

## SERAPAN KALIUM HUBUNGANNYA DENGAN MUATAN TITIK NOL PADA BEBERAPA TINGKAT DEKOMPOSISI LAHAN PASANG SURUT

The Potassium Sorption and its Relation with Zero Point of Charge (ZPC) in Some Decomposition Levels of Tidal Flat Soil

**Ch. Silahooy**

Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian  
Universitas Pattimura

---

### ABSTRACT

Silahooy, Ch. 2008. The Potassium Sorption and its Relation with Zero Point of Charge (ZPC) in Some Decomposition Levels of Tidal Flat Soil. *Jurnal Budidaya Pertanian* 4: 1-9.

Chemistry aspect not yet much investigated and explained until now is the potassium sorption and its relation with zero point of charge (ZPC). To answer this problem, this research had already been done in two locations namely in Kobisonta and Kayeli. The soil chemistry analysis was done in Soil Laboratory of UNHAS Agriculture Faculty, Makassar. The result showed that at Tidal flat soil area of Kobisonta beach location, ZPC value of sapric decomposition level was 4.23, followed by hemic 4.26 and the last was febric 4.46, but at Kayeli soil location sapric decomposition level had ZPC value of 4.99, ZPC value of hemic decomposition level was 4.11 and ZPC value of febric decomposition level was 4.54. Maximum K sorption at Kayeli beach location was higher (average  $2025 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) than maximum sorption of Kobisonta beach (average  $1978 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). On the same pH of soil with ZPC, soil of Kayeli beach location with sapric decomposition level had higher potassium sorption than the other decomposition levels, reversely of this condition happened in soil of Kobisonta beach location.

*Key words:* Tidal flat, potassium, sorption, ZPC

---

### PENDAHULUAN

Pengelolaan lahan pasang surut perlu dilakukan secara optimal sehingga dapat meningkatkan produktivitasnya baik dari segi fisik maupun kimia. Aspek kimia yang sampai saat ini belum banyak diteliti dan dibahas adalah muatan titik nol (MTN) yang dihubungkan dengan jerapan Kalium.

Bohn *et al.* (1988) menjelaskan bahwa MTN merupakan pH tertentu pada saat muatan permukaannya secara elektrik netral atau nol. Status muatan titik nol merupakan salah satu indikator yang baik dalam pengelolaan tanah (Sposito, 1997). Bila nilai muatan titik nol

(pH<sub>o</sub>) lebih rendah dari pH aktualnya, maka koloid tanah cenderung mempunyai afinitas yang tinggi untuk menjerap kation seperti Kalium (Goldberg *et al.* 2000; Bolan *et al.*, 2000). Parker *et al.* (1999) menyatakan bahwa evaluasi nilai MTN memungkinkan untuk mengetahui tindakan pengelolaan yang diberikan misalnya pemupukan dan pengapuran.

Nilai MTN yang terkonsepkan diambil dari tanah bermuatan bergantung pH atau muatan variabel. Konsep MTN diaplikasikan pada tanah daerah pasang surut yang bersifat amfoter dan memiliki muatan variabel. Muatan negatif pada tanah daerah pasang surut merupakan hasil disosiasi gugus karboksilat

(-COOH) dan gugus hidroksil dan fenolat (-OH), sedangkan muatan positif merupakan sumbangan dari gugus amine (-NH<sub>2</sub>). Naganuma & Okazaki (1992) mengatakan bahwa nilai MTN tanah organik tropika di Malaysia dapat terjadi pada pH 3,31 dan di Thailand pada pH 3,52. Sementara Bohn *et al.* (1988) mengatakan bahwa muatan positif tidak akan ditemukan pada tanah organik pada pH 2,5-8,0. oleh kation monovalen, seperti K, dan juga tidak langsung dilepaskan kedalam larutan tanah.

Andriese (1997) menjelaskan bahwa umumnya defisiensi K terjadi pada lahan pasang surut. Walaupun kapasitas tukar kation pada lahan ini tinggi, namun tidak dapat menjerap K yang dapat dipertukarkan. Bahan organik dapat menjerap kation multivalen dalam suatu bentuk gabungan ikatan. Ikatan-ikatan ini tidak dapat dipertukarkan oleh kation monovalen, misalnya K dan tidak langsung pula lepas bentuk ikatannya dalam larutan tanah. K sangat lemah diikat oleh tanah organik daerah pasang surut, menyebabkan unsur ini mudah hilang. Saragih (1996) melaporkan bahwa kandungan K dapat ditukar pada tanah organik daerah pasang surut umumnya rendah sampai sedang (0,13-0,70 cmol kg<sup>-1</sup>)

Reaksi-reaksi yang terjadi di dalam tanah dapat dijelaskan dengan model keseimbangan antara fase padatan dan fase larutan. Jerapan suatu bahan terlarut dalam satu sistem larutan dapat dijelaskan dengan model dasar isoterm jerapan. Model yang paling umum digunakan adalah dengan persamaan Langmuir. Persamaan ini menjelaskan keadaan jerapan dimana pada tahap awal padatan memiliki afinitas yang tinggi terhadap zat terlarut. Apabila tapak-tapak jerapan tersebut telah ditempati, maka molekul-molekul zat terlarut sulit menduduki tapak jerapan yang masih tersedia.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai MTN dan mengukur jerapan maksimum kation K tanah daerah pasang surut Desa Kayeli dan Kobisonta pada berbagai tingkat dekomposisi febrik, hemik, dan saprik.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di 2 lokasi yaitu di daerah pasang surut Kobisonta Kecamatan Wahai dan di Desa Kayeli Kabupaten Buru. Contoh tanah diambil dari ke-2 lokasi dan difokuskan pada daerah pantai yang memiliki bahan organik tinggi dan tebal. Analisis kimia tanah dilaksanakan pada laboratorium Tanah Fakultas Pertanian UNHAS, Makassar. Penelitian berlangsung dari 2 November 2004 hingga 15 Desember 2004. Pengambilan contoh tanah dari tiap lokasi dilakukan secara vertikal dari 1 pedon, berturut-turut dari lapisan atas ke bawah. Lapisan pertama merupakan lapisan saprik, lapisan kedua dikategorikan sebagai lapisan hemik dan lapisan bawah sebagai tingkat dekomposisi febrik.

Penetapan nilai MTN menggunakan metoda penetapan MTN tanah mineral, hasil modifikasi oleh Naganuma & Okazaki (1992) dari metoda Schulthess & Sparks (1986), sedangkan penetapan pH aktual menggunakan metoda elektroda gelas (Black, 1965). Prosedur kerja dalam penetapan MTN adalah : 1 g tanah dimasukkan ke dalam botol dan ditambahkan 5 ml NaClO<sub>4</sub> masing-masing untuk konsentrasi 0,1; 0,01; 0,001 M. Untuk mendapatkan variasi beberapa nilai pH, ditambahkan 0,05 M HClO<sub>4</sub> atau 0,05 M NaOH masing-masing untuk enam sampel dengan penambahan asam (HClO<sub>4</sub>) dan basa (NaOH) yaitu sebanyak 1,0; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 dan 0 ml. Setelah itu tambahkan aquades sehingga volume larutan menjadi 50 ml, kemudian dikocok selama 12 jam dalam ruang suhu kamar, selanjutnya pH suspensi diukur.

Muatan permukaan dihitung berdasarkan persamaan (Schulthess & Sparks, 1986) sebagai berikut:

$$\sigma_0 = [(C_A - C_B)_{\text{contoh}} - (C_A - C_B)_{\text{blanko}}] + [(H^+ - OH)_{\text{blanko}} - (H^+ - OH)_{\text{contoh}}]$$

di mana:

$\sigma_0$  = muatan permukaan

$C_A$  = konsentrasi larutan asam

$C_B$  = konsentrasi larutan basa

## Metoda Penetapan Kurva Jerapan Kalium

Penetapan kurva jerapan kalium dilakukan pada MTN, MTN -0,25, MTN +0,25 dan MTN +0,5. Untuk mencapai nilai MTN tertentu dilakukan penelitian pendahuluan mengenai penetapan volume asam/basa dan jumlah inkubasi yang diinginkan. Volume asam/basa dan hari inkubasi yang dibutuhkan berbeda untuk tiap tanah dan perlakuannya. Metoda yang digunakan untuk penetapan nilai jerapan ini adalah metoda Fox dan Kamprath yang dimodifikasi oleh Widjaja-Adhi *et al.* (1990) sebagai berikut: 1 g contoh tanah dimasukkan ke dalam botol plastik. Untuk memperoleh pH yang diinginkan ditambahkan 0,05 M NaOH atau HClO<sub>4</sub> dengan volume berdasarkan hasil percobaan pendahuluan, kemudian diinkubasi hingga stabil. Seterusnya diberikan 10 ml larutan kation K dalam bentuk KCl. Dosis untuk K bervariasi dari 0-400 ppm (13 taraf). Sebagai pengatur kekuatan ionik diberikan 10 ml 0,01 M CaCl bersama-sama sebagai pelarut K. Untuk menyesuaikan volume menjadi 60 ml ditambahkan aquades. Selanjutnya tambahkan 2 tetes toluol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>) untuk menghambat aktivitas jasad mikro agar terhindar dari imobilisasi unsur logam. Setiap percobaan dibuat 2 ulangan. Selama 12 hari, seluruh tabung dikocok 2 kali dalam sehari (masing-masing 30 menit) dengan beda waktu pengocokan pagi dan sore 6-8 jam. Setelah pengocokan terakhir (hari ke-12) suspensi tanah organik di dalam tabung disentrifusi pada kecepatan 3500 rpm selama 15 menit, lalu disaring dengan kertas saring dan filtratnya dimasukkan kedalam tabung film, selanjutnya konsentrasi K diukur dengan filamphotometer. Data hasil pengukuran K dilakukan analisis regresi dengan model persamaan keseimbangan Langmuir yang dilinierkan (Tan, 1999):

$$C/(x/m) = 1/kb + (1/b)C$$

di mana :

$x/m$  = jumlah kation terjerap persatuan bobot bahan gambut ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )

$k$  = konstanta langmuir

$b$  = jerapan maksimum ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )

$C$  = konsentrasi kation dalam larutan ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nilai Muatan Titik Nol (MTN)

Karakteristik kimia tanah terutama tanah organik daerah pasang surut yang sangat urgen dan perlu diketahui adalah nilai MTN. Sifat tanah ini berhubungan dengan komponen penyusunnya diantaranya lignin dan selulosa dan sangat tergantung dari vegetasi asalnya.

Tabel 1. Nilai MTN dan pH aktual tanah daerah pasang surut Kobisonta dan Kayeli pada berbagai tingkat dekomposisi

Lokasi	Tingkat dekomposisi	MTN	pH aktual
Kobisonta	Saprik	4,23	4,80
	Hemik	4,26	4,31
	Fibrik	4,46	4,73
Kayeli	Saprik	4,99	5,10
	Hemik	4,11	4,46
	Febrik	4,54	4,65

Tanah organik daerah pasang surut memiliki muatan negatif tinggi dan muatan positif yang rendah. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai MTN pada daerah Kobisonta maupun Kayeli untuk berbagai tingkat dekomposisi berada di bawah nilai pH aktual.

Tanah pasang surut daerah Kobisonta nilai MTN terendah dicapai pada tanah dengan tingkat dekomposisi saprik dengan pH 4,23 diikuti oleh hemik yaitu 4,26 dan terakhir adalah fibrik yaitu 4,46. Hal sebaliknya terjadi pada tanah di Kayeli di mana tingkat dekomposisi hemik memiliki nilai MTN yang paling rendah yaitu pH 4,11, diikuti oleh tingkat dekomposisi fibrik yaitu 4,54 dan yang tertinggi adalah tingkat dekomposisi saprik yaitu 4,99. Nilai pH aktual lebih tinggi dari pH MTN, menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki muatan negatif pada saat pengukuran pH aktual sehingga mudah menjerap kation seperti K (sesuai dengan pendapat Bohn *et al.*, 1988; Bolan *et al.*, 2000; Goldberg *et al.*, 2000).

Perbedaan nilai MTN dalam penelitian ini disebabkan berbedanya lokasi disertai perbedaan vegetasi dan posisi pengambilan contoh tanah. Tanah daerah pasang surut Kobisonta didominasi oleh rotan dan nipah, sedangkan Kayeli didominasi oleh hutan majemuk (*mix forest*). Oleh karena itu maka tanah pasang surut Kobisonta memiliki kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan tanah di Kayeli, sedangkan kandungan selulosa pada tanah Kobisonta lebih rendah dibandingkan Kayeli (Sabiham, 1988).

Perbedaan nilai MTN pada tingkat dekomposisi yang berbeda dapat disebabkan posisi pengambilan contoh tanah. Tingkat dekomposisi saprik diambil pada lapisan permukaan, tingkat dekomposisi hemik diambil pada lapisan kedua dan tingkat dekomposisi febrik diambil pada lapisan terbawah, yang akan mempengaruhi karakteristik tanah pasang surut tersebut baik sifat fisik maupun sifat kimianya. Hal ini terjadi akibat adanya kemungkinan terjadi pencucian dari lapisan tanah atas ke lapisan bawah. Kondisi ini dapat terjadi karena pada saat air pasang dapat setinggi 40 cm, sehingga memungkinkan tanah dibawahnya menerima sumbangan dari lapisan atasnya. Hal sebaliknya dapat terjadi pula, yaitu air tanah dari lapisan bawah akan membawa bahan-bahan unsur-unsur kelapisan di atasnya. Oleh karena itu akan menyebabkan nilai MTN bervariasi dan tidak menunjukkan kecenderungan tertentu berdasarkan tingkat dekomposisinya.

### Jerapan Kalium

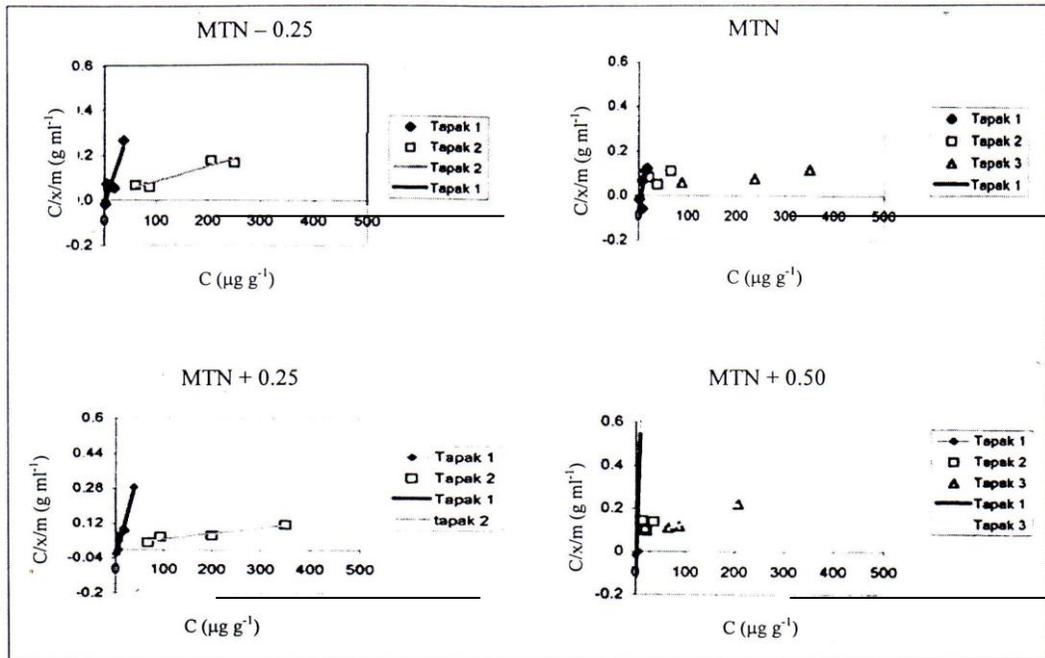
Kurva hubungan konsentrasi kation dalam larutan ( $C$ ) dengan kation terjerap per kation dalam larutan ( $C/x/m$ ) disajikan pada Gambar 1, 2, dan 3 untuk lokasi Kobisonta, sedangkan untuk lokasi Kayeli disajikan pada Gambar 4. Hasil grafik tersebut dituangkan dalam model linier dengan nilai  $r$  yang diuji pada taraf 0,05. Semakin besar nilai  $r$  mencerminkan bahwa model semakin mampu menerangkan perilaku peubah  $Y$  dan memperkuat kesimpulan bahwa terdapat hubungan antara  $C/x/m$  dan  $C$ .

Jerapan  $K$  pada tanah pasang surut Kobisonta terdiri dari 3 jerapan (Gambar 1, 2 dan 3), sedangkan lokasi Kayeli (Gambar 4) terdiri dari satu jerapan. Beberapa nilai negatif pada konstanta Langmuir sebagai hasil perhitungan jerapan  $K$  terjadi karena di dalam tanah pasang surut telah terdapat sejumlah  $K$ , sehingga  $K$  tersebut keluar kelarutan tanah.

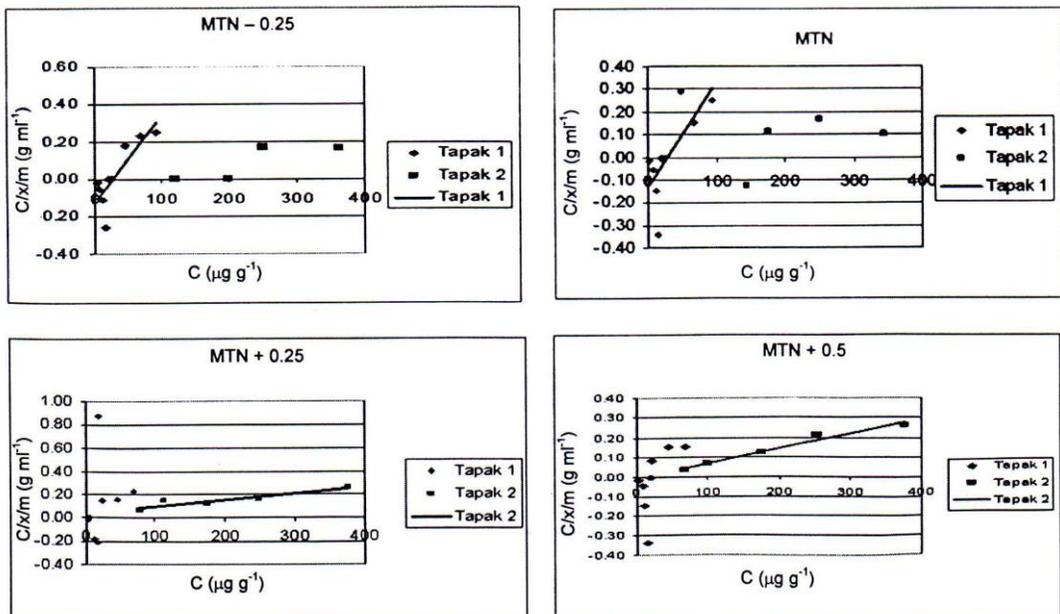
Nilai  $r$  yang diperoleh sangat bervariasi yaitu berkisar antara 0,026 - 0,99. Beragam nilai  $r$  karena sifat bahan organik dalam daerah pasang surut yang kurang stabil. Secara umum nilai  $r$  yang diperoleh cukup baik yang ditunjukkan dengan sebagian besar nilai  $r$  di atas 0,05, sehingga model linier yang didapatkan untuk menduga jerapan  $K$ .

Jerapan maksimum dan konstanta Langmuir pada kedua lokasi tanah daerah pasang surut disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel ini memperlihatkan bahwa secara umum tanah di lokasi Kayeli mampu menyerap  $K$  lebih banyak dibandingkan di Kobisonta, kecuali pada tingkat dekomposisi saprik. Hal ini karena kemasaman total tanah lokasi Kayeli lebih tinggi ( $8,95 \text{ me.g}^{-1}$ ) dibandingkan lokasi Kobisonta ( $7,75 \text{ me.g}^{-1}$ ), sehingga kemampuannya menyerap  $K$  lebih tinggi pula.

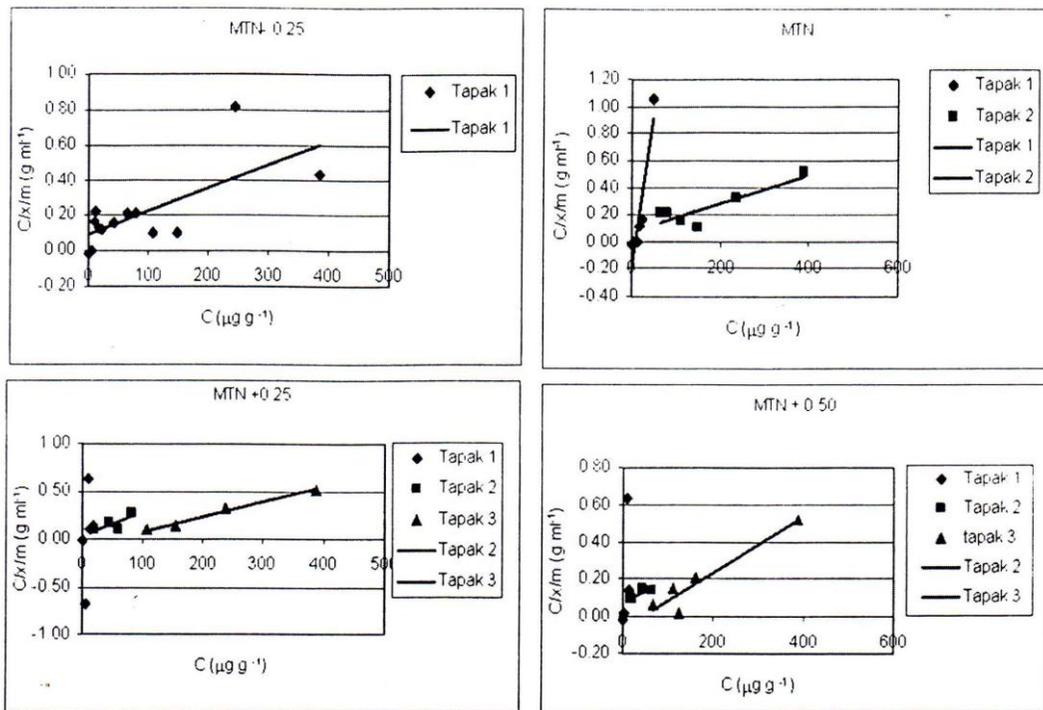
Umumnya jerapan maksimum meningkat dengan meningkatnya pH perlakuan pada masing-masing lokasi dan tingkat dekomposisi. Hal ini karena peningkatan pH menyebabkan terdisosiasi gugus fungsional, sehingga menghasilkan muatan negatif, akibatnya kemampuan tanah menyerap  $K$  akan meningkat. Selain itu peningkatan jerapan  $K$  maksimum juga diduga karena peningkatan jenis dan jumlah asam-asam organik yang ikut berperan dalam mengikat  $K$ . Ikatan yang terbentuk antara asam organik dengan  $K$  adalah ikatan lemah yaitu gaya elektrostatis, sehingga  $K$  mudah dilepaskan kembali, namun adanya nilai jerapan  $K$  maksimum yang sama dengan meningkatnya pH diduga karena sifat tanah daerah pasang surut yang kurang stabil.



Gambar 1. Hubungan Linier jerapan K pada tanah daerah pasang surut Kobisonta dengan tingkat dekomposisi Saprik



Gambar 2. Hubungan Linier jerapan K pada tanah daerah pasang surut Kobisonta dengan tingkat dekomposisi Hemik

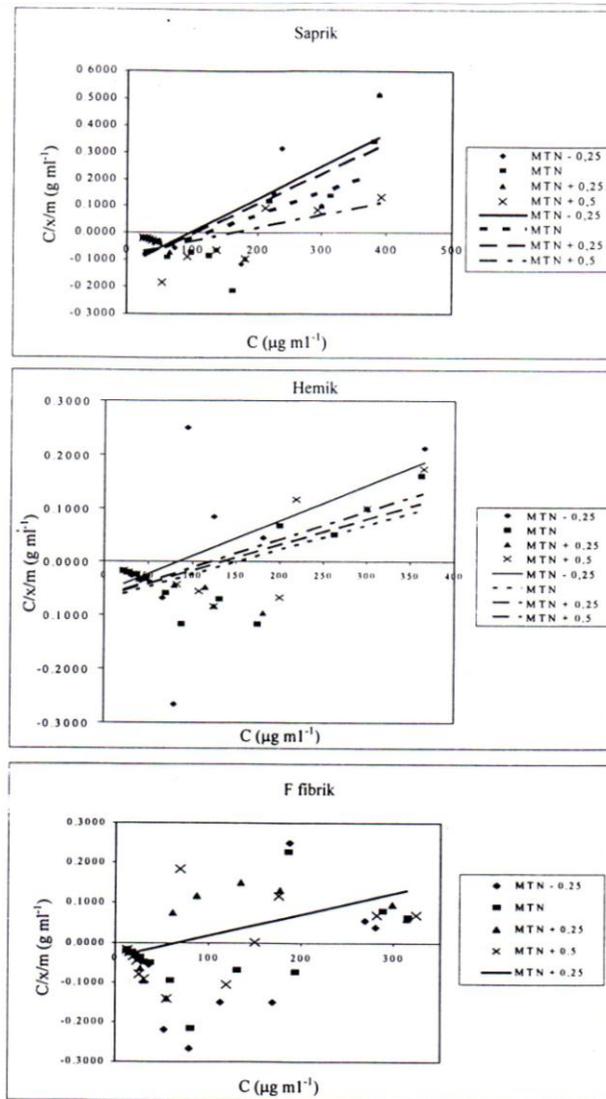


Gambar 3. Hubungan Linier jerapan K pada tanah daerah pasang surut Kobisonta dengan tingkat dekomposisi Febrik

Hal yang menarik dari data tersebut adalah bahwa pada nilai MTN pun, tanah masih dapat menyerap kation K, bahkan pada pH di bawah nilai MTN masih terjadi jerapan kation. Pada pH tersebut terdapat gugus fungsional berupa asam karboksilat dan asam fenolat. Apabila terjadi pemberian kation secara aksi massa, maka ion  $\text{H}^+$  asam-asam organik dapat terdesak keluar dan digantikan oleh kation yang diberikan (Bohn *et al.*, 1988).

Konstanta Langmuir menggambarkan kekuatan energi ikatan terjerap pada tapak reaktif yang terdapat dalam tanah. Artinya konstanta merupakan ukuran kestabilan jerapan kation-kation pada tapak jerapan.

Makin tinggi nilai konstanta Langmuir, makin kuatlah ikatan yang terjadi antara koloid tanah dengan kation. Hasil penelitian memberikan nilai  $k$  negatif dan positif. Nilai  $k$  negatif menunjukkan kation Kalium yang diberikan tidak dapat diikat oleh tanah, atau mungkin dijerap secara fisik, kemudian dilepaskan kembali. Selain itu kation K yang diberikan diduga diluar jangkauan dari permukaan tanah. Oleh Bohn *et al.* (1988) dalam teori Debye Huckel menjelaskan bahwa pada kenyataannya ion dan asosiasinya dengan molekul air memiliki ukuran fisik tertentu, yang dapat dijerap bila berada pada jangkauan permukaan tanah (jari-jari Debye Huckel).



Gambar 4. Hubungan Linier jerapan K pada tanah daerah pasang surut Lokasi Kayeli dengan berbagai tingkat dekomposisi (Garis regresi hanya pada perlakuan nyata).

Tabel 2. Jerapan maksimum dan konstanta Langmuir tanah daerah pasang surut Lokasi Kobisonta dan Kayeli pada berbagai tingkat dekomposisi dengan perlakuan.

Lokasi	Tingkat dekomposisi	Perlakuan pH	Jerapan maksimm	Konstanta Langmuir	
Kobisonta	Saprik	MTN-0,25	1578	-0,588 0,0388	
		MTN	2720	-0,1908 0,1658 0,0088	
		MTN+0,25	3494	-0,2358 0,0138	
		MTN+0,50	5844	-0,3958 0,0038 0,0058	
	Hemik	MTN-0,25	1444	-0,0295 -0,0056	
		MTN	1465	-0,0339 -0,0061	
		MTN+0,25	1915	-0,1280 0,0160	
		MTN+0,50	1465	-0,0349 -0,0887	
	Febrik	MTN-0,25	767	0,0013	
		MTN	1041	-0,1142 0,0135	
		MTN+0,25	1062	-0,1292 0,0891 -0,0019	
		MTN+0,50	1502	4,4767 0,0155 0,0234	
	Kayeli	Saprik	MTN-0,25	1665	-0,0083
			MTN	1665	-0,0070
			MTN+0,25	1998	-0,0066
			MTN+0,50	2498	-0,0128
		Hemik	MTN-0,25	1429	-0,0123
			MTN	1998	-0,0069
			MTN+0,25	1998	-0,0075
			MTN+0,50	1998	-0,0074
Febrik		MTN-0,25	1998	-0,0047	
		MTN	1998	-0,0066	
		MTN+0,25	1998	-0,0138	
		MTN+0,50	2498	-0,0075	

## KESIMPULAN

1. Tanah daerah pasang surut lokasi pantai Kobisonta nilai MTN tingkat dekomposisi saprik yaitu 4,23 diikuti oleh hemik yaitu 4,26 dan terakhir febrik yaitu 4,46, sedangkan tanah lokasi Kayeli, tingkat dekomposisi saprik memiliki nilai MTN 4,99, nilai MTN tingkat dekomposisi hemik 4,11 kemudian nilai MTN tingkat dekomposisi febrik 4,54.
2. Jerapan maksimum pada taanah daerah pasang surut lokasi pantai Kayeli lebih tinggi (rata-rata 2025  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) dibandingkan jerapan maksimum lokasi pantai Kobisonta (rata-rata 1978  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ).
3. Pada pH tanah sama dengan MTN, tanah daerah pasang surut lokasi pantai Kayeli dengan tingkat dekomposisi saprik memiliki jerapan K lebih tinggi dari pada tingkat dekomposisi lainnya, keadaan sebaliknya terjadi pada tanah lokasi pantai Kobisonta.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriesse, J.P. 1997. The Reclamation of Peatswamps and Peat in Indonesia. CWS Monograph No. 1. CWS. Bogor.
- Black, C.A. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical analysis of soils. NZ soil Beareau Scientific Report No. 80 New Zealand.
- Bohn, H.L., B.L. McNeal & G.A. O'Connor. 1988. Soil Chemistry. John Wiley dan Sons. New York.
- Bolan, N.S., J.K. Syers & M.E. Sumner. 2000. Calcium-Induce sulfate adsorption by soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:691-696.
- Goldberg, S., H.S. Forster & E.L. Heick. 2000. Boon adsorption mechanism on oxides, clay minerals, and soils infered from ionic strenght effect. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57: 704-708.
- Naganuma, K. & M. Okasaki. 1992. Surface Charge and Adsorption Characteristics of copper and zinc on Peat Soils in Coastal Lowland Ecosystems in Southern Thailand and Malaysia. Showado Printing Co. Kyoto.
- Parker, J.C., L.W. Zelazny, S. Samprath & W.G. Harris. 1999. A critical evaluation of the extension of zero point of charge (ZPC) theory to soil systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 668-673.
- Sabiham, S. 1988. Studies and peat o coastal plains of Sumatera and Borneu. I. Physiography and geomorphology of the coastal plains. *Southeast Asian Studies* 26(3): 308-335.
- Saragih, E.S. 1996. Pengendalian asam-asam fenolat meracun dengan penambahan Fe (III) pada tanah pasang surut dari Jambi. [Tesis]. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Schulthess, C.P. & D. L. Sparks. 1986. Bactitration technique for proton isotherm modelling of oxide surface. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1406-1411.
- Sposito, 1997. The Chemistry of Soils. Oxford Univ. Press, London.
- Tan, K.H. 1999. Kimia Tanah, Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Widjaja-Adhi, I.P.G., J.A. Silva & R.L. Fox. 1990. Assessment of external P requirement of maize on paleudult and eustostox. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* 9:14-20.