

# KARBON ORGANIK, KOMPLEKS HUMUS BESI DAN ALUMINIUM PADA EMPAT ORDO TANAH DI LAHAN KERING KABUPATEN ACEH BESAR, INDONESIA

## ORGANIC CARBON, IRON AND ALUMINUM HUMUS COMPLEXES ON FOUR SOIL ORDERS IN DRYLAND OF ACEH BESAR DISTRICT, INDONESIA

C. Fajrina<sup>1</sup>, Sufardi<sup>1\*</sup>, T. Arabia<sup>1</sup>, Khairullah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

\*Email: sufardi\_usk@unsyiah.ac.id

### ABSTRAK

Senyawa humus tanah sangat berperan dalam membentuk kompleks dengan logam Fe dan Al sehingga kation ini tidak mudah larut dan tidak beracun bagi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan C total dan fraksi Fe- dan Al- humus tanah pada empat ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar, Indonesia. Ordo tanah yang dikaji adalah Ultisol (Typic Kandiaquult) Jantho, Andisol (Eutric Hydrudand) Saree, Mollisol (Typic Calciaquoll) Krueng Raya, dan Oxisol (Plinthic Kandiudox) Lembah Seulawah. Sampel tanah diambil pada setiap lapisan horison untuk dianalisis C total, Fe- dan Al-humus. Kandungan C ditetapkan dengan metode destruksi basah menggunakan asam sulfat dan peroksida, sedangkan Fe dan Al humus diekstrak dengan larutan 0,1 N Na-pirofosfat (van Reeuwijk, 1992). Fe dan Al dalam ekstrak diukur dengan AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa C total bervariasi dari sangat rendah sampai tinggi (1,3-44,4 g kg<sup>-1</sup>). Kandungan C total dalam Andisol>Mollisol>Ultisol>Oxisol dan nilai tertinggi dijumpai pada Andisol Saree yaitu 79,9 Mg C ha<sup>-1</sup> pada horison Ap. Kandungan C semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman. Kandungan Fe-humus relatif tidak jauh berbeda antara ordo tanah, namun Al-humus tanah sangat bervariasi antar ordo tanah dan lapisan horison. Kandungan Fe-humus tergolong rendah (0,4-1,4 g kg<sup>-1</sup>), sedangkan Al-humus bervariasi dari rendah hingga sedang (23,7-75,3 g kg<sup>-1</sup>). Al-humus dalam Ultisol>Mollisol>Andisol>Oxisol. Tidak terdapat korelasi yang nyata antara C total dengan Fe- dan Al-humus tanah.

Kata Kunci: Bahan organik, C total, Kompleks Fe/Al-humus, ordo tanah

### ABSTRACT

Soil humus compounds play a role in forming metal-humus-complexes with Fe and Al so that these cations are not easily soluble and not toxic to plants. This study aims to determine the total C, and Fe- and Al-humus contents in four soil orders in dryland of Aceh Besar District, Indonesia. The soil orders evaluated was Ultisol (Typic Kandiaquult) from Jantho, Andisol (Eutric Hydrudand) from Saree, Mollisol (Typic Calciaquoll) from Krueng Raya, and Oxisol (Plinthic Kandiudox) from Seulawah Valley. To analyze the total C, Fe- and Al-humus, the samples are taken at each of the soil horizons. The content of C was determined by wet destruction method using sulfuric acid and peroxide, while Fe- and Al-humus were extracted with 0.1 N Na-pyrophosphate solution (van Reeuwijk, 1992). Fe and Al in extracts were measured by AAS. The results showed that total C varied from very low to low (1.3-44.4 g kg<sup>-1</sup>). Total C content in Andisol> Mollisol> Ultisol> Oxisol and the highest value found in Andisol from Saree which is 79.9 Mg C ha<sup>-1</sup> in the Ap horizon. The content of C decreases with increasing depth. The content of Fe-humus is relatively not different between soil orders, but the content of Al-humus varies greatly between soil orders and horizon layers. Fe-humus content is low (0.4-1.4 g kg<sup>-1</sup>), while Al-humus varies from low to moderate (23.7-75.3 g kg<sup>-1</sup>). Al-humus in Ultisol> Mollisol> Andisol> Oxisol. There is no significant correlation between total C and Fe- and Al-humus of the soils.

Keywords: organic matter, total C, Fe/Al-humus complexes, soil order

## 1. PENDAHULUAN

Lahan kering merupakan suatu hampan lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi air pada sebagian

waktu dalam setahun atau sepanjang waktu. Di Indonesia, lahan kering ini terdapat pada dua zona iklim utama yaitu lahan kering di kawasan iklim tropika basah, dan lahan kering di kawasan iklim kering. Potensi lahan kering sebagai sasaran perluasan areal pertanian sangat besar jika lahan ini dikelola dengan baik, walaupun kenyataan saat ini produktivitas hasil tanaman pada lahan kering jauh lebih rendah dibandingkan dengan produktivitas pada lahan sawah (Sukarmandkk., 2012). Di Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh, lahan kering tersebar di beberapa wilayah kecamatan yang luasnya diperkirakan 89.134,34 hektar yang terdiri atas beberapa jenis tanah seperti Podsolik (Ultisol), Kambisol (Inceptisol), Aluvial (Entisol/Fluvent), Litosol (Entisol/Orthent), Andosol (Andisol), dan Renzina (Mollisol) (BPS Aceh, 2017). Lahan kering di Aceh Besar tergolong ke dalam lahan kering beriklim basah hingga iklim agak lembab dan lahan kering tersebut telah dimanfaatkan sebagai lahan tegalan, ladang, kebun campuran, sawah tadah hujan, dan padang penggembalaan serta ada kering yang dibiarkan sebagai lahan terlantar yang luasnya juga cukup besar (Sufardi dkk., 2017).

Kendala utama pengelolaan pertanian pada lahan kering selain masalah ketersediaan air juga terdapat sejumlah kendala yang bersumber dari karakteristik lahan dan tanah. Dari aspek biofisik lahan, permasalahan yang sering ditemukan pada lahan kering adalah kondisi lahan yang umumnya mempunyai topografi berbukit hingga curam sehingga dapat membatasi kelayakan lahan dan mudah terjadi erosi terutama jika lahan berada dalam keadaan terbuka (Helmi dkk., 2017). Dari aspek kimia tanah, permasalahan yang sering di temukan pada sistem pertanian lahan kering ini antara lain pH tanah rendah (masam hingga agak masam), kandungan C organik rendah, miskin unsur hara, kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa rendah, fiksasi

fosfat yang tinggi, masalah erosi dan ketersediaan air (Sanchez, 2012). Tanah-tanah di iklim tropis sering digolongkan sebagai tanah dengan sistem muatan variabel dan memiliki liat aktivitas rendah. Aktivitas liat yang rendah ini terjadi karena sebagian besar tanah-tanah yang berkembang di lahan kering ini secara mineralogis didominasi oleh mineral liat tipe 1:1 seperti kaolinit dan halloysit serta oleh oksida-oksida hidroksida dari Fe, Al, dan Si (Theng 2012, Sanchez, 2012, Sufardi dkk., 2017). Lebih jauh Sanchez (2012) menyatakan bahwa fraksi-fraksi Fe, Al, dan Si ini sangat penting pada tanah-tanah di wilayah tropika, karena sangat berpengaruh terhadap karakteristik muatan koloid dan sifat fisikokimia tanah.

Fraksi Fe, Al, dan Si ini di dalam tanah dapat dibedakan atas tiga bentuk, yaitu kristalin, para kristalin (amorf), dan bentuk kompleks humus (Bolandkk., 2012). Pemisahan ketiga bentuk fraksi ini dapat dilakukan secara kimia yang dengan menggunakan larutan kimia selektif menggunakan larutan dithionit-sitrat, ammonium oksalat, dan natrium pirofosfat. Bentuk fraksi-fraksi dari Fe, Al dan Si ini di dalam tanah juga sangat bervariasi tergantung jenis tanah dan tingkat perkembangan tanah serta bahan induk pembentuk tanah (Theng, 2012). Bentuk kristalin dan amorf di dalam tanah lebih berperan sebagai mineral yang memiliki afinitas yang tinggi terhadap adsorpsi anion seperti fosfat, sulfat, dan molibdat (Bolandkk., 2012) sehingga keberadaan komponen mineral ini dapat menimbulkan fiksasi hara di dalam tanaman sehingga tidak mudah tersedia bagi tanaman (Mengel dan Kikrby, 2010, Sufardi, 2012).

Fraksi Fe/Al humus di dalam tanah terdapat dalam bentuk kompleks dengan senyawa humus tanah dan dapat dianalisis dengan ekstraksi Na-pirofosfat (Takahashi dan Dahlgren, 2016). Bentuk senyawa Fe dan Al humus ini sangat penting karena melalui proses khelat ini reaktifitas

kation logam seperti Fe, Al, dan Mn dapat diimobilisasi sehingga tidak meracuni tanaman (Sposito, 2017). Di dalam profil tanah, kandungan Fe dan Al humus ini biasanya bervariasi tergantung jenis tanah dan penyebarannya di dalam solum juga bervariasi. Penelitian Arabia (2009), pada Inceptisol lahan kering didapatkan bahwa Fe dan Al yang diekstrak dengan pirofosfat rendah kandungannya dan berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Bahan organik tanah (C-organik) merupakan salah satu faktor untuk menentukan kualitas suatu tanah (Martunis dkk., 2016). Humus dengan kandungan yang tinggi akan sangat mempengaruhi proses pembentukan dan alih rupa mineral dan selanjutnya juga akan menentukan kehadiran sifat-sifat fisika dan kimia tanah dalam membentuk senyawa humus kompleks Al/Fe, alofan-humus dan liat-humus (Takahashi dan Dahlgren, 2016). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kandungan C organik, Fe dan Al humus pada beberapa empat ordot tanah (Andisol, Oxisol, Mollisol, dan Ultisol) di lahan kering Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh.

## 2. MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada empat profil tanah dari ordo Andisol, Oxisol, Mollisol, dan Ultisol yang terdapat pada lahan kering Kabupaten Aceh Besar. Andisol berasal dari Saree/BBI, Kecamatan Lembah Seulawah (05°27'03,2" LU; 95°43'45,2" BT), Oxisol berasal dari Desa Lembah Seulawah Kecamatan Lembah Seulawah (05°27'19,4" LU; 95°46'19,2" BT), Mollisol berasal dari Krueng Raya, Kecamatan Mesjid Raya (05°36'36,6" LU; 95°35'12,2" BT), dan Ultisol berasal dari Desa Jantho/Jalin, Kecamatan Jantho (05°16'58,41" LU; 95°37'51,82" BT). Analisis tanah dan fraksi Fe dan Al humus serta C organik dilakukan di Laboratorium Penelitian Tanah dan

Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Penelitian ini dilaksanakan pada Mei sampai Juli 2018.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan untuk deskripsi tanah di lapangan yaitu bor tanah, pH digital, cangkul, sekop, *abney level*, buku warna tanah Munsell, meteran, GPS (*global positioning system*), camera digital, pisau dan kantong sampel serta larutan kimia H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% dan HCl 10 N. Untuk pengukuran dan analisis laboratorium digunakan timbangan analitik empat digit, botol kocok, pipet digital, pipet volumetrik, pH meter, shaker, centrifus, homogenizer, dan AAS (*atomic absorption spectrophotometer*) model 7000S. Bahan kimia yang digunakan meliputi asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), Na-pirofosfat (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), dan larutan ampul 1000 mg L<sup>-1</sup> Fe dan Al, serta air bebas ion. Penelitian ini menggunakan metode survei deskriptif yaitu melalui observasi lapangan dan analisis laboratorium untuk pengumpulan data. Survei lapangan dilakukan untuk pengambilan sampel tanah dan identifikasi ordo (subgroup) tanah. Untuk keperluan analisis di laboratorium, sampel-sampel tanah diambil pada setiap lapisan horison sesuai dengan morfologi ordo tanah yang dipilih pada saat survei di lapangan yaitu meliputi empat ordo tanah mewakili Andisol, Oxisol, Mollisol, dan Ultisol. Profil tanah dibuat dengan cara membuka bidang tanah dengan dimensi ukuran 150 m x 100 m x 150 m atau dengan membuka tebing bukit yang telah tersingkap solumnya. Banyak sampel tanah untuk setiap horison yang diambil adalah sekitar 2 kg. Profil tanah yang telah dibuka selanjutnya diamatisifat-sifat morfologi yang meliputi batashorizon, simbol/nama dan ketebalan tiap lapisan horizon, serta sifat-sifat fisika tanah seperti warna tanah, tekstur, struktur, konsistensi, dan ciri khusus seperti fraksi kasar, konkresi, dan lain-lain yang mungkin ditemukan pada saat pengamatan.

Pengamatan sifat-sifat morfologi tanah dan penentuan subgroup tanah didasarkan pada panduan pengamatan tanah lapangan USDA (Soil Survey Staff, 2014). Sampel tanah yang diambil dari lapangan sebelum dianalisis terlebih dahulu dikeringanginkan selama 1 minggu, kemudian ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh (0,5 mm).

#### *Analisis karbon (C) organik*

Karbon organik atau C total dalam tanah dianalisis dengan menggunakan metode Walkley dan Black, yaitu dioksidasi dengan campuran kalium dikromat dan asam sulfat tanpa pemanasan eksternal. Kelebihan kalium dikromat dititrasi dengan larutan ferrosulfat ( $\text{FeSO}_4$  0,1 N. Prosedurnya analisisnya mengikuti urutan berikut, yaitu: (a) ditimbang 1 g sampel tanah halus (<0,5 mm) dimasukkan ke dalam labu takar, kemudian ditambahkan 10 ml kalium dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) dan 20 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , (b) campuran ini selanjutnya digoyang secara perlahan kemudian dibiarkan selama 30 menit, (c) setelah dingin ditambah 200 ml akuades, kemudian ditambah 10 ml asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dan 2 ml larutan indikator, (d) dititrasi dengan larutan fero sulfat sambil digoyang hingga berubah warna menjadi hijau.

#### *Analisis Fe dan Al humus*

Penetapan kandungan Fe dan Al humus tanah dianalisis dengan menggunakan metode van Reewijk yaitu dengan menggunakan larutan ekstraksi natrium pirofosfat 0,1 M. Larutan natrium pirofosfat 0,1 M dibuat dengan cara melarutkan 44,6 g  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  ke dalam 1 liter air bebas ion. Prosedur ekstraksi adalah dengan cara mengekstrak 1000 mg tanah halus (0,5 mm) dengan 60 ml Na-pirofosfat 0,1 N selama semalam (12 jam). Setelah pengocokan, diambil sebanyak 25 ml larutan ekstrak dimasukkan ke dalam tabung sentrifus, ditambah larutan superflox 0,2%, kemudian dipusing selama 15 menit pada 2500 rpm. Larutan bening diencerkan 5x dan 20x

pengenceran dengan larutan Na-pirofosfat 0,02 M. Kandungan Fe dan Al dalam larutan yang telah diencerkan diukur dengan AAS pada panjang gelombang 248,3 untuk Fe dan 309,3 untuk Al. Kandungan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dapat dikoversi dari 1,43 x %Fe humus, sedangkan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dikonversi dari 1,89 x %Al humus.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Deskripsi Ordo Tanah**

Hasil identifikasi sifat-sifat morfologi dan ciri horison penciri pada setiap pedon menunjukkan bahwa lahan kering di wilayah Kabupaten Aceh Besar terutama pada areal yang dimanfaatkan sebagai lahan pertanian terdiri atas beberapa ordo yang meliputi Andisol, Mollisol, Ultisol, dan Oxisol. Andisol terdapat pada sisi lembah gunung aktif (vulkanik) yaitu G. Seulawah Agam dengan komposisi mineral adalah kelompok alofanik (*amorphous mineral*). Mollisol terdapat di wilayah iklim yang agak kering di bagian Utara Kabupaten Aceh Besar dengan bahan induk kapur (*karst*) yang menghasilkan matriks tanah yang lembut dan kaya humus (Sufardi dkk., 2016), sedangkan Oxisol merupakan tanah yang berkembang dari pelapukan lanjut dari bahan induk vulkanik tua yang terdapat di bagian bawah gunung aktif Seulawah Agam. Ordo tanah ini kadang kala dijumpai dalam bentuk asosiasi dengan Ultisol, Inceptisol, Entisol, dan Andisol.

#### **Kandungan C organik, Fe dan Al humus**

Hasil analisis laboratorium terhadap kandungan Fe-humus dan Al-humus tanah yang di ekstrak dengan Na-pirofosfat dan C total tanah yang dioksidasi dengan kalium dikromat dan asam sulfat (metode Walkley-Black) pada setiap lapisan horizon dari empat ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kandungan C organik, Fe dan Al humus pada setiap horison dari empat ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar

Ordo	Subgroup	Simbol Horison	Kedalaman (cm)	C total (g kg <sup>-1</sup> )	Bahan organik (g kg <sup>-1</sup> )	Fe humus (g kg <sup>-1</sup> )	Al humus (g kg <sup>-1</sup> )	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )
Andisol Saree	Eutric Hydrudand	Ap	0-20	44,4	76,5	0,80	41,5	1,20	78,4
		AB	20-38	39,5	68,1	0,80	23,7	1,10	44,9
		Bw	38-60	14,2	24,5	0,90	44,7	1,30	84,5
		BC	>60	9,80	16,9	0,70	23,7	0,90	44,9
Oxisol Lembah Seulawah	Plinthic Kandiodox	A	0-10	9,40	16,2	0,40	23,7	0,60	44,9
		AB	10-35	4,80	8,28	0,40	44,7	0,60	84,5
		BA	35-69	4,50	7,76	0,40	51,1	0,60	96,7
		BO <sub>1</sub>	69-104	2,60	4,48	0,60	41,5	0,80	78,4
		BO <sub>2</sub>	>104	2,40	4,14	0,70	41,5	1,00	78,4
Mollisol Krueng Raya	Typic Calciaquoll	Ap	0-40	19,3	33,3	1,40	51,1	2,00	96,7
		BA	40-75	2,90	5,00	1,40	49,5	2,00	93,6
		Bk <sub>1</sub>	75-110	4,90	8,45	1,40	75,3	2,00	142,4
		Bk <sub>2</sub>	>110	2,20	3,79	1,00	54,4	1,50	102,8
Ultisol Jantho	Typic Kandiaquult	Ap	0-10	18,9	32,6	1,10	56,0	1,60	105,8
		AB	10-27	3,30	5,69	1,20	46,3	1,70	87,5
		BA	27-45	3,40	5,86	1,10	73,7	1,50	139,3
		Bt <sub>1</sub>	45-97	1,70	2,93	1,10	68,9	1,50	130,2
		Bt <sub>2</sub>	97-125	1,30	2,24	0,70	60,8	1,10	114,9

Sumber: Analisis laboratorium (2018)

### *C organik*

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kandungan C organik (C total) tanah sangat bervariasi Antara ordo dan profil (kedalaman) tanah. Secara umum kandungan C organik tanah pada lapisan atas (horizon A) berkisar dari 1,30-44,4 g kg<sup>-1</sup> atau setara dengan 2,24-76,5 g kg<sup>-1</sup> bahan organik dan tertinggi dijumpai pada Andisol Saree yang diikuti oleh Mollisol Krueng Raya, Ultisol Jantho, dan yang paling rendah ditemukan pada Oxisol Lembah Seulawah. Kandungan C organik Andisol berkisar dari 9,8 sampai 44,4 g kg<sup>-1</sup> dengan kategori sangat rendah sampai tinggi. Horison Ap dan AB kandungan C organik tergolong tinggi sedangkan pada horison Bw dan BC tergolong sangat rendah. Data tersebut menunjukkan bahwa kandungan C organik tanah semakin rendah (menurun) dengan bertambahnya kedalaman. Hal ini merupakan suatu kelaziman yang sering ditemukan pada hamper semua ordo tanah karena akumulasi bahan organik terdapat pada lapisan atas dan semakin menurun

dengan semakin bertambahnya kedalaman tanah (Kautsar, 2018). Darmawijaya (2009) menyatakan bahwa Andisol merupakan tanah berwarna hitam kelam yang mengandung bahan amorf dan alofan serta banyak bahan organik. Alofan dalam Andisol, mineral alofan dapat membentuk senyawa kompleks dengan bahan organik sehingga tanah berwarna hitam (Qafoku, 2015, Matusdkk., 2014, Williams dkk., 2016, Lorenz dan Lal, 2018).

Pada Oxisol Lembah Seulawah, kandungan C organik berkisar dari 2,4 sampai 9,4 g kg<sup>-1</sup> dan tergolong dalam kriteria sangat rendah. Kandungan C organik juga semakin rendah pada horizon yang semakin dalam. Kandungan C organik yang rendah pada Oxisol Lembah Seulawah menunjukkan bahwa tanah ini telah mengalami pelapukan yang lanjut, sehingga bahan organik tanah yang tertinggal sangat rendah (<1,0%). Faktor lain yang menyebabkan rendahnya C organik pada Oxisol ini adalah adanya pengaruh dari erosi dan dekomposisi cepat sebagai ciri tanah-

tanah yang berkembang di iklim tropika (Sanchez, 2012). Selanjutnya pada Mollisol Krueng Raya, hasil analisis menunjukkan bahwa C organik tanah berkisar 2,2-19,3 g kg<sup>-1</sup> atau setara dengan 3,79 sampai 33,3 g kg<sup>-1</sup> bahan organik (Tabel 1) dan tergolong dalam kriteria sangat rendah sampai rendah. Horison yang tergolong kedalam kriteria sangat rendah yaitu BA, Bk<sub>1</sub> dan Bk<sub>2</sub> sedangkan yang tergolong rendah terdapat pada horison Ap.

Berdasarkan data ini menunjukkan bahwa kandungan C organik pada Mollisol relatif lebih tinggi daripada kandungan C pada Oxisol. Pada Ultisol Jantho kandungan C organik juga bervariasi dari sangat rendah sampai rendah (1,3-18,9 g kg<sup>-1</sup>) atau setara dengan 2,24-32,6 g kg<sup>-1</sup> bahan organik. Berdasarkan data di atas maka dapat dikatakan bahwa kandungan C organik merupakan salah satu kendala pada sebagian besar ordo tanah yang mendominasi lahan kering Aceh Besar kecuali Andisol. Hasil penelitian ini sejalan dengan para peneliti yang lain yang juga telah melaporkan bahwa kandungan C pada tanah-tanah di lahan kering umumnya lebih rendah dari 1 persen khususnya pada tanah yang telah berkembang lanjut seperti Ultisol dan Oxisol (Husni dkk., 2016, Sufardi dkk., 2017). Rendahnya kandungan bahan organik menjadi salah satu penyebab rendahnya tingkat kesuburan tanah dan kualitas tanah (Martunis dkk., 2016, Sufardi dkk., 2017, Iwasaki dkk., 2017).

#### *Fe humus*

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kandungan Fe humus tanah pada Andisol Saree yang mempunyai empat lapisan horison yaitu Ap, AB, Bw dan BC berkisar dari 0,7-0,8 g kg<sup>-1</sup> atau setara dengan 0,9-1,3 g kg<sup>-1</sup> Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Nilai Fe humus pada Andisol Saree ini relatif tidak berbeda jauh antar lapisan horison dan termasuk kategori rendah. Pada Oxisol Lembah Seulawah yang memiliki lima lapisan horison yaitu A, AB, BA, BO<sub>1</sub> dan BO<sub>2</sub> kandungan Fe humus

berkisar dari 0,4-0,7 g kg<sup>-1</sup> atau setara dengan 0,6-1,0 g kg<sup>-1</sup> Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> serta tergolong dalam kategori rendah serta relatif tidak jauh berbeda antar horison walaupun pada horison BO<sub>2</sub> sedikit lebih tinggi dari horison A. Walaupun terjadi kenaikan Fe humus dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tetapi masih tergolong dalam kategori rendah. Pada Mollisol Krueng Raya, kandungan Fe humus pada horison Ap, BA dan Bk<sub>1</sub> 1,4 g kg<sup>-1</sup> sedangkan pada Bk<sub>2</sub> menurun menjadi 1,0 g kg<sup>-1</sup>. Begitu pula kandungan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari horison Ap hingga Bk<sub>1</sub> sebesar 2,0 g kg<sup>-1</sup> sedangkan pada Bk<sub>2</sub> menurun menjadi 1,5 g kg<sup>-1</sup>. Meskipun nilai Fe humus pada horison Ap hingga Bk<sub>1</sub> lebih besar daripada Bk<sub>2</sub> tetapi tetap tergolong rendah. Pada Ultisol Jantho, Fe humus berkisar 0,7-1,2 g kg<sup>-1</sup> sedangkan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> berkisar dari 1,1-1,7 g kg<sup>-1</sup>. Nilai Fe humus tertinggi dijumpai pada horison AB dan jika dilihat antar horison, kandungan Fe humus tidak berbeda jauh antar lapisan horison.

Berdasarkan data ini dapat dinyatakan bahwa kandungan Fe humus tanah pada keempat ordo yang terdapat di lahan kering Kabupaten Aceh Besar termasuk ke dalam kategori rendah. Kandungan Fe humus pada Mollisol Krueng Raya termasuk yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Fe humus pada tiga ordo tanah lainnya (Andisol, Oxisol, dan Ultisol). Menurut Kleber dkk., (2015), kandungan Fe humus erat kaitannya dengan kandungan humus tanah. Humus dapat membentuk kompleks dengan Fe dan Al di dalam tanah, sehingga jika senyawa humus dalam tanah terdapat dalam jumlah yang tinggi maka kandungan Fe humus atau Al humus biasanya lebih tinggi.

#### *Al-humus*

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kandungan Al humus tanah yang diekstrak dengan 0,1 N Na-pirofosfat ternyata sangat bervariasi antara jenis tanah dan juga antar lapisan horison tanah dari empat ordo tanah yang dikaji dengan kisaran nilai pada

lapisan atas (horizon A) berkisar dari 23,7-56 g kg<sup>-1</sup> atau sekitar 2,37% hingga 5,6%. Kandungan Al humus ini tergolong rendah hingga sedang (Takahashi dan Dahlgren, 2016). Kandungan tersebut setara dengan 44,9-105,8 g kg<sup>-1</sup> Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Kandungan Al humus pada lapisan horizon juga ternyata bervariasi dan secara umum Al humus berbeda Antara lapisan horizon.

Pada Andisol Saree, kandungan Al-humus tanah yang mempunyai lapisan horizon Ap, AB, Bw dan BC yang berkisar antara 23,7-44,7 g kg<sup>-1</sup>. Pada lapisan Ap Al-humus tanah 41,5 g kg<sup>-1</sup>, kemudian menurun pada horison AB menjadi 23,7 g dan selanjutnya pada horison Bw terjadi kenaikan kandungan Al-humus menjadi 44,7 g kg<sup>-1</sup> dan setelah itu menurun kembali pada horison BC menjadi 23,7 g kg<sup>-1</sup> dan pola ini ternyata berlaku juga untuk kandungan . Walaupun adanya variasi nilai antara Al-humus dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada Andisol masih saja termasuk dalam kategori rendah karena <5%. Pada Oxisol Lembah Seulawah, terdapat lima lapisan horison yaitu A, AB, BA, BO<sub>1</sub> dan BO<sub>2</sub> yang Al-humusnya berkisar dari 23,7-51,1 g kg<sup>-1</sup>. Pola antar horizon nya mirip juga seperti pada Andisol. Pada Mollisol Krueng Raya, kandungan Al-humus terdapat pada keempat lapisan horison yaitu Ap, BA, Bk<sub>1</sub> dan Bk<sub>2</sub> bervariasi dari 49,5-75,3 g kg<sup>-1</sup> dan tertinggi dijumpai pada horizon BA. Begitu pula Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada horison Ap adalah 96,7 g kemudian menurun dan meningkat lagi pada horizon BA. Pada Ultisol Jantho, kandungan Al humus dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> juga bervariasi Antara lapisan horizon dan tertinggi dijumpai pada horizon BA.

Berdasarkan data tersebut di atas, maka dapat dikatakan bahwa kandungan Al humus tanah sangat bervariasi antar jenis tanah dan horizon dan tidak selalu sebanding dengan dengan kandungan C tanah walaupun kandungan Al humus ini berkaitan dengan humus tanah. Dari ke empat ordo tanah yang diteliti, kandungan Al humus paling tinggi terdapat pada Mollisol Krueng raya dan Ultisol Jantho. Al

humus merupakan salah bentuk fraksi Al di dalam tanah yang secara struktur kimia sangat berbeda dengan bentuk lainnya. Al humus terbentuk karena adanya sintesis senyawa humus membentuk khelat dengan ion logam Al (Tan, 2005). Bentuk tersebut merupakan suatu kompleks yang membuat kation seperti Al menjadi tidak terhidrolisis sehingga pengaruh ion larut Al<sup>+++</sup> di dalam tanah menjadi berkurang (Sposito, 2017). Berbagai penelitian yang dilakukan pada lahan kering tropika, kandungan Al larut di dalam tanah pada umumnya cukup tinggi terutama pada tanah-tanah yang telah berkembang lanjut (Sanchez, 2012). Hal ini dapat menyebabkan terjadinya keracunan Al pada tanaman. Oleh sebab itu, jika Al dan Fe dapat membentuk kompleks humus ini, maka reaktifitas logam ini berkurang.

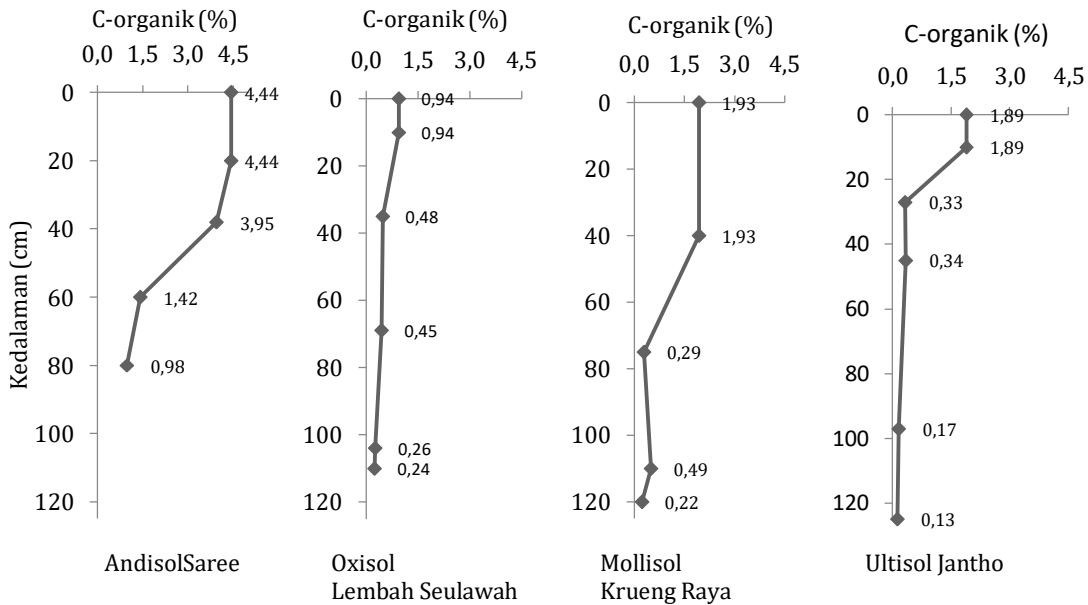
#### **Distribusi C, Fe, dan Al Humus vs Kedalaman Tanah**

Pola penyebaran C organik, Fe humus, dan Al humus tanah disajikan pada Gambar 1 sampai Gambar 3. Dari gambar tersebut memperlihatkan bahwa pola distribusi C organik pada tanah secara umum hamper serupa pada Andisol, Oxisol, Mollisol, dan Ultisol yaitu semakin menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah, walaupun ada sedikit fluktuasi antar horizon.

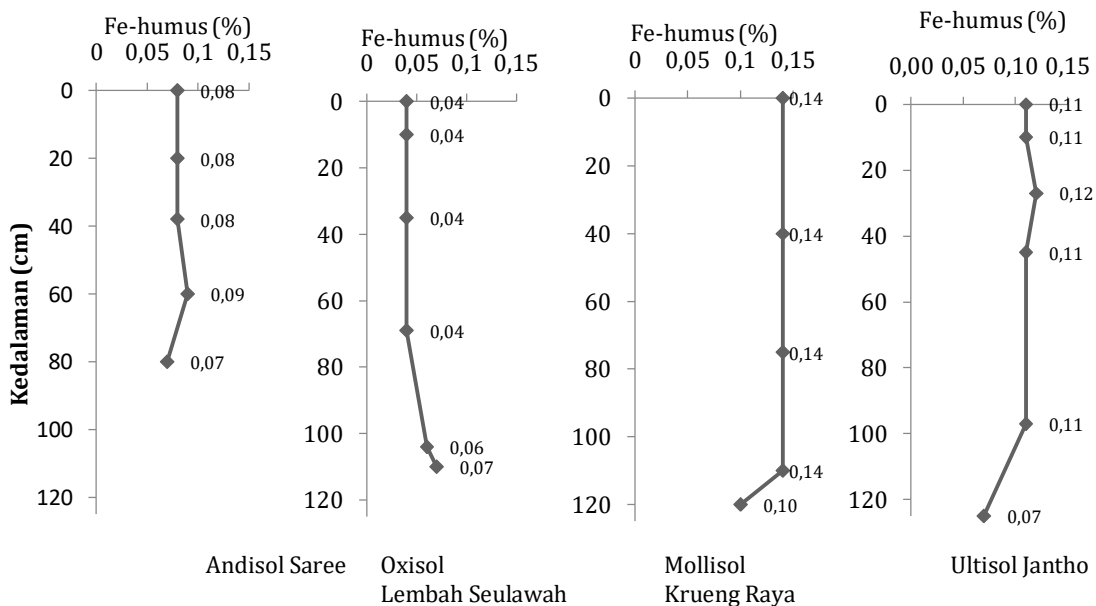
Pada tanah Mollisol sebaran C-organik terjadi penurunan pada kedalaman hingga 75 cm sebesar 2,9 g kg<sup>-1</sup> dan terjadi kenaikan pada kedalaman >75 hingga 110 cm kemudian terjadi penurunan kembali pada kedalaman >110 cm menjadi 2,2 g kg<sup>-1</sup> sehingga membentuk pola seperti pada Gambar 1. Sementara pada tanah Ultisol penurunan terjadi pada kedalaman hingga 27 cm sebesar 3,3 g kg<sup>-1</sup> dan terjadi kenaikan pada kedalaman >27 hingga 45 cm selanjutnya semakin menurun hingga kedalaman >45 cm. Dari Gambar 1 jelas terlihat bahwa pola distribusi yang agak luas terdapat pada Andisol yang diikuti oleh Mollisol dan Ultisol sedangkan yang paling sempit adalah pada Oxisol karena

pada tanah ini kandungan humus tanah lebih rendah dibandingkan dengan ordo

tanah lainnya.

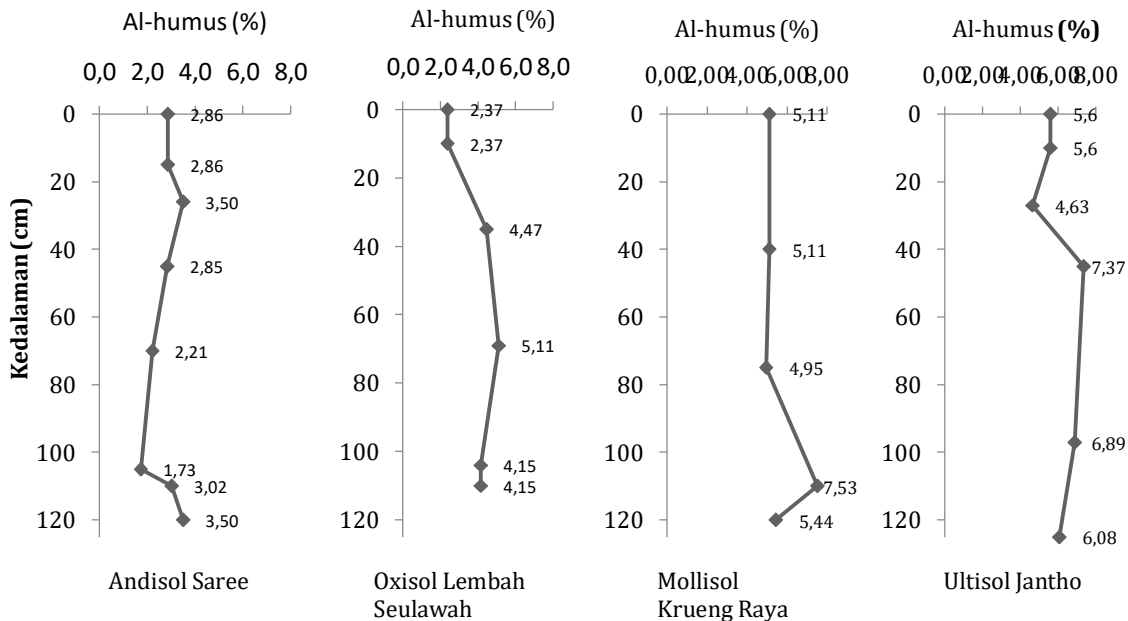


**Gambar 1.** Distribusi Corganik menurut kedalaman tanah pada empat ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar



**Gambar 2.** Distribusi Fe humus menurut kedalaman tanah pada empat ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar





**Gambar 3.** Distribusi Al humus menurut kedalaman tanah pada empat ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar

Pola sebaran kandungan Fe-humus pada empat ordo tanah berdasarkan kedalaman tanah memiliki pola yang berbeda. Sebaran kandungan Fe-humus Andisol pada kedalaman 0 sampai 38 cm memiliki kandungan Fe-humus yang sama nilainya (Gambar 2), sedangkan pada Oxisol Lembah Seulawah polanya cenderung tidak berbeda hingga kedalaman 69 cm, setelah itu terjadi sedikit kenaikan. Pada Andisol, Mollisol, dan Ultisol kadar Fe-humus semakin menurun ke lapisan bawah. Menurut Sunarminto (2000) hal ini menunjukkan bahwa adanya korelasi yang nyata antara ikatan Fe-humus dengan kadar bahan organik tanah. Fe-humus yang terikat oleh senyawa humat ditunjukkan oleh kadar bahan organik yang tinggi di lapisan pertama yang menunjukkan bahwa tingkat humifikasi bahan organik tinggi. Ikatan humat dengan unsur Fe mengakibatkan Fe tidak dapat membentuk ikatan oksida melainkan sebagai ikatan oksida-hidroksida maupun hidroksida (Hall dkk., 2016).

Pola sebaran Al-humus pada Andisol, Mollisol, Ultisol dan Oxisol semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah. Pada tanah Andisol distribusi Al terjadi kenaikan dan penurunan seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah. Penurunan terjadi pada kedalaman 20-38 cm dan >60 cm sedangkan pada kedalaman 38-60 cm terjadi kenaikan sehingga membentuk pola seperti pada Gambar 3. Pada Mollisol dan Ultisol juga terjadi kenaikan dan penurunan kandungan Al-humus dengan semakin bertambahnya kedalaman tanah. Pada mollisol penurunan terjadi pada kedalaman 40-75 cm dan >110 cm dengan nilai 49,5 g dan 54,4 g kg<sup>-1</sup> dan masih tergolong rendah. Pada kedalaman 75-110 cm terjadi kenaikan kembali, sementara pada Ultisol penurunan terjadi pada kedalaman 10-27 cm dan >45cm sedangkan pada kedalaman 10-27 cm terjadi kenaikan kembali. Hal yang sama juga terjadi pada Oxisol yang menunjukkan adanya kenaikan dan penurunan seiring dengan bertambahnya kedalaman dari

solum tanah. Pada Mollisol dan Ultisol juga mengalami hal yang serupa seperti pada Oxisol dan Andisol. Penimbunan bahan organik dapat terjadi pada horison dan kedalaman tertentu yang menunjukkan kandungan asam fulvat dan humat yang kurang lebih sama dengan horison permukaan (Han dkk., 2016). Pada profil Andisol, Mollisol, Ultisol dan Oxisol kadar Al-humus semakin menurun ke lapisan bawah. Asam humat yang lebih kompleks dan stabil serta mempunyai berat molekul lebih besar dari asam fulvat yang bersifat larut air dan labil, sehingga di dalam tanah asam humat tidak mengalami penyebaran ke lapisan bawah (Tan, 2015).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kandungan C organik tanah pada lahan kering Kabupaten Aceh Besar secara umum bervariasi dari kategori rendah (1,4-19,3 g kg<sup>-1</sup>) hingga tinggi (9,8-44,4 g kg<sup>-1</sup>) dan nilainya semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman tanah. Oxisol, Mollisol, dan Ultisol mempunyai C organik rendah sedangkan Andisol mengandung C organik tinggi, namun kandungan C organik belum mencapai di atas 5 persen (50 g kg<sup>-1</sup>).

Kandungan Fe-humus relatif tidak berbeda antar ordo tanah maupun antar lapisan horison (0,07-0,09; 0,04-0,07; 0,10-0,14; 0,07-0,12), sedangkan Al-humus tanah sangat bervariasi. Fe humus tanah masih tergolong rendah, sedangkan Al humus (1,73-3,50; 2,37-5,11; 4,95-7,53; 4,63-7,37) tanah bervariasi dari rendah hingga sedang. Tidak terdapat korelasi yang nyata antara kandungan C organik dengan Fe dan Al humus tanah di lahan kering Aceh Besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arabia, T. 2009. Karakteristik tanah sawah pada toposekuen berbatuan induk vulkanik di Daerah Bogor – Jakarta. Disertasi. IPB, Bogor.
- Bolan, N.S., Kunhikrishnan, A., Choppala, G.K., Thangarajan, R. and Chung, J.W., 2012. Stabilization of carbon in composts and biochars in relation to carbon sequestration and soil fertility. *Science of the Total Environment*, 424, 264-270.
- BPS Aceh. 2017. Aceh Dalam Angka. Badan Pusat Statistik. Informasi Online. Provinsi Aceh, Banda Aceh.
- Darmawijaya, M.I. 2009. Klasifikasi Tanah. UGM press, Yogyakarta.
- Hall, S.J., Silver, W.L., Timokhin, V.I. and Hammel, K.E., 2016. Iron addition to soil specifically stabilized lignin. *Soil Biology and Biochemistry*, 98, pp.95-98.
- Han, L., Sun, K., Jin, J. and Xing, B., 2016. Some concepts of soil organic carbon characteristics and mineral interaction from a review of literature. *Soil Biology and Biochemistry*, 94, pp.107-121.
- Helmi, H., Basri, H. and Sufardi, S., 2017. Analysis of Soil Quality as Hydrological Disaster Mitigation Effort in Kruengreue Sub-Watershed, Great Aceh. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 6(2), pp.75-85.
- Husni, M.R., Sufardi dan M. Khalil. 2016. Evaluasi status kesuburan pada beberapa tanah di lahan kering Kabupaten Pidie Provinsi Aceh. *Jim FP*. Vol 1 (1) : 147-154
- Iwasaki, S., Endo, Y. and Hatano, R., 2017. The effect of organic matter application on carbon sequestration and soil fertility in upland fields of different types of Andosols. *Soil science and plant nutrition*, 63(2), pp.200-220.
- Kautsar, M. 2018. Karakteristik muatan dan sifat fisikokimia tanah pada Ultisol dan Andisol di lahan kering Aceh Besar. Skripsi. Unsyiah, Banda Aceh.
- Kleber, M., Eusterhues, K., Keilueit, M., Mikutta, C., Mikutta, R. and Nico, P.S., 2015. Mineral-organic associations: formation, properties, and relevance in soil environments. In *Advances in agronomy* (Vol. 130, pp. 1-140). Academic Press.
- Lorenz, K. and Lal, R., 2018. Soil Carbon Stock. In *Carbon Sequestration in Agricultural Ecosystems* (pp. 39-136). Springer, Cham.
- Martunis, L., Sufardi dan Muyassir. 2016. Analisis indeks kualitas tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh. *Jurnal Budidaya Pertanian*. Vol 12 (1) : 3-40
- Matus, F., Rumpel, C., Neculman, R., Panichini, M. and Mora, M.L., 2014. Soil carbon storage and stabilisation in andic soils: a review. *Catena*, 120, pp.102-110.

- Mengel, K. dan Kikrby, E. 2010. *Principles of Plant Nutrition*. Intern. Potash Inst. Swizerland.
- Qafoku, N.P., 2015. Climate-change effects on soils: accelerated weathering, soil carbon, and elemental cycling. In *Advances in Agronomy* (Vol. 131, pp. 111-172). Academic Press.
- Sanchez, P.A. 2012. *Properties and Management of Soils In the Tropics*. John Wiley & Sons, New York.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. USDA Washington DC. Ames.
- Sposito, G., 2017. Surface complexation of metals by natural colloids. In *Ion Exchange and Solvent Extraction* (pp. 211-236). Routledge.
- Sufardi. 2012. Pengantar Nutrisi Tanaman. Bina Nanggroe, Banda Aceh.
- Sufardi, Darusman, Zaitun, S Zakaria, T.F. Karmil. 2016. Sifatkimiatanah pada berbagai jenis tanah di lahan kering Aceh Barat. Proceeding Seminar Nasional BKS Barat, Bangka Belitung, Indonesia.
- Sufardi, Darusman, Zaitun, S Zakaria, T.F. Karmil. 2017. Soil chemical properties on dryland areas in Aceh Besar District (Indonesia). Proceeding of International Conference of Sustainable Agriculture, Yogyakarta, Indonesia.
- Sufardi, L. Martunis, dan Muyassir. 2017. Pertukaran kation pada beberapa jenis tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh (Indonesia). Prosiding Seminar Pascasarjana (SNP) Unsyiah. Banda Aceh, Indonesia.
- Sukarman, I.G.M., Subiksa, dan S. Ritung. 2012. Identifikasi Lahan Kering Potensial untuk Pengembangan Tanaman Pangan. Prospek Pertanian Lahan Kering dalam Mendukung Ketahanan Pangan. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian-Republik Indonesia (Balitbangtan).
- Sunarminto, B.H. 2000. Genesis Oxisols dan Ultisols di atas batuan Dunit (ultrabasis) di daerah Malili, Sulawesi Selatan. J. Ilmu Tanah dan Lingkungan. Vol 2 (1) : 43-52
- Takahashi, T. and Dahlgren, R.A., 2016. Nature, properties and function of aluminum-humus complexes in volcanic soils. *Geoderma*, 263, pp.110-121.
- Tan, K.H. 2015. Humic Matter in the soil and the environment; Principles and controversies. Marcel Dekker, Inc. New York. USA. P 359
- Theng, B.K.G., 2012. Formation and properties of clay-polymer complexes (Vol. 4). Elsevier.
- Williams, J.S., Dungait, J.A., Bol, R. and Abbott, G.D., 2016. Contrasting temperature responses of dissolved organic carbon and phenols leached from soils. *Plant and soil*, 399(1-2):3-27.