

PENENTUAN STRUKTUR FORMULA MINERAL LIAT PADA INCEPTISOL DI LAHAN KAMPUS BARU USU KWALA BEKALA

The Calculations Of Formulae Structure Of Clay Minerals On Inceptisols
At University Of North Sumatera Land Kwala Bekala

Naomi Eirene Matondang^{1*}, Purba Marpaung², Jamilah²

¹Alumnus Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan 20155

²Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan 20155

*Corresponding author : email : eireненаomi@yahoo.co.id

ABSTRACT

The Calculations of Formulae Structure of Clay Minerals on Inceptisols at University of North Sumatera Land Kwala Bekala. The calculation have not been researched in this area. Therefore, a research had been conducted survey at USU Land Kwala Bekala Pancur Batu Subdistrict, Deli Serdang Regency (70 meters above sea level) in March-July 2013 by using method of calculation of some elements that formation of clay mineral. The results showed that the formulae is $(0,025K_2O + 0,03Na_2O + 0,001CaO) (3,27SiO_2 + 0,93Al_2O_3) (1,77Al_2O_3 + 0,87Fe_2O_3 + 0,007MnO + 0,03MgO) (3,27SiO_2 + 0,93Al_2O_3) (0,025K_2O + 0,03Na_2O + 0,001CaO) (4,12OH)$, this montmorillonite minerals is not pure because the isomorphous substitution in tetrahedral and octahedral crystal respectively, be Beidelite mineral.

Keywords : Inceptisol, Structural Formulae, Montmorillonite, Beidelite.

ABSTRAK

Penentuan Struktur Formula Mineral Liat Pada Inceptisol di Lahan Kampus Baru USU Kwala Bekala. Struktur formula mineral liat Inceptisol belum pernah diteliti di daerah ini. Untuk itu suatu penelitian telah dilakukan di Lahan Kampus Baru Kwala Bekala Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang (70 m di atas permukaan laut) pada Maret-Juli 2013 menggunakan metode perhitungan dari beberapa elemen penyusun mineral liat. Hasil penelitian menunjukkan struktur formula mineral liat Montmorilonit yaitu $(0,025K_2O + 0,03Na_2O + 0,001CaO) (3,27SiO_2 + 0,93Al_2O_3) (1,77Al_2O_3 + 0,87Fe_2O_3 + 0,007MnO + 0,03MgO) (3,27SiO_2 + 0,93Al_2O_3) (0,025K_2O + 0,03Na_2O + 0,001CaO) (4,12OH)$. Mineral Montmorilonit tidak murni lagi karena telah mengalami substitusi isomorfik pada kristal tetrahedral dan octahedral, sehingga menjadi mineral Beidelit.

Kata kunci : Inceptisol, Struktur Formula, Montmorilonit, Beidelite

PENDAHULUAN

Mineral liat merupakan salah satu komponen tanah yang sangat penting, karena pada dasarnya, mineral liat dapat menentukan sifat fisik dan kimia tanah dan sebagai sentral dalam proses reaksi pertukaran ion di dalam tanah. Walaupun mineral liat memiliki ukuran yang sangat kecil, ada mineral yang memiliki kemampuan mengembang mengerut, dan kapasitas pertukaran kation (KTK) bervariasi dan konsistensi tanah dipengaruhi oleh mineral liat.

Lahan kampus baru USU adalah lahan dengan kawasan hutan pendidikan (arboretum) kampus USU Kwala Bekala terletak di bagian selatan kampus, berdampingan dengan kawasan laboratorium terpadu. Menempati lahan seluas ± 30 ha, merupakan taman hutan raya sebagai bagian dari kegiatan akademik Fakultas Pertanian, memungkinkan terlaksananya fungsi area hijau sebagai daerah konservasi. Daerah ini memiliki kondisi topografi yang beragam

yang memiliki tingkat perkembangan dan jenis tanah yang berbeda pula.

Oleh Kuhon (2009) diketahui bahwa pada lahan ini terdapat tiga jenis tanah yaitu tanah Alluvial (Entisol), Podsolik Coklat Kekuningan (Inceptisol) dan Podsolik Coklat Kemerahan (Ultisol). Penelitian penentuan struktur formula mineral liat tanah pada lokasi ini yang telah diteliti sebelumnya pada tanah ultisol (Saragih, 2012) dan entisol (Sihaloho, 2012). Sedangkan pada tanah inceptisol belum diteliti struktur formulanya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di lahan Arboretum kampus baru Pertanian USU Kwala Bekala dengan ketinggian tempat 70 m di atas permukaan laut yang berjarak 17 km dari kota Medan, analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2013. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah pada profil 2 Horizon

Bw dengan kedalaman 89/98 - +90 cm, kertas millimeter, dan termograf. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah Global Positioning System (GPS), cangkul, kantong plastik, kamera, alat tulis, dan sebagainya.

Analisis di laboratorium dilakukan dengan menggunakan metode analisis total pada senyawa SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , K_2O , Na_2O dan H_2O untuk sampel tanah Inceptisol, yaitu analisis total H_2O adalah metode grafimetric dan analisis total Aluminium Oksida (Al_2O_3), Silika Oksida (SiO_2), Ferum Oksida (Fe_2O_3), Mangan Oksida (MnO), Magnesium Oksida (MgO), Kalsium Oksida (CaO), Kalium Oksida (K_2O), Natrium Oksida (Na_2O) adalah metode AAS. Selanjutnya dilakukan analisis data dengan membandingkan luas kurva endothermik mineral alofan : luas kurva endothermik mineral montmorilonit, yaitu $95 \text{ mm}^2 : 28 \text{ mm}^2$ atau dengan perbandingan 7:2.

Kemudian diperoleh SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , K_2O , Na_2O dan H_2O untuk montmorilonit dan alofan. Lalu

dihitung hasil penyebaran data struktur formula mineral liat tipe 2:1 (montmorilonit).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel tanah Inceptisol di lahan kampus baru USU Kwala Bekala dengan deskripsi sebagai berikut:

Jenis Tanah : Tanah Podsolik Coklat Kekuningan (Inceptisol)

Lokasi : Arboretum USU Kuala Bekala, kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang

Kode : Profil 2

Kordinat : $3^{\circ}28'44,22''$ LU dan $98^{\circ}38'11,0''$ BT

Bahan Induk : Satuan Singkut (andesit, dasit, mikrodiorit, tufa)

Kemiringan Lereng : 3%

Topografi : datar

Drainase : baik

Arah Hadap Lereng : Timur Laut

Elevasi : 70 m di atas permukaan laut

Kedalaman Efektif : 36 cm

Vegetasi : Jambu (*Psidium guajava* L.), Kedalaman air tanah : -
rumput-rumputan Hasil analisis total mineral SiO_2 ,
(*Graminae*), sirsak (*Anona* Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , K_2O , Na_2O
muricata L.), lamtoro dan H_2O yang diperoleh adalah sebagai
(*Leucaena leucocephala*), jati berikut:
(*Tectonia grandis*).

Tabel 1. Hasil analisis total sampel tanah Inceptisol

No.	Parameter	% Kandungan	Metode
1	SiO_2	55,88	AAS
2	Al_2O_3	26,40	AAS
3	Fe_2O_3	9,49	AAS
4	MnO	0,08	AAS
5	MgO	0,16	AAS
6	CaO	0,02	AAS
7	K_2O	0,36	AAS
8	Na_2O	0,25	AAS
9	H_2O	10,55	Grafimetri
Total		103,19	

Dari tabel analisis total diatas, dapat dilihat bahwa % yang paling tinggi terdapat pada kandungan siliki (SiO_2) yaitu 55,88 % dan kandungan mineral liat yang terendah terdapat pada kandungan kalsium (CaO) yaitu 0,02 %.

Proporsi luas kurva endothermik mineral alofan : montmorilonit = 95 mm^2 :

$28 \text{ mm}^2 = 7 : 2$. Melalui perbandingan luas kedua mineral dan hasil analisis total diperoleh proporsi masing-masing senyawa penyusun mineral alofan dan montmorilonit. Proporsi senyawa penyusun mineral amorf dan kristalin dapat disajikan pada tabel berikut ini

Tabel 2. Proporsi senyawa penyusun mineral alofan dan montmorilonit

No.	Parameter	Analisis total (%)	Mineral Liat	
			Alofan	Montmorilonit
1.	SiO ₂	55,88	43,46	12,42
2.	Al ₂ O ₃	26,40	20,53	5,87
3.	Fe ₂ O ₃	9,49	7,38	2,11
4.	MnO	0,08	0,06	0,02
5.	MgO	0,16	0,12	0,04
6.	CaO	0,02	0,02	0,004
7.	K ₂ O	0,36	0,28	0,08
8.	Na ₂ O	0,25	0,19	0,06
9.	H ₂ O	10,55	8,20	2,34
Total		103,19	80,24	22,94

Dari Tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa kandungan mineral liat montmorilonit adalah 22,944%. Oleh karena itu untuk mengetahui setiap kandungan mineral liat yang terkandung dalam mineral liat

montmorilonit, maka dihitung 100% montmorilonit. Data mineral liat montmorilonit dalam kadar 100% dapat dilihat pada Tabel 3 yang tersaji seperti dibawah ini.

Tabel 3. Data mineral montmorilonit dalam 100%

No	Parameter	Montmorilonit dalam 100%
1.	SiO ₂	54,13
2.	Al ₂ O ₃	25,58
3.	Fe ₂ O ₃	9,20
4.	MnO	0,09
5.	MgO	0,17
6.	CaO	0,017
7.	K ₂ O	0,35
8.	Na ₂ O	0,24
9.	H ₂ O	10,23
Total		100,02

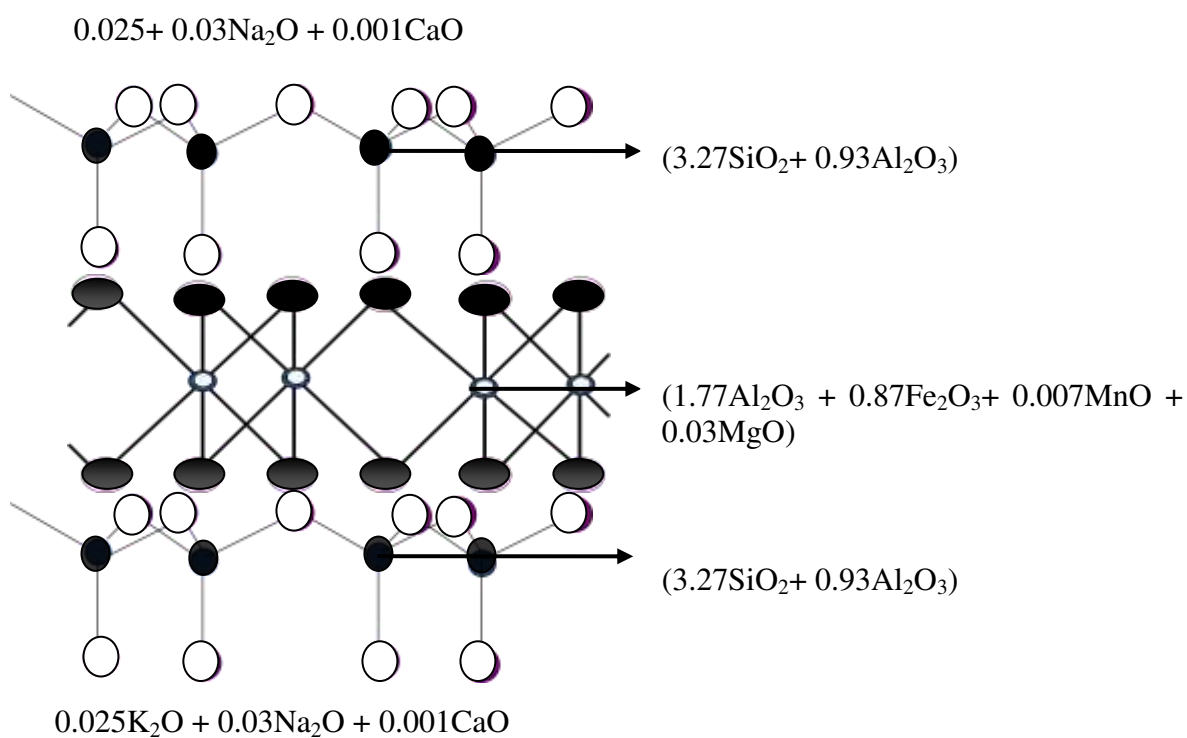
Dari hasil analisis total mineral liat montmorilonit diatas diketahui bahwa jumlah total kandungan mineral dalam 100%

montmorilonit adalah 100,02%. Sehingga jumlah dan proporsi kation dalam masing – masing parameter adalah sebagai berikut

Tabel 4. Hasil penyebaran data struktur formula mineral liat tipe 2:1 (monmorilonit)

	Jumlah	Jumlah	Proporsi	Jumlah	Proporsi	Jumlah	Proporsi		Kuantitas
Mineral	Mineral % (A)	Molekul	mol (A:B) C	Oksigen (D)	Oksigen (CxD) E	Kation (F)	Kation (CxF) G	Faktor O/ΣE H	Kation (GxH) I
SiO ₂	54.13	60	0.90	2	1.80	1	0.90	7.25	6.54
Al ₂ O ₃	25.58	102	0.25	3	0.75	2	0.50	7.25	3.63
Fe ₂ O ₃	9.20	160	0.06	3	0.17	2	0.12	7.25	0.87
MnO	0.09	67	0.001	1	0.001	1	0.001	7.25	0.007
MgO	0.17	40	0.004	1	0.004	1	0.004	7.25	0.03
CaO	0.017	56	0.0003	1	0.0003	1	0.0003	7.25	0.002
K ₂ O	0.35	94	0.004	1	0.004	2	0.01	7.25	0.05
Na ₂ O	0.24	62	0.004	1	0.004	2	0.01	7.25	0.06
H ₂ O	10.23	18	0.568	1	0.57	2	1.14	7.25	8.24
					ΣE=3.31				
Ket:Jumlah	O	=	24						

Mineral liat montmorilonite tipe 2:1 dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Struktur mineral liat montmorilonite tipe 2:1

Struktur formula mineral liat:

$(0,025\text{K}_2\text{O} + 0,03\text{Na}_2\text{O} + 0,001\text{CaO}) (3,27\text{SiO}_2 + 0,93\text{Al}_2\text{O}_3) (1,77\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,87\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,007\text{MnO} + 0,03\text{MgO}) (3,27\text{SiO}_2 + 0,93\text{Al}_2\text{O}_3) (0,025\text{K}_2\text{O} + 0,03\text{Na}_2\text{O} + 0,001\text{CaO}) (4,12\text{OH})$

Dari perhitungan jumlah dan proporsi kation dalam mineral liat seperti pada Tabel 4 diperoleh rumus struktur formula seperti di atas. Hal ini berbeda dengan pernyataan Weaver dan Pollard (1975) yang menyebutkan bahwa rumus umum dari mineral liat montmorilonit adalah $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + x\text{H}_2\text{O}$. Hal ini menunjukkan bahwa montmorilonit ini tidak murni lagi.

Perhitungan Jumlah dan Muatan Mineral

Kation di lapisan tetrahedral = $(3,27\text{SiO}_2 + 0,93\text{Al}_2\text{O}_3)$

$$3,27 \times 4^+ = 13,08$$

$$0,93 \times 3^+ = 2,79$$

$$= 15,87$$

digantikan

Dimana $\text{Si}^{4+} \longrightarrow \text{Al}^{3+}$

Seharusnya berjumlah=16

$$\text{Maka, } 16 - 15,87^+ = 0,13 \text{ (-)}$$

Kation di lapisan oktahedral = $(1,77\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,87\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,007\text{MnO} + 0,03\text{MgO})$

$$1,77 \times 3^+ = 5,31$$

$$0,87 \times 3^+ = 2,61$$

$$0,007 \times 2^+ = 0,014$$

$$0,03 \times 2^+ = 0,06$$

$$= 7,544$$

digantikan

Dimana $\text{Al}^{3+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+}, \text{MnO}^{2+}$
dan Mg^{2+}

Seharusnya berjumlah=12

$$\text{Maka, } 12 - 7,544^+ = 4,456 \text{ (-)}$$

Muatan di Inter layer space $(0,025\text{K}_2\text{O} + 0,03\text{Na}_2\text{O} + 0,001\text{CaO})$

$$0,025 \times 1^+ = 0,025$$

$$0,03 \times 1^+ = 0,03$$

$$0,001 \times 2^+ = 0,002$$

$$= 0,057 \text{ (+)}$$

Sehingga muatan seluruhnya adalah

$$\text{Tetrahedral} = 2 \times 0,13 \text{ (-)} = 0,26 \text{ (-)}$$

$$\text{Oktahedral} = 1 \times 4,456 \text{ (-)} = 4,456 \text{ (-)}$$

$$\text{Interlayer space} = 2 \times 0,057 = 0,114 \text{ (+)}$$

$$\text{Total muatan} = 4,83 \text{ (-)}$$

Dalam Soepardi (1979) disebutkan bahwa pada lapisan tetrahedron seharusnya terdapat SiO_2 sebanyak 4% sedangkan pada Tabel 4 di lapisan tetrahedral terdapat kandungan SiO_2 sebesar 6,34% dan dilengkapi dengan Al_2O_3 sebesar 0,93%. Hal ini membuktikan bahwa lapisan ini tidak murni lagi karena kedudukan SiO_2 yang mengalami kekurangan telah digantikan oleh

Al_2O_3 . Hal ini didukung oleh pernyataan Mukhlis, dkk (2011) yang mengatakan bahwa umumnya terjadi secara alami pada mineral liat adalah Al^{3+} menggantikan Si^{4+} pada struktur octahedral. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Schofield dan Samson (1953) yang menyebut bahwa hanya satu Al^{3+} perlu mengganti satu Si^{4+} dalam 400 sel unit membayar kapasitas pertukaran 2 mequiv/100 g. Ada cukup kelebihan Al^{3+} di montmorilonit untuk memperhitungkan 10 kali kapasitas tukar. Jadi tampaknya mungkin bahwa sebagian besar Al^{3+} kelebihan tidak menggantikan dalam lembar tetrahedral.

Pada lapisan oktahedral, proporsi Al^{3+} adalah 1,77 mengalami kekurangan, karena pada umumnya terdapat 4 Al^{3+} dan terdapat 12 (+) proporsi kation pada lapisan ini. Sehingga untuk memenuhinya digantikan oleh 0,87 Fe^{3+} , 0,007 Mn^{2+} dan 0,03 Mg^{2+} . Hal ini sesuai dengan Weaver dan Pollard (1975) yang menyebutkan hadirnya Fe^{3+} dan Mg^{2+} dalam lembar oktahedral menyatakan bahwa telah terjadi substitusi isomorfik

mengakibatkan keseimbangan muatan muatan.

Total kekurangan muatan adalah 4,83 negatif. Karena adanya muatan negatif atau terjadi kekurangan, maka inilah yang dikatakan dengan substitusi isomorf. Hal ini sesuai dengan literatur Hakim, dkk, (1986) yang menyatakan bahwa sumber muatan negatif liat yang utama adalah substitusi isomorfik. Di samping itu juga akibat patahnya pinggiran lempeng kristal liat. Juga mungkin berasal dari permukaan koloid liat yang mempunyai gugus oksigen dan hidroksil yang tersembul, sehingga menimbulkan titik-titik bermuatan negatif. Pada proses substitusi isomorfik kation bervalensi tinggi digantikan oleh kation bervalensi rendah. Substitusi isomorfik ini akan terjadi bila radius atomnya tidak banyak berbeda. Misalnya, penggantian Si^{4+} oleh Al^{3+} atau Al^{3+} digantikan oleh Mg^{2+} .

Perkembangan tanah juga dapat ditentukan berdasarkan nisbah $\text{SiO}_2\text{-R}_2\text{O}_3$ ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{+Fe}_2\text{O}_3$), dimana $\text{SiO}_2 = 6,34$, R_2O_3 ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{+Fe}_2\text{O}_3$) = $3,63 + 0,87 = 4,5$ Jadi, $\text{SiO}_2\text{-R}_2\text{O}_3$ ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{+Fe}_2\text{O}_3$) = $6,34 - 4,5 = 1,84$. Oleh

karena itu, tanah mengalami perkembangan ke arah lebih lanjut. Menurut literatur Marpaung (2005) yang menyatakan bahwa berdasarkan nisbah $\text{SiO}_2\text{-R}_2\text{O}_3$ ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{+Fe}_2\text{O}_3$), tanah yang memiliki nisbah lebih dari satu lebih berkembang daripada tanah dengan nisbah kurang dari satu.

Kelebihan khusus dari penelitian ini dengan metode struktur penentuan mineral liat bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Carey (2009) dengan metode morfologi, metode mineral liat, metode mineral index Van Wambeke, Carey (2009) menentukan mineral yang terdapat di dalam tanah. Sedangkan melalui metode struktur formula mineral liat dapat menentukan mineral montmorilonit itu masih murni atau tidak murni.

SIMPULAN

Tanah lahan kampus baru USU Kwala Bekala telah berkembang menjadi Inceptisol dengan jenis mineral Beidelite. Struktur formula mineral liat montmorilonit yang diperoleh adalah $(0,025\text{K}_2\text{O} + 0,03\text{Na}_2\text{O} + 0,001\text{CaO}) (3,27\text{SiO}_2 + 0,93\text{Al}_2\text{O}_3)$

$(1,77\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,87\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,007\text{MnO} + 0,03\text{MgO}) (3,27\text{SiO}_2 + 0,93\text{Al}_2\text{O}_3) (0,025\text{K}_2\text{O} + 0,03\text{Na}_2\text{O} + 0,001\text{CaO}) (4,12\text{OH})$ dan diketahui telah terjadi substitusi isomorfik yaitu pada tetrahedral 0,73 SiO_2 digantikan 0,93 Al_2O_3 dan pada oktahedral 0,23 Al_2O_3 digantikan oleh 0,87 Fe_2O_3 , 0,007 MnO dan 0,03 MgO .

Namun pada penelitian ini tidak diketahui jenis mineral alofan yang terdapat di dalam tanah ini padahal hampir 80% jenis mineral yang dikandungnya adalah alofan. Oleh karena itu perlu dianalisis kandungan senyawa mineral dalam mineral alofan yang terdapat dalam tanah Inceptisol Lahan Baru USU Kwala Bekala.

DAFTAR PUSTAKA

- Carey, J. S. 2009. Perbandingan Tingkat Perkembangan Tanah Menurut Metode Morfologi Tanah, Mineral Liat dan Mineral Indeks Van Wambeke Pada Tiga Pedon Perwakilan di Arboretum Kampus USU Kuala Bekala. USU, Medan
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. R. Saul, M. A. Diha, G. B. Hong, H. H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung, Lampung.

- Kuhon, R. V. R. 2009. Kajian Pola Distribusi Mineral Liat pada Tiga Jenis Tanah Berdasarkan Tingkat Perkembangan Tanah di Lahan Kampus Baru Pertanian USU Kwala Bekala. USU, Medan.
- Marpaung, P., 2005. Genesis dan Taksonomi Tanah, Practice Guide Book. Laboratorium Mineralogi dan Klasifikasi Tanah, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Saragih, R., 2012. Penentuan Struktur Formula Mineral Liat Tanah Entisol Pada Lahan Arboretum Kampus USU Kuala Bekala. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sihaloho, N., 2012. Penentuan Struktur Formula Mineral Liat Tanah Entisol Pada Lahan Arboretum Kampus USU Kuala Bekala. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Soepardi, G. 1979. Sifat dan Ciri Tanah. Saduran dari The Nature and Properties of Soils by Brady,.1975.
- Weaver, C. E. dan L. D. Pollard, 1975. The Chemistry of Clay Minerals. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York.