

**STUDI MOBILITAS ION Cd<sup>2+</sup> DI DALAM LAHAN PERTANIAN TANAMAN MELON, DESA ARGOMULYO, KEC. CANGKRINGAN, KAB. SLEMAN**

**Taufik Abdillah Natsir<sup>1</sup>, Eko Sugiharto<sup>2</sup>, Dwi Siswanta<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Pasca Sarjana Ilmu Kimia Fakultas MIPA, <sup>2</sup>Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara Jogjakarta 55281, email : membley\_x@yahoo.com

**Abstrak**

Telah dilakukan penelitian tentang dinamika ion Cd di didalam lahan pertanian tanaman melon, Desa Argomulyo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh sifat kimia-fisik tanah terhadap logam berat Cd pada tanaman budidaya melon (*cucumis melo L.*) dan penilaian dampak lingkungan. Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel tanah pada bulan April 2009. Tanah dianalisis kandungan Cd total, kandungan Cd terlarut, dan sifat kimia-fisiknya yang meliputi, kandungan P-total, P-tersedia, N-total, material organik, tekstur, kapasitas penukar kation (KPK), dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien distribusi Cd di pengaruhi oleh P-tersedia, dimana koefisien distribusi menggambarkan penahanan Cd oleh tanah. Model persamaan koefisien distribusi  $K_d = 1,779 + 0,167 (P\text{-tersedia})$  dengan p-value < 0.05 dan  $K_d' = 4,819 + 0,457 (P\text{-tersedia})$  dengan nilai p-value < 0.05. Kondisi lingkungan di lokasi penelitian berdasarkan kriteria yang dibuat oleh Lacatusu berada pada kondisi terpolusi oleh Cd.

Kata kunci : kadmium, tanah, koefisien distribusi, melon

**PENDAHULUAN**

Efek pemupukan terhadap akumulasi logam berat didalam hasil panen tergantung oleh banyak faktor, diantaranya berhubungan dengan sifat kimia-fisik tanah khususnya tipe tanah, tekstur, potensial redok, kandungan materi organik, kapasitas penukar kation, rasio kejenuhan basa, kandungan Ca dan Mg juga termasuk kandungan total logam didalam tanah. (Smolen dan Sady , 2007)

Pendekatan partisi mengasumsikan bahwa logam terlarut adalah yang dapat berpindah atau terlarut dalam air dan kemungkinan dapat diambil oleh akar tanaman yang berdekatan atau sebaliknya yang dapat mematikan bermacam-macam organisme biologi di tanah. Logam terlarut juga menggambarkan fraksi logam total yang secara potensial dapat dilepaskan dari tanah dan air tanah dan air permukaan. Sebaliknya, kesetimbangan logam diasumsikan kuatnya penahanan oleh tanah dan oleh karena itu tidak tersedia untuk pengambilan biologi atau perpindahan kedalam air tanah. (Sauve *et al.*, 2000).

mengasumsikan bahwa kapasitas sorpsi material relatif tidak bergantung pada sifat kimia-fisik tanah. Keterbatasan pendekatan Kd adalah pendekatan ini tidak menghitung jumlah sisi aktif dalam sedimen, memperlakukan sedimen seolah-olah menyerap solut berlebih. Artinya bahwa solut dapat tersorpsi tanpa batas, tanpa dipengaruhi oleh kompetisi spesies solute yang lain. Karena itu, pendekatan ini memperlakukan sorpsi sebagai proses yang sederhana yang tidak mempertimbangkan kemungkinan hidrolisis pada permukaan antara sedimen dan cairan, sehingga tidak dapat menghitung efek pH. Demikian juga tidak mempertimbangkan interaksi elektronik antara permukaan dan muatan ion (Bethke, 2008)

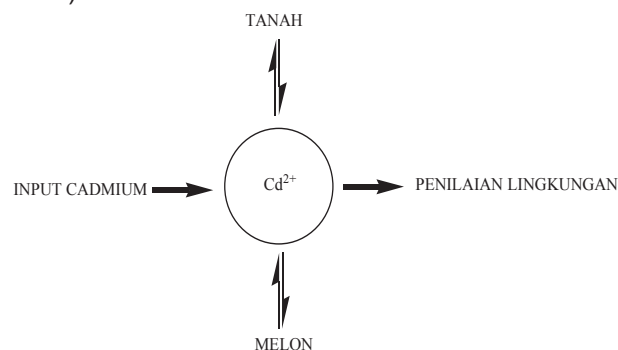
Oleh karena itu dikembangkan variasi dari pendekatan Kd yang dikenal sebagai model Kd reaksi atau model Kd yang terkoreksi oleh aktifitas yang didasarkan pada reaksi kimia spesifik yang umumnya diaplikasikan dalam pemodelan reaksi. Sebagai contoh, sorpsi dan desorpsi Cd<sup>2+</sup> yang mungkin terjadi berdasarkan reaksi :



di mana  $>Cd^{2+}$  adalah ion kadmium yang tersorpsi. Koefisien distribusi untuk reaksi ini didefinisikan sebagai rasio massa yang tersorpsi terhadap aktifitas ion bebas, yang dapat dinyatakan sebagai:

$$K'_d = \frac{m_{>Cd^{2+}}}{a_{Cd^{2+}}} \cdot \frac{n_w}{n_s}$$

$$a_{cd^{2+}} = \gamma_{cd^{2+}} \times C_{cd^{2+}}$$



Pemodelan sorpsi tanah dengan menggunakan pendekatan nilai tunggal Kd

dimana :

Kd' : Kd terkoreksi oleh aktifitas ion bebas  
 $m_{>Cd^{2+}}$  : konsentrasi molal yang tersorpsi

$a_{Cd^{2+}}$  : aktifitas ion bebas

$n_s$  : massa sedimen kering dalam sistem (g)

$n_w$  : massa pelarut air (kg)

$\rho_w$  : masa jenis air

$\gamma_{Cd^{2+}}$  : koefisien aktifitas  $Cd^{2+}$

$C_{Cd^{2+}}$  : molalitas  $Cd^{2+}$

(Bethke, 2008)

Sedangkan  $\gamma_{Cd^{2+}}$  dapat dicari dengan menggunakan persamaan Debye – Huckel (Tan, 1998), yaitu

$$-\log \gamma_{Cd^{2+}} = \frac{AZ_{Cd^{2+}}^2 \sqrt{I}}{1 + a_{Cd^{2+}} B \sqrt{I}}$$

Dimana :

A dan B: konstanta

$Z_{Cd^{2+}}$  : valensi

I : kekuatan ion

$a_{Cd^{2+}}$  : diameter efektif

Lacatusu (1998) telah membuat criteria penilaian dampak lingkungan yang diakibatkan oleh logam berat yang didasarkan pada standar Belanda. Indeks C/p menggambar rasio kandungan logam berat yang terukur di tanah dengan nilai referensi kontaminasi yang diperoleh dari Standar Belanda. Nilai referensi untuk Cd yaitu:

$$\text{Nilai referensi} = 0,4 + 0,007(\text{lempung (\%)} + 3 \text{ Material organik (\%)})$$

## METODE PENELITIAN

Tempat Lokasi pengambilan sampel berada di Desa Argomulyo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman. Lokasi pengambilan sampel merupakan suatu dataran luas penghasil komoditas buah melon dan masing-masing dataran diambil 6 petak yang terdiri atas 5 titik sampel dan 1 kontrol. Masing- masing petak diambil sampel tanah secara komposit pada kedalaman  $\pm 20$ cm. Sampel tanah dianalisis kandungan Cd total, Cd terlarut dan sifat kimia-fisik tanah yang meliputi kandungan P-total, P-tersedia, N-total, material organik, tekstur, kapasitas penukar kation (KPK), dan pH.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil korelasi antara Kd dan Kd' dengan P-total pada Gambar 2(a) menunjukkan bahwa nilai *coefficient of determination*,  $R^2$  sebesar 0,561 untuk Kd

yang artinya terdapat proporsi variasi P-total akan mempengaruhi Kd sebesar 56,1%, sedangkan  $R^2$  untuk Kd' sebesar 0,519.

Korelasi koefisien distribusi Cd dan dan P-total dapat digunakan sebagai indikasi bahwa penambahan logam berat Cd di lingkungan akibat dari penambahan pupuk fosfat anorganik. Banyak peneliti (Alloyway, 1990, Srikant et al., 1994, Sauve et al., 2000, Rahaman et al., 2007) menyatakan bahwa pupuk anorganik fosfat sebagai salah satu penyumbang meningkatnya kadar kadmium didalam tanah karena pembuatan pupuk anorganik fosfat berasal dari batuan induk fosfat yang banyak mengandung kadmium (Yangkey, 2004).

Hasil korelasi antara koefisien distribusi Cd dengan P-tersedia pada Gambar 2(b) menunjukkan bahwa, kandungan P-tersedia di tanah berkorelasi dengan nilai Kd dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,870, dan berkorelasi dengan Kd' dengan  $R^2$  sebesar 0,880. Semakin tinggi konsentrasi P yang terikat oleh permukaan lempung, maka semakin banyak pula muatan negatif permukaan lempung, sehingga akan mengadsorpsi Cd terlarut lebih banyak yang berdampak pada naiknya nilai koefisien distribusi kadmium.

Gambar 3(a) menunjukkan bahwa nilai Kd dan Kd' memiliki korelasi dengan  $\text{pH}(\text{KNO}_3)$  dengan *coefficient of determination*,  $R^2$  sebesar 0,753 untuk Kd, dan  $R^2$  sebesar 0,681 untuk Kd' terhadap  $\text{pH}(\text{KNO}_3)$ . Hal ini berseberangan dengan pernyataan Goody et al. (1995) yang menyatakan bahwa koefisien partisi tanah larutan relatif tidak berpengaruh terhadap perubahan pH. Namun hasil penelitian sesuai dengan hasil penelitian Sauve, et al., (2000) yang menyatakan bahwa koefisien partisi tanah memiliki korelasi dengan pH.

Penelitian yang dilakukan Gebiski dan Mercik (1997) dan Diatta dan Grzebiz (2006) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk yang mengandung nitrogen berpotensi terhadap peningkatan kandungan logam berat terlarut di tanah, salah satunya adalah kadmium. Gambar 3(b) menunjukkan tidak adanya korelasi koefisien distribusi terhadap kandungan N total di tanah dengan kadmium di tanah yang ditunjukkan dengan nilai *coefficient of determination*,  $R^2$  yang rendah yaitu 0,159 untuk Kd dan 0,211 untuk Kd'.

Adsorpsi logam di tanah biasanya berkaitan dengan reaksi pertukaran kation pada permukaan lempung yang bergantung pada pH dan pergantian isomorfis yaitu hasil muatan tetap di lempung dari atom Si dan Al di lembaran lempung yang dapat digantikan oleh elemen yang muatan positif lebih rendah

(Frank, 2004). Namun demikian, pada penelitian ini terlihat tidak ada korelasi antara koefisien distribusi kadmium dengan KTK, lempung dan material organik yang ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Sauve (2000) yang menyatakan bahwa tidak ada korelasi antara koefisien partisi koefisien distribusi kadmium dengan material organik di tanah.

Berdasarkan penentuan dampak lingkungan yang dibuat oleh Lacatusu (1998), diketahui bahwa kondisi lingkungan di lokasi penelitian terpolusi oleh Cd. Namun demikian, proses penyebaran Cd di lingkungan oleh Cd terlarut tidak bisa dijelaskan oleh kriteria yang dibuat oleh Lacatusu (1998) karena berdasarkan Gambar 5 terdapat korelasi positif

antara koefisien distribusi dengan kriteria Lacatusu (1998).

**SIMPULAN**

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil korelasi koefisien partisi kadmium dengan sifat fisik-kimia tanah, maka dibuat persamaan model yang menjelaskan bahwa nilai koefisien distribusi dipengaruhi oleh parameter P-tersedia, maka persamaan model diperoleh :

$$K_d = 1,779 + 0,167 (P\text{-tersedia})$$

$$p\text{-value} < 0.05$$

$$K_d' = 4,819 + 0,457 (P\text{-tersedia})$$

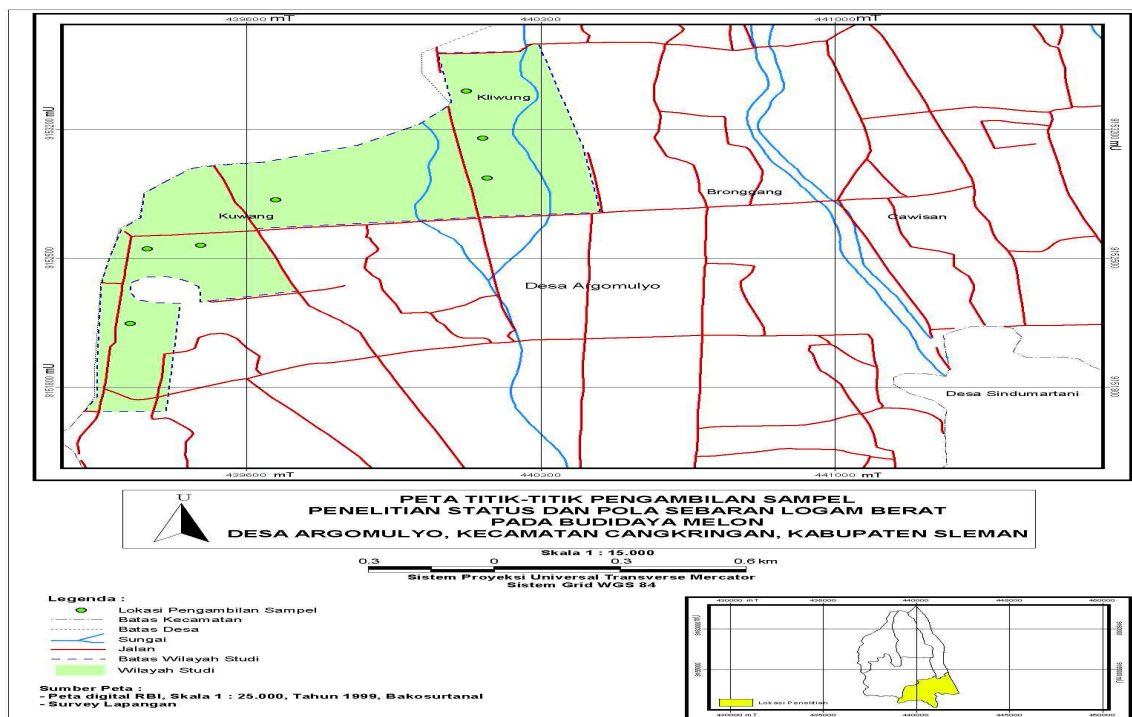
$$p\text{-value} < 0.05$$

Dan kondisi lingkungan di lokasi penelitian telah terpolusi oleh Cd.

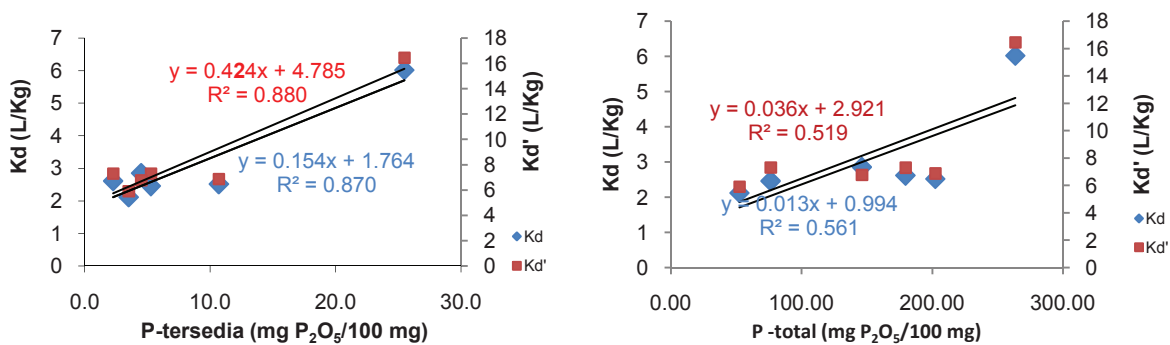
**Tabel 1.** Tingkat Rerata Kontaminasi dan Polusi Logam Berat Cd di Lingkungan

kode sampel	Rata-rata Cd total (mg/kg)	Nilai referensi	C/p	simbol
LBS 1	3.0194	0.4726	6.3885	p.b
LBS 2	2.9254	0.4739	6.1732	p.b
LBS 3	0.8692	0.5726	1.5179	p.r
LBS 4	1.1417	0.5522	2.0676	p.s
LBS 5	1.0606	0.5489	1.9323	p.r
LBS 6	1.1734	0.5952	1.9715	p.r
LBS K	1.9062	0.6489	2.9378	p.s

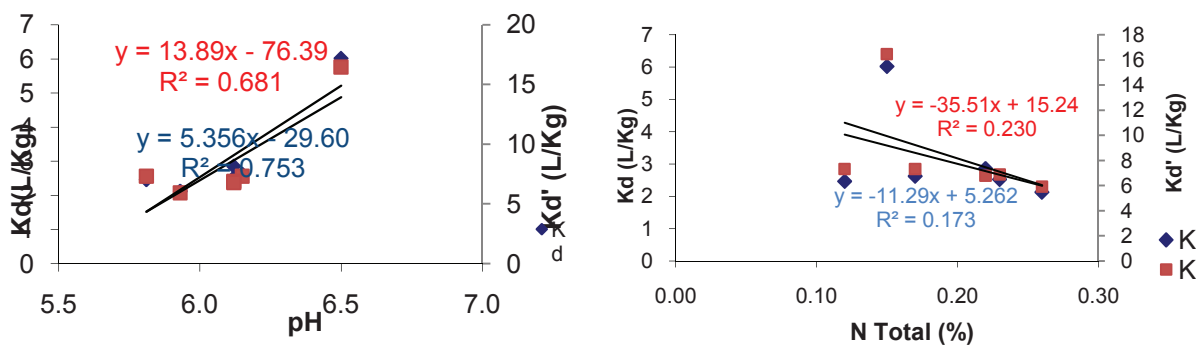
Keterangan : p.r = polusi ringan, p.s = polusi sedang, p.b = polusi berat.



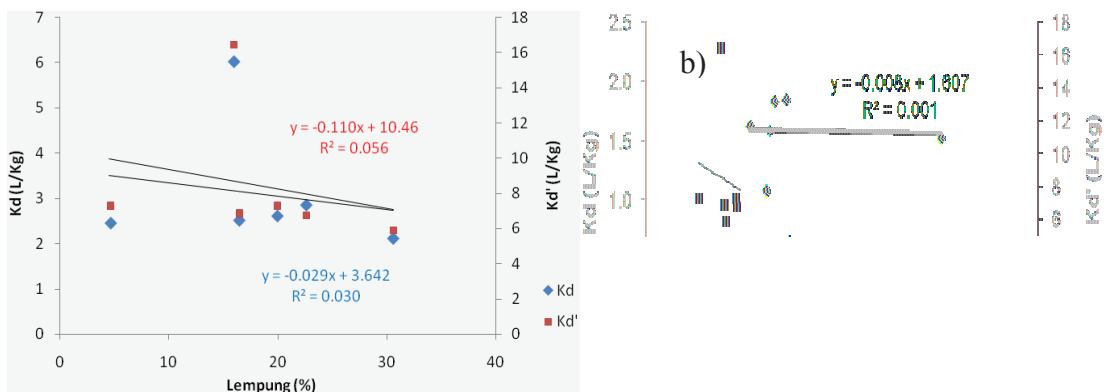
**Gambar 1.** Lokasi pengambilan sampel



**Gambar 2.** Korelasi koefisien distribusi dengan P-tersedia dan P total

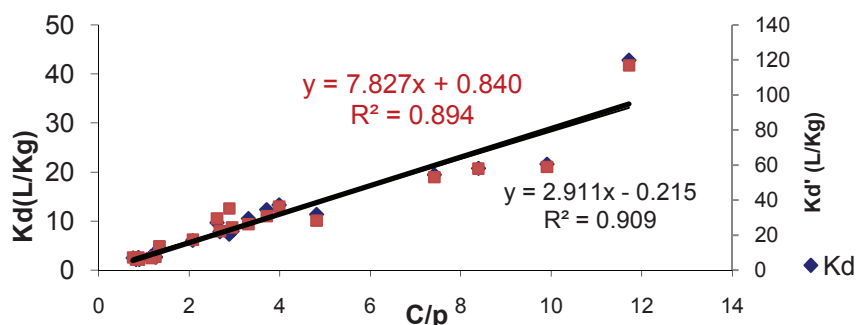


**Gambar 3.** Korelasi koefisien distribusi dengan pH dan N-total



c)

**Gambar 4.** (a) kurva korelasi koefisien distribusi Cd dengan KTK, (b) kurva korelasi koefisien dsitribusi Cd dengan lempung, (c) kurva korelasi koefisien dsitribusi Cd dengan material organik



**Gambar 5.** Kurva Korelasi koefisien distribusi dengan indeks C/p

**DAFTAR PUSTAKA**

Alloway, B., J., 1990, *Heavy Metals in Soils*, John Willey and Sons, Inc, New York

Bethke, C., M., 2008, *Geochemical & Biogeochemical Reaction Modelling*, Cambridge University Press, halaman 138

Diatta, J.B., dan Grzebisz, W., 2006, *Pol. J. Environ. Stud.* 15(2a), part 1, halaman 56-62

Frank, M., D., 2004, *Environmental Laboratory Exercises for Instrumental Analysis and Environmental Chemistry*, John Willey and Sons, Inc., USA, halaman 191-

Gebiski, M dan Mercik, S., 1997, *Int. Sem. Warsaw* , halaman 23-25

Goody, D.C., Shand, P., Kinniburgh, D.G., van Riemdsjik, W.H, 1995, *Eur. J. Soil Sci*, 46, halaman 265 – 285

Lacatusu, R. 1998. Appraising Levels of Soil Contamination and Pollution with Heavy Metals. *Research Report* No. 4. European Soil Bureau.

Rahaman, A.K.M.M., Alam, M.S., Mian, M.J.A. dan Haque, M.E., 2007, *J. Agric. Res.*, 45(2), hal 129-134

Sauve, S., Hendeshot, W., dan Allen, H.E., 2000, *Environmental Science & Technology*, Vol 37, No 7, hal 1125-1131

Smolen, S. dan Sady, W., 2007, *Folia Horticulturae, Ann.* 19/1, hal 87-96

Srikant, R., Rao, V., 1994, *Environmental Monitoring and Assesment*, 33, halaman 71-74

Yangkey, T., 2004, *Test Environmental Awereness Movement*, Ratoe Chuwar House, India

**TANYA JAWAB**

Penanya : Muekhamad Alfiyan (BAPETEN)

**Pertanyaan :**

Mengapa tidak dilakukan analisis kandungan Cd di lab ?

**Jawaban :**

Sudah dilakukan di laborarotium kimia analitik UGM