

NILAI MUATAN TITIK NOL (MTN) DAN HUBUNGANNYA DENGAN ERAPAN KALIUM PADA TANAH GAMBUT PANTAI JAMBI DAN KALIMANTAN TENGAH

Value of the Zero Point of Charge (ZPC) and Its Relation with Potassium Sorption in Coastal Peatland of Jambi and Central Kalimantan

R. Purnamayani^{1*}, S. Sabiham², Sudarsono², dan L.K. Darusman³

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Selatan

²Departemen Tanah, Fakultas Pertanian; Institut Pertanian Bogor
Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

³Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor
Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 1668

ABSTRACT

One of the important chemical aspect of peatland management which has not been paid attention to is Zero Point of Charge (ZPC). By determining soil ZPC value, the sorption and bounding of cations can be estimated in certain pH value. Low of Potassium (K) is one of other problems of peatland. This nutrient is easily leaching from peat because of the weakness bounding. This research is aimed to determine ZPC value and maximum sorption of K of the coastal peats of Jambi and Central Kalimantan with decomposition degrees of sapric, hemic, and fibric. The location of this research is in Soil Chemical and Fertility Laboratory, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture IPB Bogor, from September 2000 - March 2001. Soil samples were took from two areas, Lagan (Jambi) and Samuda (Central Kalimantan). The determinations of K maximum sorption was carried out on 4 pH level as treatments (0.25 point below and above pH_{ZPC} , 0.50 point above pH_{ZPC} and at pH_{ZPC}). It was concluded that ZPC value of coastal peats of Jambi with decomposition degrees of sapric was 5.01, decomposition degrees of hemic was 4.13, and decomposition degrees of fibric was 4.56, while coastal peats of Central Kalimantan with decomposition degrees of sapric was 4.25, decomposition degrees of hemic was 4.28, and decomposition degrees of fibric was 4.48. Jambi peat with sapric decomposition level has the lowest K maximum sorption at ZPC. In contrast, Central Kalimantan peat with sapric decomposition level has the highest K maximum sorption.

Keywords : Peat, potassium, sorption, ZPC

PENDAHULUAN

Dalam mengelola lahan gambut perlu dilakukan upaya yang optimal agar produktivitasnya meningkat, baik dari segi fisik maupun kimianya. Salah satu aspek kimia yang penting dalam mengelola lahan gambut dan belum banyak menjadi perhatian adalah nilai *Zero Point of Charge* (ZPC) atau Muatan Titik Nol (MTN) dan erapan kation basa terutama kalium (K) dalam tanah gambut.

Menurut Bohn *et al.* (1979), MTN merupakan pH tertentu pada saat muatan permukaannya secara elektrik netral atau nol. Parker *et al.* (1979) menjelaskan bahwa evaluasi nilai MTN tanah memungkinkan untuk dapat mengetahui tindakan pengelolaan yang diberikan, misalnya pemupukan dan pengapuran.

Konsep MTN diambil dari tanah mineral yang memiliki muatan variabel atau muatan tergantung pH. Konsep MTN ini diterapkan pada tanah gambut yang bersifat amfoter dan memiliki muatan variabel. Pada tanah

gambut, muatan negatif berasal dari disosiasi gugus karboksilat (COOH) dan gugus hidroksil (fenolat-OH), sedangkan muatan positif berasal dari gugus amine (-NH₂). Gugus fungsi COOH dan fenolat gambut bersifat hidrofilik dan polar, serta lebih mudah mengadakan pertukaran kation daripada gugus fungsi lain. Menurut Bohn *et al.* (1979) tidak ada tanah organik yang memiliki muatan positif pada pH 2.5 – 8.0. Akan tetapi, Naganuma dan Okazaki (1992) melaporkan bahwa nilai MTN tanah gambut tropika dari Malaysia pada pH 3.31 dan Thailand pada pH 3.52.

Salah satu unsur yang paling banyak menentukan pertumbuhan tanaman di lahan gambut adalah K. Andriess (1997) menjelaskan bahwa pada umumnya lahan gambut mengalami defisiensi K. Walaupun tanah gambut memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi, tetapi tidak dapat menjerap K yang dapat dipertukarkan. Bahan organik tanah mampu menjerap kation multivalen dalam bentuk suatu gabungan ikatan. Ikatan-ikatan ini tidak dapat ditukar oleh kation monovalen (misalnya K) dan tidak langsung pula lepas bentuk ikatannya di dalam larutan tanah.³ Selanjutnya dinyatakan bahwa K merupakan unsur yang diikat lemah oleh gambut, akibatnya unsur ini lebih cepat hilang dari tanah gambut. Saragih (1996), melaporkan bahwa kandungan K dapat ditukar pada tanah gambut Jambi umumnya rendah sampai sedang (0.13 – 0.70

* Alamat korespondensi: Telp/Fax : 0711-410155; HP. 0813-67726078; email. rimacahyo@yahoo.com

cmol kg⁻¹), sedangkan Salampak (1999) menemukan kandungan K dapat ditukar pada tanah gambut Kalimantan Tengah berkisar antara rendah sampai tinggi (0.29 – 1.13 cmol kg⁻¹).

Reaksi-reaksi yang terjadi di dalam tanah dapat dijelaskan dengan model keseimbangan antara fase padatan dan fase larutan. Erapan suatu bahan terlarut (*solute*) dalam suatu sistem larutan dapat dijelaskan dengan model dasar isoterm erapan. Model yang paling umum adalah model yang menggunakan persamaan Langmuir, yang menjelaskan keadaan erapan di mana pada tahap awal padatan memiliki afinitas yang tinggi terhadap zat terlarut. Apabila tapak-tapak erapan tersebut telah ditempati, maka molekul-molekul zat terlarut sulit untuk menduduki tapak erapan yang masih tersedia. Dari hasil penelitian Murnita (2001) diperoleh informasi bahwa tanah gambut Jambi memiliki kapasitas erapan maksimum K yaitu 759 – 2756 µg.g⁻¹. Dalam hal ini gambut pantai memiliki kapasitas erapan K yang lebih tinggi dibandingkan gambut peralihan. Nilai konstanta Langmuir pada tanah gambut Jambi tersebut adalah <0.03 karena afinitas K yang rendah pada tanah gambut. Akan tetapi, ia belum membedakan erapan maksimum K pada tingkat dekomposisi gambut yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menentukan nilai MTN tanah gambut pantai Jambi dan Kalimantan Tengah pada berbagai tingkat dekomposisi fibrik, hemik dan saprik, dan 2) mengukur erapan maksimum kation K pada tanah gambut pantai Jambi dan Kalimantan Tengah pada berbagai tingkat dekomposisi fibrik, hemik dan saprik.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia-Kesuburan Tanah, Departemen Tanah Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada bulan September 2000 sampai Maret 2001.

Dalam penelitian ini gambut yang diteliti difokuskan pada gambut pantai yang umumnya memiliki tingkat kesuburan yang lebih tinggi dibandingkan gambut peralihan dan gambut pedalaman (Driessen dan Sudjadi, 1981). Contoh tanah yang digunakan diambil di Lagan mewakili daerah Jambi, dan Samuda mewakili daerah Kalimantan Tengah. Pengambilan contoh tanah dari tiap lokasi dilakukan secara vertikal dari 1 pedon, berturut-turut dari lapisan atas ke bawah. Lapisan pertama merupakan tingkat dekomposisi saprik, lapisan kedua dikategorikan sebagai tingkat dekomposisi hemik, dan lapisan bawah sebagai tingkat dekomposisi fibrik.

Penetapan Nilai Muatan Titik Nol (MTN)

Metode analisis yang digunakan dalam penetapan nilai MTN ini diadaptasi dari metode penetapan MTN untuk tanah mineral, sedangkan metode yang digunakan dalam penetapan pH aktual adalah metode elektroda gelas (Black, 1965). Penetapan nilai MTN ini menggunakan metode

Schulthess dan Sparks (1986) yang dimodifikasi oleh Naganuma dan Okazaki (1992). Prosedur kerjanya adalah: sebanyak 1 g tanah dimasukkan ke dalam botol dan ditambahkan 5 ml NaClO₄ masing-masing untuk konsentrasi 0.1; 0.01; 0.001 M. Untuk memperoleh variasi beberapa nilai pH, ditambahkan 0.05 M HClO₄ atau 0.05 M NaOH masing-masing untuk 6 sample dengan penambahan asam (HClO₄) dan basa (NaOH), yaitu sebanyak 1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2 dan 0 ml. Setelah itu ditambahkan aquadest sehingga volume larutan menjadi 50 ml. Kemudian dikocok selama 12 jam dalam ruangan suhu kamar, kemudian pH suspensi diukur

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

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

di mana :

σ_0 = muatan permukaan;
 C_A = konsentrasi larutan asam;
 C_B = konsentrasi larutan basa.

Metode Penetapan Kurva Erapan Kalium

Penetapan kurva erapan kalium dilakukan pada MTN, MTN-0.25, MTN+0.25 dan MTN+0.5. Untuk mencapai nilai MTN tertentu tersebut telah dilakukan percobaan 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. Metode yang digunakan untuk penetapan kurva erapan ini adalah Metode Fox dan Kamprath yang dimodifikasi oleh Widjaja-Adhi, Silva dan Fox (1990). Sebanyak 1 g contoh tanah gambut dimasukkan ke dalam botol plastik. Untuk memperoleh pH yang diinginkan, ditambahkan 0.05 M NaOH atau 0.05 M HClO₄ dengan volume berdasarkan hasil percobaan pendahuluan, lalu diinkubasi hingga stabil. Kemudian 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 CaCl₂ bersama-sama sebagai pelarut K. Untuk menyesuaikan menjadi volume 60 ml (termasuk air yang terdapat di dalam contoh), ditambahkan sejumlah aquadest. Selanjutnya ditambahkan 2 tetes toluol (C₆H₅CH₃) untuk menghambat aktivitas jasad mikro agar tak terjadi imobilisasi unsur logam. Setiap perlakuan dibuat 2 ulangan. Selama 12 hari, seluruh tabung dikocok dua kali dalam sehari (masing-masing 30 menit) dengan beda waktu antara pengocokan pagi dan sore adalah 6 – 8 jam. Setelah pengocokan terakhir (hari ke-12), suspensi gambut di dalam tabung disentrifusi pada kecepatan 3500 rpm selama 15 menit, lalu disaring dengan kertas saring dan filtratnya dimasukkan ke dalam tabung film, selanjutnya konsentrasi K diukur dengan *flamephotometer*. Data hasil pengukuran K dilakukan analisis regresi dengan model persamaan keseimbangan Langmuir yang dilinearakan (Syers *et al.*, 1973) :

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

di mana :

x/m = jumlah kation tererap per satuan bobot bahan gambut (µg g⁻¹)

- k = konstanta Langmuir
- b = erapan maksimum ($\mu\text{g g}^{-1}$)
- C = konsentrasi kation dalam larutan dalam keadaan keseimbangan ($\mu\text{g g}^{-1}$).

HASIL DAN ANALISIS

Nilai Muatan Titik Nol (MTN)

Nilai MTN merupakan karakteristik kimia tanah gambut yang berkaitan dengan sifat inherent tanah gambut. Sifat inherent merupakan sifat genetik tanah gambut yang dipengaruhi komponen penyusun gambut, di antaranya lignin dan selulosa, yang tergantung oleh vegetasi asal tanah gambut tersebut (Sabiham, 1988).

Tanah gambut telah dikenal memiliki muatan negatif yang tinggi dan muatan positif yang rendah. Dalam percobaan ini diperoleh nilai MTN, baik pada tanah gambut pantai Jambi maupun Kalimantan Tengah pada berbagai tingkat dekomposisi. Secara umum, nilai MTN yang ditemukan berada di bawah nilai pH aktual tanah gambut pada kedua lokasi tersebut (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai MTN dan pH aktual tanah gambut pantai Jambi dan Kalimantan Tengah pada berbagai tingkat dekomposisi.

Lokasi	Tingkat Dekomposisi	MTN	pH aktual
Jambi	Saprik	5.01	5.12
	Hemik	4.13	4.48
	Fibrik	4.56	4.67
Kalimantan Tengah	Saprik	4.25	4.82
	Hemik	4.28	4.33
	Fibrik	4.48	4.75

Pada tanah gambut pantai Jambi, tingkat dekomposisi hemik memiliki nilai MTN yang paling rendah, yaitu pH 4.13, diikuti oleh tingkat dekomposisi fibrik yaitu 4.56, dan yang tertinggi adalah tingkat dekomposisi saprik yaitu 5.01. Hal sebaliknya terjadi pada tanah gambut pantai Kalimantan Tengah, dimana nilai MTN terkecil diperoleh pada tanah dengan tingkat dekomposisi saprik yaitu pH 4.25 diikuti oleh hemik yaitu 4.28 dan terakhir adalah fibrik yaitu 4.48. Nilai pH aktual yang lebih tinggi daripada pH MTN, menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki muatan negatif pada saat pengukuran pH aktual. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Bohn *et al.* (1979).

Perbedaan nilai MTN dalam penelitian ini diduga disebabkan oleh berbedanya lokasi yang disertai perbedaan vegetasi dan posisi pengambilan contoh tanah gambut tersebut. Tanah gambut Sumatera umumnya didominasi oleh tanaman *mix forest*, sedangkan vegetasi penyusun tanah gambut Kalimantan Tengah didominasi oleh rotan dan ramin. Dengan sendirinya tanah gambut Kalimantan Tengah memiliki kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan Jambi, sedangkan kandungan selulosa pada

tanah gambut Kalimantan Tengah lebih rendah dibandingkan Jambi (Sabiham, 1988).

Perbedaan nilai MTN pada tingkat dekomposisi yang berbeda diduga disebabkan oleh posisi pengambilan contoh tanah. Tingkat dekomposisi saprik diambil pada lapisan permukaan, tingkat dekomposisi hemik diambil pada lapisan kedua dan tingkat dekomposisi fibrik diambil pada lapisan terbawah, yang akan mempengaruhi karakteristik tanah gambut tersebut, baik sifat fisik maupun kimianya. Hal ini terjadi akibat adanya kemungkinan terjadinya pencucian dari lapisan atas ke lapisan bawahnya. Terlebih pada tanah gambut Kalimantan Tengah dengan tinggi muka air 35 cm, sehingga memungkinkan tanah di bawahnya menerima sumbangan dari lapisan atasnya. Hal yang sebaliknya pun dapat terjadi, yaitu air tanah dari lapisan bawah akan membawa bahan-bahan atau unsur-unsur ke lapisan di atasnya. Oleh karena itu akan menyebabkan nilai MTN yang bervariasi dan tidak menunjukkan kecenderungan tertentu berdasarkan tingkat dekomposisinya.

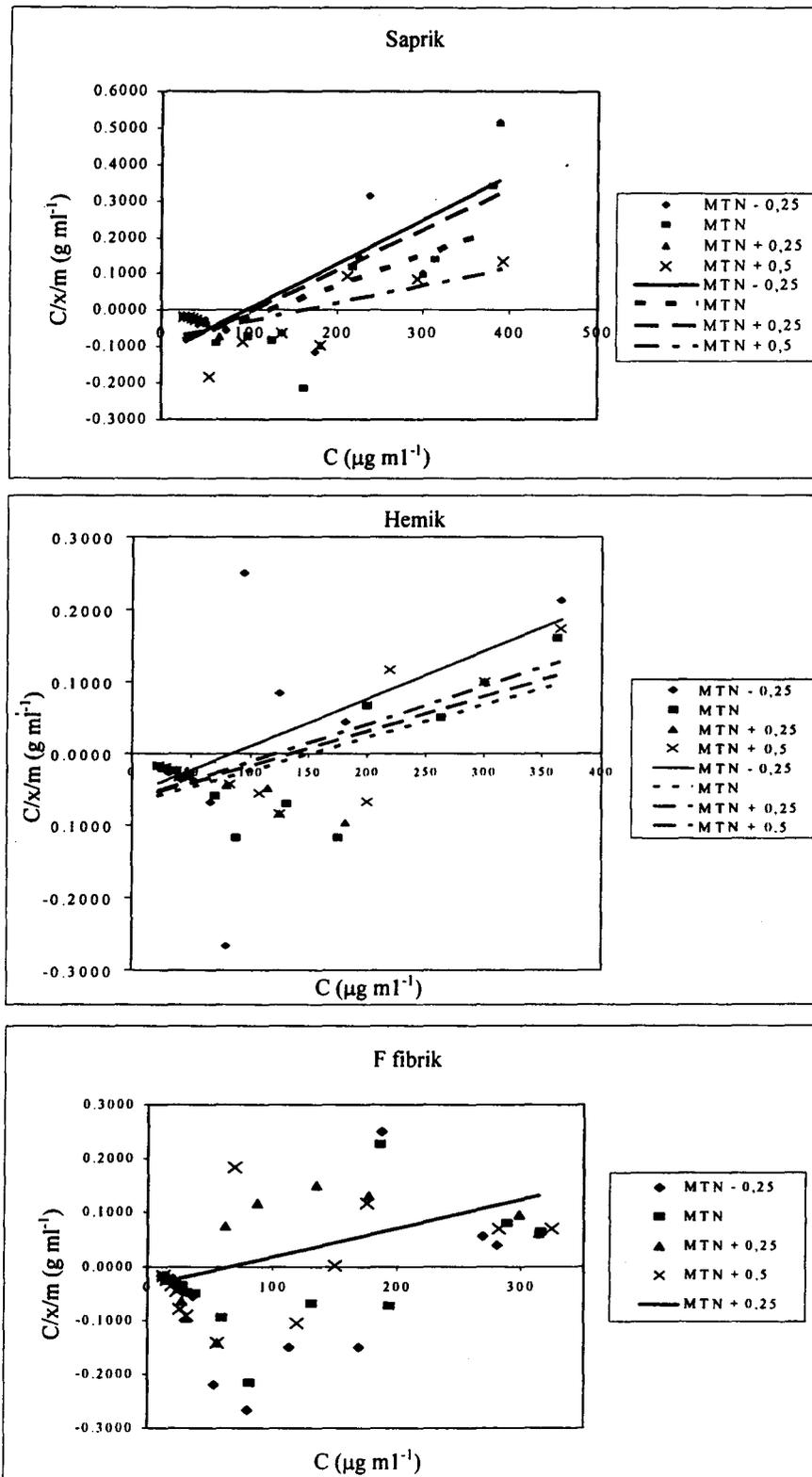
Erapan Kalium

Erapan zat terlarut oleh tanah dapat terjadi melalui beberapa tapak erapan. Kurva hubungan konsentrasi kation dalam larutan (C) dengan kation tererap per kation dalam larutan ($C/x/m$) disajikan pada Gambar 1 untuk lokasi Jambi, sedangkan untuk lokasi Kalimantan Tengah pada Gambar 2, 3 dan 4. Hasil grafik tersebut dituangkan ke dalam model linear dan nilai r pada Tabel 2, yang diuji pada taraf 0.05. Nilai r mencerminkan koefisien korelasi. Semakin besar nilai r, berarti model semakin mampu menerangkan perilaku peubah Y dan memperkuat kesimpulan bahwa terdapat hubungan antara $C/x/m$ dan C.

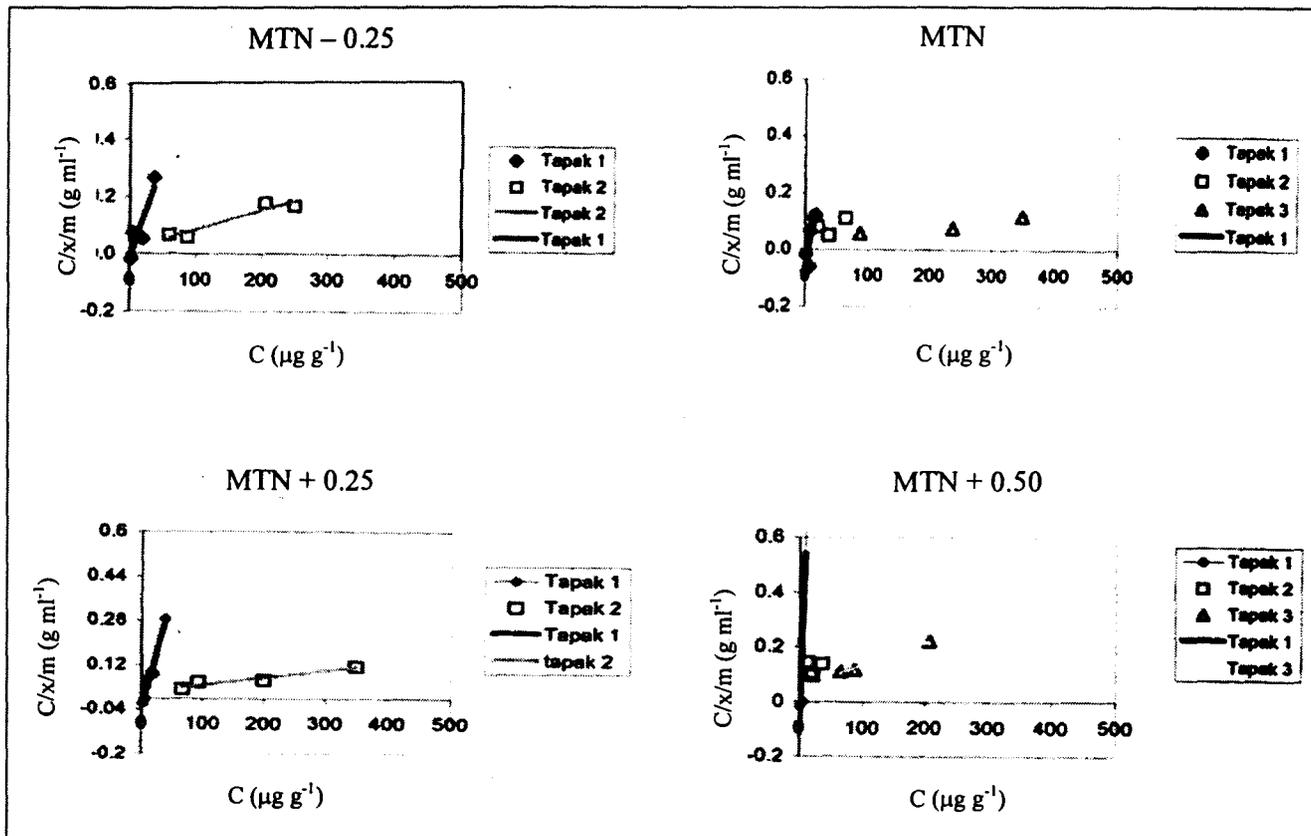
Erapan K pada tanah gambut pantai Jambi hanya terdiri dari satu erapan (Gambar 1), sedangkan untuk tanah gambut pantai Kalimantan Tengah diperoleh erapan K yang terdiri lebih dari satu tapak erapan (Gambar 2, 3 dan 4). Beberapa nilai negatif pada Konstanta Langmuir sebagai hasil perhitungan erapan K terjadi karena diduga di dalam tanah gambut tersebut telah terdapat sejumlah K, sehingga K tersebut keluar ke larutan.

Nilai r yang diperoleh sangat bervariasi berkisar 0.0279 – 0.9936. Beragamnya nilai r diduga disebabkan oleh sifat gambut yang kurang stabil. Akan tetapi secara umum, nilai r yang diperoleh cukup baik yang ditunjukkan oleh sebagian besar nilai r di atas 0.5, sehingga model linear yang didapatkan baik untuk menduga erapan K.

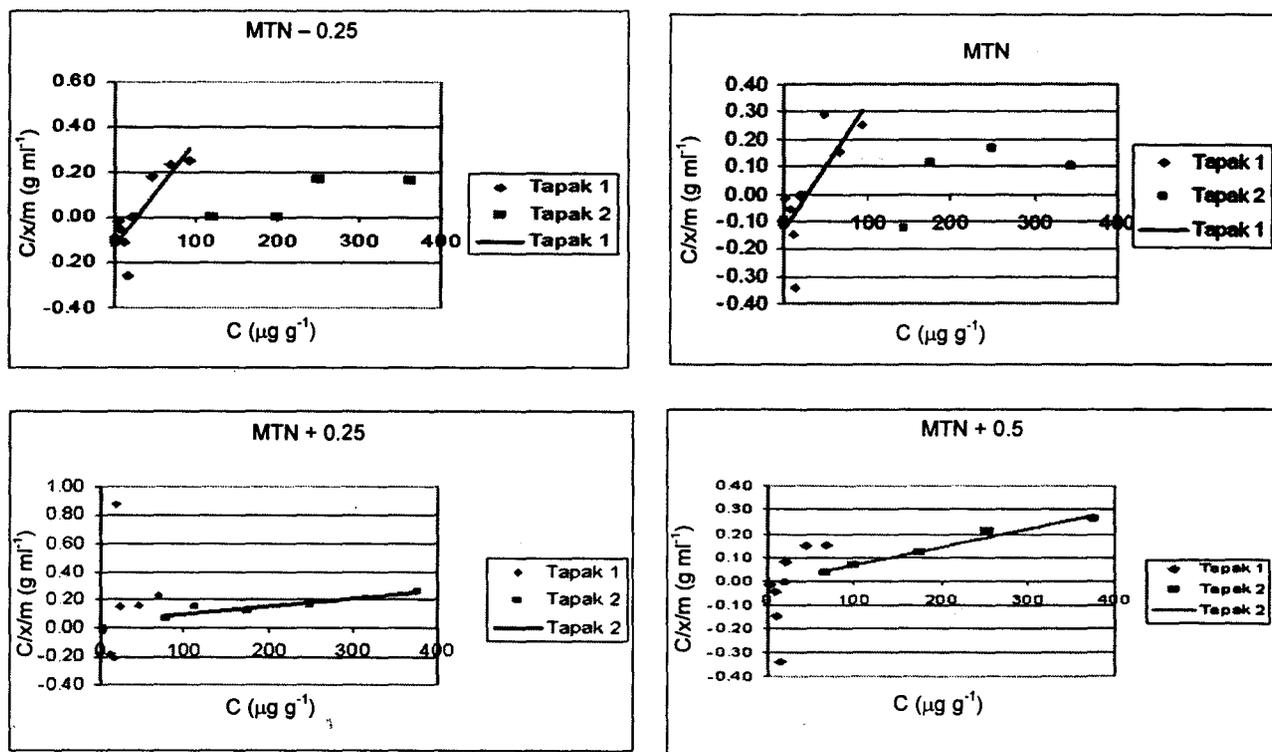
Nilai erapan maksimum dan konstanta Langmuir pada kedua lokasi tanah gambut disajikan pada Tabel 3. Di sini Terlihat bahwa secara umum tanah gambut pantai Jambi mampu menyerap K lebih banyak dibandingkan tanah gambut pantai Kalimantan Tengah kecuali pada tingkat dekomposisi saprik. Hal ini diduga karena kemasaman total tanah gambut pantai Jambi lebih tinggi (8.954 me.g^{-1}) dibandingkan di Kalimantan Tengah (7.751 me.g^{-1}), sehingga kemampuannya menyerap K lebih tinggi pula.



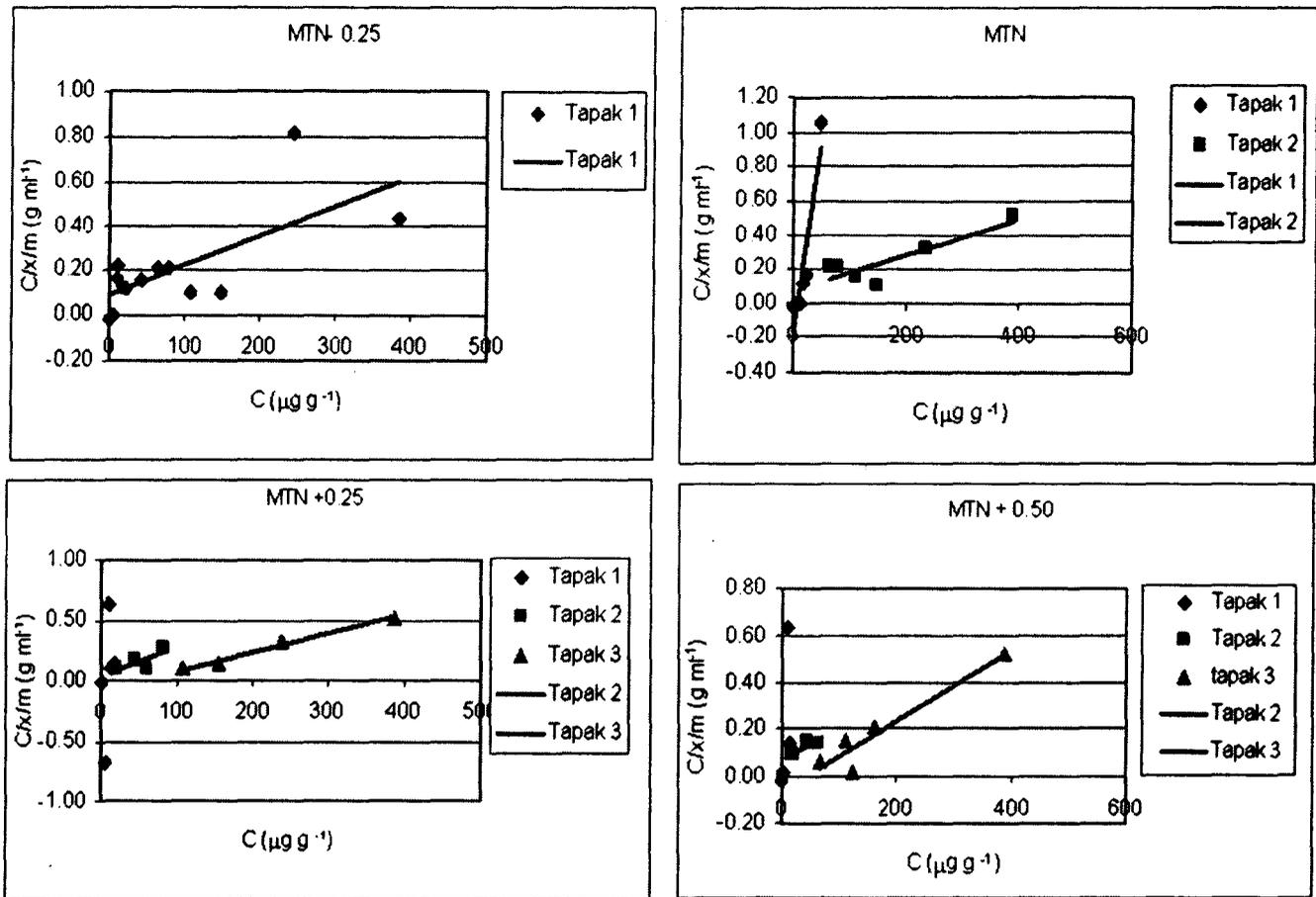
Gambar 1. Hubungan Linier Erapan K pada Tanah Gambut Pantai Jambi dengan Berbagai Tingkat Dekomposisi (Catatan: Garis regresi hanya pada perlakuan nyata)



Gambar 2. Hubungan Linier Erapan K pada Tanah Gambut Kalimantan Tengah dengan Tingkat Dekomposisi Saprik



Gambar 3. Hubungan Linier Erapan K pada Tanah Gambut Pantai Kalimantan Tengah dengan Tingkat Dekomposisi Hemik



Gambar 4. Hubungan Linier Erapan K pada Tanah Gambut Pantai Kalimantan Tengah dengan Tingkat Dekomposisi Fibrik

Pada umumnya erapan maksimum meningkat dengan meningkatnya pH perlakuan pada masing-masing lokasi dan tingkat dekomposisi. Hal itu disebabkan oleh peningkatan pH yang menyebabkan terdisosiasinya gugus-gugus fungsional, sehingga menghasilkan muatan negatif. Akibatnya, kemampuan tanah dalam mengerap K akan meningkat. Selain itu, diduga peningkatan erapan maksimum juga berkaitan dengan jenis dan jumlah asam-asam organik yang ikut berperan dalam pengikatan K. Ikatan yang terbentuk antara asam organik dengan K adalah ikatan lemah yaitu gaya elektrostatik, sehingga mudah melepaskan K kembali. Akan tetapi adanya nilai erapan maksimum yang sama dengan makin meningkatnya pH, diduga karena sifat tanah gambut yang kurang stabil.

Hal yang menarik dari data tersebut adalah bahwa ternyata pada nilai MTN pun, tanah gambut masih dapat mengerap kation K, bahkan pada pH di bawah nilai MTN masih terjadi erapan kation. Pada pH tersebut, terdapat gugus fungsional berupa asam karboksilat dan asam fenolat. Apabila terjadi pemberian kation secara aksi massa, maka ion H^+ pada asam-asam organik tersebut dapat

terdesak keluar dan digantikan oleh kation yang diberikan tersebut (Bohn *et al.*, 1979).

Konstanta Langmuir menggambarkan kekuatan energi ikatan tererap pada tapak reaktif yang terdapat dalam tanah gambut. Artinya konstanta merupakan ukuran kestabilan erapan kation-kation pada tapak erapan koloid gambut. Makin tinggi nilai konstanta Langmuir, makin kuatlah ikatan yang terjadi antara koloid tanah dan kation. Dalam penelitian ini, didapatkan k yang bernilai negatif dan positif. Nilai k negatif menunjukkan bahwa kation K yang diberikan tidak dapat diikat oleh tanah gambut, atau mungkin dijerap secara fisik, dan langsung terlepas kembali. Selain itu, diduga kation K yang diberikan berada di luar jarak jangkauan (*distance of closest approach*) dari permukaan tanah. Hal ini ditegaskan oleh Bohn *et al.* (1979) dalam teori Debye Huckel yang menjelaskan bahwa pada kenyataannya ion dan asosiasinya dengan molekul air memiliki ukuran fisik tertentu, yang dapat dijerap apabila berada pada jangkauan permukaan tanah (jari-jari Debye Huckel).