

**KUALITAS KOMPOS YANG DIPRODUKSI DARI FESES SAPI PERAH
DAN *SLUDGE* LIMBAH PENYAMAKAN KULIT**Suharjono Triatmojo¹**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas kompos yang dibuat dari feses dan *sludge* limbah penyamakan kulit pada imbangannya yang berbeda. Kualitas kompos meliputi komposisi kimia yaitu kadar N, P₂O₅, K₂O, karbon organik, Cr(VI) dan total Cr. Uji biologi dengan cara pupuk kompos digunakan untuk memupuk tanaman bayam cabut. Perlakuan di dalam penelitian ini adalah K₁, K₂ dan K₃ masing-masing adalah imbangannya feses dan *sludge* (%) 70:15, 65:20 dan 60:25. Setiap materi tersebut dicampur dengan jerami padi sebesar 10% dan bahan penunjang lain yaitu urea, TSP, abu sekam dan starter bakteri termofil berturut-turut sebesar 1%, 1%, 2,5% dan 0,5%. Proses pengomposan berlangsung selama 59 hari. Sampel diambil pada hari-1 setelah penyusunan kompos dan setelah masak. Uji biologi, tanaman bayam cabut dipupuk K₁, K₂ dan K₃ pada level pemupukan yang sama (50%). Data yang terkumpul dianalisis dengan analisis variansi pola searah (CRD), dan beda antar rerata diuji dengan *Duncan's new multiple range test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tidak nyata kadar N, K₂O, karbon organik dan Cr(VI) di antara perlakuan, namun demikian rasio feses:*sludge* berpengaruh secara nyata terhadap kadar P₂O₅ dan total Cr yaitu sebesar 0,72%, 0,62% dan 0,58% serta 8,93 ppm, 9,43 ppm dan 10,70 ppm berturut-turut pada K₁, K₂ dan K₃. Pengomposan berpengaruh secara nyata terhadap kadar N, P₂O₅, karbon organik dan Cr(VI) yaitu masing-masing sebesar 0,73% dan 0,93% untuk N, 0,53% dan 0,73% untuk P₂O₅, 15,34% dan 5,81% untuk karbon organik serta 4,338 ppm dan 3,065 ppm untuk Cr(VI). Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan yaitu pengomposan mampu menurunkan kadar Cr(VI) akibat aktivitas mikrobial yang ada selama proses pengomposan.

(Kata kunci: *Sludge* limbah penyamakan kulit, Feses sapi perah, Kompos).

Buletin Peternakan 25(4): 190 - 199, 2001

¹ Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

THE QUALITY OF COMPOST PRODUCED FROM DAIRY CATTLE FECES AND SLUDGE OF LEATHER TANNING WASTE

ABSTRACT

This experiment was conducted to study the influence of feces-sludge of leather tanning waste ratio on compost quality, namely N, P_2O_5 , K_2O , organic carbon, Cr(VI) and total Cr contents. Dairy cattle feces and sludge of leather tanning waste was divided into 3 treatments (K_1 , K_2 and K_3) by feces-sludge ratio of 70:15, 65:20 and 60:25. Each treatment was mixed with 10% rice straw and supplemented with urea, TSP, ash and thermophile bacterial starter of 1%, 1%, 2,5% and 0,5%, respectively. The compost processing lasted in 59 days. The samples were taken at the first day soon after the compost process started and at the end of compost processing. Biological test was conducted by planted spinach (*Amaranthus sp*) and fertilized by the compost. The collected data were analyzed by analysis of variance using a completely randomized design, followed by Duncan's new multiple range test (DMRT). The result showed there were no significant differences in the N, K_2O , organic carbon and Cr(VI) which was influenced by the ratio of feces-sludge of leather tanning waste. The contents of P_2O_5 and total Cr in the compost were significantly ($P < 0,05$) affected by the ratio of feces-sludge (P_2O_5 0,72%, 0,62% and 0,58%, total Cr 8,931 ppm, 9,434 ppm). There were significant ($P < 0,05$) differences of N, P_2O_5 , organic carbon and Cr(VI) content as affected by manuring processing (0,73% vs 0,93%, 0,53% vs 0,73%, 15,34% vs 5,81%, and 4,338 ppm vs 3,065 ppm). It was concluded that composting sludge of leather tanning waste and feces of dairy cattle reduced Cr(VI) content, and it was suggested by microbial activity in the compost pile.

(Key words : Sludge of leather tanning waste, Dairy cattle feces, Compost).

Pendahuluan

Penyamakan kulit menghasilkan limbah baik padat, cair maupun gas. Pengolahan limbah cair bertujuan untuk menurunkan kandungan bahan organik, *biological oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD) dan bahan pencemar, serta menstabilkan bahan organik sehingga produk akhirnya bila dibuang ke lingkungan tidak lagi berbahaya dan mengganggu lingkungan (Davis dan Cornwell, 1991, Tchobanoglous dan Burton, 1992). Pengolahan limbah cair dengan lumpur aktif menghasilkan *sludge* dalam jumlah yang sangat besar (Tchobanoglous dan Burton, 1992). *Sludge* limbah penyamakan kulit berasal dari bak pengendapan primer dan sekunder, karena pengolahan tersier jarang dikerjakan di Indonesia. Seharusnya limbah cair penyamakan yang tinggi kandungan kromnya tidak boleh dicampur dengan *sludge* dari bak pengendapan

primer dan sekunder. Limbah cair penyamakan kulit sebaiknya ditangani tersendiri, kromnya diambil lagi dan digunakan untuk menyamak kulit. Kenyataan di lapangan beberapa pabrik penyamakan kulit mengendapkan sisa atau limbah cair penyamakan dengan kapur, dan mencampur *sludge* nya dengan *sludge* dari bak pengendapan primer dan sekunder, selanjutnya dipress dan dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA). Pengendapan dengan kapur cukup berbahaya karena dimungkinkan terbentuknya kalsium kromat yang sangat toksik dan berbahaya bagi tanaman, ternak dan manusia. Di samping itu *sludge* yang dibuang di TPA dimungkinkan terjadi transformasi krom III (Cr(III)) menjadi krom VI (Cr(VI)) bila terdapat oksidator yang sesuai seperti MnO_2 (Macchi *et al.*, 1991). Bahan organik pada *sludge* akan diuraikan secara anaerobik sehingga dihasilkan bau busuk yang sangat mengganggu masyarakat di sekitar TPA. Ada kemungkinan

krom di dalam *sludge* dapat diabsorpsi oleh tanaman dan dapat masuk ke ternak ataupun manusia lewat pakan atau makanan. Bila hal ini terjadi dapat menjadi ancaman bagi ternak dan manusia.

Pengomposan merupakan salah satu proses stabilisasi limbah organik secara hayati di bawah kondisi yang terkendali, serta akan dihasilkan energi panas yang cukup tinggi yang berguna untuk membunuh organisme patogen dan biji gulma (Haga, 1990). Hasil akhir pengomposan berupa bahan organik yang telah mengalami mineralisasi dan dapat digunakan sebagai pembenah tanah ataupun pupuk tanaman. Pengomposan merupakan pilihan terbaik untuk mengolah *sludge* limbah penyamakan kulit karena akan diperoleh kompos yang bermutu, kelemahannya adalah kandungan garam dan kromnya yang tinggi sehingga sangat membatasi penggunaannya sebagai bahan penyusun pupuk kompos (Blaensdorf dan Hoornweg, 1997). Pengomposan diharapkan dapat mereduksi Cr(VI), karena proses pengomposan melibatkan berbagai macam mikroorganisme seperti bakteri, fungi dan *Actinomyces* (Haga, 1990; Taiganides, 1977; Toumela *et al.*, 2000) Penelitian ini dikerjakan untuk mempelajari pengaruh imbalanced feses dan *sludge* limbah penyamakan kulit terhadap kualitas kompos yang dihasilkan baik secara kimiawi maupun biologi. Hasil penelitian diharapkan dapat berguna sebagai pertimbangan pemerintah atau pembuat kebijakan sebagai dasar dilarang atau diijinkannya pemakaian *sludge* limbah penyamakan kulit sebagai bahan penyusun kompos. Pengomposan merupakan salah satu metode pengolahan limbah padat khususnya limbah ternak dan limbah penyamakan kulit untuk menghasilkan pupuk organik bermutu dan aman digunakan sebagai pupuk tanaman.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai dengan Oktober 1999 di Jurusan Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan,

Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah feses sapi perah, *sludge* limbah penyamakan kulit, dan jerami padi kering. Feses diambil dari Laboratorium Ternak Perah Fakultas Peternakan, UGM. *Sludge* limbah penyamakan kulit diambil dari Unit Pengolahan Limbah (UPAL) PT. Budi Makmur Jaya Murni, Yogyakarta. Jerami padi kering varietas C4 diambil dari daerah Klaten, Jawa Tengah. Bahan pembantu untuk produksi kompos adalah urea, TSP, abu dapur dan bakteri termofil. Urea dan TSP dibeli dari Toko Sarana Pertanian Jl. Magelang, Yogyakarta. Abu dapur dibeli dari usaha pembuatan batu bata di daerah Sleman. Bakteri termofil dibeli dari Fakultas Kedokteran Hewan, UGM. Bahan-bahan untuk penanaman bayam cabut adalah kompos hasil penelitian, tanah sekitar lokasi penelitian, abu dapur, dan biji bayam cabut.

Reagen kimia untuk analisis N total adalah H_2SO_4 , $CuSO_4$, K_2SO_4 , NaOH, HCl 0,1N, H_3BO_3 0,1N dan *mix indicator*. Bahan kimia untuk analisis P adalah HNO_3 , HCl, akuades dan larutan fosfat standar. Reagen untuk analisis K adalah larutan Kalium standar. Penentuan kadar Cr(VI) menggunakan reagen kimia HNO_3 , difenil karbazid, H_2SO_4 , H_2O_2 , NaN_3 , H_3PO_4 , dan $KMnO_4$.

Alat-alat yang digunakan untuk produksi kompos adalah cangkul, sekop, slang plastik, ember plastik, termometer batang, termohigrometer, dan plastik lembaran untuk menutup tumpukan kompos. Timbangan merk Accu Weigh model BD-200 dengan kapasitas 200 lbs, digunakan untuk menimbang bahan penyusun kompos (feses, jerami padi, *sludge* dan abu dapur). Timbangan *triple beam* merek O'House, kapasitas 2610g digunakan untuk menimbang produksi hijauan bayam cabut. Timbangan digital merk Acculab V-200, kapasitas 200g digunakan untuk menimbang sampel dan bahan pembantu penyusun kompos seperti urea, TSP dan bakteri termofil. Alat-alat analisis kimia adalah Oven merk Memmert untuk analisis kadar air/bahan kering, Tanur merk Memmert untuk mengabukan sampel,

Flame Spectrophotometer untuk analisis kadar K, dan P.

Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) merek Perkin-Elmer untuk analisis kandungan Cr-total bayam cabut. *Spectrophotometer UV-vis* merk Shimadzu untuk analisis kadar Cr total dan Cr(VI) kompos.

Kompos yang diproduksi tersusun dari feses sapi perah, *sludge* limbah penyamakan kulit, jerami padi, abu dapur, urea, TSP dan bakteri termofil dengan imbangannya seperti pada Tabel 1.

Feses sapi perah dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3-5 hari, jerami padi kering dipotong-potong dengan ukuran 5-10 cm, selanjutnya diperciki air hingga lembab dan diperam selama semalam. Diambil sampel untuk diuji kadar air untuk menentukan berat feses dan jerami yang diperlukan untuk menyusun tumpukan kompos. *Sludge* limbah penyamakan kulit dikeringkan 3-7 hari, selanjutnya ditumbuk dan disaring dengan ayakan ukuran 40 mesh. Ditimbang berat tertentu dan digunakan sebagai bahan penyusun kompos. Selanjutnya ditimbang urea, TSP, abu sekam dan bakteri termofil

sesuai dengan yang dibutuhkan. Setelah semua siap dilakukan penyusunan kompos, pertama-tama ditebarkan di atas tanah adalah jerami padi, lalu feses, jerami padi, *sludge*, urea, TSP, dan abu sekam, demikian seterusnya berlapis-lapis. Tumpukan kompos berukuran panjang 1,5 m dan lebar 1,0 m dan tinggi satu meter. Dibuat 100g campuran kompos sesuai dengan perlakuan dan dianalisis kimia kandungan air, N-total, P-total, K total, Karbon organik, Cr total, Cr(VI) dan Cr(III). Pada dua minggu pertama pengomposan kompos dibalik dan diperciki air sampai lembab setiap dua hari sekali, selanjutnya seminggu sekali sampai kompos masak. Suhu kompos diamati setiap hari untuk memantau perkembangan mikroorganisme, demikian juga suhu dan kelembaban lingkungan juga dicatat setiap hari pada pagi hari antara pukul 7.00-9.00 WIB. Setelah 30 hari pengomposan dilakukan pengujian kemasakan dengan cara melihat perubahan fisik penyusun kompos yaitu bentuk, warna dan teksturnya. Pengujian kemasakan dilakukan setiap 5 hari sekali dari hari ke 30-45 dan setiap hari dari hari ke 46 sampai hari ke 60.

Tabel 1. Komposisi bahan penyusun kompos perlakuan K₁, K₂ dan K₃ (*Composition of compost ingredient at different treatment K1, K2 and K3*)

Bahan penyusun (<i>Ingredient</i>)	Perlakuan (<i>Treatments</i>)		
	K1	K2	K3
Feses, % (<i>Manure, %</i>)	70	65	60
<i>Sludge</i> , % (<i>Sludge, %</i>)	15	20	25
Jerami padi, % (<i>Rice straw, %</i>)	10	10	10
Urea, % (<i>Urea, %</i>)	1	1	1
TSP, %, (TSP, %)	1	1	1
Abu sekam, % (<i>Ash, %</i>)	2,5	2,5	2,5
Starter Bakteri Termofil, % (<i>Starter of Termophile Bacteria, %</i>)	0,5	0,5	0,5

K₁ : imbangannya feses dan *sludge* = 70 : 15 (*Feces and sludge ration = 70 : 15*)

K₂ : imbangannya feses dan *sludge* = 65 : 20 (*Feces and sludge ration = 65 : 20*)

K₃ : imbangannya feses dan *sludge* = 60 : 25 (*Feces and sludge ration = 60 : 25*)

Pengujian kemasakan

Kompos dinyatakan telah masak bila bentuk asli penyusun kompos misal jerami padi telah berubah, bila dipegang terasa lembut dan mudah dihancurkan. Kompos masak berwarna coklat gelap, bau seperti tanah, tekstur lembut dan lembab, mudah dihancurkan dan dibentuk menjadi bangun seperti bola pingpong.

Pengujian kualitas kompos

Kualitas kompos diuji secara kimiawi dan biologi, pengujian kimiawi meliputi kadar air, bahan kering, kadar abu, kadar bahan organik, total N, total P, total K, C organik, total Cr, Cr(VI) dan Cr(III), sedangkan pengujian biologi dengan cara digunakan untuk memupuk tanaman, selanjutnya diamati pertumbuhan, produksi hijauan dan kandungan Cr totalnya.

Pengujian kimiawi kompos

Setelah masak kompos disaring dengan ayakan dengan porositas 40 mesh, dan diambil sampel untuk diuji kimiawi. Kadar air ditentukan dengan cara memanaskan sampel berat ± 10 g di dalam pemanas suhu 105°C sampai diperoleh berat tetap. Pengurangan berat setelah dipanaskan terhadap berat sampel basah (%) dinyatakan sebagai kadar air sampel. Bahan kering (%) adalah persentase berat setelah pengeringan terhadap berat sampel sebelum dikeringkan. Kadar abu ditentukan dengan cara membakar sejumlah sampel di dalam tanur suhu 600°C selama delapan jam. Kadar abu adalah berat sisa pengabuan dibagi dengan berat awal dikalikan 100%. Kadar bahan organik adalah berat bahan organik yang hilang selama proses pengabuan dibagi berat sebelum diabukan dikalikan 100%. Kadar C ditentukan menurut metode Walkely dan Black (Gaur, 1995). Sampel ditimbang sebanyak 5,0g, dimasukkan dalam cawan porselin, dipanaskan pada suhu 105°C , selanjutnya diabukan pada suhu 800°C selama 24 jam. Kadar karbon dihitung dari berat sisa pemijaran dibagi berat sampel dikalikan 100%. Kadar

total N diuji dengan metode Kjeldahl (AOAC, 1990). Kadar Cr total dan Cr(VI) dengan metode difenil karbazid (APHA, 1976).

Pengujian biologi dan kimia bayam cabut

Uji biologi dilakukan untuk mengevaluasi kualitas kompos. Ke tiga macam kompos yang dihasilkan digunakan untuk menanam bayam cabut pada level pemupukan yang sama yaitu 50%. Sebelum dilakukan penanaman biji bayam cabut disemaikan lebih dulu pada media tanam tanah dan abu sekam dengan imbangannya 1:1. Tanah diambil dari sekitar lokasi penelitian, diayak dengan ayakan ukuran 40 mesh dan digunakan sebagai media tanam. Setelah media diberi air secukupnya, biji bayam ditaburkan di atasnya. Setelah tujuh hari dilakukan pemindahan dari tempat penyemaian ke dalam media tanam. Setiap plastik polietilena diisi satu kilogram campuran tanah dan kompos (1:1), ditanami tanaman bayam cabut tinggi sekitar 3 cm dengan daun tiga, setiap kantong ditanam tiga batang. Selanjutnya ditempatkan di dalam rumah kaca tiruan secara acak. Setiap pagi dilakukan penyiraman, sampai semua tanaman berbunga. Setelah berbunga dilakukan pemanenan, seluruh batang dicabut akar dibersihkan dari tanah yang menempel dan ditimbang. Pengujian kimia sampel bayam cabut meliputi kadar air (dipanaskan pada suhu 105°C), abu (dipanaskan dalam tanur pada suhu 600°C , 8 jam), dan Cr-total secara spektrophotometri serapan atom pada panjang gelombang 540 nm. (Adam, 1991).

Analisis statistik

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, data yang terkumpul dianalisis variansi dan perbedaan di antara rerata perlakuan diuji dengan DMRT (Astuti, 1986).

Hasil dan Pembahasan

Analisis bahan penyusun kompos

Hasil analisis bahan penyusun kompos yaitu feses mengandung bahan kering (BK) 50,93%, N 0,84%, P_2O_5 0,21%, K_2O 0,1%

dan karbon organik 14,48%. *Sludge* mengandung BK 72,01%, N 1,31%, P_2O_5 0%, K_2O 15,482%, karbon organik 22,55%, Cr(VI) 3,214 ppm dan total Cr 14,561 ppm. Jerami padi mengandung BK 70,35%, N 0,50%, P_2O_5 0,09%, K_2O 1,47% dan karbon organik 24%. Urea mengandung N 45%, TSP mengandung P_2O_5 45% dan abu sekam mengandung K_2O 19,87%.

Kualitas kompos

Rerata kadar N, P_2O_5 , K_2O , karbon organik, Cr(VI), total Cr dan rasio C/N pada periode pengomposan awal disajikan dalam Tabel 2, sedangkan setelah periode pengomposan akhir disajikan dalam Tabel 3. Perbandingan kualitas kompos awal periode pengomposan dan setelah masak disajikan pada Tabel 4. Nilai rerata kadar N, P_2O_5 , K_2O , karbon organik, Cr(VI) dan total Cr pada perlakuan K 1, K 2 dan K 3 serta produksi hijauan bayam dan total Cr bayam disajikan dalam Tabel 5.

Pengomposan berpengaruh terhadap kadar N, P_2O_5 , karbon organik, Cr(VI) dan C/N ratio. Kadar N dan P_2O_5 memperlihatkan peningkatan yaitu untuk N dari 0,73% ke 0,93% dan P_2O_5 0,53 ke 0,73 (Tabel 4). Hal ini diduga karena kompos cukup mengandung N dan P yang berasal dari bahan-bahan penyusun untuk kebutuhan jasad-jasad renik.

Jasad-jasad renik memerlukan N untuk memelihara dan membangun sel tubuhnya, yang kemudian menguraikan bahan-bahan organik salah satunya menjadi CO_2 . Tingginya CO_2 yang hilang dalam proses pengomposan dapat meningkatkan persentase unsur hara kompos. Menurut Gaurr (1995) pada proses pengomposan berlangsung perubahan-perubahan bahan organik menjadi $CO_2 + H_2O +$ nutrien + humus + energi. Selama proses pengomposan CO_2 menguap dan menyebabkan penurunan kadar karbon organik dan peningkatan kadar N sehingga rasio C/N kompos menurun.

Tabel 2. Rerata kadar N, P_2O_5 , K_2O , karbon organik, Cr(VI), total Cr dan rasio C/N pada fase awal pengomposan (*Average value of N, P_2O_5 , K_2O , organik carbon, Cr(VI), Cr-total and C/N ratio of K1, K2 and K3 at initial phase of composting*)

Variabel (Variable)	Perlakuan (Treatments)		
	K ₁	K ₂	K ₃
N-total, % (Total-N, %)	0,61	0,85	0,73
P_2O_5 , %, (P_2O_5 , %)	0,57	0,57	0,45
K_2O , % (K_2O , %)	1,96	2,54	2,73
Karbon organik, % (Organic carbon, %)	12,74	16,35	15,44
Cr(VI), ppm (CrVI, ppm)	3,59	3,99	5,43
Cr-total, ppm (Total-Cr, ppm)	8,98	9,63	11,26
Rasio C/N (Ratio C/N)	20,88	19,24	21,15

Tabel 3. Rerata kadar N, P₂O₅, K₂O, karbon organik, Cr(VI), total Cr dan rasio C/N K 1, K 2 dan K3 pada pengomposan akhir (Average value of N, P₂O₅, K₂O, organik carbon, Cr(VI), Cr-total and C/N ratio of K1, K 2 and K 3 at the end of composting)

Variabel (Variable)	Perlakuan (Treatments)		
	K ₁	K ₂	K ₃
N-total, % (Total-N, %)	0,85	0,98	0,96
P ₂ O ₅ , % (P ₂ O ₅ , %)	0,84	0,66	0,70
K ₂ O, % (K ₂ O, %)	1,67	1,73	1,76
Karbon organik, (Organic carbon, %)	5,82	5,69	5,93
Cr(VI), ppm (CrVI, ppm)	2,41	3,30	3,48
Cr-total, ppm (Total-Cr, ppm)	8,88	9,24	10,14
Rasio C/N (C/N ratio)	6,85	5,81	6,18

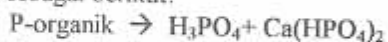
Tabel 4. Komposisi kimia kompos pada awal proses dan setelah masak (Chemical composition of compost at initial phase of composting and mature compost)

Variabel (Variable)	Kompos awal (Compost at initial proses)	Kompos masak (Mature Compost)
Total N, % (N-total, %)	0,73 ^a	0,93 ^b
P ₂ O ₅ , % (P ₂ O ₅ , %)	0,53 ^a	0,73 ^b
K ₂ O, % (K ₂ O, %)	1,72	2,41
Karbon organik, % (Organic carbon, %)	15,34 ^a	5,81 ^b
Cr(VI), ppm (CrVI, ppm)	4,34 ^a	3,07 ^b
Cr-total, ppm (Total-Cr, ppm)	9,96	9,42
Rasio C/N (C/N ratio)	20,42 ^a	6,28 ^b

huruf ^a, ^b, pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05) (at the same row is significant at P<0,05).

Konsentrasi N dapat meningkat selama proses pengomposan ketika bahan organik yang hilang lebih besar daripada hilangnya NH₃ (Bernal *et al.*, 1998).

Peningkatan P₂O₅ menurut Gaurr (1995) karena adanya reaksi dekomposisi aerob sebagai berikut:



Kadar karbon organik menunjukkan adanya penurunan dari periode pengomposan awal ke periode pengomposan akhir. Hal ini dikarenakan adanya senyawa karbon yang hilang ke udara selama proses pengomposan. Menurut Mulyani (1999) persenyawaan zat arang (C), selulosa, hemiselulosa dan lain-lain diurai menjadi CO₂ dan air akan hilang ke udara dan menyebabkan kadar karbon akan menurun.

Periode pengomposan tidak berpengaruh terhadap kadar K₂O. Hal ini diduga karena terjadi keseimbangan kadar K₂O selama proses pengomposan dan terjadi perubahan-perubahan dari sifat fisik semula menjadi sifat fisik baru (kompos). Perubahan-perubahan ini sebagian besar adalah karena kegiatan-kegiatan jasad renik demi mencukupi kebutuhan hidupnya, yang kelak akan dikembalikan lagi apabila jasad-jasad renik itu mati, sehingga kadar K₂O tetap. Hal ini sesuai dengan pendapat Mulyani (1999) yang menyatakan bahwa selama proses pengomposan akan terjadi pengikatan beberapa jenis unsur hara di dalam tubuh jasad renik, terutama N di samping P dan K, dan lain-lain yang akan terlepas kembali bila jasad-jasad itu mati.

Tabel 5. Rerata kadar N, P₂O₅, K₂O, karbon organik, Cr(VI), total Cr, ratio C/N, produksi hijauan bayam cabut dan kandungan Cr-total bayam cabut Kompos1, Kompos 2 dan Kompos 3 (Average of N, P₂O₅, K₂O, organic carbon, total Cr, Cr(VI) content and C/N ratio of Compost 1, Compost 2 and Compost 3 and forage production and total-Cr content of Spinach)

Kandungan (Contents)	Kompos 1 (Compost 1)	Kompos 2 (Compost 2)	Kompos 3 (Compost 3)
N-total, % (Total-N, %)	0,73	0,92	0,85
P ₂ O ₅ , % (P ₂ O ₅ , %)	0,72 ^a	0,62 ^a	0,58 ^b
K ₂ O, % (K ₂ O, %)	1,82	2,14	2,25
Karbon organik, % (Organic Carbon, %)	9,28	11,02	10,68
Cr(VI), ppm (Cr(VI), ppm)	3,00	3,61	4,46
Total Cr, ppm (Cr-total, ppm)	8,93 ^a	9,43 ^a	10,70 ^b
Produksi hijauan bayam, g (Spinach Forage production, g)	41,033	41,133	35,50
Kandungan total Cr bayam, ppm (Cr-total content of Spinach, ppm)	0,91	0,97	1,24

^a, ^b, pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05) (at the same row is differ significantly at P< 0,05).

Kadar Cr(VI) terjadi penurunan dari 4,34 ppm ke 3,07 ppm diduga adanya perubahan Cr(VI) menjadi Cr(III) karena aktivitas mikrobial selama proses pengomposan. Cr(VI) dapat berubah secara spontan menjadi Cr(III) dengan adanya bahan organik dalam tanah baik dalam keadaan asam maupun basa. Menurut Winter (1984) Cr(VI) akan berubah secara spontan menjadi Cr(III) dengan adanya bahan organik dalam tanah, baik dalam suasana asam maupun basa.

Periode pengomposan tidak berpengaruh terhadap kadar total Cr. Cr(VI) berubah menjadi Cr(III) selama proses pengomposan yang mengakibatkan penurunan Cr(VI) dan peningkatan Cr(III), namun kandungan total Cr tetap. Menurut Sunaryo (1989) logam Cr dalam persenyawaannya mempunyai bilangan oksidasi 2+, 3+ dan 6+ di mana pada proses kimiawi dalam lingkungan dapat mengakibatkan terjadinya peristiwa reduksi dari senyawa Cr(VI) yang sangat beracun menjadi Cr(III) yang kurang beracun. Reduksi krom dibawah kondisi anaerob i dapat dilakukan oleh bakteri (Manahan, 1992; Haribi, 1999), yaitu

Pseudomonas fluorescens dan *Enterobakter cloacae*, sedangkan dibawah kondisi aerob dilakukan oleh fungi (Gadd, 1990).

Imbangan feses dan *sludge* yang berbeda berpengaruh terhadap kadar P₂O₅ dan total Cr. Tabel 5 menunjukkan nilai rerata P₂O₅ menurun dari K1, K2 ke K3 berturut-turut sebesar 0,72%, 0,62% dan 0,58%. Penurunan ini sesuai dengan penurunan penambahan feses pada masing-masing perlakuan K1, K2 dan K3 yaitu 70%, 65% dan 60%. Kandungan P₂O₅ pada feses adalah sebesar 0,21%BK, sedangkan *sludge* tidak mengandung P. Hal ini diduga menjadi penyebab menurunnya kadar P₂O₅ pada kompos K1, K2 dan K3, karena kadar P₂O₅ pada ketiga perlakuan kompos berasal dari bahan-bahan penyusun selain *sludge*. Hal ini sesuai dengan pendapat Gaurr (1995) yang menyatakan bahwa kandungan unsur hara kompos sangat ditentukan oleh bahan penyusun dan laju pengomposan.

Kadar total Cr pada ketiga perlakuan kompos K1, K2 dan K3 terjadi peningkatan berturut-turut sebesar 8,93 ppm, 9,43 ppm dan 10,70 ppm. Hal ini diduga karena adanya

penambahan *sludge* yang semakin meningkat dari K1, K2 dan K3. *Sludge* yang digunakan mengandung total Cr sebesar 14,56 ppm, sehingga dengan penambahan *sludge* pada bahan penyusun kompos berpengaruh terhadap kandungan total Cr yang meningkat sesuai dengan meningkatnya jumlah *sludge* yang ditambahkan dalam timbunan kompos.

Kadar P_2O_5 , K_2O dan karbon organik dapat memenuhi kualitas standar kompos, namun N tidak memenuhi kualitas standar kompos. Menurut Haga (1998) kadar N adalah lebih dari 1,2%BK, kadar P_2O_5 lebih dari 0,5%B, kadar K_2O lebih dari 0,3%BK.

Tabel 4 memperlihatkan adanya penurunan ratio C/N selama proses pengomposan. Selama proses pengomposan mikroorganisme memerlukan karbon sebagai sumber energi (Haga, 1990) dan nitrogen untuk memelihara dan membangun sel-sel tubuhnya (Murbandono, 1999). Makin banyak timbunan kompos mengandung senyawa-senyawa N makin banyak panas yang dihasilkan dan makin cepat pula terjadi pembusukan material oleh jasad-jasad renik. Jasad-jasad renik yang menguraikan bahan-bahan ini memerlukan senyawa-senyawa N untuk perkembangannya, sehingga perlu dibubuhi sedikit pupuk N buatan (Murbandono, 1999). Nisbah C/N yang cocok untuk proses pembuatan kompos adalah antara 20:1 dan 30:1 (Haga, 1990), yang kemudian menurun sampai kurang dari 12:1, sehingga cocok digunakan untuk pupuk dan tidak berbahaya bagi tanaman. Hasil uji biologi menunjukkan bahwa produksi hijauan bayam cabut tidak berbeda di antara K1, K2 dan K3, tetapi kandungan Cr-total paling banyak pada K3 (Tabel 5). Ditinjau dari kandungan Cr yang dapat diabsorpsi oleh bayam cabut, Cr pada tanaman termasuk sangat rendah yaitu kurang dari 1,3 ppm, menurut Money (1991) terdapat penghalang masuknya krom ke dalam tanaman yaitu krom terikat pada partikel lempung sehingga sukar diserap oleh tanaman. Menurut Zorpas *et al.* (1999) Cr didalam kompos terdapat dalam bentuk/fraksi terlarut, fraksi karbonat, fraksi dapat bertukar, fraksi organik

dan fraksi inert. Sebagian besar terdapat dalam bentuk fraksi organik (47-63%) dan fraksi inert (20-32%) (Zorpas *et al.*, 1999) dan hanya 1-5% saja yang terlarut dan dapat diserap tanaman (Notohadiprawiro, 1998) hal ini yang menyebabkan rendahnya Cr di dalam tanaman bayam cabut.

Kesimpulan

Peningkatan proporsi *sludge* pada kompos tidak menurunkan kualitas kompos yang meliputi total N, P_2O_5 , K_2O dan karbon organik. Kadar N belum memenuhi kualitas standar kompos namun kadar P_2O_5 , K_2O dan karbon organik dapat memenuhi kualitas standar kompos. Penambahan *sludge* tidak mempengaruhi kandungan Cr(VI) namun mempengaruhi kandungan total Cr. Kandungan total Cr mengalami peningkatan sesuai dengan peningkatan jumlah *sludge* yang ditambahkan dalam timbunan kompos. Secara kuantitatif kompos dengan imbangannya feses : *sludge* = 65:20 (K2) lebih dapat diterima oleh tanaman daripada kompos K1 dan K3 yang mempunyai imbangannya feses dan *sludge* berturut-turut sebesar 70:15 dan 60:25. Proses pengomposan tidak berpengaruh terhadap kadar K_2O dan total Cr, namun berpengaruh terhadap kadar N, P_2O_5 , karbon organik dan Cr(VI). Kadar N dan P_2O_5 mengalami peningkatan selama proses pengomposan namun kadar karbon organik dan Cr(VI) mengalami penurunan. Proses pengomposan mampu menurunkan kadar Cr(VI) sebesar 29% ini lebih tinggi daripada proses metanogenesis yang hanya mampu menurunkan Cr(VI) sebesar 20%. Penurunan Cr(VI) ini diduga akibat aksi mikrobia (fungi dan bakteri) selama proses pengomposan.

Daftar Pustaka

- Adam, V. D. 1991. Water and Wastewater Examination Manual. Lewis Publishers Inc. Chelsea.

- APHA. 1976. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 14th ed. Washington.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists, AOAC. Washington.
- Astuti, M. 1986. Rancangan Percobaan dan Analisa Statistik, Bagian I. Bagian Pemuliaan Ternak, Fakultas Peternakan, UGM, Yogyakarta.
- Bernal, M. P., A. F. Navarro and M. A. Sanchez. 1998. Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization in soil. *Soil Biol. Biochem.* 30:305-313.
- Blaendorf, E. and D. Hoornweg. 1997. The use of compost in Indonesia: Proposed compost standards. Urban Development Sector Unit East Asia and Pacific Region.
- Davis, H. and P. A. Cornwell. 1991. Introduction to Environmental Engineering. 2nd ed. McGraw. Hill Inc, Singapore.
- Gadd, G. M. Biosorption. *Chemistry and Industry.* July. Pp.351-426.
- Gaurr, A.C. 1995. A manual of Rural Composting. FAO/UNDP Regional Project RAS 75/004. Project Field Document No. 15.
- Haga, K. 1990. Production of compost from organic waste. Extension Bulletin No. 311 Food and Fertilizer Tech. Center for the ASPAC Region, Taipei.
- Haga, K. 1998. Characteristics of compost from organic waste. Extension Bulletin No. 321 Food and Fertilizer Tech. Center for the ASPAC Region, Taipei.
- Haribi, R. 1999. Bioakumulasi krom oleh Bakteri pada Metanogenesis lumpur limbah industri penyamakan kulit. Tesis. Program Studi Biologi Jurusan Ilmu-ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam. Program Pascasarjana, UGM. Yogyakarta.
- Macchi, G., M. Pagano, M. Peltine, M. Santori, and G. Tiravanti. 1991. A bench study on chromium recovery from tannery sludge. *Water Res.* 1019-1026.
- Manahan, S. E. 1992. Toxicological Chemistry. 2nd Ed. Lewis Publ. Tokyo.
- Money, C. A. 1991. Tannery Waste Minimization. *JALCA.* 86: 229-224.
- Mulyani, S. M. 1995. Pupuk dan Cara pemupukan. PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Murbandonu, L. 1999. Membuat Kompos. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Notohadiprowiro, T. 1995. Logam berat dalam pertanian. *Jurnal Manusia dan Lingkungan.* Pusat Penelitian Lingkungan Hidup UGM, Yogyakarta. No. 7:3-13.
- Sunaryo, I. 1989. Sifat dan manfaat limbah industri kulit samak krom. Seminar Perkulitan Nasional. Fakultas Peternakan UGM, Yogyakarta. Hal 119-132.
- Taiganides, P.E. 1977. Composting of feedlot waste. In P.E. Taiganides (ed). *Animal Waste, Applied Science Publ, London.* Pp. 241-252.
- Tchobanoglous, G. and F. F. L. Burton. 1992. Wastewater Engineering. Treatment, Disposal, and Reuse. 3rd ed. McGraw-Hill, Inc. Toronto.
- Toumela, M., M. Vikman, A. Hatakka, M. Itavaara. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource Technology.* 72: 169-183.
- Winter, D. 1984. Techno-Economic Study on Measures to Mitigate the Environmental Impact of the Leather Industry, Particulary in Developing Countries. UNIDO. Innsbruck.
- Zorpas, A. A., T. Constantinides, A. G. Vlyssides, I. Haralambous, and M. Loizidou. 2000. Heavy metal uptake by natural zeolit and metal partitioning in sewage sludge compost. *Bioresource Technology.* 72: 113-119.