh paling buruk terhadap pertumbuhan tanaman (nyata ditunjukkan data tinggi tanaman umur 4 dan 6 MST).

Pengaruh perlakuan terhadap parameter pertumbuhan tanaman lainnya yaitu jumlah daun, menunjukkan bahwa pukan juga nyata berpengaruh lebih baik terhadap jumlah daun jika diberikan dalam bentuk kompos (terutama pada awal pertumbuhan tanaman), demikian pula halnya dengan samkot. Pada perlakuan gambut dan batubara, tidak ada perbedaan nyata terhadap jumlah daun, jika dibandingkan antara yang diberikan dalam bentuk HLS (hasil ekstrak) dan tanpa diekstrak (bahan asli) (Tabel 4).

Pengaruh pemberian senyawa humat terhadap hasil tanaman (bobot biomas dan akar tanaman jagung) disajikan pada Tabel 5. Dalam bentuk kompos, pukan dan samkot nyata berpengaruh lebih baik terhadap hasil biomas jika dibandingkan dengan batubara dan gambut. Sedangkan jika diberikan dalam bentuk HLS (diekstrak), tidak ada perbedaan pengaruh terhadap hasil biomas di antara keempat bahan yang digunakan, meskipun demikian ada kecenderungan batubara dan gambut nyata berpengaruh lebih baik terhadap hasil biomas dibanding pukan dan samkot jika diberikan dalam bentuk HLS. Dalam bentuk tanpa diekstrak, kompos pukan nyata menghasilkan berat biomas tertinggi dibanding 3 bahan lainnya. Sedangkan dalam bentuk HLS, gambut cenderung menghasilkan berat biomas tertinggi.

Tabel 4. Pengaruh pemberian HLS terhadap jumlah daun

Perlakuan	Samkot/RT	Pupuk kandang	Batubara	Gambut
Umur 2 MST				
Tanpa diekstrak	5,25aAB	6,00aA	4,75aB	5,00aB
Ekstrak HLS	5,00aAB	4,00bB	5,00aA	4,25aAB
Umur 4 MST				
Tanpa diekstrak	9,75aA	9,75aA	9,00aA	9,75aA
Ekstrak HLS	8,50aA	7,00bB	8,50aA	9,25aA
Umur 6 MST				
Tanpa diekstrak	13,00	13,25	13,75aA	14,25aA
Ekstrak HLS	12,75	12,75	11,75bA	10,75bB

* Huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama menurut lajur/baris dalam kelompok/peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5%

Pada samkot, pukan, dan gambut, perlakuan pengestrakan berpengaruh nyata terhadap berat kering biomas tanaman jagung. Berdasarkan data berat kering biomas,

perlakuan pengekstrakan pada samkot dan pukan nyata menurunkan efektivitas bahan tersebut, sedangkan pada gambut perlakuan pengekstrakan justru meningkatkan efektivitas bahan tersebut. Pada batubara perlakuan pengekstrakan tidak merubah efektivitas bahan ini dalam meningkatkan produksi biomas tanaman jagung.

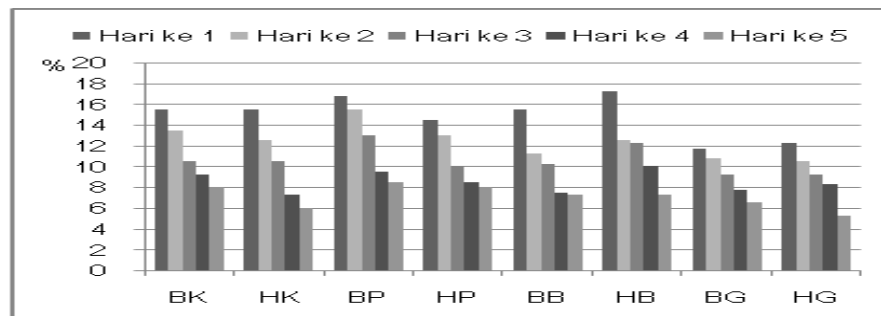
Tabel 5. Pengaruh pemberian HLS terhadap berat kering biomas dan berat basah akar

Perlakuan	Samkot/RT	Pupuk kandang	Batubara	Gambut
Berat kering biomas (gr/pot)				
Tanpa diekstrak	77,50aAB	84,83aA	57,40aBC	61,50cC
Ekstrak HLS	60,40aBC	55,30bA	62,18aA	69,48aA
Berat basah akar (gr/pot)				
Tanpa diekstrak	149,83aA	167,73aA	126,70aA	132,13aA
Ekstrak HLS	140,40aA	150,03aA	131,93aA	162,00aA

* Huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama menurut lajur/baris dalam kelompok/peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5%

Dengan atau tanpa diekstrak, berat akar yang dihasilkan tidak berbeda nyata untuk semua bahan yang digunakan (Tabel 5). Namun demikian ada indikasi bahwa pada perlakuan tanpa diekstrak, pukan menghasilkan berat basah akar paling tinggi; sedangkan pada perlakuan diekstrak (HLS), gambut menghasilkan berat basah akar tertinggi.

Dampak yang tidak kalah pentingnya dari pemberian pembenah tanah adalah terhadap perbaikan sifat-sifat tanah, meskipun seringkali efek terhadap sifat-sifat tanah baru terdeteksi dalam jangka waktu relatif lama, sehubungan dengan parameter dari perubahan sifat-sifat tanah yang kurang sensitif. Peningkatan kemampuan tanah dalam memegang air merupakan salah satu indikator perbaikan sifat fisik tanah. Pengaruh perlakuan terhadap kemampuan tanah memegang air ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh perlakuan terhadap kadar air tanah pada hari ke 1 sampai dengan ke 5 setelah penyiraman (BK, BP, BB, BG = kompos samkot, kompos pukan, batubara, dan gambut; HK, HP, HB, HG = HLS dari kompos samkot, kompos pukan, batubara, gambut)

Pada awal setelah penyiraman (hari ke 1 s/d 3 setelah penyiraman) perlakuan kompos dan HLS samkot mempunyai kemampuan yang sama dalam memegang air, ditunjukkan oleh kadar air tanah yang relatif sama. Namun pada hari ke 4 dan ke lima setelah penyiraman kemampuan perlakuan HLS samkot rata-rata lebih rendah dibanding perlakuan kompos. Untuk pukan, perlakuan kompos rata-rata mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam memegang air dibanding HLS. Kondisi ini merupakan kebalikan dari perlakuan batubara, yang mana perlakuan HLS batubara relatif lebih baik dibanding batubara bila dilihat dari segi peningkatan kemampuan tanah memegang air. Demikian pula halnya dengan Gambut, kecuali untuk kondisi kadar air pada hari kelima.

3.3. Pengkayaan bahan pembenah tanah dengan senyawa humat

Pembenah tanah yang diperkaya dengan senyawa humat adalah Beta, Biochar, dan zeolit. Karakteristik dari masing-masing pembenah tanah tersebut disajikan pada Tabel 6. Dari segi pH, kandungan C-organik, N,P, dan K, Beta dan Biochar (SP-50) mempunyai karakteristik yang hampir sama.

Tabel 6. Karakteristik bahan pembenah tanah yang diperkaya

Pembenah Tanah	pH	C-organik	N total	P2O5	K2O	CaO	MgO	S
	-----%-----							
Beta	7,5	32,69	1,57	0,96	1,68	2,21	0,94	0,12
Biochar (SP-50)	7,1	32,07	1,70	1,14	1,14	1,89	0,68	-

Pengkayaan pembenah tanah dengan senyawa humat, diharapkan akan dapat meningkatkan efektivitas pembenah tanah. Pengaruh pengkayaan pembenah tanah terhadap pertumbuhan tanaman jagung disajikan pada Tabel 7. Sampai jagung berumur 4 minggu, pemberian pembenah tanah (baik yang diperkaya ataupun tidak) belum menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan jagung jika dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dapat disebabkan oleh masa inkubasi pembenah tanah yang belum cukup atau pemenuhan hara tanaman dari pupuk dasar sampai umur tersebut masih optimum. Sebagai pembanding, hasil penelitian yang dilakukan di KP Taman Bogo menunjukkan bahwa pembenah tanah beta dan biochar nyata dapat meningkatkan hasil tanaman (Dariah *et al.*, 2007; Nurida *et al.*, 2008). Pengkayaan pembenah tanah tersebut dengan senyawa humat diharapkan akan dapat meningkatkan efektivitasnya, sehingga dapat diberikan dalam dosis yang lebih rendah.

Tabel 7. Pengaruh pengkayaan pembenah tanah dengan senyawa humat terhadap pertumbuhan tanaman jagung

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) umur:	
	2 minggu	4 minggu
Kontrol	51,50abc	115,75abc
Zeolit	52,50ab	116,50abc
Zeohumat 1	56,75a	123,75ab
Zeohumat 2	51,50abc	118,75abc
Beta	54,50ab	116,50abc
Beta humat 1	41,50c	107,75c
Beta humat 2	50,25abc	116,00abc
Biochar (SP-50)	48,00abc	114,75abc
Biochar (SP-50) humat 1	44,00bc	110,75bc
Biochar (SP-50) humat 2	56,25a	126,25a

*)Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%

IV. KESIMPULAN

4.1. Kesimpulan

- (1) HLS (*humic like substance*) gambut mempunyai kandungan senyawa humat (asam humat dan fulvat) paling tinggi, diikuti HLS samkot dan batubata, sedangkan HLS yang bersumber dari pupuk kandang mengandung senyawa humat paling rendah.
- (2) Pupuk kandang yang diberikan dalam bentuk kompos nyata berpengaruh lebih baik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung, dibandingkan dengan jika diberikan dalam bentuk HLS.
- (3) Dalam bentuk kompos, pukan dan samkot nyata berpengaruh lebih baik terhadap hasil biomas. Sedangkan gambut dan batubara lebih efektif dalam meningkatkan hasil biomas jika diberikan dalam bentuk senyawa humat (HLS).
- (4) Bahan organik dengan CN ratio tinggi dan kandungan hara rendah lebih baik jika diberikan dalam bentuk senyawa humat (HLS).

4.2. Saran

Pemilihan bahan untuk sumber senyawa humat selain mempertimbangkan aspek kandungan senyawa humat sebagai bahan aktif, perlu juga dipertimbangkan kandungan logam berat dan ketersediaan bahan baku. Pengaruh senyawa humat terhadap perbaikan sifat-sifat tanah, perlu diteliti dalam jangka waktu relatif lama (minimal 3 tahun), karena proses perbaikan sifat-sifat tanah terutama sifat fisik seringkali memerlukan waktu relatif lama.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Chen, Y. and Aviad, T. 1990. Effect of humic substance on plant growth. In: MacCarthy, P., Clapp, C.E., Macolm, R.L., Bloom, P.R. (Eds.), *Humic Substance in Soil and Crop Sciences: Selected Readings*. SSSA, Madison, pp.161-186.
- Dariah, A., Nurida N.L., dan Sutono. 2007. Formulasi bahan pembenah untuk rehabilitasi lahan terdegradasi. Disampaikan pada Seminar Sumberdaya Lahan dan Lingkungan. Bogor, 7-8 Nopember 2007.
- Engyeraguibel, B., J. Silvestre, dan P. Morard. 2007. Effects of humic substance derived from organic waste enhancement on the growth and minberel nutrition of maize. Elsevier. *Bio resource Technology* 99 (2008) 4206-4212.
- Glaser, B., J. Lehmann, and W. Zech. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review. *Biol. Fertil. Soils* 35:219-230.
- Husaini. 2007. Karakteristik dan deposit pembenah tanah zeolit di Indonesia. Dipresentasikan pada Semiloka Pembenah Tanah Menghemat Pupuk, Mendukung Peningkatan Produksi beras. Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Depaetermen Pertanian bekerjasama dengan Konsorsium Pemebenah Tanah Indonesia. Jakarta 5 April 2007.
- Nardi, S., Pizzeghello, D. Muscolo, A., Vianello, A. 2002. Physiological effect of humic substances on higher plants. *Soil Biol. Biochem.* 34, 1527-1536.
- Ogawa, M. 1994. Symbiosis of people and nature in tropics. *Farming Japan* 28(5):10-34.
- Piccolo, A., Celano, G., and Pietra mellara, G. 1993. Effect of fractions of coal-derived humic substance on seed germination and growth of seedlings (*Latuga sativa* and *Lycopersicum esculentum*). *Biol. Fertil. Soils.* 16, 11-16.
- Sastiono, A. dan Suwardi. 1999. Pemanfaatan zeolit alam untuk meningkatkan kesuburan tanah. Disampaikan pada Seminar Pembuatan dan pemanfaatan Zeolit Agro untuk Meningkatkan Produksi Industri Pertanian, Tanaman pangan dan perkebunan. Departemen pertambangan dan energi, Direktorat
- Stevenson F.J. 1982. *Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions.* A Wiley-Interscience Publication. John Wiley&Sons. New York.
- Suwardi. 2007. Pemanfaatan zeolit untuk perbaikan sifat-sifat tanah dan peningkatan produksi Peranian. Dipresentasikan pada Semiloka Pembenah Tanah Menghemat Pupuk, Mendukung Peningkatan Produksi beras. Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian bekerjasama dengan Konsorsium Pemebenah Tanah Indonesia. Jakarta 5 April 2007.
- Tan, K.H. 1993. *Environmental Soil Science.* Marcel Dekker. Inc. New York.
- Vaughan, D. and Malcolm, R.E. 1985. Influence of humic substance on growth and physiological proceseses. In: Vaughan, D. Macolm, R.E (Eds.) *Soil organic matter and biological activity.* Dordrech, Boston. Pp. 1-36.l
- Verheye, W.H. 2007. Integrating land degradation issues into a national soils policy. *CONTOUR. Newsletter of The Asia Soil Conservation Network. ASOCON. Vol. XIX, No. 1.*