Kandungan Fe, Al, dan Si Bebas dan Status Kesuburan Tanah pada Entisol dan Inceptisol di Lahan Kering Jantho, Kabupaten Aceh Besar

(The content of Free Fe, Al, and Si and Soil Fertility Status of Entisol and Inceptisol in Dryland of Jantho, Aceh Besar District)

T Zada Nurnikmat¹, Teti Arabia¹, Sufardi^{1*}

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Abstrak. Fe, Al, dan Si bebas di dalam tanah umumnya terdapat sebagai bentuk mineral yang merupakan komposisi utama tanah pada lahan kering di wilayah tropika basah. Kandungan unsur tersebut di dalam tanah dapat diekstrak dengan larutan dithionite-sitrat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan dan distribusi Fe, Al, dan Si-bebas tanah pada setiap lapisan horizon tanah ordo Entisol dari Desa Jalin dan Inceptisol dari Desa Cucum dan Bukit Meusara serta status kesuburan tanahnya di lahan kering Jantho Kabupaten Aceh Besar. Analisis Fe, Al, dan Si-bebas diekstrak dengan larutan 0,1 N Natrium dithionit-sitrat (Holmgren, 1976) dan diukur konsentrasinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SAA). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kandungan Fe-bebas tanah pada ketiga ordo tanah tergolong rendah (0,01-1,43%) sedangkan Al-bebas tanah bervariasi antar ordo tanah dan berkisar dari rendah hingga tinggi (1,60-11,72%). Kandungan Si-bebas pada ketiga ordo tanah di lahan kering Jantho juga bervariasi dari rendah sampai tinggi (1,48-13,05%). Kandungan Fe-bebas terendah dijumpai pada Inceptisol Cucum, sementara Al- dan Si-bebas terendah dijumpai pada Inceptisol Bukit Meusara. Berdasarkan komposisi Fe, Al, dan Si, maka ketiga ordo tanah tersebut termasuk tanah yang sedang berkembang lanjut dan mempunyai status kesuburan tanah rendah.

Kata Kunci: Fe, Al, dan Si bebas, lahan kering, Entisol, Inceptisol, kesuburan tanah

Abstract. In soils, the free of Fe, Al, and Si are generally found as a mineral that are the main composition of the soil in humid tropical dryland. The content of these elements in the soil can be extracted with dithionite-citrate solution. This research aims to know the content and distribution of free Fe, Al, and Si in the soil horizon layers of each soil order of Entisol (from Jalin), and Inceptisol (from Cucum and Bukit Meusara villages) of dryland of Jantho, Aceh Besar District and to evaluate the soil fertility status. Fe, Al, and Si were extracted with 0.1 N Na-dithionite-citrate (Holmgren, 1976) and measured their concentration by atomic absorption Spectrophotometry (AAS). The results showed that the content of free Fe on the third soil order are low (0.01 -1.43%) while free Al of soil varies between soil order and range from low to high (1.60-11.72%). The content of free Si on the third soil order in dryland of Jantho also varies from low to high (1.48-13.05%). The lowest free Fe content of soil found at Inceptisol Cucum, while the lowest free Al and Si content found at Inceptisol Bukit Meusara. Based on the Fe, Al, and Si composition, the third soil order includes as developing advanced soils which low soil fertility status.

Keywords: Free Fe, Al, and Si, dryland, Entisol, Inceptisol, soil fertility

PENDAHULUAN

Lahan kering merupakan hamparan lahan yang didayagunakan tanpa penggenangan air, baik secara permanen maupun musiman dengan sumber air berupa hujan atau irigasi. Di iklim tropis lahan kering banyak terdapat sebagai lahan masam dengan tingkat kesuburan tanah yang rendah. Di Kabupaten Aceh Besar lahan kering diperkirakan seluas 89.134,34 hektar yang terdiri atas beberapa jenis tanah seperti Aluvial, Litosol, Andosol, Kambisol, Rendzina, dan Podsolik (BPN Aceh Besar, 2017). Pada sebagian areal lahan kering tersebut telah dimanfaatkan sebagai lahan tegalan, ladang, kebun campuran, sawah tadah hujan, dan padang penggembalaan, walaupun demikian lahan yang dibiarkan sebagai lahan terlantar masih luas juga arealnya (Sufardi *et al.*, 2017).

Lahan kering ini masih sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi lahan produktif jika dikelola dengan baik. Namun karena terdapat sejumlah masalah dan kendala, pemanfaatan dan produktifitas lahan kering di Aceh Besar masih rendah. Adapun masalah pada lahan kering di wilayah tropika basah adalah kekurangan air pada saat musim kemarau, reaksi tanah yang masam, miskin unsur hara, kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa rendah, serta keadaan

tanah yang peka terhadap erosi merupakan kendala lingkungan yang paling dominan di kawasan lahan kering (Sanchez, 2014). Sifat fisik tanah pada lahan kering kurang baik karena berstruktur masif, porositas rendah, sirkulasi udara agak terhambat, dan kemampuan tanah untuk menyimpan air relatif rendah (Sukarman *et al.*, 2012). Salah satu yang turut berpengaruh terhadap sifat-sifat fisika dan kimia tanah pada lahan kering adalah komposisi mineral tanah.

Komposisi mineral pada lahan kering terutama pada tanah-tanah di iklim tropika basah yang termasuk ke dalam ordo Inceptisol, Ultisol, Spodosol, Andisol, dan Oxisol umumnya didominasi oleh beberapa jenis mineral sekunder (mineral liat) seperti kaolinit, haloisit, dan oksida-hidroksida Fe dan Al seperti gibsit, goethit (Sufardi, 1999). Menurut Ranst *et al.* (2017), mineral-mineral ini di dalam tanah dapat menghasilkan muatan variabel sehingga membentuk tanah-tanah dengan sistem koloid bermuatan variabel. Unsur-unsur pembentuk mineral tersebut terdiri atas Si, Al, dan Fe yang dengan oksigen dapat membentuk bermacam-macam jenis mineral terutama bentuk mineral kristalin, amorf, dan kompleks humus (Sposito, 2010). Untuk mengidentifikasi fraksi-fraksi ini telah dikembangkan berbagai teknik dan salah satu yang terkenal adalah metode pelarut selektif (*selective dissolution method*).

Metode kimia selektif ini banyak digunakan untuk mengidentifikasi komposisi mineral tanah secara semi kuantitatif yaitu dengan menggunakan larutan dithionit-sitrat, amonium oksalat, dan natrium pirofosfat (Sufardi, 1991). Holmgren (1976) telah menggunakan larutan dithionit-sitrat untuk mengekstrak bentuk-bentuk fraksi Fe, Al, dan Si tanah yang proporsional dengan bentuk kristalin, amorf, dan bentuk lainnya. Larutan dithionit-sitrat juga berfungsi untuk mengekstrak Fe, Al, dan Si-bebas tanah yang menunjukkan keberadaan mineral kristalin maupun nonkristalin (Warmada dan Titisari, 2004). Berdasarkan pemikiran diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan Fe, Al, dan Si pada ordo Entisol dan Inceptisol di lahan kering di Kabupaten Aceh Besar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yaitu melalui observasi lapangan dan analisis laboratorium. Survei lapangan dilakukan untuk pengamatan/identifikasi profil tanah ordo (subgroup) tanah dan pengambilan sampel tanah untuk analisis di laboratorium. Penelitian ini dilakukan pada dua ordo tanah yang terdapat pada lahan kering di Kecamatan Jantho, Kabupaten Aceh Besar yaitu Entisol dan Inceptisol. Entisol berlokasi di Desa Jalin ($05^{\circ}15'55,0''$ LU; $95^{\circ}39'02,6''$ BT), sedangkan Inceptisol di Desa Buket Meusara ($05^{\circ}17'34,9''$ LU; $95^{\circ}36'53,6''$ BT), dan Desa Cucum ($05^{\circ}18'18,37''$ LU; $095^{\circ}32'48,04''$ BT). Analisis tanah dan fraksi Fe, Al, dan Si-bebas 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 identifikasi ordo 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_2O_2 30% dan HCl 10%. Untuk pengamatan, pengukuran dan analisis laboratorium digunakan beberapa peralatan yaitu timbangan analitik empat digit, botol kocok, pipet digital, pipet volumetrik, pH meter, shaker, sentrifus, homogenizer, dan AAS (*atomic absorption spectrophotometer*) model 7000. Bahan kimia yang digunakan meliputi asam sulfat (H_2SO_4), peroksida (H_2O_2), asam fosfat (H_3PO_4), Na-pirofosfat ($Na_4P_2O_7$), dan larutan ampul 1000 mg L^{-1} Fe dan 1000 mg L^{-1} Al, serta akuades.

Pengamatan Profil Tanah

Profil tanah dibuat dengan cara membuka tebing bukit yang telah tersingkap solumnya dan selanjutnya dilakukan pembersihan dinding tebing sehingga tampak profilnya dari lapisan atas hingga sampai terdapat lapisan bahan induk. Profil tanah yang telah dibuka selanjutnya diamati sifat-sifat morfologi yang meliputi batas horizon, simbol/nama dan ketebalan tiap lapisan horizon, serta sifat-sifat fisika tanah seperti warna tanah, tekstur, struktur, konsistensi, dan ciri khusus seperti fraksi kasar, kongkresi, dan lain-lain yang mungkin ditemukan pada saat pengamatan. Pengamatan sifat-sifat morfologi tanah dan penentuan subgroup (ordo) tanah didasarkan pada panduan pengamatan tanah lapangan (Soil Survey Staff, 2014). Data hasil pengamatan dicatat pada kartu pengamatan dan bersamaan dengan itu juga dilakukan pengumpulan/pengukuran data tentang keadaan lingkungan lahan seperti cuaca, kelerengan, vegetasi dan penggunaan lahan berdasarkan visual, pengukuran topografi menggunakan *abney level* dan pengukuran ketinggian tempat dengan GPS. Pengeboran tanah dilakukan pada setiap titik pengamatan untuk memverifikasi morfologi tanah dan ketebalan solumnya. Pengambilan sampel tanah pada setiap profil dilakukan dengan mengambil tanah menurut horizon yang telah ditentukan dari masing-masing jenis (subgroup) tanah. Sampel-sampel tersebut dimasukkan kedalam kantong plastik berukuran 1 kg yang telah diberi kode horizon untuk dianalisis di laboratorium.

Untuk keperluan analisis di laboratorium, sampel-sampel tanah diambil pada setiap lapisan horizon sesuai dengan morfologi ordo tanah yang dipilih pada saat survei di lapangan yaitu meliputi tiga ordo tanah yaitu Entisol Jalin (Typic Udorthents), Inceptisol Buket Musara (Lithic Dystrudepts), dan Inceptisol Cucum (Oxic Dystrudepts). Adapun banyaknya sampel tanah untuk setiap horizon yang diambil adalah sekitar 1 kg. 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 Tanah di Laboratorium

Sampel-sampel tanah yang telah diambil dari lapangan sebelum dianalisis terlebih dahulu dikeringanginkan selama 1 minggu, kemudian ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan 2,0 untuk analisis tekstur tanah dan menggunakan ayakan 0,5 mm untuk analisis sifat-sifat kimia tanah rutin seperti pH, C organik (metode Walkley-Black), N total (metode Kjeldahl), P tersedia (Bray II), cadangan P_2O_5 dan K_2O (ekstraksi dengan HCl 25%), kation basa dapat ditukar (Ca-dd, Mg-dd, K-dd, dan Na-dd) yang diekstrak dengan 1N NH_4OAc pH7, kapasitas tukar kation atau KTK (metode 1N NH_4OAc pH7), kejenuhan basa (KB), aluminium dan hidrogen dapat ditukar (Al-dd dan H-dd) serta daya hantar listrik (DHL). Metode dan prosedur analisis tanah berpedoman pada prosedur yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian Tanah Bogor (2009). Sifat-sifat tanah tersebut dipakai sebagai data pendukung untuk penilaian status kesuburan dan penentuan subgroup tanah.

Penentuan Fe, Al, dan Si-bebas

Kandungan Fe, Al, dan Si-bebas dianalisis dengan menggunakan metode Buurman (1996) yaitu dengan ekstraksi tanah menggunakan larutan Sodium dithionit-sitrat 0,1 M. Larutan ekstraksi sodium dithionit-sitrat 0,1 M dibuat dengan cara melarutkan 170 g Sodium sitrat ($Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$) dan 17 g Natriumthiosulfat-pentahidrat ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) ke dalam 1 liter akuades. Larutan seri standar Fe, Al, dan Si-bebas dibuat dari standar ampul 1000 mg L^{-1} Fe dan Al. Adapun prosedur analisis Fe, Al, dan Si-bebas adalah: Tanah ditimbang sebanyak 0,5 g untuk masing-masing sampel tanah, kemudian dimasukkan ke dalam botol plastik kapaistas 250 ml dan selanjutnya ditambah 50 ml ekstrak (larutan Sodium dithionit-sitrat 0,1 M) menggunakan pipet gondok dan dikocok selama 12 jam dengan mesin pengocok. Setelah

pengocokan dipepet 25 mL suspensi dan dimasukkan ke dalam tabung untuk disentrifus selama 15 menit pada 2500 rpm, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 42 dan larutan beningnya disimpan dalam botol gelap. Selanjutnya dilakukan pengenceran 5x dan 20x untuk pengukuran Fe, Al, dan Si-bebas dengan AAS pada panjang gelombang masing-masing 248,3 nm dan 309,3 nm. Perhitungan kandungan Fe, Al, dan Si-bebas dinyatakan dalam persen menggunakan rumus berikut:

$$\text{Fe, Al, dan Si (\%)} = \frac{(C - B) \times D \times \left(W - \left(\frac{W}{mcf}\right) \times mcf\right)}{W \times 10000}$$

Keterangan:

- C* = Konsentrasi Fe, Al, dan Si pada sampel (mg L⁻¹)
B = Konsentrasi Fe, Al, dan Si pada blanko (mg L⁻¹)
D = Faktor pengencer
mcf = Faktor koreksi kelembaban
W = Berat sampel (mg)
 10000 = Faktor konversi

Kandungan Fe, Al, dan Si-bebas tanah pada setiap lapisan horizon dari profil tanah dianalisis dengan menggunakan metode Buurman (1996) metode ini sering disebut dengan metode *Holmgren*. Hasil perhitungan konsentrasi *C* dalam tanah dinyatakan dalam persen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi dan Karakteristik Tanah

Berdasarkan pengamatan profil dan analisis tanah (Fajrina *et al.*, 2019), menunjukkan bahwa Entisol Jalin merupakan ordo tanah yang belum berkembang dan hanya tersusun atas horizon A, AC, dan C dengan ketebalan solum <50 cm. Tanah ini belum berkembang karena terdapat pada topografi berbukit hingga bergunung dan terbentuk atas batuan endapan yang miskin hara karena tersusun atas mineral campuran berupa gipsit, metaholysit, dan feldspar. Inceptisol Buket Meusara dan Inceptisol Cucum merupakan dua ordo tanah yang sedang berkembang yang dicirikan dengan horizon kambik. Ketebalan solum tanah dalam (80-110 cm) dan tersusun atas mineral campuran antara feldspar, kalsit, gipsit, dan goethit (Apriani *et al.*, 2019).

Tabel 1. Klasifikasi subgroup tanah menurut Soil Survey Staff (2014) dari tiga ordo tanah di lahan kering Jantho, Kabupaten Aceh Besar

Ordo	Susunan horizon	Subgroup	Tekstur	Mineral dominan	Rezim tanah
Entisol Jalin	A, AC, C	Typic Udorthents	Medium	Campuran	Udic, IHP
Inceptisol Buket Meusara	A, BA, Bw, BC	Lithic Dystrudepts	Medium	Campuran	Udic, IHP
Inceptisol Cucum	Ap, AB, BA, Bk ₁ , Bk ₂	Oxic Dystrudepts	Medium	Campuran	Udic, IHP

IHP = isohyperthermik

Sumber: Fajrina *et al.* (2019).

Berdasarkan aspek fisika tanah maka secara umum ketiga ordo tanah yang terdapat di lahan kering Kabupaten Aceh Besar memiliki sifat fisika yang baik dengan tekstur bervariasi dari liat hingga lempung berpasir dan berstruktur gembur hingga agak gembur pada lapisan atas

dan berstruktur gumpal hingga masif pada lapisan bawah, serta memiliki konsisten lembab hingga agak teguh (Sufardi *et al.*, 2018). Adapun karakteristik terhadap beberapa sifat kimia tanah dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa pH tanah antar ordo tanah sangat bervariasi dari masam hingga agak alkalis (5,30-8,32) sedangkan kandungan C organik dan N total secara umum sangat rendah. Kandungan P tersedia juga sangat bervariasi antar ordo tanah. Pada Inceptisol Buket Meusara kandungan P tersedia sangat tinggi sedangkan pada Entisol Jalin dan Inceptisol Cucum sangat rendah.

Tabel 2. Karakteristik beberapa sifat kimia tanah pada setiap lapisan horizon pada Entisol dan Inceptisol di lahan kering Jantho, Kabupaten Aceh Besar

Ordo	Horizon	Kedalaman (cm)	pH H ₂ O	pH KCl	C org. (%)	N total (%)	C/N	P tersedia (mg kg ⁻¹)
Entisol (Jalin)	A	0 - 12	6,41	4,41	0,51	0,04	12,8	1,20
	AC	12 - 44	6,72	4,82	0,34	0,04	8,50	1,35
	C	> 44	5,30	4,25	4,44	0,27	16,4	2,25
Inceptisol (Buket Meusara)	A	0 - 20	6,96	5,33	0,72	0,04	18,0	40,6
	BA	20 - 54	8,32	6,93	0,64	0,06	10,7	34,3
	Bw	54 - 80	8,14	6,71	0,36	0,04	9,0	41,4
	BC	80 - 106	8,04	6,75	0,29	0,04	7,25	40,9
Inceptisol (Cucum)	Ap	0 - 19	5,45	3,95	0,64	0,05	12,8	0,50
	AB	19 - 42	5,74	4,01	0,46	0,04	11,5	1,20
	BA	42 - 70	6,10	4,36	0,45	0,06	7,50	0,25
	Bk ₁	70 - 110	5,96	4,41	0,28	0,04	7,00	1,70
	Bk ₂	> 110	6,96	5,33	0,23	0,03	7,67	0,30

Sumber: Hasil analisis laboratorium (2018)

B. Kandungan Fe, Al, dan Si-bebas

Hasil analisis laboratorium terhadap kandungan Fe, Al, dan Si-bebas yang diekstrak menggunakan larutan dithionit-sitrat pada setiap ordo tanah dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Fe, Al, dan Si-bebas pada Entisol dan Inceptisol Jantho di lahan kering Kabupaten Aceh Besar

Ordo	Simbol horizon	Kedalaman (cm)	Fe-bebas (%)	Al-bebas (%)	Si-bebas (%)
Entisol (Jalin)	A	0-12	1,43	2,55	3,09
	AC	12-44	0,07	3,34	1,85
	C	44-90	0,02	3,18	2,80
Inceptisol (Buket Meusara)	A	0-20	0,47	1,62	6,85
	BA	20-54	0,12	2,08	2,20
	Bw	54-80	0,21	1,60	1,99
	BC	80-106	0,05	2,55	1,48
Inceptisol (Cucum)	Ap	0-19	0,78	9,66	13,05
	BA	19-42	0,01	10,29	3,02
	Bk ₁	42-70	0,09	9,66	4,01
	Bk ₂	70-110	0,07	11,72	11,21

Sumber: Hasil analisis laboratorium (data diolah, 2018)

Tabel 3 menunjukkan bahwa kandungan Fe-bebas yang terdapat pada tiga lapisan horizon Entisol Jalin (A, AC, C) termasuk ke dalam kategori rendah yaitu berkisar dari 0,02 -1,43%.

kandungan Fe-bebas terjadi kenaikan pada horizon A. Kandungan Fe-bebas yang rendah menunjukkan bahwa tanah ini belum berkembang lanjut karena Fe-bebas merupakan indikator terhadap perkembangan tanah (Buol *et al.*, 2013). Hasil penelitian Utami dan Suci (2003) menyatakan bahwa tanah Entisol memiliki kandungan Fe-bebas rendah karena bahan induk tanahnya belum berkembang lanjut. Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat dikatakan bahwa Entisol Jalin belum berkembang karena selain profilnya yang masih dangkal (<50 cm) juga karena kandungan Fe-bebasnya masih rendah. Sposito (2010) menyatakan bahwa Fe-bebas merupakan senyawa Fe tanah yang terdapat sebagai mineral berbentuk kristalin oksida Fe_2O_3 (magnetit) dan bentuk hidroksida FeOOH (goethit).

Pada Inceptisol Buket Meusara kandungan Fe-bebas yang terdapat pada keempat lapisan horizon yaitu A, BA, Bw, BC juga rendah. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa kandungan Fe-bebas tanah pada Inceptisol tersebut berkisar dari 0,05-0,47% (rendah) dan terjadi penurunan dengan bertambahnya kedalaman tanah. Fe-bebas tertinggi terdapat pada lapisan atas horizon A. Selanjutnya kandungan Fe-bebas tanah yang terdapat pada Inceptisol Cucum dengan susunan horizon Ap, BA, Bk₁, Bk₂ juga menunjukkan nilai yang rendah atau berkisar dari 0,01-0,78%. Kandungan Fe-bebas tertinggi ditemukan pada horizon atas Ap dan terjadi penurunan seiring bertambahnya kedalaman tanah. Berdasarkan data analisis, maka kandungan Fe-bebas pada kedua ordo Inceptisol tersebut terdapat kesamaan. Hasil penelitian serupa mengenai Fe-bebas oleh Arabia (2009) pada lahan kering toposekuen di daerah Bogor menunjukkan bahwa kandungan Fe yang diekstrak oleh larutan dithionit-sitrat pada tanah Latosol Coklat (Inceptisol) rendah kandungannya. Inceptisol termasuk kedalam kategori tanah muda, tetapi lebih berkembang dari pada Entisol, dalam hal ini pada horizon A masih terdapat mineral belum melapuk yang mengandung Fe-bebas sehingga terjadi peningkatan pada horizon A (Soil Survey Staff, 2014).

Tabel 3 memperlihatkan bahwa kandungan Al-bebas pada Entisol Jalin pada ketiga lapisan horizon yaitu A, AC, dan C berkisar dari 2,55 % sampai 3,18% dan terjadi kenaikan seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah. Kandungan Al-bebas tertinggi terdapat pada horizon AC. Hasil penelitian ini terdapat kesamaan dengan hasil penelitian Kurniati (2016) pada lahan kering Entisol (Regosol) yang mendapatkan bahwa kandungan Al yang diekstrak dengan dithionit-sitrat (Al-bebas) terjadi kenaikan seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah. Kandungan Al-bebas pada lapisan bawah yang cenderung meningkat mengindikasikan bahwa proses pembentukan tanah pada lapisan bawah lebih berkembang dari lapisan atasnya. Proses-proses yang terjadi di dalam tanah seperti pencucian, migrasi liat, dan disorder mineral dari bahan induk tanah menghasilkan perubahan pada morfologi tanah. Entisol Jalin yang terbentuk dari bahan induk batuan endapan memiliki komposisi liat yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan Entisol yang terbentuk dari pasir, sehingga proses fraksi Fe dan Al dalam tanah ini berbeda dengan kebanyakan Entisol yang berkembang dari pasir. Jika dilihat dari susunan horizon, maka Entisol ini secara morfologi belum berkembang karena hanya tersusun atas lapisan A dan C saja, namun secara mineralogi dan kimia, profil tanahnya termasuk tanah yang sedang berkembang karena mengandung fraksi Al-bebas dan Fe-bebas walaupun belum tergolong tinggi.

Kandungan Al-bebas Inceptisol Buket Meusara pada lapisan horizonnya yaitu A, BA, Bw, BC tergolong rendah yaitu berkisar dari 1,62-2,55% dan terjadi kenaikan seiring bertambahnya kedalaman tanah (Tabel 3). Selanjutnya pada Inceptisol Cucum kandungan Al-bebas berkisar dari 9,66-11,72% yang juga terjadi kenaikan seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah. Dilihat dari data ini menunjukkan bahwa kandungan Al-bebas pada Inceptisol Cucum tergolong tinggi karena sudah melebihi 5% (Sufardi, 1991). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan Al-bebas pada ordo Inceptisol bisa bervariasi dari rendah hingga tinggi pada antar lapisan horizon tergantung tingkat perkembangannya. Variasi ini menunjukkan bahwa proses

pembentukan horizon tanah turut mempengaruhi transformasi mineral yang menyebabkan terjadinya perbedaan dalam komposisi senyawa Al-bebas tanah. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Arabia (2009) pada lahan kering toposekuen di daerah Bogor pada tanah Latosol Coklat (Inceptisol) yang menunjukkan bahwa kandungan Al-bebas (ekstrak dithionit-sitrat) tergolong rendah kandungannya. Hal ini disebabkan karena horizon tanah tersebut telah mengalami fase perkembangan lebih lanjut.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa kandungan Si-bebas pada Entisol Jalin pada ketiga lapisan horizonnya yaitu A, AC dan C berkisar dari 3,80-3,09% (tergolong sedang). Pada Inceptisol Bukit Meusara yang terdiri dari horizon A, BA, Bw, BC, kandungan Si-bebas pada empat horizon tersebut bervariasi 1,48-6,85% (bervariasi dari rendah sampai sedang), sedangkan pada Inceptisol Cucum dengan susunan horizon Ap, BA, Bk₁, Bk₂ berkisar dari 11,21-13,05% (tergolong tinggi). Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa kandungan Si-bebas antar ordo tanah bervariasi. Dari hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa kandungan Si-bebas pada Inceptisol Cucum lebih tinggi dibandingkan dengan Inceptisol Bukit Meusara dan Entisol Jalin. Kandungan tertinggi Si-bebas terdapat pada lapisan atas walaupun pada Inceptisol Cucum agak bervariasi (Tabel 3). Unsur silikon (Si) merupakan unsur utama pembentukan mineral silikat tanah (Bohn *et al.*, 2013). Struktur dasar mineral silikat adalah SiO₄ dan dari struktur ini berkembang berbagai kelompok mineral silikat yang komposisinya berbeda dan perubahan struktur mineral silikat ini terjadi melalui pengikatan kation dan adanya pengikatan bersama (*sharing*) antara satuan dasar tetrahedral (Tan, 2010). Makin berkembang suatu tanah, maka satuan dasar mineral silikat terus mengalami perubahan menjadi SiO₂ yang lebih tahan terhadap pelapukan atau proses desilikasi (Husnain *et al.*, 2011). Pada tanah yang berkembang di iklim tropika basah dengan curah hujan tinggi, proses kehilangan Si ini dominan terjadi, sehingga akibat pemindahan silika secara kimia keluar dari solum tanah maka konsentrasi Fe dan Al meningkat (Buol *et al.*, 2007). Kandungan Si dalam tanah juga dipengaruhi oleh sebaran bahan induk, iklim, dan pengolahan lahan. Menurut Yukamgo dan Nasih (2007) kandungan Si yang terlarut (*dissolved*) dari tanah meningkat seiring meningkatnya temperature dan hal ini berkaitan dengan tingkat pelapukan batuan yang mengandung mineral silikat. Berdasarkan kandungan Al, Fe, dan Si-bebas tanah pada ketiga ordo tanah yang diteliti maka dapat dikatakan bahwa komposisi mineral antara ketiga tanah tersebut berbeda, namun hal ini perlu pembuktian melalui analisis mineral.

C. Distribusi Fe, Al, dan Si-bebas

Distribusi Fe, Al, dan Si-bebas menurut kedalaman tanah pada Entisol Jalin Kecamatan Jantho Kabupaten Aceh Besar dapat dilihat pada Gambar 1. Dari gambar terlihat bahwa distribusi atau pola perubahan komposisi Fe, Al, dan Si-bebas menurut kedalaman, pada Entisol ternyata tidak sama. Fe-bebas cenderung menurun dengan meningkatnya kedalaman tanah, sedangkan kandungan Al-bebas cenderung meningkat dengan meningkatnya kedalaman tanah dan Si-bebas hampir sama dengan pola perubahan Fe-besa yaitu cenderung menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah hingga lapisan C. Hasil penelitian ini agak berbeda dengan hasil penelitian Kurniati (2016) pada Entisol yang mendapatkan bahwa Fe-bebas, Al-bebas, dan Si-bebas meningkat dengan bertambahnya kedalaman tanah.

Gambar 1. Distribusi Fe, Al, dan Si-bebas pada Entisol Jalin, Kabupaten Aceh Besar

Gambar 2. Distribusi Fe, Al, dan Si-bebas pada Inceptisol Buket Meusara, Kabupaten Aceh Besar

Gambar 3. Distribusi Fe, Al, dan Si-bebas pada Inceptisol Cucum, Kabupaten Aceh Besar

Gambar 2 memperlihatkan bahwa pada Inceptisol Buket Meusara kandungan Fe, Al, dan Si-bebas juga berbeda pola distribusinya menurut kedalaman. Perubahan kandungan Fe-bebas relatif tidak mengalami perubahan yang drastis dengan kedalaman tanah, sedangkan Al-bebas cenderung meningkat dengan kedalaman hingga >105 cm, sementara kandungan Si-bebas mengalami penurunan dengan bertambahnya kedalaman hingga >105 cm, walaupun kandungannya masih jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan pada lapisan atas. Fakta ini menunjukkan bahwa pola perubahan kandungan Fe, Al, dan Si-bebas pada Inceptisol Buket Meusara juga tidak konsisten dengan bertambahnya kedalaman tanah.

Pada Inceptisol Cucum menunjukkan bahwa pola distribusi dan perubahan kandungan Fe-bebas terjadi penurunan dengan bertambahnya kedalaman tanah. Sementara itu kandungan Al-bebas terjadi kenaikan, namun sangat berbeda dengan pola perubahan kandungan Si-bebas yang pada awalnya terjadi penurunan dari lapisan 0-40 cm, namun kemudian meningkat kembali hingga kedalaman >90 cm. Jika dibandingkan dengan pola Fe-bebas pada ketiga ordo tanah, Kabupaten Aceh Besar terdapat kesamaan yaitu kandungan Fe-bebas terjadi penurunan seiring bertambahnya kedalaman tanah dan pola perubahan Fe-bebas ini relatif tidak jauh berbeda. Sementara kandungan Al-bebas tanah mengalami peningkatan dengan bertambahnya kedalaman tanah, sedangkan Si-bebas cenderung berfluktuasi di dalam profil tanah.

Berdasarkan pola distribusi ini maka dapat dikemukakan bahwa perubahan kandungan Fe, Al, dan Si-bebas tanah tidak selalu tinggi kandungannya. Dengan rendahnya kandungan Fe, Al, dan Si-bebas pada ketiga ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar, maka bentuk Al, Fe, dan Si yang terkandung dalam mineral tanah berpotensi menjadi bentuk larut yang membahayakan tanaman, namun hal ini masih perlu dikaji lebih lanjut. Bohn *et al.* (2013) menyatakan bahwa kelarutan Al dan Fe di dalam tanah selain tergantung kepada jenis dan komposisi mineral juga dipengaruhi oleh reaksi tanah (pH) dan keberadaan kation-kation basa sebagai pengimbangannya (*counterions*).

D. Status Kesuburan Tanah

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil penilaian terhadap kesuburan tanah pada tiga ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar menggunakan lima indikator kesuburan tanah (LPT, 1985), yaitu C organik, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa dan cadangan P dan K (P_2O_5 dan K_2O). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Entisol Jalin dan Inceptisol Buket Meusara berstatus kesuburan sedang, sementara Inceptisol Cucum termasuk ke dalam status kesuburan rendah. Status kesuburan tanah yang rendah pada Inceptisol Cucum disebabkan ada dua parameter kimia tanah yang rendah yaitu C organik dan kejenuhan basa serta satu parameter kimia yaitu kapasitas tukar kation yang tergolong sedang, sedangkan pada Entisol Jalin dan Inceptisol Buket Meusara hanya dua kendala kimia yang berstatus rendah yaitu C organik dan kejenuhan basa sementara parameter yang lain tinggi.

Tabel 4. Evaluasi status kesuburan tanah pada Entisol dan Inceptisol di lahan kering Jantho, Kabupaten Aceh Besar

Parameter/Indikator Kesuburan Tanah	Entisol Jalin	Inceptisol Buket Meusara	Inceptisol Cucum
C organik (%)	1,75 (Rendah)	0,72 (Rendah)	1,25 (Rendah)
KTk (cmol kg ⁻¹)	34,4 (Tinggi)	35,2 (Tinggi)	20,8 (Sedang)
KB (%)	19,3 (Rendah)	18,6 (Rendah)	18,8 (Rendah)
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	202 (Tinggi)	727 (Tinggi)	77 (Tinggi)
K ₂ O (mg/100 g)	83 (Tinggi)	47 (Tinggi)	3 (Rendah)
Status Kesuburan Tanah	Sedang	Sedang	Rendah

Sumber: Analisis Data Laboratorium (2018).

Dari Tabel 4 juga dapat dilihat bahwa salah satu faktor yang turut mempengaruhi rendahnya kesuburan pada semua tanah yang diteliti adalah kandungan C organik yang rendah. Berdasarkan hal ini, maka jumlah bahan organik dan distribusinya di dalam tanah sangat penting untuk mempertahankan kualitas tanah (Sufardi, 2012). Komposisi mineral tanah dan kandungan berbagai fraksi Fe, Al, dan Si di dalam tanah juga turut mempengaruhi kualitas dan kesuburan suatu tanah walaupun status kesuburan tanah masih dinilai dari beberapa variabel kimia tanah. Kualitas dan sifat kesuburan secara tidak langsung berhubungan dengan bahan induk tanah (Sufardi *et al.*, 2017). Di kawasan iklim tropika basah, pencucian basa di dalam tanah umumnya telah berlangsung lama bersamaan proses pelapukan dan pembentukan tanah (Sanchez, 2014), sehingga pola perubahan pada komposisi mineral juga mengalami perubahan (Bohn *et al.*, 2013). Proses pencucian basa-basa ini menghasilkan tanah-tanah yang miskin hara yang didominasi oleh fraksi Si, Al, dan Fe oksida (Sposito, 2010) dan umumnya menghasilkan tanah yang kurang subur yang memiliki banyak kendala (Sanchez, 2014).

SIMPULAN DAN SARAN

Kandungan Fe-bebas pada ketiga ordo tanah yang diteliti tergolong rendah yaitu berkisar dari 0,01-1,43%, sementara kandungan Al-bebas sangat bervariasi antar ordo tanah dan bervariasi dari rendah hingga tinggi dari 1,60-11,72%. Kandungan Si-bebas pada ketiga ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar juga bervariasi dari rendah sampai tinggi 1,48-13,05%. Distribusi dan perubahan kandungan Fe, Al, dan Si-bebas pada beberapa ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar sangat beragam. Perubahan kandungan Fe-bebas dan Al-bebas tidak konsisten dengan kedalaman tanah, sedangkan kandungan Si-bebas semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman tanah. Ordo tanah yang mempunyai Fe-bebas terendah dijumpai pada Inceptisol Cucum, sedangkan ordo tanah yang mengandung Al-bebas dan Si-bebas terendah dijumpai pada Inceptisol Buket Meusara. Untuk mengetahui informasi lanjut terhadap komposisi dan jenis mineral perlu dilakukan analisis mineral liat melalui analisis diferensial thermal (DTA), dan difraksi sinar-x (XRD).

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, I. 2019. Identifikasi mineral tanah dengan analisis difraksi sinar-X pada Inceptisol Aceh Besar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah 4 (2):13-22 (*in preparation*).
- Arabia, T. 2009. Karakteristik lahan kering pada toposekuen berbahan induk vulkanik di Daerah Bogor – Jakarta. Disertasi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Bohn, H.L., B.L. Mc Neal, and G.A. O'Connor. 2013. Soil Chemistry. John Wiley & Sons, New York.
- Badan Pertanahan Nasional Aceh Besar. 2017. Peta jenis tanah Kabupaten Aceh Besar. Kantor Badan Pertanahan Nasional, Aceh Besar.
- Buol, S.W., F.D. Hole, and R.J. Mc Cracken. 2013. Soil Genesis and Classification. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Buurman, P., B. van Lagen, and E.J. Velthorst. 1996. Manual for Soil and Water Analysis. Backhuys Publisher Leiden, Netherlands.
- Fajrina, C., Sufardi, T. Arabia, Khairullah. 2019. Distribusi Fe- dan Al-humus serta C organik Tanah pada Entisol dan Inceptisol di Lahan Kering Jantho, Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah 4(1):1-13.
- Holmgren, A. 1976. Proc Natl Acad Sci. USA 73, 2275-2279.

- Husnain, S. Rochayati, dan I. Adamy. 2012. Pengelolaan hara silika pada tanah pertanian di Indonesia. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. 14 Maret 2016. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian, Bogor. Hal. 237-246.
- Kurniati. 2016. Pedogenesis pada beberapa jenis tanah yang disawahkan di Bogor. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Van Rants, E., N.P. Qofaku, A. Noble, Xu, R. 2017. Variable charge soils: mineralogy and chemistry. *Encyclopedia of Soil Science*. P.2432-2439.
- Sanchez, P.A. 2014. *Properties and Management of Soils In the Tropics*. John Wiley & Sons, New York.
- Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*. 4th ed. Swiss Technical Monograph No. 6, USDA, USA.
- Sposito, G. 2010. *The chemistry of Soils*. Oxford Univ. Press, London.
- Sufardi. 1991. Kajian status PZC, Al, Fe, dan Si pada tanah bermuatan terubah akibat pemberian pupuk hijau dan fosfat. Fakultas Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sufardi. 1999. Karakteristika muatan, fisikokimia tanah, dan adsorpsi fosfat pada Ultisol dengan muatan berubah akibat pemberian amelioran dan pupuk fosfat. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Sufardi, 2012. *Pengantar Nutrisi Tanaman*. Bina Nanggroe, Banda Aceh.
- Sufardi, L. Martunis, dan Muyassir. 2017. Pertukaran kation pada beberapa ordo tanah di lahan kering Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh (Indonesia). *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah. 13 April 2017. Banda Aceh. Indonesia. Hal. 45-53.
- Sufardi, T. Arabia, Khairullah, Karnilawati, dan Z. Fuadi. 2018. Soil physical and chemical properties of several soil order in suboptimal dryland of Aceh Besar District. *International Workshop and Seminar on "Innovation of Environmental Friendly Agricultural Technology Supporting Sustainable Food Self-Sufficiency"*. Balingtan, Surakarta. 18-20 September 2018.
- Sukarman, I.G.M., Subiksa, dan S. Ritung, 2012. Identifikasi lahan kering potensial untuk pengembangan tanaman pangan. *Inovasi Teknologi Tanaman Pangan. Buku I: Kebijakan Penelitian dan Pengembangan. Dalam* Prosiding Simposium V Tanaman Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian, Bogor. Hal. 316-328.
- Tan, K.H. 2010. *Principles of Soil Chemistry* 4th Edition. CRC Press Taylor and Francis Group. Boca Raton, London. New York. 362 p.
- Utami, H.N.S. dan H. Suci. 2003. Sifat kimia Entisol pada sistem pertanian organik. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 10: 63-69.
- Warmada W.I. dan D.A. Titisari. 2004. *Agromineralogi*. Grafika, Yogyakarta.
- Yukamgo, E, dan Y.W. Nasih. 2007. Peran silikon sebagai unsur bermanfaat pada tanaman tebu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7 (2): 103-116.