

DISTRIBUSI VERTIKAL KARBON ORGANIK TOTAL (KOT) DAN HUBUNGANNYA DENGAN KAPASITAS TUKAR KATION (KTK) PADA TANAH HUTAN RAWA SEKUNDER DI SEMPADAN SUNGAI KUMB, MERAUKE, PAPUA

Yohanes B.J. Rusmanta¹, Barlah Rumhayati², Chasan Bisri²

¹ Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang

² Jurusan Kimia FMIPA Universitas Cenderawasih Jayapura

e-mail: ruspapua@yahoo.com

Abstrak

Tanah memiliki sifat-sifat fisik dan kimiawi yang dipengaruhi oleh bahan-bahan penyusunnya dan faktor lingkungan. Beberapa sifat fisik dan kimiawi tanah saling berhubungan. Dengan mengetahui salah satu sifat kimia tanah, misalnya kandungan Karbon Organik Total (KOT), maka dapat diprediksi sifat kimiawi lainnya misalnya Kapasitas Tukar Kation (KTK). Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pola distribusi KOT dan KTK secara vertikal dari 0 hingga 50 cm. Sampel tanah di ambil sebanyak 7 sampel di mana 4 sampel pertama diambil dari lapisan 0 – 20 cm dengan ketebalan masing – masing 5 cm dan 3 sampel kedua dari lapisan 20 – 50 cm dengan ketebalan masing – masing 10 cm. Sampel tanah diambil dari hutan rawa sekunder di sempadan Sungai Kumb, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua. Baik KOT maupun KTK mengalami penurunan secara linier sejalan dengan bertambahnya kedalaman lapisan tanah. Terdapat hubungan yang linier antara KOT dengan KTK memenuhi persamaan $KTK = 32,37 + (2,565 KOT)$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,840$

Kata Kunci: tanah, kapasitas tukar kation, karbon organik total

Abstract

Soil has physical and chemical properties which are influenced by the constituent materials and environmental factors. Some physical and chemical properties are interconnected. By knowing one soil chemical properties, such as Total Organic Carbon (TOC) content, it can be predicted other chemical properties such as cation exchange capacity (CEC). Research has been conducted to determine the pattern of distribution of TOC and CEC vertically from 0 to 50 cm. Soil samples taken as many as 7 samples in which the first 4 samples taken from 5cm thick layer of 0-20 cm and 3 second sample of 10cm thick layer of 20-50 cm. Soil samples taken from secondary swamp forest on the border KUMB River, Merauke Regency, Province of Papua. Both of TOC or KTK linear decline in line with the increase in soil depth. There is a linear relationship between TOC with CEC according to the equation $CEC = 32.37 + (2,565 TOC)$ with a coefficient of determination $R^2 = 0.840$

Key words: Land, Cation Exchange Capacity (CCC), Total Organic Carbon (TOC)

PENDAHULUAN

Kapasitas tukar kation (KTK) tanah didefinisikan sebagai kapasitas tanah untuk menjerap dan mempertukarkan kation. KTK biasanya dinyatakan dalam miliekuivalen per 100 gram. Satuan yang dipakai oleh Sistem Internasional (SI) untuk menyatakan mEk per 100 gram adalah $C \text{ mol } (+) \text{ kg}^{-1}$ (Tan, 1998). Nilai KTK atau jumlah muatan positif yang dapat terjerap oleh tanah adalah spesifik pada nilai pH tertentu (Martel dkk., 1987; Manrique dkk., 1991 dalam Rashidi dan Selsepour, 2008). Setiap K^+ yang terjerap menyumbang 1 muatan positif dan setiap Ca^{2+} yang terjerap menyumbang 2 muatan positif pada KTK. Setiap 1centimol KTK / kg berarti bahwa ada $6,02 \times 10^{21}$ muatan (+) yang dijerap oleh 1 kg tanah kering oven. Kedua satuan tersebut, baik mEk/100g maupun cmol/kg adalah bernilai sama. Sepuluh mEk/100g adalah sama dengan 10 cmol/kg.

KTK tanah merupakan keseimbangan antara KTK dari fraksi mineral dan fraksi organik. Sumber utama KTK tanah mineral berasal dari liat. Sedangkan muatan negatif bahan organik terutama disebabkan oleh disosiasi H^+ (deprotonasi) dari gugus $-OH$ pada karboksil dan fenolat.

KTK dari bahan organik tanah berkisar 100 – 400 cmol/kg, tergantung dari derajat dekomposisi. Tanah liat memiliki

ragam KTK yang luas, dari rentang di bawah 10 cmol/kg untuk liat teroksidasi, hingga di atas 100 cmol/kg untuk liat 2:1. Fraksi pasir dan debu menyumbang sedikit bagi KTK tanah. Sebagai konsekuensinya, KTK tanah terutama dipengaruhi oleh jenis dari liat, dan besaran dan derajat dekomposisi dari bahan – bahan organik tanah (Foth, 1990).

Penelitian yang dilakukan oleh Eneje dan Kelechi (2012) di Owerri, Nigeria, menunjukkan bahwa nilai KTK menurun sejalan dengan penurunan kandungan bahan organik tanah (BO), demikian juga peningkatan kedalaman. Pada kedalaman 0-20 cm, nilai BO tanah dan KTK sebesar 1,24% dan 5,05 Cmol/kg; 2,26% dan 1,84 Cmol/kg; dan 1,84% dan 4,12 Cmol/kg. Sedangkan pada kedalaman 20-40cm, nilai BO tanah dan KTK sebesar 0,90% dan 3,72 Cmol/kg; 1,47% dan 4,64 Cmol/kg; dan 1,20% dan 3,88 Cmol/kg.

Sebuah penelitian dilakukan oleh Rashidi dan Seilsepour (2008) di Varamin, Iran yang beriklim arid dan pH rata-rata 7,5 untuk menentukan rumusan korelasi antara KTK dan KOT. Hasil menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara KTK dan KOT dirumuskan dengan persamaan:

$$KTK = 7,93 + (8,72 \text{ KOT}) \dots\dots (1)$$

koefisien determinasi $R^2 = 0,74$.

ALAT, BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel

Sebanyak 21 sampel tanah diambil dari 3 lokasi (A, B dan C) di dalam hutan rawa sekunder di daerah sempadan Sungai Kumb, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua. Titik koordinat lokasi B adalah 8°8'57,51" LS – 140°24'40,92" BT. Jarak antara lokasi B dengan tepi sungai adalah 400 meter, sedangkan jarak antara lokasi B ke lokasi A dan lokasi C masing – masing 100 meter sejajar dengan garis tepi sungai. Setiap lokasi sedalam 50 cm dibagi menjadi 7 lapisan tanah yang diambil sebagai sampel. Empat lapisan pertama masing – masing setebal 5 cm dan tiga lapisan kedua masing – masing setebal 10 cm. Alat pengambil sampel adalah pipa paralon berdiameter 2 inches untuk mengganti "*soil ring sampler*".

Prosedur analisis sampel

Analisis sampel untuk mengukur parameter pH, KTK dan KOT mengacu pada Buku Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah,

Analisis sampel untuk mengukur parameter pH, KTK dan KOT mengacu pada Buku Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk, terbitan Balai Penelitian Tanah, Departemen Pertanian Republik Indonesia (Sulaeman, Suparto, Eviati, 2005). Derajat keasaman atau pH diukur dengan alat pH meter dan sampel tanah sebelumnya dilarutkan pada

Tanaman, Air dan Pupuk, terbitan Balai Penelitian Tanah, Departemen Pertanian Republik Indonesia (Sulaeman, Suparto, Eviati, 2005). Derajat keasaman atau pH diukur dengan alat pH meter dan sampel tanah sebelumnya dilarutkan pada larutan KCl 1M dengan perbandingan 1:5. KTK diukur dengan ditetapkan secara kolorimetri dengan metoda Biru Indofenol. KOT diukur dengan metoda kolorimetri menggunakan pereaksi kalium dikromat.

Analisis statistik

Digunakan Microsoft Excel (Versi 2007) untuk menghitung persamaan regresi dari data pH, KOT dan KTK. Juga untuk menghitung persamaan regresi hubungan antara pH dengan KTK dan KOT dengan KTK.

HASIL

Nilai pH, KOT, dan KTK pada lokasi A, B dan C ditampilkan pada Tabel 1.

larutan KCl 1M dengan perbandingan 1:5. KTK diukur dengan ditetapkan secara kolorimetri dengan metoda Biru Indofen

Tabel 1. Daftar pH, KOT dan KTK pada tiga lokasi dengan variasi kedalaman.

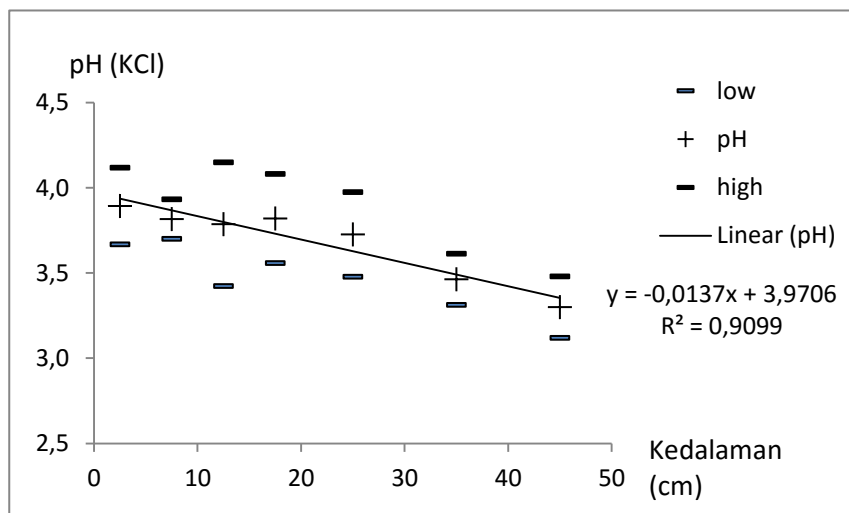
Parameter	Kedalaman (cm)	Lokasi			Rerata	SD
		A	B	C		
pH	0 – 5	3.64	3.97	4.07	3.89	0.23
	5 – 10	3.74	3.95	3.76	3.82	0.12
	10 – 15	3.64	4.2	3.52	3.79	0.36
	15 – 20	3.94	4	3.52	3.82	0.26
	20 – 30	3.8	3.93	3.45	3.73	0.25
	30 – 40	3.55	3.55	3.29	3.46	0.15
	40 – 50	3.5	3.25	3.15	3.30	0.18
KOT (%)	0 – 5	11.45	11.79	10.93	11.39	0.43
	5 – 10	8.21	9.37	5.09	7.56	2.21
	10 – 15	8.17	6.33	4.65	6.38	1.76
	15 – 20	6.21	6.25	4.61	5.69	0.94
	20 – 30	4.78	3	2.25	3.34	1.30
	30 – 40	3.29	3.22	0.77	2.43	1.44
	40 – 50	0.42	0.3	0.21	0.31	0.11
KTK (cmol/kg)	0 – 5	58.7	58.3	60.5	59.17	1.17
	5 – 10	53.3	51.8	50.1	51.73	1.60
	10 – 15	52.9	53.3	50.3	52.17	1.63
	15 – 20	53.6	53.3	49.7	52.20	2.17
	20 – 30	46.4	34.3	40.8	40.50	6.06
	30 – 40	36.9	34.5	35.2	35.53	1.23
	40 – 50	31.5	29.0	31.0	30.50	1.32

Persamaan regresi yang diperoleh dari perhitungan menggunakan Microsoft Excel ditampilkan pada Tabel 2. Sedangkan kurva linier yang

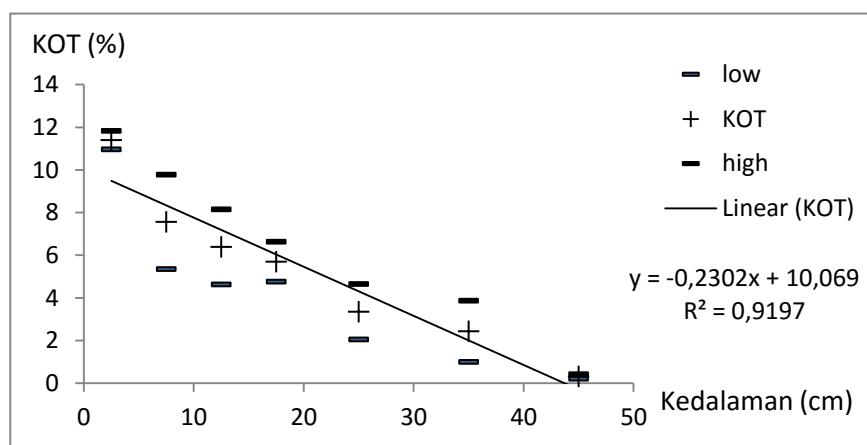
merupakan pola hubungan antara masing – masing parameter ditampilkan pada Gambar 1 hingga Gambar 5.

Tabel 2. Hubungan antar parameter

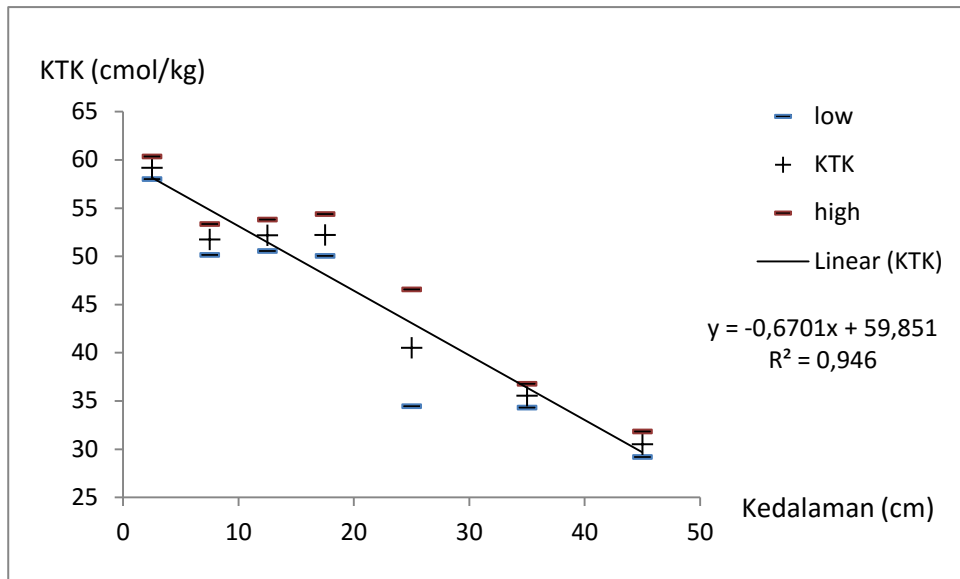
No	Hubungan Antara Parameter		Persamaan Regresi	R ²
	Variabel Bebas (x)	Variabel Terikat (y)		
1.	Kedalaman (cm)	pH	$y = 3,970 - 0,013x$	0,909
2.	Kedalaman (cm)	KOT (%)	$y = 10,06 - 0,230x$	0,919
3.	Kedalaman (cm)	KTK (cmol/kg)	$y = 59,85 - 0,670x$	0,946
4.	pH	KTK (cmol/kg)	$y = -46,21 + 25,00x$	0,486
5.	KOT (%)	KTK (cmol/kg)	$y = 32,37 + 2,565x$	0,840



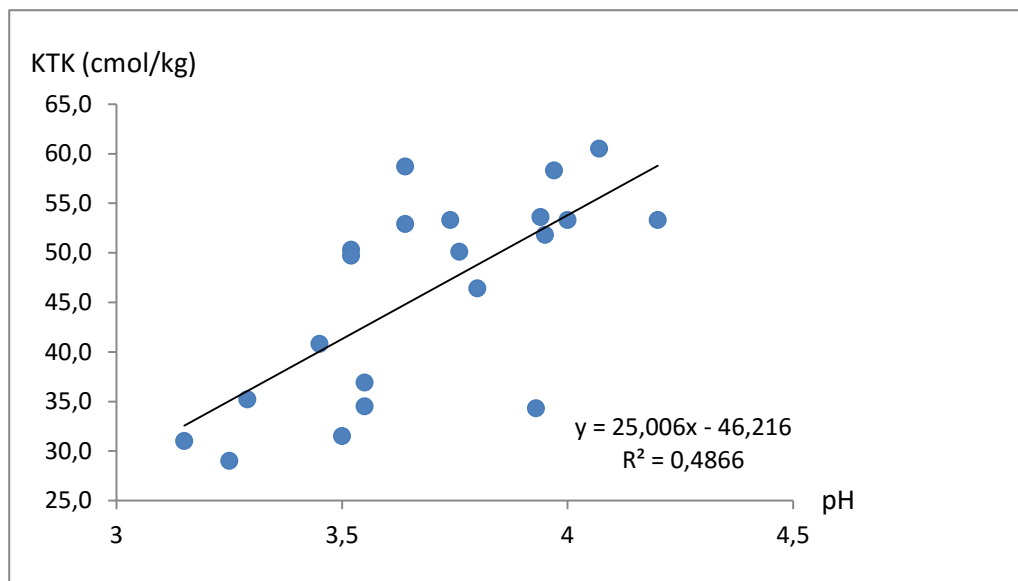
Gambar 1. Kurva linier yang menyatakan hubungan antara kedalaman (cm) dengan pH



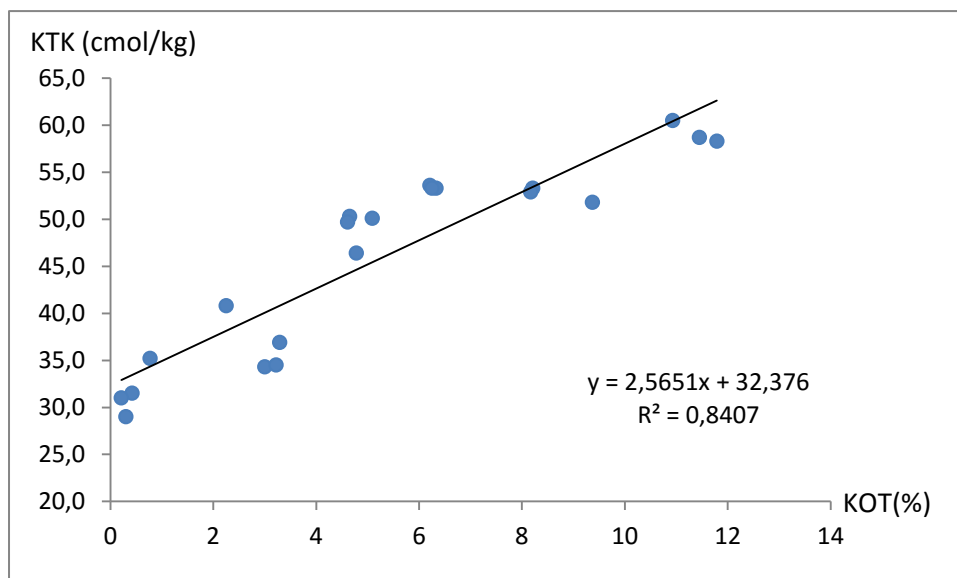
Gambar 2. Kurva linier yang menyatakan hubungan antara kedalaman (cm) dengan KOT (%)



Gambar 3. Kurva linier yang menyatakan hubungan antara Kedalaman (cm) dengan KTK (cmol/kg)



Gambar 4. Kurva linier yang menyatakan hubungan antara pH dengan KTK (cmol/kg)



Gambar 5. Kurva linier yang menyatakan hubungan antara KOT (%) dengan KTK (cmol/kg)

PEMBAHASAN

Sampel tanah dilarutkan pada KCl 1M dengan perbandingan 1 : 5, setelah dikocok hingga homogen, dilakukan pengukuran dengan pH meter yang telah dikalibrasi. Derajat keasaman (pH) tanah pada tiga lokasi dan 7 lapisan kedalaman menunjukkan nilai yang beragam dari yang paling rendah 3,15 pada kedalaman 40 – 50 cm di lokasi C dan yang paling tinggi adalah 4,20 pada kedalaman 10-15 cm di lokasi B. Kisaran nilai pH ini menunjukkan kategori tanah pada lokasi tempat penelitian ini tergolong sangat asam. Secara rata-rata, nilai pH mengalami penurunan sejalan dengan peningkatan kedalaman

lapisan tanah dari 0 – 50 cm, memenuhi persamaan

$$\text{pH} = 3,970 - (0,013 \text{ Kdlmn}) \dots (2)$$

dengan koefisien determinasi $R^2=0,909$. Penyebab utama dari tingginya keasaman atau rendahnya pH adalah degradasi senyawa – senyawa karbon yang banyak terjadi terutama di daerah permukaan. Bila mengacu pada sebab ini, maka seharusnya pH akan meningkat sejalan dengan kedalaman hingga lapisan lempung. Namun tidak demikian dengan ketiga kurva di atas. Nilai pH justru menurun, bisa jadi disebabkan oleh adanya pirit atau mineral besi belerang (FeS_2) yang mengalami oksidasi dengan adanya oksigen dan air menghasilkan besi (II) sulfat dan

proton (H^+). Namun anggapan ini perlu diperkuat dengan pengujian kandungan pirit atau besi dalam tanah tersebut.

Pengukuran kadar KOT dilakukan dengan metoda titrasi. Sampel tanah yang telah dipreparasi di reaksikan dengan $K_2Cr_2O_7$ dan dititrasi dengan larutan $FeSO_4$. Nilai KOT yang diperoleh dari pengukuran terhadap kedalaman 0 – 50 cm di tiga titik menunjukkan bahwa kadar KOT menurun dari sekitar 11-12 persen pada permukaan hingga mendekati nol pada kedalaman 50 cm. Nilai tertinggi 11,79% pada titik pengambilan sampel B kedalaman 0-5 cm, sedangkan titik terendah pada titik C kedalaman 40-50 cm yakni 0,21%.

Penurunan nilai KOT pada lokasi A dan B relatif sama, kecuali pada kedalaman 20 – 30 cm, KOT pada titik B lebih rendah atau mendekati KOT pada lokasi C. Terjadi juga penurunan KOT secara vertikal pada lokasi C, namun nilai KOT nya lebih rendah dari pada lokasi A dan B. Nilai KOT yang paling tinggi pada bagian permukaan dan menurun hingga mendekati nol pada kedalaman 50 cm menunjukkan adanya proses dekomposisi bahan – bahan organik yang berasal dari sisa – sisa tumbuhan. Proses

pembusukan sisa – sisa tumbuhan berlangsung terus menerus sepanjang tahun terutama di musim kemarau setelah periode perendaman berakhir hingga awal musim penghujan ketika belum terjadi proses perendaman. Keberadaan KOT dalam jumlah mendekati 12 % pada masing – masing titik pada kedalaman 0-5 cm menunjukkan bahwa jenis tanah pada daerah pengambilan sampel bukanlah tanah gambut, karena jumlah KOT pada lahan gambut melebihi angka 18% menurut Thompson dan Troeh (1979, dalam Barchia, 2006). Dua hal yang mengakibatkan rendahnya KOT pada ketiga titik ini karena pada musim kemarau sering terjadi kebakaran rerumputan, daun dan sisa – sisa tumbuhan sedangkan pada musim hujan (periode perendaman) terjadi *surface run off* atau larian air permukaan karena air dapat mencapai ketinggian 2 meter pada titik B. Pada saat pengambilan sampel ditemukan adanya abu sebagai bekas – bekas kebakaran terutama pada titik A.

Secara rata-rata, nilai KOT cenderung menurun sejalan dengan bertambahnya kedalaman dari 0 – 50 cm, memenuhi persamaan:

$$\text{KOT} = 10,06 - (0,230 \text{ Kdlmn}) \dots (3)$$

dengan koefisien determinasi $R^2=0,919$.

Nilai KTK yang diperoleh dari hasil pengukuran menunjukkan nilai tertinggi 60,5 cmol/kg pada lapisan tanah paling atas (0 – 5 cm) di lokasi C dan yang terendah 29,0 cmol/kg pada lapisan paling bawah (40-50 cm) di lokasi B. Kisaran nilai ini terletak di bawah 100 cmol/kg yang merupakan batas bawah dari KTK bahan organik tetapi di atas nilai KTK liat teroksidasi yaitu 10 cmol/kg (Foth, 1990). Secara rata-rata, nilai KTK cenderung menurun sejalan dengan bertambahnya kedalaman dari 0 – 50 cm, memenuhi persamaan:

$$\text{KTK} = 59,85 - (0,670 \text{ Kdlmn}) \dots (4)$$

dengan koefisien determinasi $R^2=0,946$.

Hubungan antara pH dengan KTK tidak terlalu nampak. Persamaan linier yang menunjukkan hubungan tersebut adalah :

$$\text{KTK} = -46,21 + (25,00 \text{ pH}) \dots (5)$$

dengan koefisien determinasi $R^2=0,486$.

Hubungan antara KOT terhadap KTK lebih nampak. Persamaan linier yang menunjukkan hubungan KOT dengan KTK adalah:

$$\text{KTK} = 32,37 + (2,565 \text{ KOT}) \dots (6)$$

dengan koefisien determinasi $R^2=0,840$.

KESIMPULAN

Baik KOT maupun KTK mengalami penurunan secara linier sejalan dengan bertambahnya kedalaman lapisan tanah. Terdapat hubungan yang linier memenuhi persamaan $\text{KTK} = 32,37 + (2,565 \text{ KOT})$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,840$. pH tidak terlalu berpengaruh pada KTK karena koefisien determinasinya $R^2=0,486$.

DAFTAR PUSTAKA

- Barchia, M.F. (2006) Gambut: Agrosistem dan Transformasi Karbon. Gadjahmada University Press, Yogyakarta
- Eneje, R.C. & T. Lemoha Kelechi (2012) Heavy Metal Content and Physicochemical Properties of Municipal Solid Waste Dump Soils in Owerri Imo State dalam *International Journal of Modern Engineering*

Research (IJMER) Vol.2, Issue.5:
3795-3799, dalam www.ijmerl.com

Foth, H.D. (1990) *Fundamentals of Soil Science* 8th Ed. John Wiley & Sons Inc, New York

Rashidi, M. & Mohsen Seilsepor (2008) Modeling of Soil CEC Based on Soil Organic Carbon dalam *ARPN Journal of Agriculture and Biological Science* Vol.3, No.4: 41-45, dalam www.apnjournal.com

Sulaeman, Suparto, Eviati. (2005) *Analisis Kimia Tanah, Air, dan Pupuk*. BALITAN-BALITBANG-DEPTAN, Bogor

Tan, K. H. (1998) *Dasar – Dasar Kimia Tanah*. Gadjahmada University Press. Yogyakarta