

Penentuan Jenis Mineral Liat Alofan Tanah Andisol di Desa Dolat Rakyat Kecamatan Tiga Panah Kabupaten Karo

Determination Type of Allophane on Andisol in Dolat Rakyat Village Tiga Panah District, Regency of Karo

Jupri Simamora, Purba Marpaung*, Alida Lubis
Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan 20155
*Corresponding author: purbamarpaung@usu.ac.id

ABSTRACT

The aim of the research was to determinate type of Allophane minerals by means of Thermogram and to know type of Allophane minerals with Allophane–Organic Matter relations. The research was done in Dolat Rakyat villages, District of Tiga Panah Karo Regency, In Soil Fertility Laboratory University of North Sumatera, and College of Chemical Industry (PTKI), Medan in June - October 2014. Soil type is Andisol. The result of the research in Dolat Rakyat Village Tiga Panah District, Regency of Karo Thermogram interpretation showed that type of Allophane minerals Andisol that is Allophane B. Allophane-Organic Matter relations showed that type of Allophane minerals is Allophane B with positive relations between Allophane-Humic Acid; negative relations between Allophane-Fulvic Acid, and Allophane-Humic Acid+Fulvic Acid.

Key Word : Allophane, Andisol, Organic Matter

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis mineral Alofan dengan Thermogram dan mengetahui jenis mineral Alofan melalui Alofan–Bahan Organik. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Dolat Rakyat, Kecamatan Tiga Panah Kabupaten Karo, di Laboratorium Kesuburan Tanah Universitas Sumatera Utara dan Perguruan Tinggi Kimia Industri (PTKI), Medan pada bulan Juni 2014 sampai Oktober 2014. Jenis Tanah adalah Andisol. Hasil penelitian untuk Andisol Tiga Panah Kabupaten Karo bahwa Interpretasi Thermogram menunjukkan bahwa jenis mineral Alofan pada Andisol Tiga Panah adalah mineral Alofan B. Hubungan mineral Alofan-Bahan Organik diketahui bahwa jenis Mineral Alofan adalah Alofan B dengan hubungan alofan-Asam Humat positif ; hubungan alofan-Asam Fulvat dan Asam Fulvat+Humat adalah negatif.

Kata Kunci : Alofan, Andisol, Bahan Organik

PENDAHULUAN

Tanah merupakan benda alam yang tersusun dari padatan (mineral dan bahan organik), cairan dan gas, yang menempati permukaan daratan dan ruang. Adapun tanah menurut Soil Survey Staff (1998) dicirikan oleh horison-horison atau lapisan-lapisan yang dapat dibedakan dari bahan asalnya sebagai suatu hasil dari proses penambahan, kehilangan, pemindahan, dan transformasi energi dan materi, atau berkemampuan mendukung tanaman berakar di dalam suatu lingkungan alami.

Mineral liat tanah merupakan mineral sekunder yang sangat berperan dalam kesuburan tanah. Tipe dan struktur kristal mineral liat tersebut sangat menentukan sifatnya dalam mempengaruhi sifat dan ciri tanah (Hakim, *et.al*, 1986). Untuk mineral liat sekunder dalam tanah Andisol memiliki sifat yang unik yakni memiliki mineral amorf yaitu Alofan.

Identifikasi sifat-sifat mineralogi liat dan kimia tanah-tanah pertanian sangat penting dilakukan karena sifat-sifat tersebut berkaitan erat dengan potensi kesuburan tanah serta merupakan dasar penyusunan strategi

pengelolaan tanah seperti pemupukan. Sifat-sifat tanah tersebut berkaitan erat dengan dinamika berbagai unsur hara di dalam tanah. Jenis dan jumlah mineral liat berpengaruh terhadap karakteristik kimiawi tanah, seperti: kapasitas tukar kation (KTK), besarnya fiksasi hara, dan lain-lain

Penelitian jenis Alofan belum pernah dilakukan di Kecamatan Tiga Panah Kabupaten Karo, sehingga penulis tertarik untuk melaksanakan penelitian ini. Jenis mineral Alofan dapat diketahui melalui hubungannya dengan bahan organik dan juga menentukan tingkat perkembangan tanah. Penelitian ini dilaksanakan di daerah Kecamatan Tiga Panah Kabupaten Karo dengan jenis tanah Andisol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Taman Hutan Raya (TAHURA) Bukit Barisan, secara geografis lokasi ini terletak pada 03°01'10"-03°19'37" LU dan 98°12'16"- 98°41'00" BT. Analisis laboratorium di Laboratorium Kesuburan Tanah Universitas Sumatera Utara dan Analisis mineral di Perguruan Tinggi Kimia Industri Medan, pada Mei sampai Agustus 2014.

Adapun bahan yang digunakan yaitu peta lokasi penelitian skala 1 : 300.000, peta jenis tanah skala 1: 175.000, formulir isian profil tanah, aquades, larutan NaF, dan bahan lain.

Adapun alat yang digunakan adalah DTA (Differential Thermal Analyzer), GPS (*Global Position System*), kompas, meteran, kamera, ring sampel, ayakan 270 mesh (52 μ) dan 32 mesh, kantong plastik, *Munsell Soil Color Chart*, label nama, pisau pandu, kertas milimeter, alat tulis.

Penentuan titik koordinat dan lokasi pembuatan lubang profil perwakilan dilakukan berdasarkan peta lokasi penelitian menggunakan GPS. Profil tanah dibuat dengan menggali sampai kedalaman maksimal (solum tanah) dengan ukuran panjang 1 m, lebar 1,5 m dan kedalaman 1,8 m. Penentuan jenis Alofan dengan Thermogram DTA (Differential Thermal Analysis), dan Analisis korelasi Spearman Hubungan Alofan dan Bahan Organik.

Analisis contoh tanah untuk menentukan kadar bahan organik dengan menganalisis asam humat dan asam fulvat berdasarkan ekstraksi dan fraksinasi menurut cara Kononova dan analisis Titrimetri (Volumetri) yakni mengukur C-organik dengan metode *Walkey and Black*. Analisis data dapat dilakukan dengan menginterpretasi hasil termogram (kualitatif). Alofan A memiliki puncak eksotermik pada suhu 800 – 1000 °C dan Alofan B tidak memiliki puncak eksotermik pada suhu tersebut. Hubungan mineral Alofan dan Bahan Organik dengan menggunakan korelasi *Spearman* Sehingga didapat data kualitatif dari Alofan yang menunjukkan jenis-jenis mineral Alofan yakni: Alofan A, Alofan B.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Profil

Gambar 1. Profil Andisol Tiga Panah Kabupaten Karo



Keterangan :

Jenis Tanah : Andisol

Lokasi : Taman Hutan Raya Desa
Daulat Rakyat, Kecamatan
Tiga Panah Kabupaten
Karo Provinsi Sumatera Utara

Koordinat : 03°12'31,5"LU - 098°32'04,1"BT

Bahan Induk : Andesit

Ketinggian tempat : 1484 m di atas permukaan laut

Kemiringan lereng : 17 %

Topografi : Berombak

Drainase : Agak Cepat
 Arah Hadap Lereng : Timur Laut
 Kedalaman Air Tanah : -
 Kedalaman Efektif : 102 cm
 Vegetasi : Pakis (*Nephlorepis sp.*), Pinus (*Pinus merkussi*), Teki-teki (*Cyperus sp.*)
 Tanggal pengambilan : 10 Mei 2014

Tabel 2. Keterangan Morfologi Profil Tanah Andisol Tiga Panah

Horison	Kedalaman (cm)	Sifat Morfologi
O	0 – 11/6	Warna Hitam, 2/1 10YR (lembab), tekstur lempung, struktur remah, konsistensi gembur tidak lekat, perakaran halus banyak, perakaran kasar banyak, lapisan nyata, beralih berombak ke.....
Ah ₁	11/6 – 27/26	Warna Coklat Gelap, 3/3 10YR (lembab). tekstur lempung berdebu, struktur remah, konsistensi gembur tidak lekat, perakaran halus banyak, perakaran kasar banyak, lapisan nyata, beralih berombak ke.....
Ah ₂	27/26 – 44/41	Warna Coklat sangat Gelap, 2/2 10YR (lembab) tekstur lempung berdebu, struktur remah, konsistensi gembur tidak lekat, perakaran halus banyak, perakaran kasar banyak, lapisan berangsur, beralih berombak ke.....
Ah ₃	44/41 – 76/61	Warna Coklat Gelap Keabuabuan, 4/2 10YR (lembab), tekstur lempung berdebu, struktur gumpal lemah, konsistensi gembur agak lekat, perakaran halus sedang, perakaran kasar sedikit, lapisan nyata, beralih berombak ke.....
Bw ₁	76/61 – 91/96	Warna Kuning pucat, 7/4 10YR (lembab), tekstur pasir berdebu, struktur gumpal sedang, konsistensi teguh agak lekat, perakaran halus sedikit, perakaran kasar sedikit, lapisan nyata, beralih berombak ke.....
Bw ₂	91/96 – 180	Warna Kuning Kehijauan, 6/8 10YR (lembab), tekstur pasir berdebu, struktur gumpal sedang, konsistensi teguh agak lekat, perakaran halus tidak ada, perakaran kasar sedikit

Pada pengamatan profil Andisol diperoleh horizon Ah₁, Ah₂, Ah₃, Bw₁ dan Bw₂, yang memiliki warna, tekstur, struktur, dan konsistensi yang berbeda. Pada profil horizon A didominasi tanah berwarna coklat gelap dan horizon B di dominasi kuning. Warna coklat gelap pada horizon A disebabkan adanya kandungan bahan organik yang cukup banyak. Warna Kuning kehijauan pada horizon Bw₂ disebabkan karena tercampurnya oksida besi – oksida besi pada keadaan reduksi di horizon tanah.

Tekstur tanah pada horizon A didominasi lempung berdebu, hal ini menandakan dalam horizon A didominasi oleh fraksi liat dan debu. Kompleks ini didominasi oleh fraksi halus Sedangkan pada horizon B didominasi oleh fraksi pasir dan debu. Adanya horizon

Bw ini dikarenakan oleh pencucian oleh iklim.

Pengukuran pH tanah pada tiap profil dilakukan dengan dua metode yaitu pH H₂O dan pH NaF, pH H₂O digunakan untuk menentukan kriteria kemasaman suatu tanah dan pH NaF digunakan untuk menentukan ada tidak bahan Andik, Pengukuran pH H₂O dan NaF dilakukan pada setiap horison ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. pH setiap Horison pada Andisol Tiga Panah

Horison	Kedalaman (cm)	pH H ₂ O	pH NaF
Ah ₁	0 – 11/6	4,87*	10,99 ⁺
Ah ₂	11/6 – 27/26	5,38*	11,04 ⁺
Ah ₃	27/26 – 44/41	4,79*	11,11 ⁺
Bw ₁	44/41 – 76/61	4,77*	11,09 ⁺
Bw ₂	76/71 – 180	4,62*	11,11 ⁺

Keterangan: * Kriteria Masam,
+ Ada Bahan Andik

Dari hasil pengukuran pH di tiap horizon didapatkan hasil dengan kriteria Masam yaitu dengan rentang pH masam yakni 4,5 sampai 5,5. Pengukuran pH NaF menunjukkan setiap profil memiliki sifat bahan Andik dikarenakan pH NaF lebih besar dari pH > 9,4 pH NaF merupakan suatu indikator adanya bahan andik (alofan) yang mendominasi kompleks pertukaran. Hal ini didasarkan kepada pertukaran ligan antara F- dengan OH- yang dipinggiran alofan sehingga OH- bebas dan akan cepat menggantikan pH larutan.

Tabel 4. Asam Humat dan Asam Fulvat setiap Horison pada Andisol Tiga Panah

Horison	Asam Fulvat (%)	Asam Humat (%)	Asam Fulvat dan Humat (%)
Ah ₁	7.49	2.25	9.74
Ah ₂	5.99	3.00	8.99
Ah ₃	2.25	2.25	4.50
Bw ₁	4.50	0.00	4.50
Bw ₂	2.25	0.00	2.25

Dari hasil pengukuran Asam Humat dan Asam Fulvat pada setiap horizon didapatkan hasil semakin ke bawah semakin sedikit sesuai dengan Kimble, et.al, (1999) meenayakan Semakin kebawah menuju ke horizon Bw suplai bahan organik semakin sedikit. Kandungan Asam Humat tertinggi didapatkan pada horizon Ah₂, horizon ini juga memperlihatkan pH H₂O tertinggi (5,13) diantara horizon lain pada profil Tanah Andisol Tiga Panah. Hal ini dikarenakan Asam Humat bereaksi Asam yang menandakan Asam Humat bersifat Basa. Sedangkan Pada horizon B tidak memiliki kandungan Asam Humat tetapi mengandung Asam Fulvat.

Dari hasil pengukuran Asam Humat Fulvat di setiap horizon didapatkan nilai tertinggi berada pada horizon atas, Asam Fulvat ditandai warna kuning sampai coklat sedangkan Asam Humat dari Coklat sampai Hitam (Theng, 1979). Tanah Andisol Tiga Panah didominasi oleh Asam Fulvat. Daerah Sumatera Utara kandungan Asam Humat lebih sedikit dibandingkan asam Fulvat (Fiants,et.al, 2005) yang mendominasi seluruh

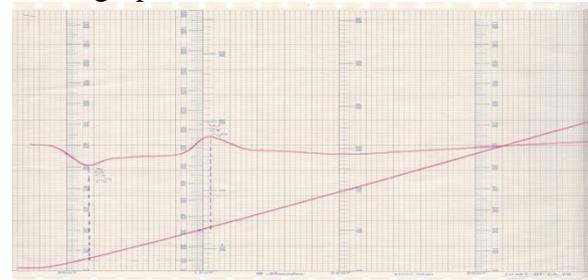
horizon Profil sedangkan Asam Humat hanya mendominasi horizon A. hal ini juga dicobakan untuk tanah Andisol Sumatera Barat yang mengandung humus asam fulvik yang lebih banyak dari pada asam humiknya

Mineral Liat

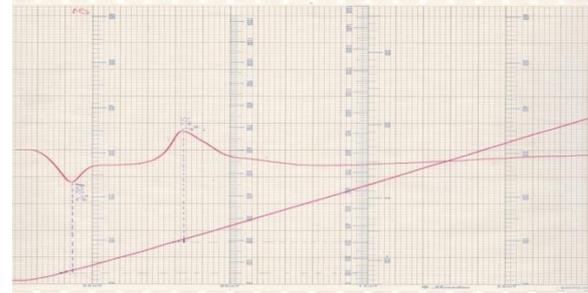
Penentuan Secara Kualitatif

Thermogram pada Tiap Horison Andisol Tiga Panah dengan.

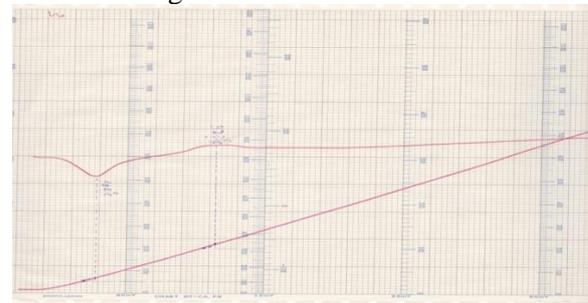
Berat Sampel : 30 mg
Bahan Pemanding : Al₂O₃
Temperatur : 26 - 950⁰ C
Thermocouple/mV : PR/15Mv
DTA Range : ± 100 μV
Heating Speed : 10⁰C



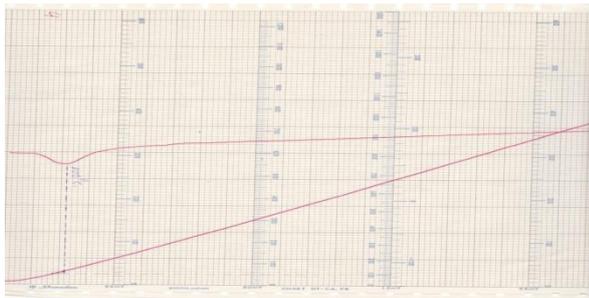
Gambar 2. Thermogram Horison Ah₁ Andisol Tiga Panah



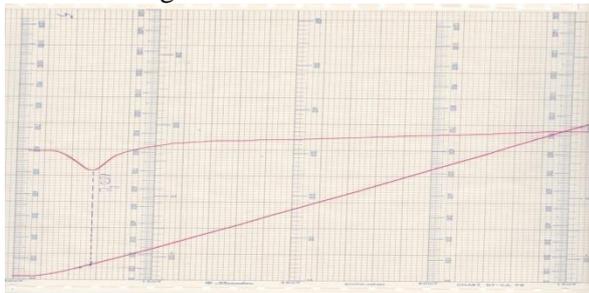
Gambar 3. Thermogram Horison Ah₂ Andisol Tiga Panah



Gambar 4. Thermogram Horison Ah₃ Andisol Tiga Panah



Gambar 5. Thermogram Horison Bw₁ Andisol Tiga Panah



Gambar 6. Thermogram Horison Bw₂ Andisol Tiga Panah

Penentuan Jenis mineral Alofan berdasarkan puncak endothermik dan eksothermik yaitu Alofan A dengan puncak eksothermik pada suhu 800 – 1000°C, sedangkan tanpa puncak eksothermik berarti Alofan B (Marpaung, 1985), Jenis mineral liat Alofan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 5. Puncak Thermogram setiap Horison di Profil Andisol Tiga Panah

Horison	Puncak Endothermik (°C)	Nama Mineral
Ah ₁	95	Alofan B
Ah ₂	85	Alofan B
Ah ₃	110	Alofan B
Bw ₁	90	Alofan B
Bw ₂	105	Alofan B

Pada gambar 2, 3, 4, 5 dan 6 diperoleh mineral yang terkandung adalah mineral Alofan. Penentuan mineral ini disebut identifikasi kuantitatif berdasarkan puncak endothermik pada kurva yang dimiliki setiap horison dan membandingkannya atau mencocokkannya dengan kurva DTA dari mineral standar, atau dengan kurva dari mineral yang telah diketahui (Tan, 1991). Puncak kurva endothermik ini dapat dilihat pada tabel 5.

Penentuan Secara Kuantitatif

$$\text{Kurva standar : Luas} = 875 \text{ mm}^2$$

$$\text{Berat Sampel} = 233,8 \text{ mg}$$

$$\text{Maka } 1 \text{ mg} = \frac{875 \text{ mm}^2}{233,8 \text{ mg}} = 3,74 \text{ mm}^2/\text{mg}$$

$$\text{Mineral Alofan : Luas} = 127 \text{ mm}^2$$

$$\text{Berat Sampel} = 233,8 \text{ mg}$$

$$\text{Maka } 1 \text{ mg} = \frac{127 \text{ mm}^2}{30 \text{ mg}} = 4,23 \text{ mm}^2/\text{mg}$$

Jumlah Alofan dari Endothermik

$$= \frac{\text{Luas kurva horizon Ah}_1/\text{mg sampel} \times 1 \text{ mg}}{\text{Luas kurva standar alofan/mg}}$$

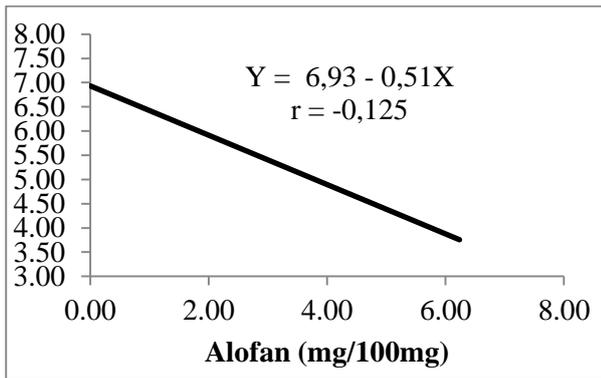
$$= \frac{4,23 \text{ mm}^2/\text{mg}}{3,74 \text{ mm}^2/\text{mg}} \times 1 \text{ mg} = 1,13 \text{ mm}^2/\text{mg}$$

Tabel 6. Hasil Kuantitatif Mineral Alofan setiap Horison di Profil Andisol Tiga Panah

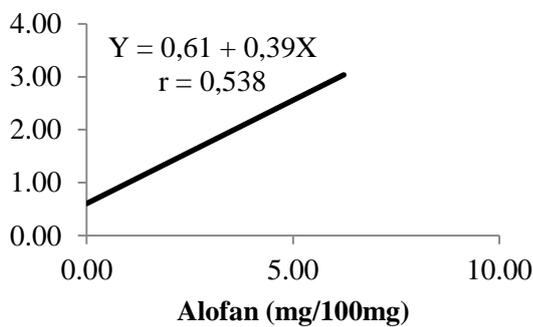
Horison	Luas Kurva (mm ²)	Jumlah Alofan dari Endothermik (mg/30mg)	Persentase Alofan dari Endothermik (mg/100mg)
Ah ₁	127	1.13	3.77
Ah ₂	210	1.87	6.23
Ah ₃	161	1.43	4.78
Bw ₁	122	1.09	3.62
Bw ₂	187	1.67	5.55

Penentuan luas dari kurva endothermik hasil interpretasi termogram dilakukan dengan membagi luas kurva endothermik dari setiap horizon dengan kurva endothermik dari mineral Alofan murni sehingga diperoleh luas yang menunjukkan bahwa pada kurva terdapat mineral liat alofan, sehingga penentuan mineral liat secara kualitatif dapat diperkuat dengan adanya penentuan mineral liat secara kuantitatif ini.

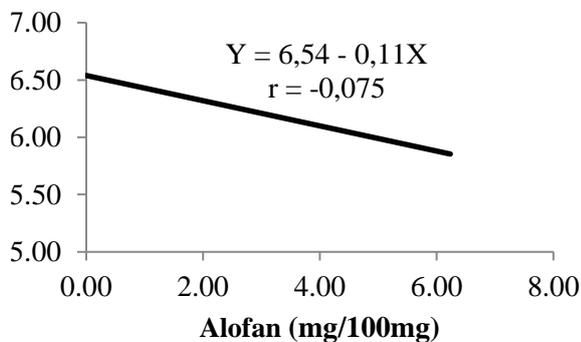
Hubungan Antara Alofan, Asam Humat, Asam Fulvat ditampilkan dengan kurva Linier yang didapatkan dengan Analisis SPEARMAN yang menunjukkan pola dan Hubungan Keeratan (r) ditampilkan pada Gambar 7, 8 dan 9.



Gambar 7. Hubungan Kadar Liat Aloxan dengan Asam Fulvat Horison Ah₁, Ah₂, Ah₃, Bw₁, Bw₂ pada Profil Andisol Tiga Panah



Gambar 8. Hubungan Kadar Liat Aloxan dengan Asam Humat Horison Ah₁, Ah₂, Ah₃, Bw₁, Bw₂ pada Profil Andisol Tiga Panah



Gambar 9. Hubungan Kadar Liat Aloxan dengan Asam Fulvat dan Humat Horison Ah₁, Ah₂, Ah₃, Bw₁, Bw₂ pada Profil Andisol Tiga Panah

Korelasi Aloxan, Asam Humat dan Asam Fulvat berdasarkan standard nilai korelasi didapatkan hubungan yang negatif antara Aloxan dan Asam Fulvat dengan tingkat keeratan hubungan (*r*) sangat lemah sebesar -0,125. Hubungan antara Aloxan dan Asam Humat adalah positif dengan tingkat keeratan hubungan (*r*) Kuat sebesar 0,538 dan Hubungan antara Aloxan dan Asam Humat+Fulvat adalah negatif yakni tingkat

keeratan hubungan (*r*) sangat lemah sebesar -0,075. Hal ini menunjukkan bahwa mineral Aloxan B yang dimana tingkat keeratan hubungan dengan bahan organik dalam kategori Kuat, dan Asam humat memiliki hubungan yang positif untuk Aloxan sedangkan untuk Asam Fulvat adalah negatif.

Dari Analisis Spearman didapatkan hubungan yang negatif antara Aloxan-Asam Fulvat dan Aloxan-Asam Fulvat+Humat dikarenakan sifat dari Asam Humat yang berbeda dengan Asam Humat yang menunjukkan nilai positif antara Aloxan-Asam Humat. Asam Fulvat memiliki sifat khelasi yang kurang dibandingkan dengan Asam Humat dan juga kelarutan Asam Fulvat yang lebih dibandingkan Asam Humat (Theng, 1979). Hal ini juga disebabkan pada semua pH, Asam Humat mempunyai muatan negatif (Antelo, *et.al*, 2006) sehingga gugus fungsionalnya berinteraksi dengan Aloxan yang memiliki muatan positif dari organoaluminosilikat yang dapat mengikat muatan negatif (Sukmawati, 2011). Asam Fulvat memiliki warna kuning sampai coklat yang mendominasi seluruh horison di Profil tanah sedangkan Asam Humat mendominasi horison atas yakni Ah yang memiliki warna coklat sampai hitam (Theng, 1979).

Dari hubungan Gambar 7 didapatkan hubungan Aloxan negatif maka Aloxan tersebut sudah berkembang menjadi Aloxan A, untuk Gambar 8 didapatkan hubungan yang positif maka Aloxan tersebut adalah Aloxan B dan Untuk Gambar 9 didapatkan hubungan negatif maka Aloxan tersebut sudah berkembang menjadi Aloxan A, Namun karena Aloxan berikatan dengan Asam Humat dengan korelasi positif yang Kuat maka dapat disimpulkan Aloxan Andisol Tiga Panah adalah Aloxan B dimana khelasi masih kuat dengan bahan organik khususnya Asam Humat.

Dari analisis thermogram didapatkan jenis Aloxan B dan Analisis korelasi Spearman Aloxan-Asam Humat maka dapat disimpulkan Aloxan Andisol Tiga Panah merupakan Aloxan B, karena Aloxan berikatan positif dengan Asam Humat sebagai bagian dari Bahan Organik dan berikatan negatif dengan Asam Fulvat dengan persentase 75 %

Asam Fulvat dan 25 % asam Humat dari analisis Asam Humat-Fulvat.

SIMPULAN

Penentuan jenis mineral liat Alofan berdasarkan Thermogram diketahui jenis mineral Alofan pada Andisol Tiga Panah adalah Mineral Alofan B dan Melalui hubungan mineral Alofan-Bahan Organik diketahui bahwa Jenis Mineral Alofan adalah Alofan B dengan hubungan Alofan-Asam Humat adalah Positif

DAFTAR PUSTAKA

- Antelo, J., F. Arce, M. Avena, S. Fiol, R. Lopez, dan F. Macias, 2006. Adsorption of Humic Acid at The Surface of Goethite and its Competitive Interaction With Phosphate. Gederma. Argentina.
- Fiants, D., N. Hakim and EV. Rants. 2005. Properties and Utilisation of Andisol in Indonesia. University of Andalas Limau Manis. Padang.
- Hardjowigeno, SJ. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Hakim, N., MY. Nyakpa, AM. Lubis., SG. Nugroho, MR. Saul., MA. Diha., GB. Hong., dan HH. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung, Lampung.
- Kimble, JM., CL. Ping., ME. Sumner and LP. Wilding. 1999. Andisols in HandBook of Soil Science. CRC Press, Washington D.C.
- Marpaung, P. 1985. Profil Kompleks Alofan-Bahan Organik dalam Andisol di Daerah Kali Konto, Pujon Malang, Jawa Timur. THESIS. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Nanzyo, M. 2002. Unique Properties of Volcanic Ash Soil. Tohoku University, Japan.
- Soil Survey Staff. 1998. Keys to Soil Taxonomy USDA. SCS Sixth Edition, United States.
- Tan, KH. 1998. Principles of Soil Chemistry, 3rd Ed. Marcel Decker, Inc, New York.
- Theng, BKG. 1979. Formation and properties of clay-polymer complexes. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York.