

**KAPASITAS TUKAR KATION (KTK) BERBAGAI KEDALAMAN  
TANAH PADA AREAL KONVERSI LAHAN HUTAN  
CATION EXCHANGE CAPACITY (CEC) SOIL DEPTH IN VARIOUS  
AREAS OF FOREST LAND CONVERSION**

**Ida Suryani**

*Universitas Cokroaminoto Makassar*

*E-mail : Ida\_suryani07@ yahoo.com*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada berbagai kedalaman tanah pada areal konversi lahan hutan. Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Papalang, Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat, Februari sampai Oktober 2014. Penelitian menggunakan metode survei di lapangan, penentuan KTK dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Universitas Hasanuddin, dengan menggunakan sampel tanah yang diambil secara komposit di lokasi penelitian. Penetapan KTK ditentukan dengan metode *Leaching* menggunakan Amonium Asetat 1 N pH 7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa umumnya KTK pada setiap desa dan masing-masing transek, nilainya berkisar sedang sampai tinggi. KTK untuk seluruh desa pada masing-masing transek umumnya menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah, kecuali pada transek 2 menunjukkan pola distribusi nilai KTK yang relatif sama pada berbagai kedalaman. Nilai KTK yang tinggi pada horizon eluviasi terkait dengan adanya akumulasi bahan organik pada lapisan tersebut.

***Kata kunci: Kapasitas Tukar Kation (KTK), kandungan bahan organik, tekstur tanah, tingkat perkembangan tanah***

**ABSTRACT**

This research aimed to determine the cation exchange capacity (CEC) at different depths in the soil in the area of forest land conversion. The research was conducted in the District Papalang, of West Sulawesi, February to October 2014. The research was conducted using survey method in the field and for the determination of CEC conducted at the Laboratory of Soil Chemistry Hasanuddin University performed using soil samples taken in the composite in the study area. Determination of CEC was determined by the method of Leaching with Ammonium Acetate 1 N pH 7. The results showed generally CEC in each village and each transect, value ranges from moderate to high. CEC for the whole village on each transect generally decreases with increasing soil depth. except on transect 2 shows the distribution pattern of the same relative CEC values at various depths. CEC values were high on eluviasi horizon associated with the accumulation of material in the layer organic.

***Keywords: Cation Exchange Capacity (CEC), organic matter content, soil texture, soil development level***

## PENDAHULUAN

Tanah hutan tropis mempunyai ciri yang berbeda dengan jenis tanah di wilayah iklim yang lain. Perkembangan tanah yang berlangsung sangat lama dan tanpa adanya gangguan, tingginya curah hujan dan suhu udara menyebabkan terjadinya proses pelapukan yang intensif dan pencucian yang dalam. Akibatnya tanah hutan tropis mengandung unsur-unsur hara yang sangat berbeda dengan batuan induknya, miskin akan unsur mineral dan mempunyai kandungan Fe dan Al yang tinggi.

Kandungan mineral liat sekunder (kaolinit dan gipsit) cukup tinggi dan apabila dibandingkan dengan mineral liat primer (*illit* dan *montmorillonit*), mineral sekunder tersebut mempunyai Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang lebih rendah. Fungsi penyimpanan unsur hara pada hutan tropis yang belum terganggu dilakukan oleh lapisan humus. Lapisan humus ini mempunyai KTK yang sangat tinggi, lebih tinggi dibandingkan *illit* dan *montmorillonit*.

Produktivitas bahan organik di daerah tropis sangat tinggi (sekitar 10-20 ton ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>), tetapi hutan tidak kaya akan humus. Lapisan humus hanya terbatas pada lapisan tanah bagian atas. Pelapukan yang diikuti dengan proses mineralisasi berlangsung cepat (hanya dalam beberapa bulan); sekitar 0,4-0,6% per hari di hutan dataran rendah dan antara 0,2-0,4% per hari di hutan dataran tinggi. Adanya proses tersebut menyebabkan kandungan humus selalu mencukupi, yang selanjutnya akan mendukung penyediaan unsur hara untuk vegetasi di atasnya.

Unsur hara yang dapat dimanfaatkan tumbuhan hanya ada di permukaan tanah terkonsentrasi pada lapisan humus. Penyerapan unsur hara tersebut oleh tumbuhan didukung adanya sistem perakaran dengan akar rambut yang tebal dan adanya mikoriza. Hal ini menyebab-

kan penyerapan unsur hara oleh tumbuhan menjadi lebih optimum. Dengan adanya proses pemupukan alami dan didukung sistem penyerapan unsur hara yang optimal tanah hutan tropis yang miskin mampu mendukung kehidupan tegakan di atasnya. Dalam siklus hara yang tertutup tersebut kandungan unsur hara terbesar terletak pada vegetasi atau tegakan hutan. Dengan adanya hutan di suatu wilayah maka pada wilayah tersebut memiliki tutupan lahan yang dapat menahan tanah tetap pada tempatnya dengan adanya ikatan antara misel tanah dengan akar. (Cooper et al, 1996).

Pertukaran kation merupakan pertukaran antara satu kation dalam suatu larutan dan kation lain dalam permukaan dari setiap permukaan bahan yang aktif. Semua komponen tanah mendukung untuk perluasan tempat pertukaran kation, tetapi pertukaran kation pada sebagian besar tanah dipusatkan pada liat dan bahan organik. Reaksi tukar kation dalam tanah terjadi terutama di dekat permukaan liat yang berukuran seperti klorida dan partikel-partikel humus yang disebut misel. Setiap misel dapat memiliki ribuan muatan negatif yang dinetralkan oleh kation yang diabsorpsi (Soares et al, 2005).

Kebanyakan tanah ditemukan bahwa pertukaran kation berubah dengan berubahnya pH tanah. Pada pH rendah, hanya muatan permanen liat dan sebagian muatan koloid organik memegang ion yang dapat digantikan melalui pertukaran kation. Dengan demikian KTK relatif rendah (Harjowigeno, 2002).

KTK tanah berbanding lurus dengan jumlah butir liat. Semakin tinggi jumlah liat suatu jenis tanah yang sama, KTK juga bertambah besar. Makin halus tekstur tanah makin besar pula jumlah koloid liat dan koloid organiknya, sehingga KTK juga makin besar. Sebaliknya tekstur kasar seperti pasir atau debu, jumlah koloid liat

relatif kecil demikian pula koloid organiknya, sehingga KTK juga relatif lebih kecil dibandingkan tanah bertekstur halus (Hakim et al, 1986).

Pengaruh bahan organik tidak dapat disangkal terhadap kesuburan tanah. Telah dikemukakan bahwa organik mempunyai daya jerap kation yang lebih besar daripada koloid liat. Berarti semakin tinggi kandungan bahan organik suatu tanah makin tinggi pulalah KTKnya (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Bagian yang paling aktif di dalam tanah adalah partikel-partikel tanah berukuran koloid. Koloid organik dan anorganik tanah ini bermuatan negatif dan dapat menjerap kation, yang dalam keadaan tertentu dapat terlepas kembali. Koloid tanah dapat menjerap kation. Jumlah kation yang terjerap tergantung pada susunan kimia dan mineral koloid tanah. Muatan negatif koloid mineral berasal dari valensi-valensi yang ada pada patahan-patahan mineral, ionisasi hidrogen dari gugus Al-OH dan substitusi isomorfik. Sedangkan muatan negatif koloid organik berasal dari ionisasi gugus karboksil dan fenolik.

Salah satu sifat kimia tanah yang terkait erat dengan ketersediaan hara bagi tanaman dan menjadi indikator kesuburan tanah adalah KTK atau Cation *Exchangable Capacity* (CEC). KTK merupakan jumlah total kation yang dapat dipertukarkan (*cation exchangable*) pada permukaan koloid yang bermuatan negatif. Satuan hasil pengukuran KTK adalah *milliequivalen* kation dalam 100 g tanah atau me kation 100 g<sup>-1</sup> tanah. Makin tinggi KTK, makin banyak kation yang dapat ditariknya. Tinggi rendahnya KTK tanah ditentukan oleh kandungan liat dan bahan organik dalam tanah itu. Besarnya KTK tanah tergantung pada tekstur tanah, tipe mineral liat tanah, dan kandungan bahan organik. Semakin tinggi kadar liat atau tekstur semakin halus maka KTK

tanah akan semakin besar. Demikian pula pada kandungan bahan organik tanah, semakin tinggi bahan organik tanah maka KTK tanah akan semakin tinggi (Mukhlis, 2007).

Tanah yang memiliki KTK yang tinggi akan menyebabkan lambatnya perubahan pH tanah. KTK tanah juga mempengaruhi kapan dan berapa banyak pupuk nitrogen dan kalium harus ditambahkan ke dalam tanah. Pada KTK tanah yang rendah, misalnya kurang dari 5 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, pencucian beberapa kation dapat terjadi. Penambahan ammonium dan kalium pada tanah ini akan menyebabkan sebagian ammonium dan kalium itu mengalami pencucian di bawah zona akar, khususnya pada tanah pasiran dengan KTK tanah bawah (subsoil) yang rendah. Pada KTK tanah yang lebih tinggi, misalnya lebih besar dari 10 cmol (+) kg<sup>-1</sup>, hanya sedikit pencucian kation akan terjadi. Oleh karena itu, penambahan nitrogen dan kalium pada tanah ini memungkinkan untuk dilaksanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada berbagai kedalaman tanah pada areal alih guna lahan hutan.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan bulan Februari sampai Oktober 2014, di Kecamatan Papalang, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat.

Menggunakan metode survei di lapangan, penentuan KTK dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah Unhas, menggunakan sampel tanah yang diambil secara komposit. Penetapan KTK menggunakan metode *Leaching* (pencucian) dengan Amonium Asetat 1 N pH 7.

Lokasi penelitian di lapangan adalah sebagai berikut:

- Transek 1: Desa Bunde, Salukayu 3 dan Kalonding,  
 Transek 2: Desa Toabo, Salukayu 2 dan Salukayu 4,  
 Transek 3: Desa Batu Papan, Pepalang, Batu Ampat,  
 Transek 4: Desa Boda-Boda, Salumasa dan Sisango.

Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, alat destilasi amoniak, gelas piala, batang pengaduk, gelas arloji, gelas ukur 50 mL, botol semprot, corong, labu ukur 100 mL, pipet, buret, Erlenmeyer, dan labu Kjedahl 1000 mL.

Bahan yang digunakan adalah contoh tanah yang diambil secara komposit dari lapangan, Amonium Asetat pH 7, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N, Alkohol 96%, Natrium Hidroksida 40%, indikator Conway, kertas saring, Asam Borat, Aquades.

### Metode Kerja

- 2,5 g sampel tanah kering angin dimasukkan ke dalam botol film, lalu ditambahkan 25 mL larutan ammonium asetat kocok selama 15 menit dengan mesin pengocok dan biarkan semalam.
- Setelah itu larutan disaring dengan kertas saring dan ditampung dengan labu ukur 50 mL, sisa sampel tanah yang ada di kertas saring pada gelas piala dicuci dengan 20-30 mL ammonium asetat dan diulang sampai beberapa kali sampai filtrate yang ditampung mencapai 50 mL. pindahkan ke labu ukur dan tepatkan volumenya sampai 50 mL dengan ammonium asetat pH 7.
- Sampel tanah dicuci pada kertas saring dengan 25-30 mL alkohol untuk setiap kali pencucian.
- Memindahkan sampel tanah pada kertas saring ke dalam labu Kjedahl dan tambahkan 40 mL Aquades dan tambahkan 20 mL NaOH 40%.

Kemudian dihubungkan dengan alat destilasi.

- Hasil destilasi ditampung dengan Erlenmeyer yang berisi 15 mL Asam Borat dan 3 tetes indikator Conway. Destilasi dihentikan setelah destilat mencapai 40 mL dan berubah menjadi hijau kebiru-biruan.
- Destilat dititrasi dengan asam sulfat 0,1 N sehingga warna biru berubah menjadi merah muda. Dengan cara yang sama dilakukan untuk blanko.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

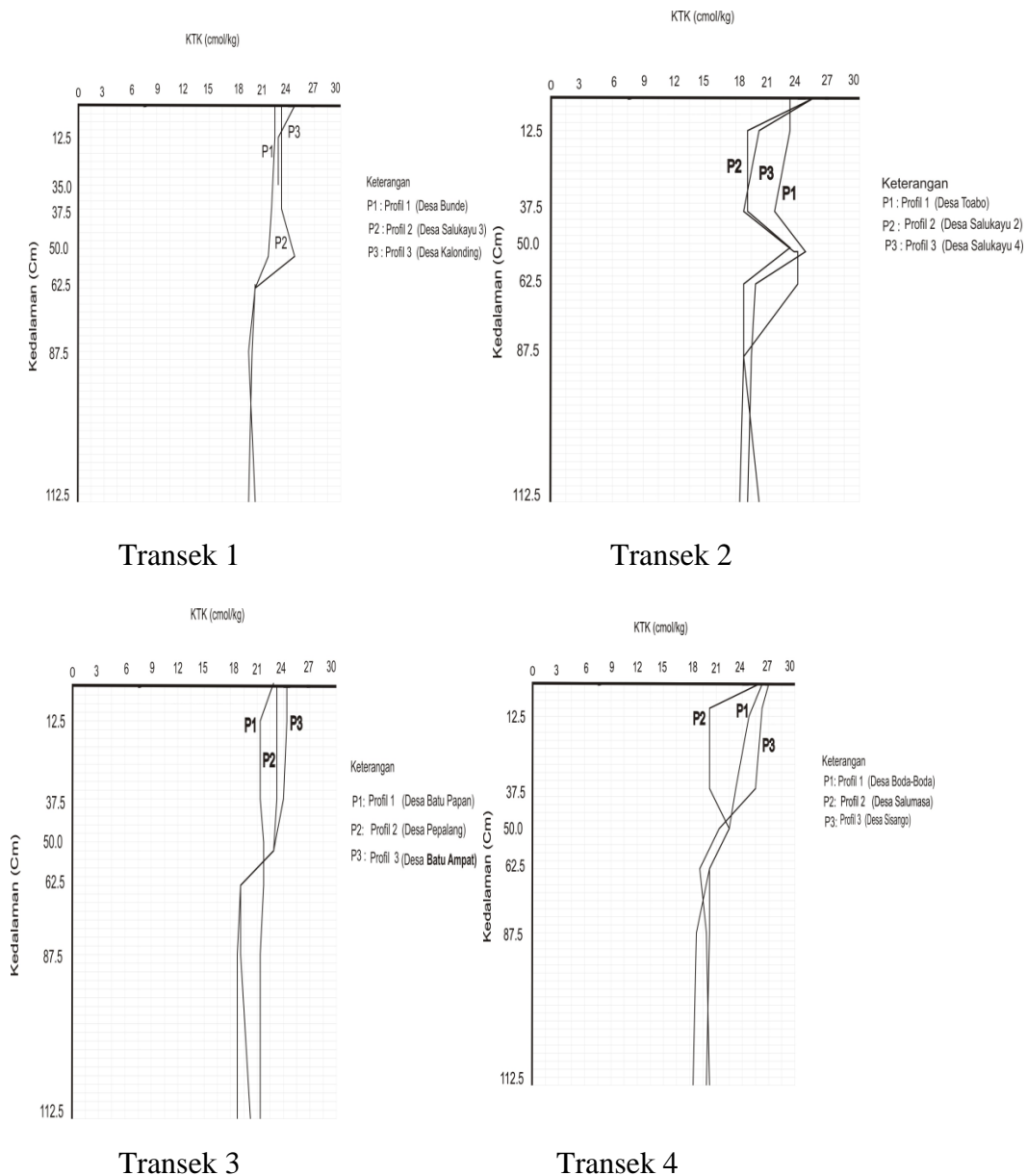
Data hasil analisis KTK tanah Transek 1, 2, 3 dan 4 disajikan pada Tabel 1 dan distribusi KTK menurut kedalaman pada tiap transek disajikan pada Gambar 1.

Pola distribusi nilai KTK tanah pada profil P1 dan P2 (transek 1) cenderung sama dengan nilai KTK yang relatif tinggi pada lapisan atas kemudian mulai menurun pada kedalaman 50 cm. Nilai KTK pada Profil 1 berkisar 19,65 c mol kg<sup>-1</sup> – 23,22 c mol kg<sup>-1</sup>. Pada Profil 2 berkisar 20,65 c mol kg<sup>-1</sup> – 25,11 c mol kg<sup>-1</sup>, dan P3 berkisar 22,65 c mol kg<sup>-1</sup> – 24,65 c mol kg<sup>-1</sup>. Ketiga profil pada Transek ini memiliki nilai KTK dengan kriteria sedang sampai tinggi.

Transek 2 menunjukkan pola distribusi nilai KTK yang relatif sama pada berbagai kedalaman. Hasil tersebut menunjukkan bahwa KTK tanah profil 1, 2 dan 3 berkisar antara 16,85 - 25,65 me 100 g<sup>-1</sup> tanah, dimana KTK tanah lapisan atas lebih tinggi dibandingkan lapisan di bawahnya hingga kedalaman 37,5 cm, kemudian meningkat lagi pada lapisan 50 cm dimana pada lapisan tersebut kemudian menurun kembali pada lapisan-lapisan di bawahnya. Peningkatan nilai KTK pada kedalaman 50 cm terkait dengan tingginya kadar liat pada lapisan tersebut.

Tabel 1. Hasil perhitungan kapasitas tukar kation (KTK) tiap transek dan desa

| Transek (TR)/KTK c mol kg <sup>-1</sup> |       |                       |       |                       |       |                      |       |
|---|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|----------------------|-------|
| TR I/Desa                               | KTK   | TR II/ Desa           | KTK   | TR III/<br>Desa       | KTK   | TR IV/<br>Desa       | KTK   |
| Bunde (0 cm)                            | 23.22 | Toabo (0 cm)          | 23.65 | Batu papan (0 cm)     | 22.65 | Boda-boda (0 cm)     | 26.32 |
| Bunde (12.5 cm)                         | 23.21 | Toabo (12.5 cm)       | 23.64 | Batu Papan (12.5 cm)  | 21.15 | Boda-boda (12.5 cm)  | 24.34 |
| Bunde (37.5 cm)                         | 20.89 | Toabo (37.5 cm)       | 22.08 | Batu papan (37.5 cm)  | 21.1  | Boda-boda (37.5 cm)  | 23.84 |
| Bunde (50 cm)                           | 20.51 | Toabo (50 cm)         | 24.32 | Batu Papan (50 cm)    | 21.85 | Boda-boda (50 cm)    | 22.56 |
| Bunde (62.5 cm)                         | 20.45 | Toabo (62.5 cm)       | 19.65 | Batu Papan (62.5 cm)  | 21.75 | Boda-boda (62.5 cm)  | 19.78 |
| Bunde (87.5 cm)                         | 19.87 | Toabo (87.5 cm)       | 19.55 | Batu Papan (87.5 cm)  | 21.69 | Boda-boda (87.5 cm)  | 18.78 |
| Bunde (112.5 cm)                        | 19.65 | Toabo (112.5 cm)      | 19.43 | Batu Papan (112.5 cm) | 21.65 | Boda-boda (112.5 cm) | 18.56 |
| Salukayu 3 (0 cm)                       | 23.52 | Salukayu 2 (0 cm)     | 25.32 | Pepalang (0 cm)       | 23.65 | Salumasa (0 cm)      | 26.35 |
| Salukayu 3 (12.5 cm)                    | 23.5  | Salukayu 2 (12.5 cm)  | 19.32 | Pepalang (12.5 cm)    | 23.64 | Salumasa (12.5 cm)   | 20.45 |
| Salukayu 3 (37.5 cm)                    | 24.1  | Salukayu 2 (37.5 cm)  | 19.3  | Pepalang (37.5 cm)    | 23.6  | Salumasa (37.5 cm)   | 20.4  |
| Salukayu 3 (50 cm)                      | 25.11 | Salukayu 2 (50 cm)    | 23.54 | Pepalang (50 cm)      | 22.65 | Salumasa (50 cm)     | 22.54 |
| Salukayu 3 (62.5 cm)                    | 20.87 | Salukayu 2 (62.5 cm)  | 18.56 | Pepalang (62.5 cm)    | 19.36 | Salumasa (62.5 cm)   | 19.67 |
| Salukayu 3 (87.5 cm)                    | 19.32 | Salukayu 2 (87.5 cm)  | 18.56 | Pepalang (87.5 cm)    | 19.21 | Salumasa (87.5 cm)   | 19.65 |
| Salukayu 3 (112.5 cm)                   | 20.65 | Salukayu 2 (112.5 cm) | 20.11 | Pepalang (112.5 cm)   | 19.2  | Salumasa (112.5 cm)  | 19.63 |
| Kalonding (0 cm)                        | 24.65 | Salukayu 4 (0 cm)     | 25.65 | Batuampat (0 cm)      | 24.62 | Sisango (0 cm)       | 27.22 |
| Kalonding (12.5 cm)                     | 23.43 | Salukayu 4 (12.5 cm)  | 20.75 | Batuampat (12.5 cm)   | 24.6  | Sisango (12.5 cm)    | 26.78 |
| Kalonding (35 cm)                       | 22.65 | Salukayu 4 (37.5 cm)  | 16.85 | Batuampat (37.5 cm)   | 24.4  | Sisango (37.5 cm)    | 26.54 |
|   |       | Salukayu 4 (50 cm)    | 23.65 | Batuampat (50 cm)     | 22.45 | Sisango (50 cm)      | 21.52 |
|   |       | Salukayu 2 (62.5 cm)  | 23.54 | Batuampat (62.5 cm)   | 19.36 | Sisango (62.5 cm)    | 19.32 |
|   |       | Salukayu 4 (87.5 cm)  | 18.32 | Batuampat (87.5 cm)   | 19.34 | Sisango (87.5 cm)    | 20.85 |
|   |       | Salukayu 4 (112.5 cm) | 18.25 | Batuampat (112.5 cm)  | 20.45 | Sisango (112.5 cm)   | 19.76 |



Gambar 1. Distribusi KTK menurut kedalaman tiap transek

Distribusi nilai KTK tanah profil P1, P2 dan P3 transek 3 pada berbagai kedalaman menunjukkan pola yang cenderung menurun menurut kedalaman. Profil P1 menunjukkan nilai KTK yang relatif konstan menurut kedalaman, kecuali pada kedalaman 0-12,5 cm relatif lebih tinggi. Demikian pula halnya profil P2 dan P3 menunjukkan nilai KTK yang relatif konstan pada berbagai kedalaman kecuali pada kedalaman 50 cm - 62,5 cm. Secara

umum nilai KTK Profil P1, P2 dan P3 pada berbagai kedalaman berada pada kisaran yang sama.

Distribusi nilai KTK tanah profil P1, P2 dan P3 (transek 4) pada berbagai kedalaman menunjukkan pola yang cenderung menurun menurut kedalaman tanah.

Profil P1 dan P3 menunjukkan nilai KTK dengan status tinggi pada lapisan atas (0-

37,5 cm), menurun hingga kedalaman 62,5 cm dengan status sedang selanjutnya relatif konstan hingga kedalaman 112,5 cm. Profil P2 menunjukkan nilai KTK yang relatif konstan menurut kedalaman dengan status sedang, kecuali pada lapisan permukaan tanah dengan status tinggi.

Nilai KTK yang tinggi pada horizon eluviasi terkait dengan adanya akumulasi bahan organik pada lapisan tersebut. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap KTK tanah adalah kandungan bahan organik, tekstur tanah dan tingkat perkembangan tanah. Semakin tinggi kandungan bahan organik dan liat tanah maka semakin tinggi nilai KTK tanah, jika faktor-faktor lain sama. Semakin berkembang tanah semakin rendah KTK tanah-tanah tersebut. Nilai KTK tanah pada profil P1, P2 dan P3 pada umumnya sedang, kecuali 1 titik pengamatan pada profil P2 dan satu titik pengamatan pada profil P3. KTK tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, jumlah dan jenis liat, sedangkan kadar bahan organik jumlah dan jenis liat dipengaruhi oleh vegetasi dan tingkat perkembangan tanah (Foth and Turk, 1985). KTK tanah yang rendah dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan organik seperti kompos atau pupuk kandang, penambahan hancuran batuan zeolit secara signifikan juga dapat meningkatkan KTK tanah (Novizan, 2005).

Adanya perbedaan-perbedaan nilai KTK pada profil P1, P2 dan P3 pada berbagai kedalaman disebabkan oleh perbedaan distribusi kandungan liat pada berbagai kedalaman oleh proses-proses genesis tanah seperti proses translokasi liat dari horizon eluviasi ke horizon iluviasi dan transformasi debu menjadi liat pada tempat-tempat tersebut. Disamping itu, distribusi C-organik yang naik turun menurut kedalaman juga memberi

kontribusi terhadap perbedaan-perbedaan nilai KTK tanah.

Adanya variasi nilai KTK tanah profil P1, P2 dan P3 pada berbagai kedalaman disebabkan oleh perbedaan kandungan liat dan bahan organik pada lapisan-lapisan tersebut. Kadar liat tanah lapisan atas (0-37,5 cm) pada profil P1, P2 dan P3 lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan di bawahnya, demikian juga kadar C-organik lebih tinggi pada lapisan atas (0-37,5 cm) dibandingkan lapisan di bawahnya, kecuali profil P3. Hal ini berarti tingginya nilai KTK lapisan atas pada profil P1 dan P2 disebabkan oleh kombinasi antara kadar liat dan bahan organik yang tinggi pula di lapisan tersebut, sedangkan pada profil P3, kontribusi kadar liat yang lebih tinggi pada lapisan tersebut lebih dominan mempengaruhi nilai KTK tanah dibandingkan bahan organik.

## **KESIMPULAN**

1. KTK untuk seluruh desa pada masing-masing transek umumnya menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah, kecuali pada transek 2 menunjukkan pola distribusi nilai KTK yang relatif sama pada berbagai kedalaman.
2. Nilai KTK yang tinggi pada horizon eluviasi terkait dengan adanya akumulasi bahan organik pada lapisan tersebut. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap KTK tanah adalah kandungan bahan organik, tekstur tanah dan tingkat perkembangan tanah. Semakin tinggi kandungan bahan organik dan liat tanah maka semakin tinggi nilai KTK tanah, jika faktor-faktor lain sama. Semakin berkembang tanah semakin rendah KTK tanah-tanah tersebut.
3. Perbedaan nilai KTK pada profil P1, P2 dan P3 pada berbagai kedalaman

disebabkan oleh perbedaan distribusi kandungan liat pada berbagai kedalaman oleh proses genesis tanah seperti proses translokasi liat dari horizon eluviasi ke horizon iluviasi dan transformasi debu menjadi liat pada tempat-tempat tersebut. Disamping itu, distribusi C-organik yang naik turun menurut kedalaman juga memberi kontribusi terhadap perbedaan nilai KTK tanah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cooper, P.J.M., R.R.B Leakey, M.R Rao, and L. Reynolds, 1996. Agroforestri and Mitigation of Land Degradation in the Humid and Sub Humid Tropical of Africa, *Experimental Agriculture* 32: 249-261.
- Foth, H.D and L.N. Turk, 1985. **Fundamentals of Soil Science**, Sixth ed. John Waley and Sons, Inc. New York.
- Hakim, N., M. Yusuf Nyakpa, A. M. Lubis, Sutopo Ghani Nugroho, M. Amin Diha, Go Ban Hong, dan H. H. Bailey, 1986. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah**. Universitas Lampung, Lampung.
- Hardjowigeno S, 2002. **Ilmu Tanah**. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Muklis, 2007. **Analisis Tanah dan Tanaman**. Universitas Sumatera Utara Press, Medan.
- Novizan, 2005. **Petunjuk Pemupukan yang Efektif**. PT Agro Media Pustaka, Tangerang.
- Rosmarkam dan Yuwono, 2002. **Ilmu Kesuburan Tanah**. Kanisius, Jakarta.
- Soares, M.R., R.F.A. Luis, P.V Torrado, and M. Cooper, 2005. Mineralogy ion exchange properties of the partide size fractions of some brazilian soils in tropical humid areas. *Goderma* 125:355-367.