

Karakteristik Muatan dan Sifat Fisikokimia Tanah pada Ultisol dan Andisol di Lahan Kering Aceh Besar

(Characteristics of Charge and Soil Physicochemical Properties of Ultisol and Andisol in Dry land of Aceh Besar)

Mulkan Kautsar¹, Ilyas¹, Sufardi^{1*}

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

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik muatan dan sifat fisikokimia tanah pada Ultisol dan Andisol di lahan kering di Aceh Besar dengan menggunakan metode deskriptif pada jenis tanah Ultisol yang berasal dari Jantho dan Andisol dari Saree. Parameter yang di analisis yaitu kadar air, tekstur, pH, kapasitas tukar kation (KTK), kation dapat dipertukarkan (Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Na-dd), kejenuhan basa, kapasitas tukar anion (KTA), C-organik, kemasaman dapat dipertukarkan (Al dan H), pH₀, P-retensi dan pH NaF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Ultisol dan Andisol di lahan kering Aceh Besar termasuk kedalam liat aktifitas rendah (LAR) yang ditandai dengan KTK efektif <12 cmol kg⁻¹. Karakteristik muatan pada Ultisol Jantho dan Andisol Saree mempunyai muatan neto negatif dan bermuatan variabel. Penurunan C-organik dengan bertambahnya kedalaman tanah pada Ultisol dan Andisol diikuti oleh penurunan pH₀, P-retensi, dan Al-dd. Upaya untuk meningkatkan muatan negatif pada Ultisol dan Andisol yaitu dengan meningkatkan pH atau menurunkan muatan titik nol tanah melalui pemberian bahan organik atau bahan yang mempunyai pH₀ yang rendah seperti kompos, terak baja, batuan fosfat, bokashi sekam padi, dan abu terbang batubara.

Kata kunci: *Karakteristik, Muatan, Fisikokimia, Ultisol, Andisol*

Abstract. This study aims to examine the characteristics of charge and physicochemical properties of Ultisol and Andisol in dry land of Aceh Besar using descriptive methods in Ultisol from Jantho and Andisol from Saree. Parameters analyzed are water content, texture, pH, cation exchange capacity (CEC), exchangeable cations (Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Na-dd), base saturation, anion exchange capacity (AEC), C-organic, acidity exchangeable (Al and H), pH₀, P-retention and NaF pH. The results showed that Ultisol and Andisol in dry land of Aceh Besar included in the low activity clay (LAC) characterized by effective CEC 12 < kg-1. Characteristics of charge in Ultisol Jantho and Andisol Saree have a negative charge and variable charge. Decrease in C-organic by increasing the depth of soil in Ultisol and Andisol followed by decreased pH₀, P-retention, and Al-dd. Efforts to increase the negative charge on Ultisol and Andisol by increasing the pH or decreasing the zero point of charge of the soil through giving of organic matter or materials that have a low pH₀ such as compost, steel slag, rock phosphate, Bokashi rice husk and coal fly ash.

Keyword: *Characteristics, charge, physicochemical, Ultisol, Andisol*

PENDAHULUAN

Sebagian besar tanah-tanah di wilayah iklim tropika basah bermuatan variabel ordo Oxisol, Ultisol, Alfisol, Spodosol dan Andisol merupakan tanah bermuatan variabel. Tanah tersebut cukup banyak terdapat di muka bumi, dan merupakan tanah yang telah melapuk sangat lanjut atau tanah berkembang dari abu gunung api (Theng, 1980).

Ultisol merupakan salah satu kelompok tanah yang bermuatan variabel (Ali dan Sufardi, 1999). Ultisol mempunyai potensi keracunan Al, miskin kandungan bahan organik dan kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat tertukar lainnya seperti Ca, Mg, Na dan K, kapasitas tukar kation (KTK) rendah, serta peka terhadap erosi (Sudaryono, 2009). Selain itu Ultisol juga mempunyai liat beraktivitas rendah yang ditandai dengan rendahnya kemampuan koloid tanah dalam meretensi kation, sehingga kapasitas kation menjadi rendah (Sanchez, 1992).

Selain Ultisol, Andisol juga merupakan tanah dengan muatan variabel. Permasalahan pada Andisol yang paling umum adalah sebagian besar fosfat terikat oleh mineral alofan tanah

sehingga P tidak tersedia bagi tanaman (Sembiring *et al.*, 2013). Andisol juga dicirikan dengan nilai muatan titik nol (*Zero point of charge*) yang tinggi (Uehara dan Gillman, 1981).

Kabupaten Aceh Besar memiliki lahan kering seluas 89.134,34 hektar yang terbentuk atas beberapa jenis tanah seperti Podsolik, Kambisol, Aluvial, Litosol, Andosol, dan Renzina (Sufardi *et al.*, 2017). Ditinjau dari aspek fisikokimia, rendahnya kualitas tanah tersebut berhubungan erat dengan karakteristik muatan pada permukaan koloid. Pada tanah dengan sistem muatan variabel, besarnya muatan negatif dipengaruhi oleh potensial permukaan ($pH-pH_0$), konsentrasi elektrolit, valensi ion, konstanta larutan, dan temperatur (Uehara dan Gillman, 1981).

Saat ini usaha pengelolaan untuk mengatasi permasalahan pada Ultisol dan Andisol telah dilakukan secara meluas namun masih terbatas pada parameter-parameter kesuburan secara umum, sedangkan analisis sifat kimia yang berhubungan dengan sistem muatan tanah dan dinamika hara dalam tanah dan tanaman masih terabaikan. Padahal parameter ini merupakan sifat hakiki tanah karena dapat digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan tanah.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Aceh Besar pada lokasi yang terdapat tanah ordo Ultisol dan Andisol untuk selanjutnya dilakukan analisis di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus - November 2017.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: sampel tanah pada tiap-tiap horizon dari 2 profil, masing-masing 1 profil tanah ordo Ultisol dari Jantho dan Andisol dari Saree serta bahan-bahan kimia di laboratorium. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa peta jenis tanah, bor tanah, cangkul, GPS, abney level, buku Munsell colour chart, pH tancap, kantung plastik, meteran, pisau, daftar isian profil tanah, alat tulis serta peralatan analisis tanah di laboratorium.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang diawali dengan pengamatan berdasarkan peta jenis tanah yang berguna untuk menentukan lokasi pengambilan sampel tanah dari jenis tanah yang akan diteliti. Selanjutnya pengecekan ke lapangan berdasarkan titik terpilih dengan jalan pemboran tanah sampai kedalaman 100 cm. Setelah itu dilakukan pembuatan profil untuk diamati sifat-sifat morfologi dan pengambilan sampel tanah.

Pengamatan Lapangan dan Analisis Sampel

Pengamatan lapangan dilakukan secara fisik untuk mengetahui keadaan lahan di lokasi penelitian. Pada tahap ini mencakup kegiatan pemilihan lokasi, pembuatan dan deskripsi profil serta pengambilan contoh tanah. Pemilihan lokasi didasarkan pada hasil orientasi dengan penjelajahan wilayah. Sifat-sifat tanah yang di analisis mencakup sifat fisika dan kimia dengan parameter yang dianalisis disesuaikan dengan tujuan penelitian. Setelah semua data di lapangan didapatkan maka dilanjutkan dengan analisis di laboratorium yang mencakup beberapa sifat tanah, antara lain:

Sifat fisikokimia	Metode
Kadar Air (KA)	Gravimetri
Tekstur	Pipet
pH (H ₂ O dan KCl)	Elektrometrik
KTK	1 N NH ₄ OAC pH 7
Kation Basa dapat ditukar (Ca, Mg, K, Na)	1 N NH ₄ OAC pH 7
KB	$\frac{Ca + Mg + K + Na}{KTK} \times 100\%$
KTA	Prosedur SNI
C-organik	Walkley and Black
Al-dd dan H-dd	1 N KCl
pH ₀	Uehara Gillman
Retensi P	Blakemore
pH NaF	Elektrometrik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat-Sifat Muatan

Dari hasil penelitian diketahui bahwa pH H₂O Ultisol dan Andisol memperlihatkan nilai yang bervariasi dari agak masam sampai netral. pH H₂O Ultisol berkisar antara 6,16-6,73 dengan pH KCl 4,88-5,60, sedangkan pH H₂O Andisol berkisar antara 5,52-6,57 dan pH KCl yaitu 4,62-5,37 (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai pH H₂O, pH KCl, ΔpH, pH₀, pH₀-pH H₂O Ultisol dan Andisol

Ordo Tanah	Horizon	pH		ΔpH	pH ₀	pH ₀ -pH H ₂ O
		H ₂ O	KCl			
Ultisol	O	6,36	5,12	-1,24	4,89	-1,47
	A	6,16	4,88	-1,28	5,42	-0,74
	Bt ₁	6,58	5,21	-1,37	5,60	-0,98
	Bt ₂	6,73	5,60	-1,13	6,71	-0,02
Andisol	O	5,62	4,86	-0,76	5,35	-0,27
	A	5,52	4,62	-0,90	3,06	-2,46
	AB	6,51	5,33	-1,18	5,12	-1,39
	B	6,57	5,37	-1,20	6,08	-0,49

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pH Ultisol dan Andisol meningkat dengan semakin bertambahnya kedalaman tanah. pH tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain bahan induk tanah, bahan organik, hidrolisis aluminium, reaksi oksidasi terhadap mineral tertentu dan pencucian basa-basa (Syahputra *et al.*, 2015). Dalam hal ini pencucian basa-basa merupakan penyebab utama kemasaman tanah. pH tanah juga berhubungan dengan kandungan aluminium dapat dipertukarkan dan kejenuhan aluminium, semakin meningkat nilai pH tanah maka nilai Al-dd di dalam tanah akan semakin menurun. Begitu juga sebaliknya, dengan menurunnya pH tanah maka nilai Al-dd di dalam tanah akan semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Subandi (2007) bahwa nilai pH tanah yang relatif mudah diukur dapat digunakan untuk panduan dalam menduga tingkat kejenuhan Al.

Besarnya muatan koloid tanah dapat ditentukan dengan mengukur perbedaan pH H₂O dengan pH KCl yang dinyatakan sebagai ΔpH = pH KCl-pH H₂O. Artinya yaitu jika pH KCl-pH H₂O suatu tanah bernilai negatif maka muatannya adalah negatif, sebaliknya apabila ΔpH bernilai positif, maka muatan tanahnya yaitu positif. Tanah pada penelitian ini semuanya

mempunyai ΔpH negatif. Apabila ΔpH positif, nol atau negatif absolutnya kecil, umumnya menunjukkan tanah-tanah yang bermuatan variabel (Uehara dan Gillman, 1981). Tetapi menurut Arabia (1991), tanah-tanah yang semuanya terdiri dari muatan variabel jarang terjadi pada daerah tropika basah, tanah-tanah ini biasanya mengandung campuran mineral-mineral bermuatan variabel seperti kaolinit, oksida Fe dan Al serta muatan permanen seperti montmorillonit, illit dan vermikulit.

Nilai ΔpH pada Ultisol daerah penelitian berkisar antara -1,13 sampai -1,37 dengan nilai terendah pada horizon Bt_2 dan tertinggi pada horizon Bt_1 . Sedangkan nilai dari ΔpH Andisol berkisar antara -0,76 sampai -1,20 dengan nilai terendah pada horizon O dan tertinggi pada horizon B. Nilai ΔpH negatif yang besar tidak dapat dikatakan apakah bermuatan permanen atau variabel tetapi menunjukkan tingginya kerapatan muatan permukaan negatif.

Muatan Titik Nol

Ultisol dan Andisol memiliki muatan yang tergantung pH, tanah akan bermuatan positif jika kondisi pH asam dan akan bermuatan negatif jika pH yang lebih tinggi. Kondisi ini disebut dengan kondisi tanah yang bermuatan variabel. Kondisi pH yang demikian merupakan kondisi titik antara muatan positif dan negatif permukaan koloid bernilai nol yang sering disebut sebagai titik muatan pada kondisi nol atau *zero point of charge* (ZPC). Muatan positif berpengaruh terhadap sifat kimia tanah. Pada saat pH rendah, tanah memiliki kapasitas yang rendah untuk mengikat kation dan tanah yang demikian dianggap tidak subur.

Muatan titik nol (pH_0) merupakan parameter yang sangat penting pada sistem muatan tanah karena dapat menentukan tanda muatan neto tanah. Muatan koloid tanah dapat ditentukan dengan selisih pH_0 -pH tanah. Jika pH tanah lebih rendah dari pH_0 , maka permukaan tanah bermuatan neto positif. Sebaliknya jika pH tanah lebih besar daripada pH_0 maka permukaan tanah bermuatan neto negatif (Uehara dan Gillman, 1981).

Pada Tabel 1 terlihat bahwa Ultisol dan Andisol pada penelitian ini bermuatan neto negatif. Nilai pH_0 -pH H_2O $< -0,5$ pada horizon Ultisol maupun Andisol menunjukkan adanya muatan variabel pada kedua jenis tanah tersebut. Nilai pH_0 cenderung semakin meningkat dengan semakin bertambahnya kedalaman tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Uehara dan Gillman (1981) yang menyatakan bahwa pada lapisan atas tanah bermuatan variabel mempunyai nilai pH_0 yang rendah dibandingkan lapisan bawah karena lapisan atas mempunyai kandungan bahan organik yang lebih tinggi.

Selisih pH_0 -pH H_2O pada horizon O Ultisol dan horizon A Andisol yang masih besar menunjukkan tingkat perkembangannya yang belum lanjut. Hal ini juga disebabkan adanya bahan organik pada permukaan tanah yang mempunyai pH_0 rendah sehingga selisih pH_0 -pH H_2O semakin besar. Sedangkan semakin ke lapisan bawah selisih pH_0 -pH H_2O semakin kecil menunjukkan tanahnya sudah mengalami perkembangan yang lebih lanjut dibandingkan pada lapisan permukaan. Perkembangan suatu tanah tidak hanya dipengaruhi oleh selisih pH_0 -pH H_2O saja tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya seperti iklim, mineral yang terdapat dalam tanah serta kadar fraksi debu dan liat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Agus (1987) dalam Devnita (2010) yang menyatakan bahwa semakin lanjut tingkat perkembangan tanah maka rasio antara fraksi debu dan rasio liat akan semakin kecil.

Hubungan Sifat Kimia Tanah dengan Muatan Tanah

1. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Nilai kapasitas tukar kation (KTK) Ultisol dan Andisol pada penelitian ini berkisar antara rendah sampai tinggi. Ultisol dengan nilai KTK tertinggi terdapat pada Bt_1 yaitu 35,02 $cmol\ kg^{-1}$ diikuti oleh horizon Bt_2 , A dan O dengan masing-masing nilai yaitu: 28,56 $cmol\ kg^{-1}$, 20,88 $cmol\ kg^{-1}$ dan 15,35 $cmol\ kg^{-1}$. Sedangkan pada Andisol, KTK tertinggi ditemukan

pada horizon O dengan nilai 39,87 cmol kg^{-1} yang diikuti oleh horizon A, AB dan B dengan masing-masing nilai 35,16 cmol kg^{-1} , 24,58 cmol kg^{-1} dan 7,67 cmol kg^{-1} (Tabel 2).

Horizon Bt₁ Ultisol dan Horizon O Andisol mempunyai KTK yang lebih tinggi dibandingkan dengan horizon lainnya pada jenis tanah yang sama karena kandungan liatnya lebih banyak. Kandungan liat yang lebih tinggi ini diamati berdasarkan hasil pengamatan yang menunjukkan tekstur tanah Ultisol berkisar antara liat sampai liat berpasir, sementara Andisol dengan tekstur tanah lempung berdebu sampai lempung berpasir. Hal ini sesuai dengan pernyataan Devnita (2010) bahwa Kandungan liat yang lebih tinggi bersama-sama dengan pH tanah yang lebih tinggi akan menyebabkan KTK tanah lebih besar.

Tabel 2. Nilai KTK tanah, KTK Efektif, Muatan variabel Ultisol dan Andisol

Ordo Tanah	Horizon	KTK (cmol kg^{-1})	KTK Efektif (cmol kg^{-1})	Muatan variabel (cmol kg^{-1})
Ultisol	O	15,35	3,97	11,88
	A	20,88	6,05	15,54
	Bt ₁	35,02	10,26	25,28
	Bt ₂	28,56	9,65	19,22
Andisol	O	39,87	11,55	29,10
	A	35,16	2,86	33,74
	AB	24,58	2,44	22,70
	B	7,67	2,02	6,41

Ultisol dan Andisol daerah penelitian termasuk ke dalam tanah liat aktifitas rendah (LAR), karena mempunyai KTK efektif <12 cmol kg^{-1} . Dari Tabel 2 terlihat bahwa Ultisol memiliki KTK efektif 3,97-10,26 cmol kg^{-1} , sedangkan Andisol memiliki KTK efektif 2,02-11,55 cmol kg^{-1} . Menurut Arabia (1991), walaupun bahan organik mempunyai daya jerap kation yang lebih besar dibandingkan dengan mineral liat pada LAR, namun sumbangannya terhadap KTK tidak terlalu besar dikarenakan jumlahnya pada tanah tersebut relatif rendah.

Pada tanah LAR, mineral liatnya didominasi oleh mineral kaolinit. Muatan negatifnya yang menyumbang nilai KTK berasal dari: (1) disosiasi hidrogen pada gugus hidroksil (OH) yang diikat oleh Si dan Al pada masing-masing lempeng, (2) muatan yang tidak dipenuhi pada kisi-kisi lempeng yang patah, dan (3) sedikit dari substitusi isomorfik. Efektifitasnya terbatas hanya pada permukaan luar saja, sehingga nilai KTK nya kecil. Sedangkan tanah dengan muatan pemanen didominasi oleh mineral montmorillonit. Muatan negatifnya berasal dari substitusi isomorfik yang mempunyai efektifitas pada permukaan luar dan dalam sehingga mempunyai KTK lebih besar (Arabia, 1991).

KTK juga dapat digunakan dalam menghitung jumlah muatan variabel. Dari Tabel 2 diketahui bahwa jumlah muatan variabel pada Andisol lebih tinggi dibandingkan dengan Ultisol. Jumlah muatan variabel pada Andisol berkisar antara 6,41-33,74 cmol kg^{-1} sedangkan pada Ultisol berkisar antara 11,88-25,28 cmol kg^{-1} . Muatan variabel ini muncul diakibatkan oleh fraksi-fraksi tanah tersebut bersifat amfoter sehingga muatan bersih (neto) pada koloid tanah dapat berubah-ubah.

2. Kation Basa Dapat Ditukar (Ca-dd, Mg-dd, N-dd, dan K-dd)

Kation basa yang dianalisis yaitu Ca-dd, Mg-dd, K-dd dan Na-dd dimana keempat kation tersebut tergolong utama dalam tanah. Kation Ca, Mg, K dan Na dapat digunakan dalam penentuan persentase kejenuhan basa. Nilai kation basa yang dapat ditukar pada Ultisol dan Andisol bervariasi pada setiap horizon. Nilai Ca-dd berkisar antara sangat rendah sampai rendah pada kedua jenis tanah. Nilai Mg-dd berkisar antara sangat rendah hingga tinggi. K-dd

termasuk dalam kriteria sedang sampai sangat tinggi dan Na-dd dengan kriteria rendah. Dari hasil penelitian diketahui jumlah basa-basa dapat dipertukarkan pada Andisol lebih rendah dibandingkan dengan Ultisol yaitu 1,26-10,77 cmol kg⁻¹, walaupun mempunyai nilai KTK yang lebih tinggi. Hal ini dapat dijelaskan karena kation-kation terdiri dari kation basa (Ca, Mg, Na, dan K) dan kation asam (Al dan H).

Tabel 3. Nilai Kation Basa Dapat Ditukar (Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Na-dd), Jumlah Kation, Kejenuhan Basa Ultisol dan Andisol

Ordo Tanah	Horizon	Kation Basa dapat ditukar (cmol kg ⁻¹)				Σ Kation (cmol kg ⁻¹)	KB (%)
		Ca-dd	Mg-dd	K-dd	Na-dd		
Ultisol	O	0,36	2,27	0,70	0,14	3,47	22,60
	A	0,40	3,15	1,66	0,13	5,34	25,57
	Bt ₁	4,41	4,45	0,75	0,13	9,74	27,81
	Bt ₂	5,67	2,81	0,75	0,11	9,34	32,70
Andisol	O	3,31	5,78	1,57	0,11	10,77	27,01
	A	0,31	0,26	0,74	0,11	1,42	4,03
	AB	0,49	0,73	0,55	0,11	1,88	7,64
	B	0,26	0,39	0,50	0,11	1,26	16,42

3. Kejenuhan Basa

Kejenuhan basa pada penelitian ini mempunyai nilai <35%. Nilai ini dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tanah pada ordo Ultisol. Kejenuhan basa pada Ultisol termasuk dalam kriteria rendah sedangkan pada Andisol berkisar antara sangat rendah sampai rendah. Nilai kejenuhan basa berhubungan erat dengan pH, KTK dan tingkat kesuburan tanah. Kemasaman akan menurun dan kesuburan akan meningkat dengan meningkatnya kejenuhan basa. Laju pelepasan kation terjerap bagi tanaman tergantung pada tingkat kejenuhan basa tanah. Kejenuhan basa tanah dikatakan tidak subur jika kurang dari 50% (Tan, 2010). Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa kejenuhan basa Ultisol lebih tinggi dibandingkan Andisol. Kejenuhan basa tertinggi Ultisol ditemui pada horizon Bt₂, diikuti horizon Bt₁, horizon A dan horizon O dengan masing-masing nilainya yaitu: 32,70%, 27,81%, 25,57% dan 22,60%. Sedangkan pada Andisol nilai tertinggi ditemui pada horizon O, diikuti horizon B, horizon AB dan horizon A dengan masing-masing nilainya yaitu: 27,01%, 16,42%, 7,64% dan 4,03%.

4. Kapasitas Tukar Anion (KTA)

Pada daerah penelitian terlihat bahwa kapasitas tukar anion (KTA) Ultisol semakin tinggi dengan semakin bertambahnya kedalaman tanah sedangkan KTA pada Andisol semakin rendah dengan bertambahnya kedalaman tanah. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa tanah-tanah tersebut sudah menunjukkan adanya muatan variabel, maka tanah tersebut mempunyai Kapasitas Tukar Anion.

Tanah-tanah dengan kapasitas tukar anion tinggi umumnya memiliki polimer hidroksi-Al pada permukaan mineral, seperti mineral besi atau aluminium oksida. Kedua mineral tersebut dapat memberikan kontribusi terhadap KTA yang signifikan (Nursyamsi, 2011). KTA Ultisol berkisar antara 0,80-6,00 cmol kg⁻¹ sedangkan pada Andisol berkisar antara 1,60-4,00 cmol kg⁻¹. Pada horizon Bt₂ Ultisol mempunyai nilai KTA yang lebih tinggi dibandingkan dengan horizon lainnya dengan nilai 6,00 cmol kg⁻¹, demikian juga dengan horizon O pada Andisol dengan nilai 4,00 cmol kg⁻¹.

5. C-organik

C-organik merupakan indikator banyak sedikitnya bahan organik didalam tanah. Pada penelitian ini, kandungan C-organik pada Andisol lebih tinggi dibandingkan Ultisol. Ultisol

pada lokasi penelitian mengandung C-organik dengan kriteria sangat rendah dengan hanya lapisan O saja yang memiliki kriteria sedang. Sedangkan Andisol memiliki kandungan C-organik dengan kriteria rendah sampai sangat tinggi. Hal ini dikarenakan relatif tingginya bahan amorf alofan pada Andisol yang ditandai dengan tingginya pH NaF. Mineral alofan dapat membentuk senyawa kompleks dengan bahan organik yang mampu menghalangi senyawa organik dari serangan organisme sehingga menyebabkan kadar C-organik relatif tinggi. Selain itu, bahan organik mempunyai nilai pH_0 yang rendah sehingga Andisol mempunyai pH_0 yang lebih rendah dibanding Ultisol.

Pola sebaran C-organik semakin menurun seiring dengan menurunnya kedalaman tanah baik pada Ultisol maupun Andisol. Bahan organik mempunyai nilai pH_0 yang rendah, sehingga pH_0 pada horizon atas Ultisol dan Andisol juga lebih rendah dibandingkan dengan horizon bawahnya. Berdasarkan nilainya, C-organik tertinggi Ultisol terdapat pada horizon O, diikuti horizon A, Bt_1 dan Bt_2 dengan masing-masing nilainya yaitu: 2,83%, 0,87%, 0,32% dan 0,08%. Sedangkan urutan nilai tertinggi pada Andisol yaitu horizon A, O, AB dan B dengan masing-masing nilainya yaitu: 7,44%, 6,11%, 4,58% dan 1,87%.

Kandungan C-organik dalam tanah juga disebabkan oleh pengaruh organisme yang sangat kuat. Organisme merupakan sumber bahan organik bagi tanah selain yang diberikan oleh manusia sehingga kehadirannya sangat menentukan kadar C-organik. Sementara jumlah organisme akan semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah karena semakin tidak menunjangnya lingkungan bagi kehidupan organisme. Perakaran tanaman yang mati merupakan makanan bagi mikroorganisme tanah yang selanjutnya hasil dekomposisinya akan menambah bahan organik tanah.

Tabel 4. Nilai C-organik, KTA, Al-dd, H-dd, P-Retensi Ultisol dan Andisol

Ordo Tanah	Simbol Horizon	C-organik (%)	KTA (cmol kg^{-1})	Al-dd (cmol kg^{-1})	H-dd (cmol kg^{-1})	P-retensi (%)
Ultisol	O	2,83	0,80	0,40	0,10	40,00
	A	0,87	1,60	0,61	0,10	20,00
	Bt_1	0,32	3,20	tu	0,52	19,20
	Bt_2	0,08	6,00	tu	0,31	19,52
Andisol	O	6,11	4,00	0,44	0,34	82,00
	A	7,44	2,80	0,88	0,56	98,31
	AB	4,58	2,40	tu	0,56	97,47
	B	1,87	1,60	tu	0,76	78,03

6. Kemasaman dapat dipertukarkan (Al-dd dan H-dd)

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Al-dd dan H-dd pada masing masing horizon Ultisol dan Andisol bervariasi dengan kriteria sangat rendah sampai rendah. Secara kuantitatif, horizon A Ultisol mempunyai kadar Al-dd tertinggi yaitu 0,61 cmol kg^{-1} diikuti horizon O dengan nilai 0,40 cmol kg^{-1} , sedangkan pada horizon Bt_1 dan Bt_2 nilai Al-dd tidak terukur. Pada Andisol, Al-dd tertinggi ditemui pada horizon A dengan nilai 0,88 cmol kg^{-1} diikuti horizon O dengan nilai 0,44 cmol kg^{-1} , sedangkan pada horizon AB dan B tidak terukur. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai Al-dd semakin menurun (tidak terukur) dengan meningkatnya pH. Hal ini sesuai dengan penelitian Rachim (1989) bahwa pH dan Al-dd saling mempengaruhi dimana kelarutan Al dalam tanah dipengaruhi pH larutan dan Al yang aktif dapat mempengaruhi pH pada proses hidrolisis (Tan, 2010). Menurut Arabia (1991), jika ΔpH negatif dan Al-dd tinggi menunjukkan bahwa tanah mengandung mineral bermuatan permanen.

Adapun kadar H-dd tertinggi Ultisol ditemui pada horizon Bt_1 dengan nilai 0,52 cmol kg^{-1} diikuti horizon Bt_2 dengan nilai 0,31 cmol kg^{-1} serta horizon O dan A dengan nilai yang

sama yaitu $0,10 \text{ cmol kg}^{-1}$. Sedangkan pada Andisol, nilai tertinggi ditemui pada horizon B dengan nilai $0,76 \text{ cmol kg}^{-1}$, diikuti horizon A dan AB dengan nilai $0,56 \text{ cmol kg}^{-1}$ dan horizon O dengan nilai $0,34 \text{ cmol kg}^{-1}$. Kadar H-dd pada kedua jenis tanah berlawanan dengan Al-dd dimana semakin tingginya H-dd akan menyebabkan nilai Al-dd semakin rendah. Sebaliknya, nilai H-dd akan semakin rendah dengan meningkatnya nilai Al-dd.

7. P-retensi

Pada penelitian ini diketahui bahwa P-retensi pada Andisol lebih tinggi dibandingkan dengan Ultisol. Pada Andisol, P-retensi tertinggi ditemui pada horizon A, diikuti horizon AB, O dan B dengan nilainya masing-masing yaitu 98,31%, 97,47%, 82,00% dan 78,03%. Sedangkan pada Ultisol nilai P-retensi tertinggi yaitu pada horizon O, diikuti horizon A, horizon Bt₂, dan horizon Bt₁ yang semakin rendah dengan bertambahnya kedalaman tanah dengan nilainya masing-masing yaitu: 40,00%, 20,00%, 19,52% dan 19,20% (Tabel 3).

Tingginya P-retensi pada Andisol disebabkan oleh adanya kandungan alofan yang tinggi pada tanah ini yang mempunyai kemampuan mengikat P. Tingginya alofan pada Andisol ini dicirikan oleh pH NaF yang juga tinggi. Nilai pH NaF pada horizon permukaan sampai bawah berturut turut yaitu 9,85 (O), 10,86 (A), 11,14 (AB) dan 10,23 (B). Sedangkan pada Ultisol, P-retensi lebih disebabkan oleh oksida-oksida Fe dan Al, sehingga P menjadi terikat kuat. Hal ini sesuai dengan pendapat Sanchez (1992), yang menyatakan bahwa semakin tinggi oksida Fe dan Al, daya ikat P pada tanah tersebut semakin kuat.

8. Tekstur Tanah

Sifat fisik tanah yang berhubungan dengan muatan tanah pada penelitian ini adalah tekstur tanah terutama kandungan liat, sedangkan kadar air digunakan sebagai faktor koreksi pada beberapa analisis sifat kimia tanah lainnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa liat pada Ultisol lebih tinggi dibandingkan dengan Andisol. Urutan horizon dengan liat paling tinggi pada Ultisol yaitu horizon Bt₂, horizon A, Horizon Bt₁ dan horizon O dengan masing masing nilainya yaitu 52,35%, 47,66%, 37,14% dan 35,62%. Sedangkan pada Andisol liat tertinggi ditemui pada horizon O, diikuti horizon B, horizon AB dan horizon A dengan masing-masing nilainya yaitu: 12,59%, 6,45%, 6,08% dan 5,99% (Tabel 4).

Menurut Hanafiah (2010), sifat kimiawi tanah sebagian besar berasal dari adanya muatan listrik baik negatif maupun positif yang muncul dari permukaan struktur liat terutama yang koloidal, sehingga tanah tanpa koloid (organik dan anorganik) berarti tidak dapat lagi berfungsi sebagai media tumbuh bagi tanaman (tanah mati). Muatan negatif liat akan bereaksi dengan kation-kation basa seperti K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ dan NH_4^+ , juga dengan Al^{3+} , $\text{Fe}^{2/3+}$, Cu^{2+} dan Zn^{2+} , sedangkan muatan positif akan bereaksi dengan anion-anion seperti H_2PO_4^- , NO_3^- , Cl^- dan HSO_4^- .

Jenis dan jumlah liat erat hubungannya dengan muatan tanah. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, tanah pada penelitian ini termasuk kedalam liat aktifitas rendah (LAR) dengan muatan variabel. Ultisol dan Andisol ini didominasi oleh mineral liat kaolinit yang bertipe 1:1. Mineral liat ini tidak dapat mengembang dan mengerut serta memiliki luas permukaan spesifik kecil, sehingga walaupun berkadar liat tinggi tetapi aktifitasnya rendah.

Tabel 5. Nilai Tekstur Tanah Ultisol dan Andisol

Ordo Tanah	Horizon	Tekstur Tanah			Kelas tekstur
		Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	
Ultisol	O	46,55	17,81	35,62	Liat berpasir
	Bt ₁	35,00	27,85	37,14	Lempung berliat
	Bt ₂	21,46	26,17	52,35	Liat
	A	15,25	37,07	47,66	Liat
Andisol	O	24,43	62,97	12,59	Lempung berdebu
	A	28,14	65,86	5,99	Lempung berdebu
	AB	39,17	54,74	6,08	Lempung berdebu
	B	54,83	38,71	6,45	Lempung berpasir

Pengelolaan Tanah

Secara umum kendala tanah kering di Indonesia yaitu kemasaman yang tinggi dan keracunan Al. Hasil analisis pada kedua jenis tanah ini menunjukkan pH yang agak masam sampai netral. Demikian juga dengan nilai yang ditunjukkan oleh Al-dd dengan kriteria sangat rendah sampai rendah pada dua horizon teratas sehingga bisa disimpulkan bahwa kedua jenis tanah dalam penelitian ini tidak mengalami kendala kemasaman dan keracunan Al.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa kandungan C-organik pada Ultisol lebih rendah dibandingkan Andisol. C-organik pada Ultisol termasuk dalam kriteria rendah sampai sangat rendah sedangkan pada Andisol tergolong sedang sampai sangat tinggi. Peningkatan pH₀ pada Andisol disebabkan oleh semakin rendahnya kadar bahan organik dan tingginya alofan pada tanah ini. Demikian juga halnya dengan Ultisol yang mengalami penurunan bahan organik dengan semakin dalamnya lapisan tanah.

Hasil penelitian Martunis *et al.* (2016) menunjukkan bahwa indeks kualitas tanah pada lahan kering di Kabupaten Aceh Besar termasuk pada katagori “sedang” sampai “baik”. Salah satu faktor yang sangat menentukan kualitas tanah adalah kandungan bahan organik tanah. Bahan organik dapat mengimmobilisasi bahan-bahan kimia buatan yang memberikan dampak merugikan terhadap pertumbuhan tanaman, membentuk kompleks logam-logam berat, serta meningkatkan kapasitas sangga (*buffer capacity*) tanah (Nurmi, 2003 dalam Arifin, 2011).

Usaha pengelolaan tanah untuk menurunkan pH₀ dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah karena bahan organik mempunyai pH₀ rendah. Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk menurunkan pH₀ yaitu dengan pemberian kompos. Hal ini dikarenakan kompos merupakan senyawa organik yang berfungsi untuk menetralkan sejumlah muatan positif pada permukaan koloid (Sanchez, 1992). Fiantis (2000) menyatakan bahwa amelioran akan menurunkan pH₀ dan meningkatkan KTK. Sejalan dengan itu, penelitian Devnita (2010) menunjukkan bahwa pemberian amelioran terak baja, batuan fosfat dan bokashi sekam padi memperlihatkan kecenderungan menurunkan pH₀ dan P-retensi tanah walaupun peningkatan KTK tidak dapat dilakukan dalam waktu yang singkat karena daya sangga yang tinggi.

Penelitian Sufardi (1999) memperlihatkan pemberian kompos dan pupuk fosfat dapat menurunkan pH₀ serta meningkatkan serapan hara. Hasil penelitian lainnya dikemukakan oleh Hermawan *et al.* (2014) bahwa pencampuran abu terbang batubara dengan kotoran ayam dapat meningkatkan muatan negatif dan P-tersedia campuran melalui penurunan pH₀.

Pengapuran tidak diperlukan pada tanah penelitian ini karena akan meningkatkan pH sehingga mempengaruhi karakteristik muatan permukaan. Peningkatan pH akan meningkatkan muatan negatif (KTK) sedangkan penurunan pH meningkatkan muatan positif (KTA). Ultisol dan Andisol pada lokasi penelitian dicirikan oleh pH yang berada dalam kriteria agak masam sampai netral dan jumlah Al dapat ditukar yang rendah sehingga

pengapuran yang berlebihan akan mengakibatkan kekurangan Mn dan Zn. Jika teknik manajemen bertujuan untuk meningkatkan pH tanah akan terjadi peningkatan KTK dan penurunan KTA. Peningkatan KTK akan membantu produksi pertanian, akan tetapi penurunan KTA akan mengurangi kemampuan tanah untuk menahan anion khususnya nitrat (NO_3^{-2}).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Ultisol dan Andisol di lahan kering Aceh Besar termasuk kedalam liat aktifitas rendah (LAR) yang ditandai dengan KTK efektif $<12 \text{ cmol kg}^{-1}$. Karakteristik muatan pada Ultisol Jantho dan Andisol Saree mempunyai muatan neto negatif dan bermuatan variabel. Penurunan C-organik dengan bertambahnya kedalaman tanah pada Ultisol dan Andisol diikuti oleh penurunan pH_0 , P-retensi, dan Al-dd. Upaya untuk meningkatkan muatan negatif pada Ultisol dan Andisol yaitu dengan meningkatkan pH atau menurunkan muatan titik nol tanah melalui pemberian bahan organik atau bahan yang mempunyai pH_0 yang rendah seperti kompos, terak baja, batuan fosfat, bokashi sekam padi, dan abu terbang batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. dan Sufardi. 1999. Modifikasi Status Muatan Koloid Tanah Ultisol untuk Meningkatkan Kualitas Fisikokimia Tanah dan Produksi Kedelai (*Glycine Max (L.) Merril*). Laporan Penelitian. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Arabia, T. 1991. Sifat-Sifat Muatan Tanah Masam Lahan Kering di Daerah Sumatera Barat dan Jawa Barat. Thesis. Institut Pertanian Bogor.
- Bogor Devnita, Rina. 2010. Tanah Bermuatan Variabel: Sifat Kimia, Mineralogi dan Manajemennya. Paper Universitas Padjajaran. Bandung.
- Arifin, Z. 2011. Analisis Indeks Kualitas Tanah Entisol pada Penggunaan Tanah yang Berbeda. *Jurnal Agroteksos* vol 21(1):58-71.
- Devnita, Rina. 2010. Karakteristik Sifat Kimia dan Fisika Tanah Beberapa Andisol di Jawa Barat. Laporan Penelitian Universitas Padjajaran Bandung.
- Fiantis, D. 2000. Colloid-Surface Characteristics and Amelioration Problems of Some Volcanic Soils in West Sumatera, Indonesia. Thesis. University Putra Malaysia. Selangor.
- Hanafiah, K. A. 2010. Dasar Dasar Ilmu Tanah. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Hermawan, A., Sabaruddin, Marsi, R. Hayati., Warsito. 2014. Perubahan Titik Muatan Nol dan Muatan Negatif Abu Terbang Batubara Akibat Penambahan Kotoran Ayam dan Waktu Inkubasi. *J. Agroekoteknologi* Vol. 3(4): 191-200.
- Martunis, L., Sufardi, dan Muyassir. 2016. Analisis Indeks Kualitas Tanah di Lahan Kering Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh. *J. Budidaya Pertanian* Vol. 12(1): 34-40.
- Nursyamsi, D. 2011. Mekanisme Pelepasan K Terfiksasi Menjadi Tersedia bagi Pertumbuhan Tanaman pada Tanah-Tanah yang di Dominasi Smektit. *Jurnal Sumberdaya Lahan* Vol. 5 (2): 61-74.
- Rachim, D. A. 1989. Evaluasi Ketelitian Pemetaan Tanah Detail dan Keragaman Spasial Tanah pada Dua Satuan Peta di Daerah Bogor. Thesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sanchez, P.A. 1992. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sembiring, I. S M., Mukhlis, dan Bintang, S. 2013. Perubahan Sifat Kimia Andisol Akibat Pemberian Silikat dan Pupuk P Untuk Meningkatkan Produksi Kentang (*Solanum Tuberosum L.*). *J. Online Agroekoteknologi* Vol.1 (4) : 1111-1119.

- Subandi. 2007. Teknologi Produksi dan Strategi Pengembangan Kedelai pada Lahan Kering Masam. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol.2(1):12-25.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol Pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. *J. Tek. Ling* Vol.10(3): 337 – 346.
- Sufardi. 1999. Karakteristika Muatan, Sifat Fisikokimia, dan Adsorpsi Fosfat Tanah Serta Hasil Jagung pada Ultisol dengan Muatan Berubah Akibat Pemberian Amelioran dan Pupuk Fosfat. Disertasi Universitas Padjajaran. Bandung.
- Sufardi, M. Lukman, dan Muyassir. 2017. Pertukaran Kation pada Beberapa Jenis Tanah di Lahan Kering Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh (Indonesia). *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*. Banda Aceh. Hal: 45-53.
- Syahputra, E. Fauzi, R. 2015. Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *J. Agroekoteknologi*. Vol.4 (1): 1796-1803.
- Tan, K. H. 2010. *Principles of Soil Chemistry Fourth Edition*. CRC Press Taylor and Francis Group. Boca Raton. London. New York.
- Theng, B.K.G. 1980. *Soil with variable charge*. Department of Scientific and Industrial Research. Soil Bureau, Lower Hutt, New Zealand.
- Uehara, G and G. Gillman. 1981. *The Mineralogy, Chemistry, Physics Of Tropical Soils With Variabel Charge Clays*. Westerview Press. Colorado.