

Tabel 2f. Hasil Analisis Kualitas Air Sungai Yang Diamati

| No | Paramater | Satuan | Hasil Analisis | | | BML (*) |
|------------------|------------------|--------|----------------|----------|--------|------------|
| | | | S.Penukal | S.Belida | S.Musi | |
| I. Fisika | | | | | | |
| 1 | Suhu | °C | 27,5 | 29,5 | 29,5 | normal |
| 2 | Zat Pdt Terlarut | mg/l | 62 | 64 | 22 | 1000 |
| 3 | Zat Tersuspensi | mg/l | - | - | - | 50 |
| 4 | Konduktiviti | µS | 0,03 | 0,04 | 0,03 | - |
| 5 | Salinitas | % | 0 | 0,10 | 0 | - |
| II. Kimia | | | | | | |
| 1 | Air Raksa (Hg) | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,001 |
| 2 | Amoniak Bebas | mg/l | 0,43 | 2,43 | 0,17 | 0,5 |
| 3 | Arsen (As) | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,05 |
| 4 | Barium (Ba) | mg/l | 0,06 | 0,07 | 0,02 | 1,0 |
| 5 | Besi (Fe) | mg/l | 0,47 | 0,53 | 0,42 | 0,3 |
| 6 | Flourida (F) | mg/l | 0,07 | 0,85 | 0,27 | 0,5 |
| 7 | Kadmium (Cd) | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,01 |
| 8 | Klorida (Cl) | mg/l | 25,02 | 12,87 | 14,87 | 600 |
| 9 | Boron (B) | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 1,0 |
| 10 | Kobal (Co) | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,2 |
| 11 | Kromium Cr6+ | mg/l | 0,01 | ttd | ttd | 0,05 |
| 12 | Mangan (Mn) | mg/l | 0,03 | 0,54 | ttd | 0,1 |
| 13 | Nitrit sbg N-NO2 | mg/l | 0,67 | 0,58 | 0,63 | 0,06 |
| 14 | Nitrat sbg N-NO2 | mg/l | 1,67 | 3,09 | 2,82 | 10 |
| 15 | pH | - | 6,80 | 6,97 | 8,55 | 6 - 9 |
| 15 | Selenium (Se) | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,01 |
| 16 | Seng (Zn) | mg/l | Ttd | ttd | 0,01 | 0,05 |
| 17 | Sianida (CN) | mg/l | 0,05 | ttd | 0 | 0,02 |
| 18 | Sulfat | mg/l | 20 | 25 | 16 | 400 |
| 19 | Sulfida sbg H2S | mg/l | 0,09 | 0,02 | 0,01 | 0,002 |
| 20 | BOD | mg/l | 12,10 | 5,55 | 3,28 | 2 |
| 21 | COD | mg/l | 32 | 16,90 | 22,45 | 10 |
| 22 | DO | mg/l | 5,85 | 4,14 | 4,73 | 6 |
| 23 | Klorine Bebas | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,03 |
| 24 | Posfat sbg P | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,2 |
| 25 | Tembaga (Cu) | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,02 |
| 26 | Timbal (Pb) | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,03 |
| 27 | Fenol | mg/l | Ttd | ttd | ttd | 0,001 |
| 28 | Minyak dan Lemak | mg/l | 4,85 | 0,52 | 1,09 | 1 |

(*) : SK. Gubernur Sumsel No. 13 Tahun 2002.
ttd : tak terdeteksi.

MANFAAT KOMPOS UNTUK MEREMEDIASI LOGAM BERAT KADMIUM DALAM TANAH

Dedik Budianta¹⁾, Marsi¹⁾, dan Marwantinah²⁾

¹⁾Dosen Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

²⁾Dosen Fakultas Pertanian Universitas Tamansiswa

E-mail : dedik@rocketmail.com

Abstrak

Pencemaran logam berat dalam tanah sekarang mulai menjadi isu nasional bahkan internasional akibat buangan limbah industri yang tidak terkontrol. Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam polutan yang banyak mendapat perhatian karena mobilitasnya yang tinggi dan bersifat fitotoksik terhadap tanaman, dan juga berbahaya untuk manusia. Untuk menekan tingkat kelarutan Cd dalam tanah dapat dilakukan dengan mengurangi mobilitasnya dengan penambahan bahan organik. Penelitian yang bertujuan untuk menentukan seberapa besar kemampuan bahan organik sebagai amelioran serta mekanisme yang terjadi telah dilaksanakan dalam percobaan pot dengan menambahkan larutan 100 mg/kg pada *Ultisol* yang dikombinasikan dengan kompos dengan dosis 20 ton/ha. Percobaan tersebut disusun dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas dua faktor yaitu berbagai kompos yang berasal dari empat sumber antara lain: tandan buah kosong kelapa sawit, jerami padi, sampah sayuran dan legum penutup tanah (*Colopogonium*) sebagai faktor pertama, dan larutan Cd (0 dan 100 mg/kg) sebagai faktor kedua. Seluruh perlakuan diinkubasi dalam kondisi kapasitas lapangan selama 4 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua kompos mampu menekan Cd terlarut dalam tanah, dan imobilisasi Cd terbanyak diperoleh pada tanah yang diberi kompos tandan buah kosong kelapa sawit dimana kompos ini mampu menurunkan Cd lebih dari 87%. Urutan dalam penekanan kelarutan Cd dari yang besar sampai yang terkecil yaitu kompos tandan buah kosong kelapa sawit > jerami padi > sampah sayuran > legum. Selain itu, ternyata *Ultisol* tanpa pemberian kompos juga mampu menurunkan kelarutan Cd lebih dari 50%.

Kata kunci : Kadmium, kompos, *leguminose*, tandan buah kosong, *ultisol*

BENEFICIAL EFFECT OF COMPOST TO REMEDIATE A HEAVY METAL OF CADMIUM IN THE SOIL

Abstract

A contaminated soil by anorganic waste derived from heavy metals is an important issue in the world. Cadmium (Cd) is one of heavy metals leading to have big problem due the high mobility in the soil and it is phytotoxic for food crops, animal and

human being. Minimizing the Cd solubility can be achieved by immobilization of Cd using organic matters. A laboratory experiment subjected to evaluate the ability of organic matters to remediate the Cd was conducted by adding 100 mg Cd kg⁻¹ to an Ultisol incorporated with 20 ton ha⁻¹ of compost. The design experiment used was a complete randomized design divided into four treatments which were composts derived from empty bunch of palm oil, rice straw, organic residues and leguminosae crops and two controls consisted of without compost minus Cd input and without compost plus Cd. The pot experiments were incubated in field capacity for 4 weeks. The results showed that application of compost was able to decrease the Cd solubility in the soil. The highest effect was found when the soil contaminated Cd treated by empty bunch of palm oil and the decreasing of Cd caused by this treatment was obtained about 87%. Furthermore, the sequence of composts in remediating the Cd solubility from the highest to low potential are empty bunch of palm oil > rice straw > organic residues > leguminosae. Meanwhile the Ultisol without composts was also able to decrease the Cd solubility exceeding 50%.

Keywords: Cadmium, compost, leguminosae, empty bunch of palm oil, ultisol.

1. PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya sektor industri, selain berdampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi, juga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan hidup akibat buangan limbah industri yang tidak dikendalikan. Salah satu masalah yang dikuatirkan dari limbah tersebut adalah tingginya kandungan berbagai logam berat seperti Cd, Cu, Zn, Hg, Ni dan Se (Salam et al., 1999). Selanjutnya logam berat yang mencemari lingkungan biosfer tanah dapat menurunkan kualitas ekologi, biologi dan kesehatan masyarakat (Marth dan Szabados, 1998).

Sumber pencemaran logam berat terutama Cd, selain berasal dari limbah industri seperti industri cat, baterai, elektronik, dll, juga dapat berasal dari penggunaan pupuk P yang terus-menerus pada sistem pertanian intensif (Raven dan Loeppert, 1997), sehingga pencemaran

logam berat oleh Cd pada lahan pertanian akhir-akhir ini mendapat perhatian yang sangat serius, karena Cd bersifat toksik bagi manusia yaitu sebagai penyebab penyakit kanker dan juga menimbulkan gangguan fungsi ginjal (Marth dan Szabados, 1998). Di dalam tanah, Cd juga dikenal sebagai logam yang mempunyai mobilitas yang lebih tinggi dibanding dengan Pb, Cu, Zn dan Ni, sehingga peluang Cd terserap tanaman juga lebih besar (Schawrz et al., 1999).

Kandungan Cd yang terdapat dalam pupuk TSP mencapai kisaran 5-6,2 mg kg⁻¹ bahkan pada batuan fosfat North Carolina dapat mencapai 48,8 mg kg⁻¹. Masukan Cd yang berasal dari pupuk P umumnya lebih besar dari keluarannya melalui pelindian, sehingga dapat terjadi pelinggokan Cd dalam lapisan olah tanah (Smolders et al., 1999).

Oleh karena adanya kandungan Cd dalam pupuk P, maka dampak akumulasi

Cd akibat intensifikasi pertanian perlu mendapat perhatian, karena Cd dapat ikut terserap oleh tanaman.

Untuk menekan laju akumulasi Cd dalam suatu rantai makanan perlu diupayakan dengan menurunkan tingkat kelarutan Cd tersebut dalam tanah. Salah satu cara untuk mengoptimalkan fungsi tanah adalah dengan meningkatkan kemampuan jerapan tanah terhadap Cd terlarut. Proses tersebut dapat dilakukan dengan meningkatkan kapasitas tukar kation dan gugus fungsional dari komponen tanah. Koloid organik tanah merupakan salah satu komponen tanah yang mempunyai nilai KTK dan gugus fungsional yang tinggi yang mampu sebagai agen kelasi logam berat (Stevenson, 1982). Dengan memanfaatkan sifat-sifat organik suatu bahan maka pemberian bahan organik ke dalam tanah yang memiliki kandungan Cd yang tinggi diharapkan mampu mengimobilisasi Cd dalam tanah, sehingga bahan organik dapat dimanfaatkan sebagai agensia untuk pengendalian pencemaran Cd dalam tanah.

2. BAHAN dan METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca, Fakultas Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya, dengan memanfaatkan tanah Ultisol sebagai media penerima polutan Cd. Tanah tersebut diambil dari desa Sukajadi, Banyuasin Sumatera Selatan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan dua faktor yaitu larutan kadmium (Cd) dengan takaran 0 dan 100 mg kg⁻¹ dan 20 ton ha⁻¹ kompos yang masing-masing berasal dari jerami padi, tandan buah kosong kelapa sawit, sampah

sayuran dan legum penutup tanah dari jenis *Colopogonium*. Kombinasi perlakuan yang diuji adalah tanpa kompos dan tanpa Cd, tanpa kompos plus Cd, jerami padi plus Cd, tandan buah kosong plus Cd, sampah sayuran plus Cd dan legum plus Cd (semua bahan organik tersebut telah dikomposkan).

Percobaan inkubasi ini dilakukan dengan menggunakan pot plastik yang dapat memuat 1 kg tanah kering angin lolos diameter 2 mm, dan setiap perlakuan (kompos dan Cd) dicampur sampai homogen, selanjutnya diinkubasi pada kondisi kapasitas lapangan selama 4 minggu. Setelah masa inkubasi selesai, tanah setiap perlakuan dianalisis pH (H₂O, 1:1), KTK (NH₄OAc, pH 7), dan Cd terlarut (double acid extract). Untuk mengetahui karakteristik tanah dan kompos yang digunakan untuk percobaan, dilakukan juga beberapa analisis tanah, antara lain: pH (H₂O dan KCl, 1:1), C-organik (Walkey dan Black), N-total (metode Kjeldahl), basa-basa tertukar dan KTK (ekstraksi 1N NH₄OAc, pH 7), H-dd dan Al-dd (ekstraksi 1 N KCl), Cd (double acid extract), dan tekstur tanah (metode hidrometer). Sedangkan analisis kompos yang dilakukan adalah pH (H₂O, 1:1), C-organik (Walkey dan Black), N-total (metode Kjeldahl), basa-basa tertukar dan KTK (ekstraksi 1 N NH₄OAc, pH 7), Cd (double acid extract), gugus fenolik dan karboksilat (ekstraksi 0,1N CaOAc, pH 7) dan kandungan lignin.

3. HASIL dan PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik tanah dan Kompos yang digunakan

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tanah yang digunakan pada

penelitian ini mempunyai kandungan C-organik dan liat yang sangat rendah yaitu masing-masing sebesar 16,29 g/kg dan 145,9 g kg⁻¹ dengan nilai KTK yang dimiliki oleh tanah tersebut juga rendah yaitu 10 cmol/kg. Dengan demikian apabila terjadi kontaminasi oleh logam berat pada lapis olah tanah maka kemampuan tanah tersebut dalam menyerap kation logam diduga juga sangat rendah. Secara alami tanah ini juga belum terkontaminasi oleh Cd, karena Cd dalam tanah sangat rendah sekali bahkan tidak tersidik (Tabel 1). Sementara itu, sifat-sifat tanah lainnya yang dianggap dapat mendukung untuk pertumbuhan tanaman semuanya juga dalam kondisi sangat rendah.

Sedangkan sifat-sifat kimia kompos yang berasal dari berbagai sumber bahan organik mempunyai nilai yang sangat beragam (Tabel 2). Diantara keempat kompos yang digunakan, ternyata kompos yang berasal dari tandan buah kosong kelapa sawit memiliki nilai C-organik yang paling tinggi (187,7 g/kg) dengan urutan nilai dari besarnya kandungan C-organik adalah tandan buah kosong > jerami padi > legum penutup tanah > sampah organik, dan urutan tersebut hampir sebanding untuk kandungan lignin, kecuali untuk legum penutup tanah mempunyai kandungan lignin yang paling rendah yaitu 66,1 g/kg.

Berbagai laporan hasil penelitian menyebutkan bahwa tandan buah kosong kelapa sawit segar mempunyai kandungan lignin berkisar antara 300-500 g/kg dengan nisbah C/N lebih dari 40 (Loebis, 1992, Panji, 1996). Hal ini berarti pengomposan yang dilakukan dalam penelitian ini mampu menurunkan kandungan lignin mencapai 3 - 5 kali dengan nilai mendekati

100 g/kg dan nisbah C/N sekitar 21 (Tabel 2). Sementara itu, kompos yang berasal dari sampah organik dan legum mempunyai kandungan lignin dan nisbah C/N yang rendah, hal ini menunjukkan bahwa kedua kompos tersebut akan lebih cepat termineralisasi dibandingkan dengan kedua bahan organik lainnya. Kompos dengan nisbah C/N yang rendah merupakan sumber hara yang cepat untuk tanaman, tetapi kalau akan digunakan sebagai bahan ameloran efektivitasnya sangat rendah (Camire et al., 1991; Curtin dan Wen, 1999).

Hasil analisis kandungan Cd menunjukkan bahwa semua kompos ternyata telah terkontaminasi oleh Cd dari lingkungan biosfer. Untuk kompos yang berasal dari jerami padi dan tandan buah kosong kelapa sawit memiliki kandungan Cd yang hampir sama yaitu 4 mg/kg, sedangkan kompos lainnya yaitu kompos sampah sayuran dan legum *Colopogonium* mempunyai kandungan Cd dua kalinya lebih besar dibanding dua kompos yang pertama.

Mule dan Melis (2000) telah melaporkan bahwa kompos yang berasal dari limbah sayuran ternyata mengandung Cd berkisar antara 5,2-6,9 mg/kg. Dengan demikian perlu diperhatikan dalam memilih bahan sayuran untuk dikonsumsi oleh manusia. Menurut FAO/WHO, batas kritis Cd dalam tanaman maksimum 1 mg/kg (Kurniawansyah et al., 1999), sedangkan kandungan Cd dalam tanah boleh diijinkan mencapai 3 mg/kg (Mengel dan Kirkby, 1987).

Pemanfaatan bahan organik sebagai bahan ameloran perlu diperhatikan kualitas dan kuantitasnya agar

diperoleh manfaat yang optimal. Jumlah fraksi humat dalam kompos merupakan peubah yang penting untuk menilai kualitas suatu bahan organik dalam peranannya sebagai amelioran (Linharnes dan Martin, 1988; Fox et al., 1990; Naidu dan Harter, 1998). Fraksi humat secara umum didefinisikan sebagai polimer padat dari senyawa-senyawa aromatik dan alifatik yang dihasilkan selama proses dekomposisi sisa-sisa tanaman dan hewan oleh kegiatan jasad renik (Martin dan Haider, 1986).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kompos sampah sayuran memiliki kandungan asam humat yang paling tinggi (18,60 g/kg), kemudian

diikuti oleh jerami padi > legum penutup tanah = tandan kosong kelapa sawit. Sedangkan asam fulvat berlaku sebaliknya dan peranannya diduga sangat sedikit karena asam fulvat ini merupakan jenis asam organik yang mudah sekali larut dan hilang bersama air irigasi atau air hujan bila dibandingkan dengan asam humat. Ditinjau dari karakteristik kompos sebagai amelioran Cd maka keempat jenis kompos yang diduga memiliki potensi paling tinggi adalah kompos yang berasal dari tandan buah kosong kelapa sawit, sedangkan kompos yang memiliki kualitas yang paling rendah adalah legum penutup tanah (*Colopogonium sp.*)

Tabel 1. Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Tanah yang Diuji

| Sifat tanah | Nilai | Satuan | Kriteria |
|---------------------|---------------|--------------------------|---------------|
| pH H ₂ O | 5,40 | | Masam |
| pH KCl | 4,45 | | |
| C-organik | 16,2 | g kg ⁻¹ | Rendah |
| N-Total | 1,3 | g kg ⁻¹ | Rendah |
| P-Bray | 6,45 | mg kg ⁻¹ | Sangat rendah |
| K-dd | 0,19 | cmol(+) kg ⁻¹ | Rendah |
| Na-dd | 0,54 | cmol(+) kg ⁻¹ | Sedang |
| Ca-dd | 1,10 | cmol(+) kg ⁻¹ | Sangat rendah |
| Mg-dd | 0,33 | cmol(+) kg ⁻¹ | Sangat rendah |
| KTK | 10,00 | cmol(+) kg ⁻¹ | Rendah |
| Al-dd | 0,13 | cmol(+) kg ⁻¹ | |
| H-dd | 0,11 | cmol(+) kg ⁻¹ | |
| Tekstur: | | | Lempung debu |
| -Pasir | 36,19 | % | berpasir |
| -Debu | 49,22 | % | |
| -Liat | 14,59 | % | |
| Cd total | tidak terukur | (tt) | |

Tabel 2. Karakteristik Kompos yang Digunakan Sebagai Bahan Remediasi

| Karakteristik bahan organik | Satuan | Jenis bahan organik | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|
| | | Jerami padi | Tandan kosong | Sampah organik | Legum penutup tanah |
| C- organic | g kg ⁻¹ | 145,8 | 187,7 | 84,0 | 110,6 |
| N-total | g kg ⁻¹ | 7,0 | 8,6 | 8,0 | 7,5 |
| C/N rasio | | 20,82 | 21,86 | 10,5 | 14,75 |
| K-dd | cmol(+) kg ⁻¹ | 2,00 | 2,88 | 1,88 | 2,63 |
| Na-dd | cmol(+) kg ⁻¹ | 5,44 | 10,88 | 10,88 | 10,88 |
| Ca-dd | cmol(+) kg ⁻¹ | 15,95 | 17,90 | 30,80 | 20,85 |
| Mg-dd | cmol(+) kg ⁻¹ | 2,85 | 2,90 | 3,00 | 4,20 |
| Kandungan Cd | mg kg ⁻¹ | 4,00 | 4,01 | 8,00 | 8,00 |
| Kandungan Lignin | g kg ⁻¹ | 100,4 | 100,9 | 93,7 | 66,1 |
| KTK fraksi humat | cmol(+) kg ⁻¹ humat | 99,75 | 155,0 | 102,50 | 87,50 |
| Asam humat | g kg ⁻¹ | 10,70 | 5,40 | 18,60 | 5,60 |
| Asam fulvat | g kg ⁻¹ | 135,10 | 184,30 | 92,9 | 78,60 |
| Gugus fenolik | cmol(+) kg ⁻¹ humat | 94 | 157 | 68 | 55 |
| Gugus karboksilat | cmol(+) kg ⁻¹ humat | 110 | 190 | 135 | 105 |
| Kemasaman total | cmol(+) kg ⁻¹ humat | 205 | 347 | 203 | 160 |

3.2 Kandungan Cd dalam Tanah Setelah Diberi Kompos

Pemberian bahan organik pada tanah-tanah yang terkontaminasi Cd pada dasarnya dimaksudkan untuk mengimobilisasi Cd terlarut sehingga menjadi senyawa yang sulit diserap oleh tanaman dan selanjutnya diharapkan dapat menurunkan kandungan Cd dalam jaringan tanaman pada aras yang tidak membahayakan manusia (Salam et al., 1999). Proses imobilisasi Cd dapat terjadi karena Cd berada dalam bentuk senyawa kompleks (Gambrell, 1994). Dalam percobaan tanpa penanaman ini, pemberian larutan Cd sebanyak 100 mg/kg diasumsikan sudah dalam kondisi berlebihan keberadaannya di mintakat perakaran karena Cd yang boleh larut dan aman pada lapis olah tanah sekitar 3 mg/kg saja (Mengel dan Kirkby, 1987).

Hasil penelitian pemberian Cd pada tanah yang diberi kompos menunjukkan bahwa perlakuan keempat kompos mampu menurunkan konsentrasi Cd terlarut dalam tanah (Tabel 3). Dengan demikian, kompos mampu meremediasi Cd dalam tanah. Penurunan Cd paling banyak terjadi pada perlakuan kompos yang berasal dari tandan buah kosong kelapa sawit yaitu mencapai sekitar 87%, sedangkan tanah sendiri tanpa pemberian kompos mampu menurunkan Cd sekitar 67%. Hal ini menunjukkan bahwa sebenarnya tanah secara alami telah mampu menyerap logam berat lebih dari 50%, karena tanah secara indigen telah memiliki kandungan liat dan bahan organik yang mana kedua komponen ini mempunyai kemampuan menyerap logam.

Urutan besarnya kompos dalam mengimobilisasi Cd dari yang paling besar adalah tandan buah kosong > jerami padi

> sampah sayuran > legum. Berdasarkan kemampuan menurunkan kelarutan Cd ternyata ketiga kompos yaitu jerami padi,

sampah sayuran dan legum secara statistik mempunyai kemampuan yang hampir sama yaitu lebih dari 80% (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh kompos Terhadap Kelarutan Cd

| Perlakuan Kompos (20 ton ha ⁻¹ , 100 mg kg ⁻¹) | pH (H ₂ O) | KTK | Cd terlarut |
|---|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| | | Cmol(+) kg ⁻¹ | mg kg ⁻¹ |
| Kontrol (- kompos - Cd) | 5,33 a | 11,60 a | tt a |
| Kontrol (- kompos + Cd) | 5,34 a | 11,70 a | 33,30 d |
| Legum (<i>Colopogonium</i>) | 5,99 c | 14,00 b | 17,48 c |
| Sampah organik | 6,07 c | 14,60 b | 16,65 c |
| Jerami padi | 5,69 b | 14,65 b | 16,01 c |
| Tandan kosong kelapa sawit | 6,07 c | 15,00 b | 12,76 b |
| BNT 5% | 0,099 | 2,049 | 3,027 |

Besarnya penurunan Cd yang terjadi akibat pemberian kompos tandan buah kosong dikarenakan adanya gugus-gugus fungsional yang dimiliki oleh bahan organik tersebut. Gugus-gugus fungsional itu dapat berperan untuk mengimobilisasi Cd yang ditambah kan, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa kompos tandan buah kosong kelapa sawit mempunyai kandungan gugus fenolat dan karboksilat yang paling tinggi yaitu 157 dan 190 cmol/ kg. Menurut teori, pengikatan logam oleh bahan humat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu (1) sifat dan jumlah agen pengkelat, (2) sifat logam, (3) konsentrasi ion logam, (4) ukuran cincin khelat dan (5) pH sistem (Stevenson, 1982; Bibak dan Boggard, 1994).

Berdasarkan perubahan pH tanah setelah empat minggu inkubasi, pemberian keempat kompos secara nyata mampu meningkatkan pH tanah berkisar antara 0,35 sampai 0,73 units dibandingkan dengan kontrol. Secara statistik, pemberian kompos tandan buah kosong kelapa sawit, sampah sayuran dan legum mempunyai pengaruh yang hampir sama dalam meningkatkan pH tanah. Perbedaan peningkatan pH akibat penambahan kompos, pemberian kompos jerami padi memberikan perubahan pH yang paling kecil, perubahan ini diduga ada kaitannya dengan kandungan basa-basa yang dilepaskan oleh kompos tersebut. Sementara itu kompos jerami padi memiliki kandungan Na, K, Ca dan Mg

yang paling kecil diantara keempat kompos yang lain (Tabel 2). Menurut Pocknee dan Sumner (1997), kompos yang mampu menaikkan pH tanah dapat dikatakan bahwa kompos tersebut mempunyai potensi sebagai pengganti bahan kapur atau liming material.

Beberapa hasil penelitian tentang pengaruh bahan organik terhadap pH tanah juga telah banyak dilaporkan oleh para peneliti (Setijono, 1997; Hairiah et al., 1998; Bessho dan Bell, 1992; Pocknee dan Sumner, 1997; Budianta, 1999). Dalam laporannya juga dijelaskan bahwa besarnya peningkatan pH tanah akibat pemberian bahan organik sangat dipengaruhi oleh jenis dan dosis bahan organik yang digunakan. Mekanisme peningkatan pH tanah akibat penambahan bahan organik sampai saat ini masih menjadi perdebatan. Ada beberapa alasan yang masih relevan yaitu (1) adsorpsi ion H^+ pada permukaan bahan organik yang ditambahkan, (2) terciptanya suasana reduksi akibat aktivitas beberapa jasad renik selama dekomposisi bahan organik dalam tanah, (3) pergantian hidroksida pada permukaan seskuioksida oleh anion dari bahan organik, dan (4) penambahan kation-kation

basa dari bahan organik (Pocknee dan Sumner, 1997). Dalam hubungannya dengan hasil penelitian ini maka mekanisme peningkatan pH tanah oleh penambahan empat jenis kompos boleh jadi disebabkan oleh basa-basa tertukar yang dilepaskan oleh kompos. Basa-basa yang dilepaskan oleh bahan organik dapat berperan sebagai bahan kapur untuk meningkatkan pH tanah. Dalam hal ini bahan organik hanya berperan untuk memindahkan alkalinitas dalam bentuk kation basa (Bessho dan Bell, 1992).

Peningkatan pH tanah akibat pemberian kompos, selanjutnya dapat mempengaruhi reaksi kimia dalam tanah terutama reaksi kompleksasi organo-metal. Secara umum dijelaskan bahwa kompleksasi organo-metal meningkat seiring dengan meningkatnya pH tanah atau kelarutan logam dalam tanah akan menurun dengan meningkatnya pH tanah (Tan, 1982; Stevenson dan Chen, 1991; Varadhachari et al., 1997; Schwarz et al., 1999). Kalau dibuat persamaan regresi linear antara kelarutan Cd dengan pH tanah diperoleh persamaan garis lurus yaitu :

$$Cd \text{ terlarut (mg kg}^{-1}\text{)} = -22,21pH + 148,78 \text{ (} r = 0,87^* \text{)}$$

Menurut Spark et al (1997), interaksi Cd dengan fraksi humat akan lebih nyata pada pH yang tinggi. Dengan kenaikan pH maka disosiasi logam juga

meningkat. Urutan kation gugus fungsional akan meningkat sehingga afinitas ligan untuk kation logam yang mampu dikelat oleh gugus organik adalah :



Selain pH tanah, KTK juga merupakan faktor yang dapat mempengaruhi konsentrasi Cd-terlarut dalam tanah. Kapasitas tukar kation adalah jumlah kation yang dijerap dan dipertukarkan oleh tanah yang dinyatakan dalam satuan cmol/kg. Dalam percobaan ini, bahan organik merupakan bahan yang dapat menyumbang KTK tanah, karena muatan negatif dari bahan organik dapat menarik kation yang bermuatan positif. Diperkirakan sekitar 85-90% muatan negatif fraksi humat bahan organik bersumber dari ionisasi gugus karboksilat dan gugus fenolat serta sebagian kecil yang bersumber dari gugus fungsional lainnya seperti gugus enol dan amida. Muatan pada bahan organik merupakan muatan yang tergantung pH, tetapi tidak ada fraksi bahan organik tanah dengan total muatan positif ditemukan pada kisaran pH normal atau pH 3-8 (Stevenson, 1982).

Berdasarkan hasil analisis KTK tanah, perlakuan empat jenis kompos mampu meningkatkan KTK tanah dibanding dengan kontrol. Peningkatan KTK tertinggi terjadi pada perlakuan tandan buah kosong kelapa sawit yaitu

$$Cd \text{ terlarut (mg kg}^{-1}\text{)} = -6,00 \text{ KTK} + 103,26 \text{ (} r = 0,99^* \text{)}$$

Berdasarkan persamaan tersebut terlihat bahwa tanah yang memiliki KTK yang lebih tinggi akan mempunyai kemampuan yang lebih besar dalam menurunkan Cd terlarut dalam tanah, sehingga dapat dikatakan bahwa semakin tingginya KTK tanah maka batas toleransinya terhadap salah satu logam pencemar juga akan meningkat (Foth dan Ellis, 1988).

meningkatkan KTK sebesar 3,3 cmol (+) kg^{-1} yang selanjutnya diikuti secara berturut-turut oleh jerami padi, sampah sayuran, dan terakhir legum dengan nilai peningkatan masing-masing sebesar 2,95; 2,9; dan 2,3 cmol/kg (Tabel 3). Parfitt et al (1995) menjelaskan bahwa peningkatan KTK tanah oleh bahan organik terutama disebabkan oleh peningkatan muatan negatif yang berasal dari disosiasi gugus fungsionalnya. Total keasaman merupakan satu indikator besarnya muatan negatif yang dapat disumbangkan oleh bahan organik. Dengan demikian semakin tinggi total keasaman tanah maka potensi muatan negatif juga semakin tinggi. Kompos tandan buah kosong kelapa sawit mempunyai total keasaman paling tinggi (347 cmol/kg) sehingga peningkatan KTK tanah secara kuantitatif juga ditunjukkan paling tinggi.

Dalam kaitannya dengan kelarutan Cd dengan KTK tanah setelah diberi kompos menunjukkan bahwa regresi liner yang diperoleh sangat nyata ($r = 0,99$). Hubungan kedua peubah tersebut memberikan persamaan linear :

Dengan melihat kedua persamaan regresi di atas, maka perlakuan kompos yang mampu meningkatkan pH dan KTK tanah akan menyebabkan tingkat penurunan Cd dalam tanah. Dalam percobaan ini konsentrasi Cd terlarut terendah terjadi pada perlakuan kompos tandan buah kosong kelapa sawit. Selain dipengaruhi oleh pH dan KTK,

kemungkinan disebabkan oleh tingginya total keasaman kompos. Menurut Stevenson (1982), jumlah logam yang terkelat oleh fraksi humat akan sebanding

$$\text{Cd terlarut (mg kg}^{-1}\text{)} = -0,02 \text{ Tot As} + 21,48 \text{ (r} = 0,99\text{)}.$$

4. KESIMPULAN

Diantara keempat jenis kompos dari berbagai sumber bahan organik yang digunakan sebagai amelioran Cd maka kompos yang berasal dari tandan buah kosong kelapa sawit mempunyai potensi yang paling tinggi untuk menurunkan Cd terlarut dalam tanah. Kemampuan kompos tandan buah kosong dalam menurunkan Cd mencapai lebih dari 87%, kemudian diikuti oleh jerami padi > sampah sayuran > legum penutup tanah jenis *Colopogonium*. Dalam hubungannya dengan reaksi organo-metal, ternyata pH tanah, KTK dan total keasaman yang dimiliki oleh kompos mempunyai hubungan yang erat dalam menurunkan kelarutan Cd. Secara alami, tanah telah mampu juga menurunkan kelarutan Cd lebih dari 50%, karena peranan dari liat dan bahan organik yang telah dimilikinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bescho, T., and L. C. Bell, 1992, *Soil Solid and Solution Phase Changes and Mungbean Response During Amelioration of Aluminium Toxicity with organic matter*, **Plant and Soil**, 140, 183 - 196.
- Bibak, A., and O. K. Boggard, 1994, *Molibdenum Adsorption by Aluminium and Iron Oxides and Humic Acid*, **Soil Science**, 158, 323 - 327.

dengan total keasamannya. Dalam percobaan ini juga terlihat hubungan yang erat antara Cd terlarut dengan total keasaman kompos yaitu :

- Bolan, N.S., P. Duraisamy, A.K. Mani, and Arulmzhiselvan, 2000, *Biosolid Compost: is it a Source or a Sink for Heavy Metals in Soils?*, Soil and Earth Science Group, Institute of Natural Resources, Massey University.
- Budianta, D., 1999, *Reclamation of an Ultisol from South Sumatera using Mucuna L. and Lime*, Desertasi, Gent University.
- Camire, C., Cote, B., and Brulote, S., 1991, *Decomposition of Roots of Black Alder and Hybrid Poplar in Short Rotation Plantings : Nitrogen and Lignin Controls*, **Plant and Soil**, 138, 123 - 132.
- Curtin, D., and G. We., 1999, *Organic Matter Fractions Contributing to Soil Nitrogen Mineralization Potential*, **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 63, 410 - 415.
- Foth, H.D., and B.G. Ellis, 1988, *Soil Fertility*, John Wiley and Sons, New York.
- Fox, R.H., Yers, R.J.K., and Vallis, I., 1990, *The Nitrogen Mineralization Rate of Legume Residues in Soils As Influenced by Their Polyphenol, Lignin and Nitrogen Contents*, **Plant and Soil**, 129, 251 - 259
- Gambrell, R.P., 1994, *Trace and Toxic Metals in Wetlands - A Review*, **Environ. Qual. J.**, 25, 713 - 718.

- Hairiah, K., Robiatul A., and Julia W., 1996, *Amelioration of Aluminium Toxicity with Organic Matter*, **Agrivita** 19 (4), 58 - 163.
- Kurniawansyah, A.M., Subowa, dan A. Abdurachman, 1999, *Pengaruh Pemberian Kadmium (Cd) Terhadap Beberapa Sifat Tanah Grumosol Kromik dan Hasil Padi Varietas IR64*, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Linharhes, L.S., and J.P. Martin, 1988, *Decomposition in Soil of The Humic Acid - Type Polymers of Eurotium Chinolatum, Aspergillus Glaucus Sp. and Other Fungi*, **Soil Sci. Am. J.**, 42, 738 - 743.
- Loebis, A., 1992, *Kelapa Sawit Di Indonesia*, Puslitbun, Marihat, Bandar Kuala, Medan.
- Martin, J.P., and Haider, 1986, *Influence of Mineral Colloids on Turnover Rates of Soil Organic Carbon*, p.283-304, in P. M. Huang and Schnitzer (ed.), *Interaction of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes*, **Soil Sci. Soc. Spec.**, Publ.No.17
- Marth, P., and I. Szabados, 1998, *Cadmium Uptake by Lettuce in Different Soils*, **Commun. Soil Sci. plant. Anal.**, 29 (11 - 14).
- Mengel, K., and E. A. Kirkby, 1987, *Principle of Plant Nutrition*, International Potash Institute, Bern-Switzerland.
- Mule, P. and P. Melis, 2000, *Methods for Remediation of Metal Contaminated Soils, Preliminary Results*, **Commun. Soil. Sci. Plant. Anal.**, 31 (19 & 20), 3193 - 3204.
- Naidu, R., and R. D. Harter, 1998, *Effectiveness of Different Organic Ligands on Sorption and Extractability of Cadmium by Soils*, **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 62, 644 - 650.
- Panji, H. T, Tahang, H. Yusuf dan D.H. Goenadi, 1996, *Optimasi pH, Kadar Air, dan Suhu Pada Biodelignifikasi in Vitro Tandan Kosong Kelapa Sawit*, **Menara Perkebunan**, 64 (2), 79 - 91.
- Parfitt, R. L., D. J. Giltrap, and J. S. Whitton, 1995, *Contribution of Organic Matter and Clay Minerals to the Cation Exchange Capacity of Soils*, **Commun. Soil Sci. Plant**, 26 (9), 1343 - 1360.
- Pocknee, S., and Malcolm E. Sumner, 1997, *Cation and Nitrogen Content of Organic Matter Determine Its Soil Liming Potential*, **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 61, 86 - 92.
- Raven, K.P. and R.H. Loeppert, 1997, *Trace Element Composition of Fertilizers and Soil Amendment*, **Environ. Qual. J.**, 26, 351 - 557.
- Salam, A. K., S. Widodo, dan J. T. Harahap, 1999, *Penurunan Kelarutan Tembaga Asal Limbah Industri Di Dalam Tanah Tropika Akibat Perlakuan Kapur dan Kompos Daun Singkong*, **J. Tanah Tropika**, 8, 153 - 160.
- Schwarz, A., W. Wilcke, J. Styk, and W. Zech, 1999, *Heavy Metal Release in Batch pH-stat Experiment*, **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 63, 290 - 296.
- Setijono, S., 1996, *Effect of Crop Residues and Lime Material on Soil Aluminium and Phosphorus Availability on a High*

- Activity Clay Acid Mineral Soil, Agrivita*, Vol. 19, No. 4, 153 - 158.
- Smolders, E., K. Brans, A. Foldi, and R. Merckx, 1999, *Cadmium Fixation in Soil Measured by Isotopic Dilution*, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63, 78 - 85.
- Spark, K. M., J. D. Wells, and B. B. Johnson, 1997, *The Interaction of A Humic Acid with Heavy Metals*, *Aust. J. Soil Res.*, 35, 89 - 101.
- Stevenson, F.J., 1982, Humus Chemistry : Genesis, Composition and Reaction, John Wiley & Sons Ltd., New York.
- Stevenson, F. J., and Y. Chen, 1991, *Stability Constant of Copper (II)-Humate Complexes Determined by Modified Potentiometric Titration*, *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 55, 1586 - 1591.
- Tan, K. H., 1982, Principle of Soil Chemistry, Marcell Dekker Inc., New York and Basel.
- Varadachari, C. T., Chattopadhyay and K. Ghosh, 1997, *Complexation of Humic Substances with Oxides of Iron and Aluminium*, *Soil Sci.*, 162, 28 - 34

DAMPAK KEBERADAAN SALURAN REKLAMASI TERHADAP KARAKTER MORFOLOGI, KLASIFIKASI DAN PRODUKTIVITAS TANAH

M. Edi Armanto

Staf Pengajar Program Studi Pengelolaan Lingkungan
Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya
E-mail : earmanto@pps.unsri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dampak keberadaan saluran reklamasi terhadap karakter morfologi, klasifikasi dan produktivitas tanah. Metoda penelitian adalah survai lapang dan wawancara dengan petani. Sampel tanah komposit diambil pada kawasan dengan jarak 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 km dari sungai Ogan dan dianalisis lengkap di laboratorium. Hasil penelitian disimpulkan bahwa di kawasan penelitian ditemukan ordo Entisols (4 sub groups; *Typic Hydraquents*, *Humaqueptic Fluvaquents*, *Aeric Fluvaquents* dan *Typic Sulfaquents*) dan ordo Gelisols (3 sub groups; *Terric Hemistels*, *Typic Hemistels* dan *Terric Sapristels*). Tekstur tanah semakin halus pada kawasan yang lebih jauh dari sungai Ogan, yaitu dari liat berlempung menjadi liat dan saluran reklamasi tidak berfungsi sebagai saluran drainase dan irigasi. Produktivitas tanah menurun mulai dari *great groups Hydraquents*, *Fluvaquents*, *Fluvaquents* dan *Sulfaquents* karena parameter pH, KB, C organik, N total, C/N ratio, P tersedia, KTK, K, Na, Ca dan Mg menurun dengan semakin jauhnya kawasan dari sungai Ogan, kecuali Al_{dd} dan H_{dd} . Karena tinggi genangan dan produktivitas tanah menurun dengan semakin jauhnya kawasan dari sungai Ogan, maka produksi padi semakin merosot dengan urutan 4,50; 3,20; 3,00; dan 2,10 kg ha⁻¹ KGK.

Kata kunci: Dampak, lebak, morfologi, klasifikasi, produktivitas dan reklamasi

IMPACT OF RECLAMATION CHANNEL EXISTENCE ON MORPHOLOGY CHARACTERS, CLASSIFICATION AND SOIL PRODUCTIVITY

Abstract

The research aimed to describe impact of reclamation channels on morphology characters, soil classification and productivity. The research method was field survey and interview to farmers. Composite soil samples were taken on distances of 0,5; 1,0; 1,5; and 2,0 km away from the Ogan river and were completely analyzed. The research resulted that Entisols (4 sub groups; *Typic Hydraquents*, *Humaqueptic Fluvaquents*, *Aeric Fluvaquents* and *Typic Sulfaquents*) and Gelisols (3 sub groups; *Terric Hemistels*, *Typic Hemistels* and *Terric Sapristels*) were determined. Soil texture becomes finer away from the Ogan river and the