

KAJIAN SPECTROMETRIK SUBSTANSI HUMUS TANAH PADA BEBERAPA SITUS TANAMAN HUTAN

Samen Baan¹, Muslimin Mustafa², Anna K Pairunan² & Yunus Musa²

Dosen pada Fakultas Pertanian Universitas Monokwari

Dosen pada Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin

ABSTRACT

Research of spectrometric characteristic of soil humic substance under four sites of forest in distric of Manokwari, province of Irian Jaya Barat. They are matoa, jati, araucaria and alam forest. Soil samples are taken from the depth of 0-30 cm (D1) and 30-50 cm (D2). Extract and fractionation result by NaOH 0.5 N and HCl concentrate shows a highest light absorbtion of spectrofotometer of humic substancies on the wave length of 400 and 800 nm and the lowest is on wave length of 600 nm. Absorbance of humic acid average higher on the araucaria forest and matoa forest compare with jati and natural forest. Adversely, absorbance of fulvic acid is lowest compare to the other site of forest.

Ratio of humic acid/fulvik acid has highest value on matoa forest are 4.44 in the upper layer and 2.18 in lower layer. The lowest value on natural forest are 1.51 in the upper layer and 1.40 in lower layer. On the other hand, colour ratio (Q4/6) of humic acid is highest on natural forest with value are 8.97 and 8.91 in upper and lower layer respectively, and the lowest is on araucaria forest with value are 2.18 and 5.33 in upper and lower layer respectively.

Result of humus characteristic on four sites of forest shows that natural forest has a lowest degree of humification and maybe has a big possibility contain toxic substance. Inversely matoa forest has a higher stage of humification compare to the others site and low possibility contain hazardous substances.

Keywords: soil humus, forest plant, natural forest, and humification

PENDAHULUAN

Dalam era pertanian modern pembangunan pertanian banyak diarahkan pada pemanfaatan bahan-bahan kimia untuk meningkatkan produksi. Modernisasi pertanian kadang dibarengi pengelolaan intensif yang menyebabkan yang mengakibatkan pengurasan hara dari dalam tanah sebagai akibat pengangkutan panen dalam jumlah besar dengan hanya mengandalkan pengembalian hara melalui penambahan pupuk anorganik (Hairiah, 1992; Anonim, 1992). Berbagai macam pupuk dan pestisida telah diproduksi dengan formula, tingkat efektivitas, retensi dan persistensi yang berbeda-beda guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan pasar. Penggunaan bahan-bahan kimia yang semakin tidak terkontrol menyebabkan terjadinya

pencemaran lingkungan dan berkurangnya biota tanah dan air

Konsep pertanian berkelanjutan (sustainable agriculture) yang didasarkan pada pemanfaatan bahan-bahan insitu atau bahan organik sebagai bahan pembenah tanah merupakan reaksi antisipasi guna mengatasi kerusakan lingkungan yang semakin parah.

Penggunaan bahan organik sebagai bahan alami atau limbah bukanlah sesuatu hal yang tanpa masalah, karena bahan organik itu sendiri merupakan bahan kompleks yang sifatnya dinamis sehingga manfaat bahan organik sangat tergantung pada mutu bahan organik itu sendiri (Inoko, 1982; Allison, 1993; Seol and Linda, 2000; Qualls et al, 2000). Menurut Inoko (1982), dalam tahun-tahun terakhir ini tipe bahan organik yang dipakai pada

lahan pertanian semakin kompleks, termasuk yang diproduksi baik di dalam maupun di luar sistem pertanian. Bahan organik dari berbagai sumber bukan hanya mengandung substansi dan elemen yang bermanfaat bagi tanaman tapi kadang mengandung senyawa toksin dan logam-logam berat yang berbahaya bagi tanaman (Inoko, 1982; Stevenson, 1982; Hairiah, 1992; Shuman, 1999). Penelitian tentang bahan organik sebagai pembenah tanah sebenarnya telah banyak dilakukan, namun kenyataan selama ini banyak diarahkan pada pengaruhnya pada tanah dan tanaman serta aplikasi dan rekomendasi di lapangan sementara sifat dan tabiat bahan organik itu sendiri masih kurang disentuh.

Mengingat peran bahan organik ditinjau dari segi bio-fisiko-kimia tanah maupun pedogenesis (Kumada, 1987; Six, Elliott and Paustian, 2000), maka pengamatan sifat-sifat fraksi organik perlu dikaji lebih mendalam baik secara fisik maupun secara kimiawi.

Tujuan untuk mengamati dan mengkaji, memahami sifat-sifat fraksi bahan organik tanah secara spektroskopik dan memformulasi model yang relevan dengan kandungan elemen carbon dan konsentrasi masing-masing fraksi.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Cara Pengambilan sample

Penelitian ini dilakukan di Manokwari mulai Juli sampai Desember 2003. Substansi humus (organik) diekstrak dari contoh tanah yang diambil dari 4 situs penutupan vegetasi hutan kebun percobaan Fakultas Kehutanan Universitas Negeri Papua (UNIPA) Manokwari. Situs 1 ditumbuhi tanaman hutan *Araucaria* (*Araucaria* sp.), situs 2 hutan Matoa (*Pometia* sp.) dan situs 3 adalah hutan

jati (*Tectona grandis*). Sebagai pembandingan diambil contoh dari hutan alam (natural forest) sebagai situs 4. Dari masing-masing situs diambil 3 contoh pada kedalaman 0-30 cm (D1) dan kedalaman 30-50 cm (D2). Masing-masing contoh kemudian diberi label, dikering anginkan dan diayak dengan ayakan yang lubangnya berdiameter 2 mm untuk keperluan analisis.

Metode Analisis/ Ekstraksi

Metode analisis yang dipakai untuk mengekstrak substansi organik dari tanah mengikuti bagan ekstraksi Stevenson (1982) dengan sedikit modifikasi (Gambar 1). Prosedur ekstraksi sebagai berikut: Contoh tanah ditimbang sebanyak 40 g dan dimasukkan ke dalam botol centrifuge 8 ons lalu ditambahkan 200 ml 0,5 N NaOH kemudian ditutup dengan penutup karet. Selanjutnya dikocok selama tiga jam kemudian didiamkan selama 16 jam sambil sesekali dikocok, selanjutnya disentrifuge dengan kecepatan 1500 rpm selama 20 menit, substansi yang berwarna dipisahkan dari sedimen dengan cara menyaring supernatan (substansi berwarna kuning kecoklatan Selanjutnya substansi berwarna ditambahkan HCl pekat hingga pH mencapai dua atau endapan sudah mulai tampak. Endapan dipisahkan dengan cara menuangkan cairan di atasnya (asam fulvik) dan endapan (asam humik) dicuci hingga bebas korida. Fraksi yang telah dipisahkan dilarutkan kembali dalam NaOH untuk siap diamati pada panjang gelombang 400, 500, 600, 700 dan 800 nm (visible light)

Cara Pengukuran

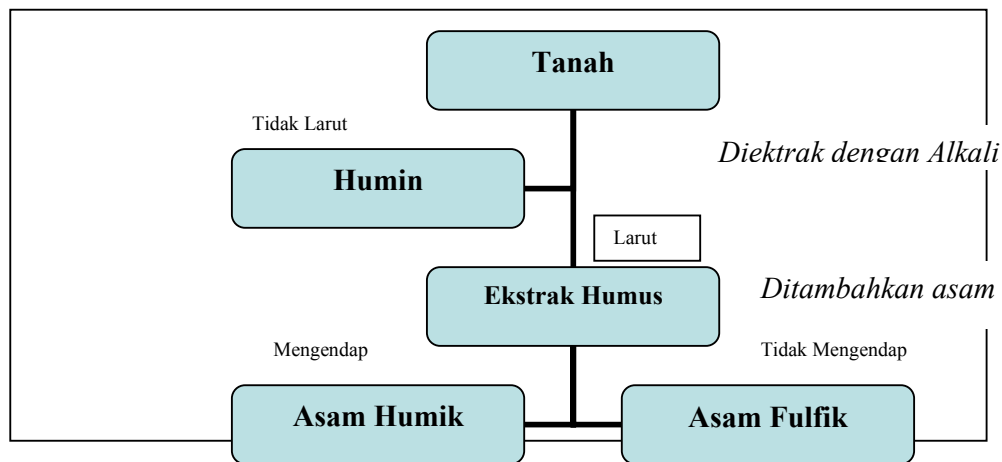
Contoh yang sudah dipisahkan (asam humik dan asam fulvik) masing-masing diencerkan 10 x agar diperoleh cairan berwarna yang tidak terlalu

pekat untuk pengukuran spektrofotometer. Kemudian dimasukkan kuvet dan diukur pada panjang gelombang 400, 500, 600, 700 dan 800 nm.

Analisis kandungan C-organik total menggunakan metode Walkley and Black dalam Anonim (1980), dan Nitrogen-total menggunakan metode destruksi basah dan destilasi Kjeldahl. Reaksi tanah diukur dengan pH meter.

Analisis dan Penyajian Data

Data disajikan dalam bentuk gambar dan tabel. Hubungan antara serapan cahaya yang direkam oleh spektrofotometer dengan konsentrasi substansi dan fraksi humus tanah menggunakan analisis regresi-korelasi, demikian pula hubungan antara serapan cahaya dengan kandungan C-organik tanah.



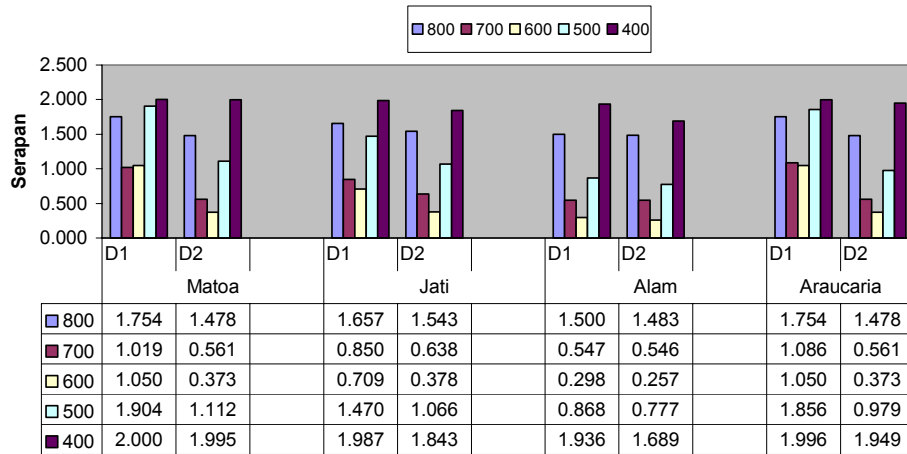
Gambar 1. Prosedur Ekstraksi Substansi Humik

HASIL DAN PEMBAHASAN

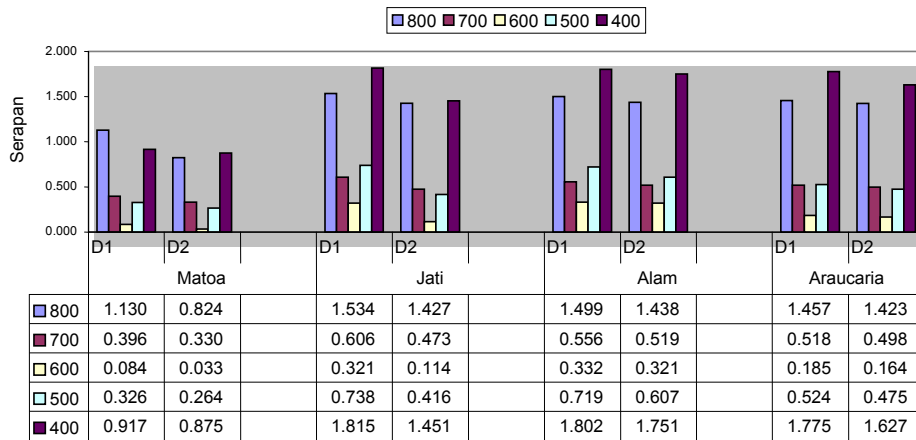
Hasil pengamatan serapan optik spektrofotometer asam humik dan asam fulvik tanah yang diambil dari hutan alam, jati, araucaria dan matoa menampilkan angka yang bervariasi baik pada tipe hutan maupun pada panjang gelombang (Gambar 2(a) dan 2(b)). Puncak tertinggi terjadi pada panjang gelombang 400 dan 800 nm, dan terendah pada panjang gelombang 600 nm. Bila dilihat dari situs hutan, serapan spektrofotometer asam humik pada hutan matoa dan hutan araucaria lebih tinggi daripada hutan alam dan hutan jati, sebaliknya serapan spektrofotometer asam fulvik pada hutan matoa

lebih rendah dibanding situs hutan lainnya.

Besarnya serapan cahaya yang diserap oleh bahan sangat ditentukan oleh berbagai aspek diantaranya adalah aspek fisik dan kimia. Aspek fisik yang paling dominan adalah warna yang juga ditentukan oleh banyaknya chromophor yang ada dalam bahan. Semakin banyak dan panjang rangkaian macam chromofor dalam bahan semakin intensif serapan (Williams and Fleming, 1987) sementara aspek kimia yang paling berpengaruh adalah komposisi senyawa, gugus fungsional, jenis ikatan dan pelarut (Sastrohamidjojo, 1985; Williams and Fleming, 1987; Hayes, 1984; Mao et al, 2000).

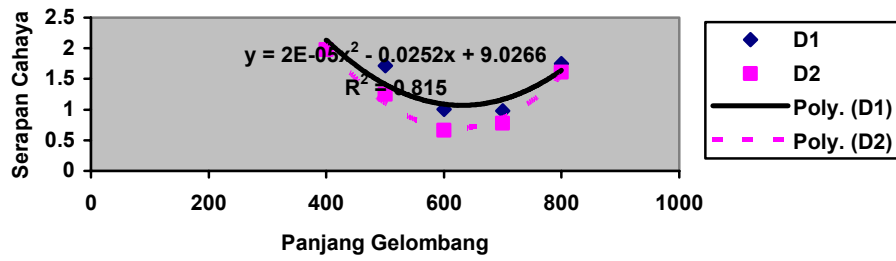


(a) Serapan Asam Humik

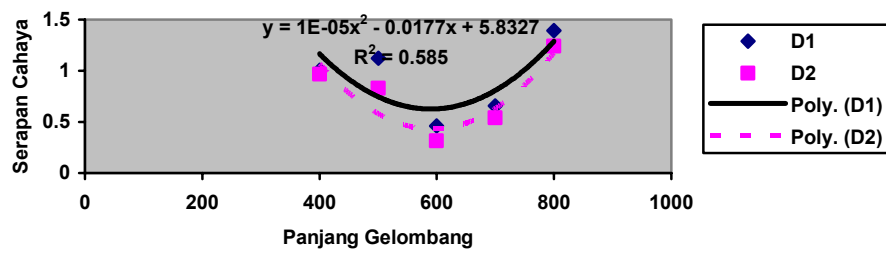


(b) Serapan Asam Fulfik

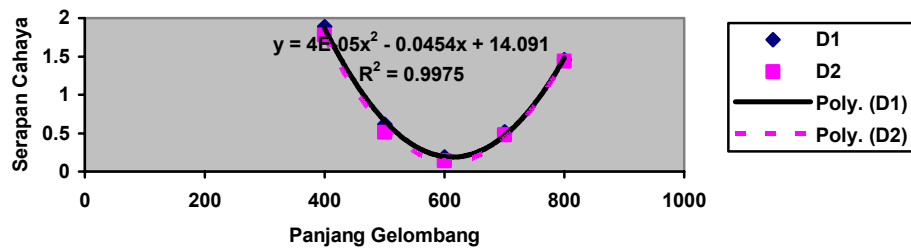
Gambar 2. Serapan Fraksi Humik Pada 4 Situs Tanaman Hutan



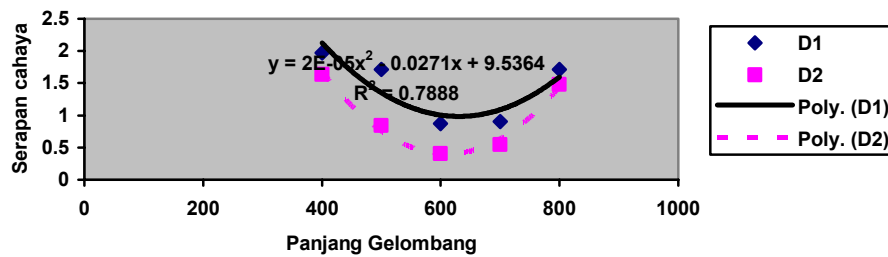
(a) Mtoa



(b) Jati



(c) Alam



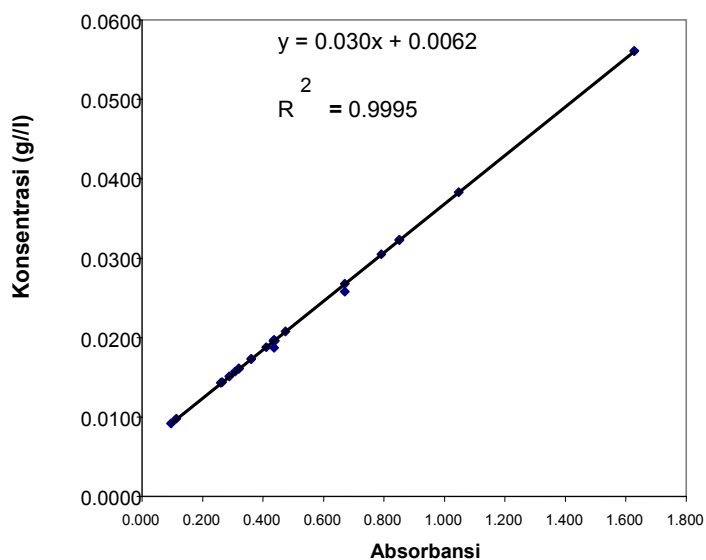
(d) Araucaria

Gambar 3. Pola Serapan Substansi Humik Pada 4 Situs Tanaman Hutan

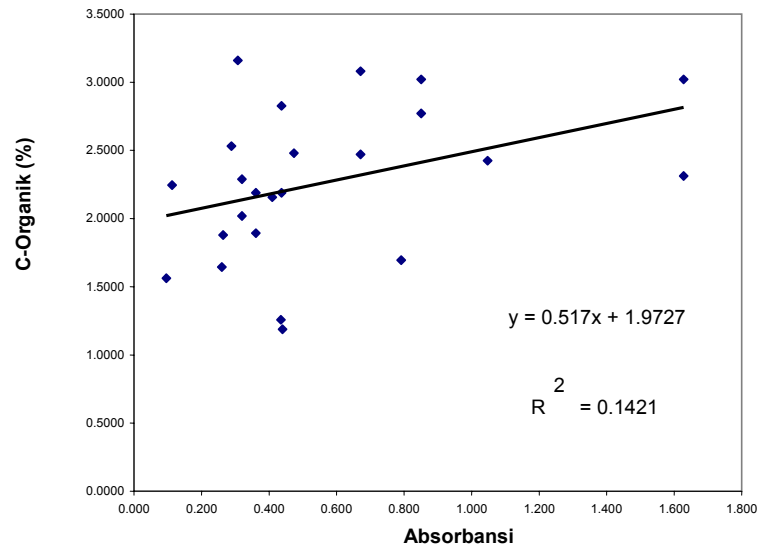
Perbedaan serapan cahaya substansi humik antara situs vegetasi berbeda bisa diakibatkan karena perbedaan karakteristik kimia substansi ekstrak yang diperoleh. Baik dari segi kandungan kromofornya, gugus fungsionalnya, macam ikatan kimia, maupun sistim ikatannya. Kononova et al, (1966) menyebutkan bahwa sifat dan tabiat substansi humus tergantung pada perbandingan substansi yang terlibat dalam reaksi kondensasi. Pola dan model serapan cahaya fraksi asam humik untuk setiap vegetasi semuanya hampir sama, dalam hal ini pola serapan mengikuti pola kurva parabola seperti terlihat pada Gambar 3a, 3b, 3c dan 3d. Terdapat sedikit perbedaan ada pada kemiringan (Slope) kurva. Menurut Sastrohamidjojo (1985), sistem ikatan yang terkonyugasi dengan ikatan berganti-ganti rangkap dan

tunggal dapat terjadi overlap orbital $-\pi$. Bila hal ini terjadi, maka pemisahan tenaga antara tingkat dasar ke tingkat tereksitasi menjadi berkurang dan sistem menyerap pada panjang gelombang yang lebih panjang dengan kenaikan intensitas yang besar.

Dari segi kedalaman tanah, dapat kita lihat bahwa pada ke dalaman D1 (0-30 cm) memiliki absorbansi rata-rata lebih besar daripada ke dalaman D2 (30-50 cm). Tate (1987) menyatakan bahwa distribusi koloid organik dalam tanah bervariasi secara vertikal maupun horizontal dalam profil tanah, demikian pula secara mikroskopik atau makroskopik. Lapisan tanah atas (top soil) adalah tempat akumulasi pertama bahan organik, dan setelah mengalami perombakan, bahan organik mengalami mobilisasi secara vertikal dan horisontal.



Gambar 4a. Hubungan antara serapan cahaya dengan konsentrasi asam humik



Gambar 4b. Hubungan antara serapan cahaya dengan C-organik tanah

Bila dikaitkan dengan kandungan bahan organik tanah, maka jelas bahwa pada kedalaman D1, kandungan bahan organik rata-rata lebih tinggi daripada kedalaman D2. Ini juga menunjukkan adanya korelasi antara serapan spektrofotometer dengan konsentrasi dan atau kandungan bahan organik tanah. Gambar 4a. menampilkan hubungan yang kuat antara serapan dan konsentrasi asam humik dengan nilai $r^2 = 0.99$. Demikian pula halnya hubungan antara serapan cahaya dengan kandungan bahan organik tanah dapat dilihat pada Gambar 4b. dengan nilai $r^2 = 0.14$.

Adanya hubungan ini memperkuat hukum Beer-Lamber yang menyatakan bahwa jumlah cahaya yang diserap sebanding dengan jumlah mo-

lekul substansi penyerap di mana cahaya melewatinya (Stevenson, 1982; Sastrohamidjojo, 1985). Pendapat yang sama menyatakan bahwa jumlah total unsur hara yang tertahan dalam bahan organik tanah bervariasi langsung dengan level total bahan organik tanah (Tate, 1987; Davidson and Stahl, 2000; Flaig, 1982). Perbandingan fraksi asam humik dan asam fulvik dalam substansi organik tanah biasa dijadikan indikator derajat kondensasi dan polimerisasi bahan substansi organik tanah, sementara rasio E4/E6 atau Q4/6 atau biasa juga disebut sebagai rasio warna, sering dipakai sebagai indeks humifikasi bahan organik (Stevenson, 1982; Tan and Schuylenborgh, 1961).

Tabel 1. Rasio Asam Humik/Asam Fulvik Pada 4 Situs Penutupan Hutan

Konsentrasi Asam Humik Dan Asam Fulvik Pada 4 Situs Hutan						
Situs Hutan	Konsentrasi (g l ⁻¹)				Rasio AH/AF	
	AH		AF		D1	D2
	D1	D2	D1	D2		
Matoa	0.0384	0.0177	0.0085	0.0081	4.44	2.18
Jati	0.0280	0.0179	0.0105	0.0088	2.65	2.03
Alam	0.0154	0.0141	0.0106	0.0105	1.51	1.40
Araucaria	0.0384	0.0177	0.0094	0.0092	4.27	1.97

Keterangan : D1= 0-30 cm, D2 = >30 cm

Pada Tabel 1. ternyata situs hutan matoa adalah yang mempunyai rasio asam humik/asam fulvik yang paling tinggi dalam penelitian ini dan yang terendah adalah situs hutan alam. Hal ini berarti bahwa humus tanah di bawah penutupan hutan matoa lebih banyak mengandung substansi dengan berat molekul tinggi. Demikian pula hanya pada Tabel 2. dapat kita lihat bahwa rasio warna asam humik rata-rata tinggi pada hutan alam dan rata-rata rendah pada hutan jati sementara rasio warna asam fulvik, rata-rata tinggi pada matoa dan rata-rata rendah pada hutan alam. Menurut Stevenson

(1982), rasio menurun dengan meningkatkan berat molekul dan kondensasi dan nilai ini dipercaya sebagai indeks humifikasi. Makin tinggi rasio E4/E6 makin progresif humifikasi dan semakin kecil berat molekul sehingga kita dapat katakan bahwa humus tanah hutan alam memiliki tingkat humifikasi paling tinggi diantara keempat situs hutan ini. Hal ini bisa dipahami karena hutan alam adalah hutan masih asli dengan kondisi yang memungkinkan untuk proses humifikasi berjalan tanpa gangguan.

Tabel 2. Koefisien Warna (Q4/6) Dari 4 Situs Hutan

Situs	Asam Humik		Asam Fulvik	
	D1	D2	D1	D2
Hutan Alam	8.97	8.91	7.43	7.54
Hutan Jati	3.75	5.19	5.95	15.66
Hutan Matoa	2.19	5.44	24.82	33.99
Hutan Araucaria	2.18	5.33	14.97	16.06

Tabel 3. Karakterisasi Humus Pada 4 Situs Hutan

Situs Hutan	Derajat Kondensasi/ Polimerisasi	Tingkat Humifikasi	Kemungkinan Mengandung Senyawa Toksik
Hutan Alam	+	++++	++++
Hutan Jati	++	+++	+++
Hutan Araucaria	+++	+	++
Hutan Matoa	++++	++	+

Keterangan : (+) menunjukkan kategori peningkatan nilai

Berdasarkan nilai-nilai serapan cahaya dan konsentrasi fraksi humik, maka dibuat karakterisasi humus yang menampilkan derajat kondensasi/ polimerisasi, tingkat humifikasi dan kemungkinan mengandung senyawa toksik dari ke 4 situs penutupan hutan tersebut.

Pada Tabel 3, hutan alam menunjukkan derajat kondensasi / polimerisasi yang paling rendah kemudian diikuti hutan jati, hutan araucaria dan yang paling tinggi adalah hutan matoa. Sebaliknya tingkat humifikasi hutan alam adalah yang paling tinggi kemudian diikuti hutan jati, hutan matoa dan terendah adalah araucaria. Kemungkinan mengandung senyawa toksik hutan alam lebih besar dibandingkan dengan hutan jati, hutan araucaria dan hutan matoa.

Derajat kondensasi/ polimerisasi yang tinggi mengindikasikan bahwa fraksi humik banyak mengandung senyawa dengan rantai siklik atau aromatik atau yang mempunyai berat molekul yang lebih tinggi, sebaliknya derajat kondensasi/polimerisasi yang rendah menandakan hadirnya senyawa alifatik (Stevenson, 1982; Williams and Fleming, 1987; Dolfing, Chardon and Japenya, 1999). Rendahnya derajat polimerisasi/kondensasi pada hutan

alam menandakan hutan alam didominasi substansi organik dengan berat molekul rendah, hal ini sejalan dengan pola serapan asam humik pada hutan alam dengan kemiringan yang lebih besar daripada hutan lainnya yang juga berarti kemungkinan mengandung senyawa toksik lebih besar daripada humus dari situs hutan yang lain. Menurut Tan and Schuylenborgh (1961), kemiringan kurva serapan cahaya dengan berat molekul rendah harus lebih besar daripada substansi dengan berat molekul tinggi.

KESIMPULAN

- Pola absorbansi substansi humik pada panjang gelombang 400-800 nm dari 4 situs tanaman hutan mengikuti pola kurva parabola.
- Perbandingan konsentrasi asam humik/asam fulvik tertinggi pada hutan matoa diikuti araucaria kemudian jati dan yang terendah adalah hutan alam.
- Koefisien warna (Q4/6) asam humik lebih tinggi pada hutan alam diikuti dengan hutan jati kemudian matoa dan terendah adalah araucaria. Sebaliknya koefisien warna asam fulvik rata-rata lebih tinggi pada hutan matoa dan yang terendah pada hutan alam.

➤ Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa tingkat humifikasi hutan alam adalah yang terendah dan yang tertinggi adalah hutan araucaria demikian pula derajat kondensasi/polimerisasi, hutan alam lebih rendah diikuti hutan jati, hutan araucaria dan yang tertinggi adalah hutan matoa, dengan demikian kemungkinan hutan alam mengandung senyawa toksik lebih besar daripada situs hutan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Allison, F.E. 1993. Soil Organic matter and Its Role in Crop Production in Development in Soil Science. Elsevier Science Publication and Sons, New York.
- Anonim. 1980. Standard Method of Analysis for Soil, Plant Tissue, Water and Fertilizer. Farm Resources and Systems Research Division. Los Banos.
- Anonim. 1992. Process Safely and Enviromental Protection. Icheme J. 5: 135-143
- Davidson, T.E. & M. Stahl. 2000. The Influenced of Organic Carbon on Nitrogen Transfor-mations in Five Wetland Soils. SSSAJ. 64:1129-1136
- Dolfing, W.J., Chardon and Japenya, 1999. Assosiation Between Coloidal Iron, Aluminum, Phosphorus, and humic Acid. Soil Sci. 3:184-188
- Flaig, W. 1984. Soil Organic Matter as A Source of Nutrient. Organic Matter and Rice Jour of IRRI. p. 73-91
- Hairiah, K., Van Noordwijk, M.B. Santoso and M.S. Syekhfani. 1992. Biomass Production and Root Distribution of Eight Trees and Their Potential for Hedgerow Intercropping on an Ultisol in Lampung. Agrivita 15
- Hayes, M.H.B. 1984. Structure of Humic Substances. Organic Matter and Rice, IRRI. p. 93-113
- Inoko, A. 1982. The Composting of Organic Materials and Associated Maturity Problems. Food and Fertilizers Technology Center. ASPAC Technical Bulletin. No. 71. p. 1-19. Japan
- Kononova, M..M., T.Z. Nowskowki and A.C.D. Newman. 1966. Soil Organic Matter: Its Nature, its Role in Soils Fertility. 2th English Ed. 543 p
- Kumada, K. 1987. Chemistry of Soil Organic Matter. Japan Scientific Societies Press, Tokyo.
- Mao, J.D. 2000. Quatitative Characterisation of Humic Substances by Solid State Carbon-13 Nuclier Magnetic Resonance. SSSAJ, 2000. Vol 64: 873-884.
- Qualls, R.G., B.L. Haines, W.T. Swank & S.W. Tyler, 2000. Soluble Organic and Inorganic Nutrient Fluxes in Clearcut and Mature Deciduous Forests. SSSAJ. 64: 1068-1077
- Sastrohamidjojo, H, 1985. Spektroskopi. Liberty. Yogyakarta
- Seol, Y & S. L. Linda. 2000. Effect of Dissolved Organic Matter in Treted Effluent on Sorption of Atrazine and Prometryn by Soils. SSSAJ. 64: 1976-1984
- Shuman, L.M. 1999. Effect of Organic Waste Amandments on Zn Adsorption By two Soils. Soil Science. Vol. 164. No. 3 : 194-112. Lippincot Williams & Wilkins, Inc. America.

- Six, J. E., T. Elliott & K. Paustian. 2000. Soil Structure and Soil Organic Matter: II. A Normalized Stability Index and the Effect on Mineralogy. *SSSAJ*. 64 : 1042-1049.
- Stevenson, F.J. 1982. Humus Chemistry, Genesis, Compostion, Reactions. A Wiley-inter-science Publication. John Wiley & Sons. New York
- Tan, K.H. & Schuylenborgh. 1961. On the Organic Matter in Tropical Soils. *Neth. J.*, Vol 9. No. 3. p. 159
- Tate, III. R.L. 1987. Soil Organic Matter, Biological and Ecological Effects. A Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons. 291 p
- Williams, D.H. & I. Fleming, 1987. Spectroscopic Methods in Organic Chemistry. McGraw-Hill Book Company (UK) Limited. London.