

KARAKTERISTIK VERMIKOMPOS DARI LIMBAH PADAT IPAL INDUSTRI KERTAS

Rina S. Soetopo *, Sri Purwati

* Peneliti Kelompok Lingkungan, Balai Besar Pulp dan Kertas

CHARACTERISTICS OF VERMICOMPOST MADE FROM SOLID WASTE OF PAPER MILL WASTE WATER TREATMENT PLANT

ABSTRACT

The influence of the vermicompost produced from solid waste of paper mill wastewater treatment plant to corn vegetation have been investigated. Solid waste obtained from paper mill using wastepaper as raw materials. Experiment was carried out in a laboratory scale, initiated by solid waste characterization including the determination of macronutrients and heavy metals. Vermicomposting was done in solid waste treatment variation. The best vermicompost was obtained from solid waste medium with sawdust as a mixed material at 40%v/v. Observation of compost effect to corn vegetation was focused on corn harvesting result, heavy metal content and acute toxicity test.

The result showed that the vermicompost generally contains total heavy metals higher than those of commercial vermicompost from domestic waste, but lower than standard of compost according to SNI and those in some other countries (USA, Europe Union and Australian) except nickel. The vermicompost effect up to 33 ton/ha to vegetative and generative growth of corn was good. The heavy metals content in the corn grain harvested from the land fertilized by vermicompost of 33 ton/ha, under the Dirjen POM No 03725/B/SK/VII/89 standard. Acute toxicity test on corn grain show that its concentration is higher than 15,000 mg/kg body weight, and practically can be classified as non toxic.

Key words : solid waste, vermicompost, paper mill.

INTISARI

Penelitian pengaruh vermikompos dari limbah padat IPAL industri kertas terhadap tanaman jagung telah dilakukan. Limbah padat IPAL diperoleh dari industri kertas yang menggunakan bahan baku kertas bekas. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dan diawali dengan karakterisasi limbah yang meliputi logam dan unsur hara makro. Pembuatan vermikompos dilakukan dengan beberapa variasi komposisi media limbah padat. Perlakuan komposisi media yang terbaik adalah limbah padat yang dicampur serbuk kayu 40% v/v. Pengaruh vermikompos terhadap tanaman jagung dilakukan terhadap hasil panen, kandungan logam berat dan uji toksisitas akut.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kandungan logam berat dalam vermikompos umumnya lebih tinggi dari vermikompos komersial yang berasal dari limbah domestik, tetapi lebih rendah dari standar kompos menurut SNI dan beberapa negara lain (USA, Uni Eropa dan Australia) kecuali nikel. Pengaruh dosis vermikompos sampai 33 ton/ha menunjukkan efek positif terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman jagung. Kandungan logam berat dalam biji jagung yang dipanen menunjukkan nilai jauh lebih rendah dari persyaratan maksimum batasan cemaran logam berat dalam makanan untuk kelompok sayur dan hasil olahannya menurut Dirjen POM No. 03725/B/SK/VII/89 dan hasil uji toksisitas akut menunjukkan bahwa jagung yang dipanen termasuk dalam klasifikasi praktis tidak toksik.

Kata kunci : limbah padat, vermikompos, industri kertas

PENDAHULUAN

Dalam upaya pengelolaan limbah, industri kertas pada umumnya dihadapkan pada masalah penanganan limbah padat yang berasal dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pada umumnya jumlah limbah padat IPAL industri kertas, khususnya yang menggunakan bahan baku kertas bekas cukup besar berkisar antara 3–4% dari kapasitas produksinya. Limbah padat IPAL ini merupakan campuran dari limbah padat yang berasal dari pengolahan air limbah proses fisika, kimia dan biologi. Komponen yang terkandung dalam limbah padat ini selain senyawa organik yang didominasi selulosa, juga mengandung anorganik berupa logam-logam yang berasal dari lumpur tinta dari proses deinking kertas bekas.

Selama ini pembuangan limbah padat IPAL industri kertas umumnya dilakukan dengan cara ditimbun di lahan pabrik sebagai tanah urug (*landfill*). Pembuangan limbah padat yang mengandung lumpur *deinking* memerlukan persyaratan yang lebih ketat karena termasuk kategori limbah B3. Untuk itu, perlu dicari alternatif pengelolaan yang lebih tepat, diantaranya melalui upaya pemanfaatan sesuai dengan karakteristik dan potensinya. Bila ditinjau dari komposisinya, limbah padat IPAL industri kertas berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai kompos, namun perlu mempertimbangkan kadar logam yang dikandungnya yang dapat menghambat proses pengomposan.

Salah satu cara pembuatan kompos adalah dengan memanfaatkan aktivitas cacing tanah (*L. rubellus*). Cacing tanah dapat tumbuh dan resisten pada media yang mengandung pencemar logam dan berkembangbiak dengan baik pada media yang banyak mengandung selulosa (Catalan,1981). Cacing tersebut akan memanfaatkannya sebagai sumber makanannya dan kemudian akan mengeluarkan unsur-unsur yang tidak diperlukan oleh tubuhnya sebagai kotoran cacing. Kotoran cacing tanah mengandung fraksi dari bahan limbah padat kering dan materi lain yang baik bagi pertumbuhan tanaman sehingga banyak dimanfaatkan sebagai vermikompos. Vermikompos adalah kotoran cacing yang

secara fisik merupakan partikel-partikel kecil berwarna kehitam-hitaman yang mempunyai komposisi yang sangat baik untuk perkembangan dan pertumbuhan tanaman sehingga sesuai untuk digunakan sebagai kompos atau pupuk organik.

Pemanfaatan limbah padat IPAL sebagai media tumbuh cacing tanah akan memberikan keuntungan ganda bagi industri, yaitu dapat mereduksi volume limbah dan kadar pencemar serta kotorannya dapat digunakan sebagai kompos. Tulisan ini menyampaikan hasil penelitian tentang karakteristik dan reduksi kadar pencemar dalam limbah setelah diurai oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* serta manfaat kotoran cacing sebagai vermi kompos untuk tanaman.

METODOLOGI

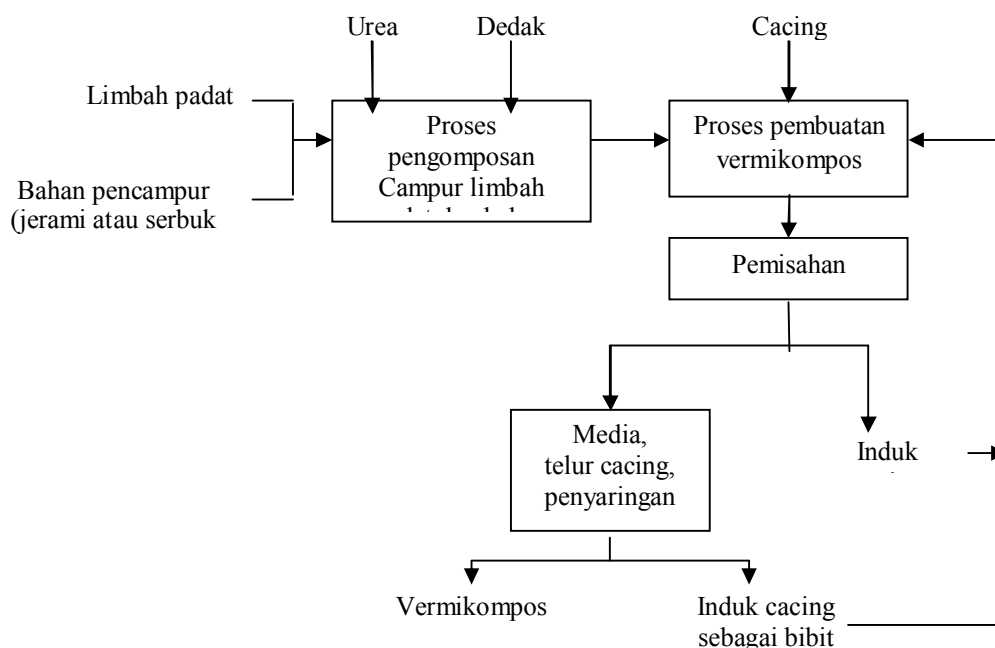
Bahan

Limbah padat IPAL diperoleh dari industri kertas yang memproduksi jenis kertas industri dari bahan baku kertas bekas dengan menggunakan proses deinking. Sistem IPAL yang diterapkan adalah cara fisika-kimia-biologi. Bahan pencampur untuk pembuatan kompos digunakan jerami dan serbuk kayu, sedangkan nutrisi tambahan adalah urea dan dedak.

Metoda

Tahapan pembuatan vermikompos dapat dilihat pada Gambar 1. Percobaan pembuatan vermikompos dilakukan \pm 40 hari, dengan rancangan faktorial dan tiga replikasi. Faktor perlakuan adalah bahan pencampur limbah padat 2 jenis (jerami dan serbuk kayu) dengan komposisi masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Cacing tanah yang digunakan pada percobaan ini berumur 2,5 bulan dengan berat 0,44 gram per ekor. Pada setiap 5 kg perlakuan percobaan diberi bibit cacing sebanyak 57 ekor dengan berat total 25 gram. Pengamatan dilakukan terhadap pertambahan berat total cacing dan biomassa vermikompos (gr/kg media), serta kualitas kompos setelah 40 hari.



Gambar 1. Diagram alir proses pemeliharaan cacing tanah untuk produksi vermikompos

Vermikompos yang diperoleh dari perlakuan yang memberikan pertambahan berat total cacing tertinggi dianalisis kualitas vermikomposnya, kemudian diuji-cobakan terhadap tanaman jagung dengan rancangan kelompok 4 perlakuan dosis vermikompos yaitu 11 ton/ha, 22 ton/ha, 33 ton/ha dan kontrol dengan masing-masing 3 kali replikasi. Parameter pengamatan pada percobaan ini adalah tinggi batang, berat panen, kandungan logam berat dan uji toksisitas akut hasil panen. Karakterisasi kualitas vermikompos limbah padat IPAL dilakukan melalui beberapa pengujian yaitu analisis kadar logam total, kandungan unsur hara serta uji toksisitas akut. Analisis parameter logam berat terdiri dari arsen (As), barium (Ba), boron (B), perak (Ag), cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), cobalt (Co), lead (Pb), mercury (Hg), selenium (Se), zinc (Zn) dengan metoda AAS. Uji toksisitas akut dilakukan menurut ASTM E 1163-90 “Standard Test Method for Estimating Acute Oral Toxicity in Rat”. Analisis unsur hara vermi kompos dilaku-kan di Laboratorium tanah – Balai Litbang Tanaman Hortikultur Lembang.

Tabel 1. Perlakuan Komposisi Media

Perlakuan	komposisi media (v/v)		
	LP	JRM	SK
I	80	20	-
II	60	40	-
III	80	-	20
IV	60	-	40
V	100	-	-

Keterangan : JRM = jerami; SK = serbuk kayu; LP = limbah padat IPAL

Evaluasi data karakteristik limbah padat IPAL dilakukan dengan cara mem-bandingkan dengan baku mutu TCLP dalam peraturan pemerintah No 18 tahun 1999 dan perubahannya No 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan beracun (B-3), Kep-04/Bapedal/09/1995 dan PP. No. 74 tahun 2001. Pengolahan data pertumbuhan cacing, berat vermikompos dan pertumbuhan tanaman dilakukan dengan analisis statistik parametrik. Seluruh pengolahan data statistik dilakukan dengan menggunakan software statistik yaitu Statistical Product and Service Solutions (SPSS) series 10.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah padat IPAL

a. Berdasarkan Peraturan Pemerintah

Hasil uji karakterisasi limbah padat IPAL industri kertas yang terdiri dari uji logam total, uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedures*) dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Hasil uji kandungan bahan anorganik khususnya logam berat seperti terlihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa limbah padat IPAL mengandung bahan pencemar lebih kecil dari nilai pada kolom B sesuai Kep-04/Bapedal/09/1995. Hal ini berarti bahwa untuk limbah padat IPAL tersebut apabila tidak dimanfaatkan harus dilakukan penimbunan dengan disain *landfill* kategori III dengan ketentuan bahwa limbah padat tersebut juga harus memenuhi baku mutu uji TCLP.

Sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 18 tahun 1999 dan perubahannya nomor 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B-3), dimana di dalam peraturan tersebut dinyatakan bahwa terhadap limbah padat IPAL dari setiap industri harus dilakukan karakterisasi lebih dahulu dan kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang tercantum dalam peraturan tersebut.

Karakterisasi limbah padat IPAL pada percobaan ini hanya dilakukan terhadap parameter anorganik (Tabel 2), sedangkan parameter-parameter organik tidak dilakukan karena pada umumnya industri kertas tidak menggunakan unsur-unsur organik seperti yang terdaftar pada PP. 85/1999. Parameter organik yang terdeteksi nilainya relatif sangat kecil dan jauh di bawah baku mutu (*APKI, 2000*). Tabel 3 menunjukkan bahwa kandungan logam berat pada limbah padat IPAL industri kertas masih jauh di bawah baku mutu TCLP (PP. 85 tahun 1999), sedangkan dari hasil uji toksisitas akut menunjukkan bahwa nilai LD50 lebih besar dari 50 mg/kg berat badan dengan kriteria toksik ringan

b. Berdasarkan Kandungan Unsur Hara

Kelompok tanaman rendah dan tanaman tinggi pada umumnya mempunyai jaringan yang dibangun dari karbohidrat, lemak, protein dan nukleoprotein dan juga memerlukan enzim-enzim untuk memungkinkan jaringan tersebut berfungsi. Untuk membentuk jaringan tersebut diperlukan unsur hara makro (*macro nutrient*) dan untuk membentuk enzim diperlukan unsur hara mikro (*micro nutrient*). Kandungan unsur-unsur hara makro dan mikro serta unsur lainnya yang terkandung dalam limbah padat IPAL industri kertas dapat dilihat pada Tabel 4.

Keasaman (pH) limbah padat IPAL berkisar antara 6,9-7,2. Hal ini menunjukkan bahwa derajat keasaman limbah padat IPAL sangat sesuai untuk kehidupan, baik mikroorganisma pendegradasi organik maupun untuk tanaman. Ditinjau dari kandungan karbon sebagai pembentuk jaringan utama kehidupan, limbah padat IPAL ini mengandung karbon total yang cukup tinggi yaitu 28,49%, dimana unsur karbon ini merupakan komponen utama yang diperlukan untuk kehidupan mikroorganisma maupun untuk tanaman. Selain unsur karbon, terdapat juga unsur-unsur hara makro (nitrogen, fosfat, kalium, kalsium, magnesium) dan unsur-unsur hara mikro (besi, mangan, seng dan tembaga) yang diperlukan untuk pembentukan jaringan-jaringan tanaman.

Tanaman pada umumnya mengisap unsur hara dari media tanam dalam jumlah dan perbandingan yang berbeda beda tergantung dari jenis atau spesiesnya (Sarief, 1986). Perbandingan unsur karbon terhadap nitrogen masih tinggi. Persyaratan rasio C/N untuk kompos adalah 10–20, sehingga perlu dilakukan proses pengkomposan lebih dahulu.

Nilai KTK limbah padat IPAL relatif cukup tinggi yaitu 34,91 meq/100 g yang masuk dalam kisaran KTK tanah liat dan lempung liat (4–60 meq/100 g). KTK merupakan ukuran kesuburan tanah, yang menunjukkan kemampuan tanah dalam mempertukarkan kation-kation seperti H^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman.

Tabel 2. Kandungan Logam Berat Dalam Limbah Padat IPAL

Parameter	Kadar logam (mg/kg)	Baku mutu ^{*)}	
		A	B
Logam Berat			
1. Arsen (As)	< 0,50 - 1,00	300	30
2. Barium (Ba)	1,54	-	-
3. Cadmium (Cd)	< 0,50 - 1,84	50	5
4. Chromium (Cr total)	12,00 - 24,28	2500	250
5. Copper (Cu)	50,75 - 54,00	1000	100
6. Cobalt (Co)	2,99 - 5,67	500	50
7. Lead (Pb)	0,79 - 40,15	3000	300
8. Mercury (Hg)	< 0,10 - 0,30	20	2
9. Molybdenum (Mo)	0,99	400	40
10. Nickel (Ni)	7,85 - 12,54	1000	100
11. Tin (Sn)	< 0,01	500	50
12. Selenium (Se)	1,60	100	10
13. Silver (Ag)	3,53	-	-
14. Zinc (Zn)	168,06 – 232,00	5000	500
Anion			
15. Cyanide (CN)	10,40	500	50
16. Fluoride (F)	0,05	4500	450

*) Baku Mutu menurut Kep-4/Bapeda/09/1995

Tabel 3. Analisis TCLP Limbah Padat IPAL

Parameter	Satuan	Kisaran nilai ^{*)}	Baku Mutu ^{**)}
1. Arsenic	mg/l	< 0,0020 - 0,0400	5
2. Barium	mg/l	0,3380 - 0,6400	100
3. Boron	mg/l	< 0,0300 - 0,1370	500
4. Cadmium	mg/l	0,0048 - 0,2230	1
5. Chromium	mg/l	< 0,0070 - 0,0780	5
6. Copper	mg/l	0,0070 - 0,1330	10
7. Lead	mg/l	< 0,0040 - 0,3680	5
8. Mercury	mg/l	< 0,0002	0,20
9. Selenium	mg/l	< 0,0020 - 0,0370	1
10. Silver	mg/l	< 0,0070 - 0,2500	5
11. Zinc	mg/l	0,1290 - 1,1170	50
12. Nilai LD-50	mg/kg bb	11015,60	toksik ringan***

*) Kisaran nilai dari 3 hasil uji; **) PP no 85 tahun 1999, *** klasifikasi menurut PP 74/2001

Tabel 4. Kandungan Unsur-Unsur Hara Limbah Padat IPAL

Parameter	Satuan	Nilai uji
PH	-	6,9 – 7,2
C – organik	%	28,49
C/N ratio	-	21
N-total	%	1,34
Phosphat (sbg. P ₂ O ₅)	mg/kg	144,8
Iron (Fe)	mg/kg	46,0
Manganese (Mn)	mg/kg	55,5
Potasium (sbg. K)	meq/100 g	1,34
Calcium (Ca)	meq/100 g	24,91
Magnesium (Mg)	meq/100 g	494
Natrium	meq/100 g	1,81
KTK*	meq/100 g	34,91

*KTK : Kapasitas Tukar Kation

Pengaruh Komposisi Media Pada Pembuatan Vermikompos

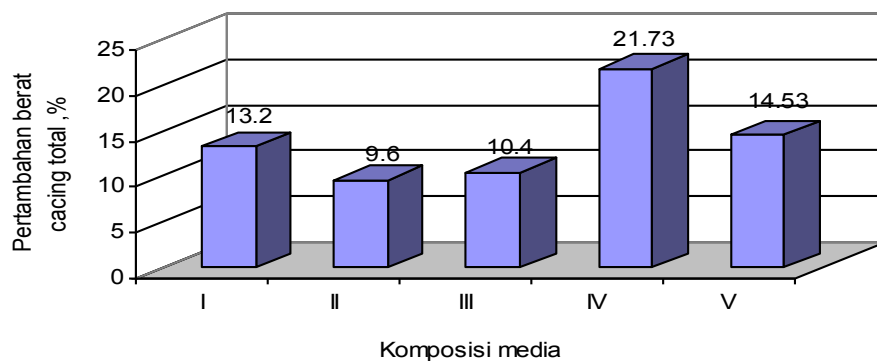
a. Terhadap Pertumbuhan Cacing

Pengaruh komposisi media terhadap kehidupan cacing tanah, dapat dilihat dari pertambahan berat tubuh cacing total per kg media dan produksi vermikomposnya. Pengaruh komposisi media terhadap pertambahan berat tubuh cacing dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil uji statistik ANOVA, menunjukkan bahwa komposisi media memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertambahan berat cacing total. Dengan uji lanjut, uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa perlakuan komposisi media limbah padat IPAL yang dicampur serbuk kayu

40% menunjukkan komposisi yang terbaik untuk pertumbuhan cacing, dengan ditunjukkannya pertambahan berat cacing total tertinggi. Hal tersebut didukung dengan kenyataan di lapangan, dan cacing yang hidup pada media tersebut lebih menyebar kesemua media yang artinya kondisi di dalam media tersebut sesuai untuk kehidupan cacing.

Pertambahan berat cacing sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur-unsur makanan yang terdapat dalam media. Menurut Catalan (1981), kriteria makanan yang baik untuk cacing tanah adalah media yang mengandung selulosa tinggi, sedangkan Gaddie dan Douglas (1975) menyatakan bahwa saluran pencernaan cacing tanah menghasilkan enzim yang memungkinkan untuk mengkonversi selulosa dan karbohidrat untuk makanannya.



Gambar 2. Pertambahan Berat Cacing Pada Masing-Masing Komposisi Media

b. Terhadap Produksi Vermikompos

Produksi vermikompos yang dihasilkan dapat diketahui dari jumlah kotoran cacing yang terbentuk (Gambar 3). Berdasarkan uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa jenis bahan pencampur serbuk kayu lebih baik dibanding bahan pencampur jerami. Produksi vermikompos tertinggi diperoleh dari perlakuan limbah padat IPAL yang dicampur serbuk kayu 40% (v/v) dengan jumlah 236,25 gr/kg media atau 23,6% dari media dengan kadar air 70%. Jumlah tersebut, bila dibandingkan dengan hasil penelitian Rukmana (1999) dan Carmody & Coiller (1978) menunjukkan nilai yang lebih rendah, dimana vermikompos yang dihasilkan dari masing-masing penelitian tersebut adalah 30% (Rukmana,1999) dan 40-60% (Carmody & Coiller,1978).

Perbedaan tersebut dapat terjadi karena media hidup yang berbeda sehingga kandungan bahan organik yang tersedia akan berbeda pula, selain itu dapat pula disebabkan oleh karena

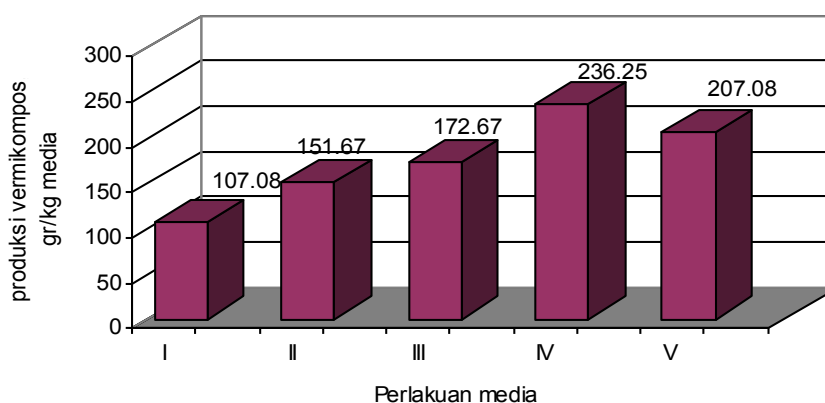
cacing belum terbiasa hidup pada media limbah padat IPAL sehingga perlu waktu untuk adaptasi.

Kualitas Vermikompos

a. Kandungan unsur hara

Vermikompos sangat potensial dalam penyuburan tanah, sehingga dapat digunakan sebagai pupuk organik (Catalan, 1981). Kualitas vermikompos dapat diketahui dari kandungan unsur haranya. Berdasarkan pertambahan berat cacing dan berat vermikompos yang tertinggi, maka media limbah padat IPAL yang dicampur serbuk kayu 40% menunjukkan yang terbaik untuk memproduksi vermikompos (Tabel 5).

Vermikompos yang berasal dari limbah industri kertas ini sudah termasuk dalam persyaratan kompos. Hal tersebut tampak dari kandungan unsur C-total yang sudah masuk dalam kriteria persyaratan kompos, hanya perlu ditambahkan unsur N untuk menurunkan C/N ratio. Selain itu perlu ditambah unsur hara lainnya bila diperlukan.



Gambar 3. Produksi Vermikompos Pada Masing-Masing Komposisi Media

Tabel 5. Kandungan Unsur Hara Dalam Vermikompos

Parameter	Satuan	Vermikompos	Kualitas kompos	
			A	B
pH (H ₂ O)	-	7,5	6,5 – 7,5	7,1
C-total	%	20,45 - 22,56	8 – 50	12,8
N-total	%	0,88 - 1,10	0,4 – 35	1,7
C/N	-	20 - 23	10 – 20	7,5
Fosphat, P ₂ O ₅	%	0,094	0,3 – 3,5	0,062
Kalium, K ₂ O	%	3,30	0,5–1,8	18,1
Ca	meq/100g	34,28	-	29,2
Mg	meq/100g	2,67	-	40,0

Sumber : A : Composting, WHO, 1982;

B : Vermikompos dari sampah rumah tangga, Rukmana,1999

Membandingkan kandungan unsur hara vermikompos dari limbah padat IPAL dengan kualitas vermikompos yang berasal dari sampah rumah tangga & sampah pasar (B) menunjukkan nilai-nilai yang lebih rendah, hal tersebut dapat disebabkan oleh karena komponen yang terkandung dalam limbah padat IPAL lebih didominasi oleh bahan organik yang lebih kompleks dibanding sampah pasar. Selain itu sampah pasar lebih banyak mengandung unsur-unsur mineral seperti Ca, Mg, K, P dan N. Tetapi walaupun demikian kandungan C dan C/N ratio dalam vermikompos yang berasal dari limbah industri kertas ini sudah termasuk dalam persyaratan kompos secara umum (kualitas kompos A), sedangkan parameter N,P,K masih jauh dibawah kualitas vermikompos yang berasal dari sampah rumah tangga & sampah pasar.

b. Kandungan Logam Berat dan hasil uji toksisitas

Kandungan logam berat dalam vermikompos dari campuran limbah padat IPAL dengan serbuk kayu 40% dapat dilihat pada tabel 6. Vermikompos tersebut mengandung logam berat krom, timbal dan nikel yang lebih tinggi dari kandungan

logam berat dalam vermikompos komersial yang berasal dari limbah domestik. Namun bila dibandingkan dengan standar kompos dari SNI dan dari beberapa negara lain, menunjukkan bahwa hanya nikel yang lebih tinggi, kecuali terhadap standar USA.

Tingginya kandungan beberapa logam dalam vermikompos, menunjuk-kan bahwa cacing memiliki toleransi dan mampu mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya, yang kemudian dibuang bersama-sama dengan kotorannya (vermikompos). Hal ter-sebut sesuai dengan yang dinyatakan dalam Anderson, 1980 yang men-jelaskan bahwa terdapat beberapa spesies cacing tanah dapat menga-kumulasi logam dan salah satunya adalah cacing *Lumbricus rubellus*.

Hasil uji toksisitas akut menunjukkan bahwa vermikompos mempunyai nilai LD50 > 15000 mg/kg BB dan termasuk dalam klasifikasi praktis tidak toksik (Lu & Frank, 1991). Membandingkan nilai LD50 vermikompos dengan limbah padat IPAL industri kertas sebelum menjadi vermikompos menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah padat IPAL untuk produksi vermikompos dapat mere-duksi sifat toksiknya yaitu dari klasifikasi toksik ringan menjadi praktis tidak toksik (Tabel 3 dan Tabel 6).

Tabel 6. Kandungan Logam Berat Dalam Vermikompos Dari Campuran Limbah Padat IPAL Dengan Serbuk Kayu 40%

Logam Berat	Nilai analisis, mg/kg		Standar batas maksimum dalam kompos, (mg/kg)			
	Vermikompos dari limbah padat IPAL	Vermikompos komersial dari limbah domestik ^{a)}	SNI ^{b)}	Uni Eropa ^{c)}	USA ^{c)}	Australia ^{d)}
Cadmium (Cd)	<0,005	2,766	3	0,7 - 10	39	3
Chromium (Cr)	9,122	<0,05	210	70 - 200	1200	100
Copper (Cu)	82,329	96,39	100	70 - 600	1500	100
Cobalt (Co)	<0,05	8,010	34	-	-	-
Lead (Pb)	26,973	<0,01	150	70 - 1000	300	150
Nickel (Ni)	76,427	13,874	62	20 - 200	420	60
Mercuri (Hg)	<0,0002	0,008	0,8	0,7 - 10	17	1
Selenium (Se)	<0,001	-	2	-	-	5
Zinc (Zn)	174,327	178,889	500	210 - 4000	2800	200
Nilai LD-50, mg/kg bb	> 15000	-				

Keterangan : a) Sampel diambil dari pedagang vermikompos di Bandung

b) SNI-19-7030-2004

c) Briston, 2000

d) Australian standard for compost, soil conditioner, 1999

Pengaruh Vermikompos Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung

Tanah yang digunakan untuk percobaan ini mempunyai tekstur liat berat, dengan kandungan liat (76-77%), sehingga agak sulit diolah dan mempunyai drainase kurang baik. Tanah ini memiliki kandungan unsur hara makro N-total dan P₂O₅ sangat rendah yaitu berturut-turut 0,13% dan 7,0 mg/kg, sehingga diperlukan pemupukan yang cukup banyak.

Pengaruh vermicompos dari limbah padat IPAL terhadap tinggi tanaman jagung umur 3 minggu dan berat panen dapat dilihat pada Tabel 7. Tanaman yang diberi vermicompos limbah padat IPAL mempunyai tinggi batang yang berbeda nyata, dimana pemberian vermicompos sampai dosis 22 ton/ha menunjukkan yang terbaik. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil uji jarak berganda Duncan yang menunjukkan bahwa tinggi batang jagung yang diberi vermicompos dari 11 ton/ha sampai 22 ton/ha tidak berbeda nyata. Lain halnya dengan berat panen per 1000 butir jagung menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, makin tinggi pemberian vermicompos sampai 33 ton/ha makin baik pengaruhnya terhadap hasil panen

Tabel 7. Pengaruh Vermikompos Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Umur 3 Minggu dan Berat Panen per 1000 Biji

No	Dosis vermicompos (ton/ha)	Tinggi Batang (cm)	Berat Panen per 1000 biji (gr)
1	11	18,5 a	144,4 c
2	22	18,67 a	232,8 b
3	33	17,50 b	311,9 a
4	0	12 c	-

*) Angka yang diikuti huruf yang sama ada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Bila dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman jagung tanpa diberi vermicompos, menunjukkan pertumbuhan yang lambat dan tidak menghasilkan buah. Hal tersebut disebabkan tanah yang digunakan adalah tanah yang kurang subur tanpa diberi penambahan unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman.

Toksisitas Akut dan Kandungan Logam Berat dalam Hasil Panen Jagung

Evaluasi terhadap toksisitas dan cemaran logam berat terhadap hasil panen jagung dalam penelitian ini hanya dilakukan terhadap jagung yang dihasilkan dari tanaman yang diberi vermicompos dengan perlakuan terbaik yaitu perlakuan media IV dengan dosis 33 ton/ha.

Kandungan logam berat dalam jagung yang dipanen dari tanah yang dipupuk oleh vermicompos 33 ton/ha dapat dilihat pada Tabel 8. Kandungan logam berat dalam jagung yang dipanen sangat rendah, bahkan bila dibandingkan dengan persyaratan maksimum, batasan cemaran logam berat dalam makanan untuk kelompok sayur dan hasil olahannya menurut Dirjen POM No. 03725/B/SK/VII/89 menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah.

Hasil uji toksisitas akut jagung yang dipanen dari tanaman yang diberi vermicompos menunjukkan bahwa hingga dosis 15.884 mg/kg bb tidak menunjukkan adanya kematian hewan uji. Hal tersebut dapat diartikan bahwa nilai LD₅₀ lebih besar dari 15.884 mg/kg bb. Nilai tersebut bila dibandingkan dengan tingkat keracunan oral menurut *Lu & Frank, 1991* termasuk dalam klasifikasi kategori "praktis tidak toksik"

Tabel 8. Kandungan Logam Berat Dalam Hasil Panen Jagung

Logam Berat	Nilai Analisis, mg/kg	Batasan Maksimal*)
Arsen (As)	< 0,005	1,0
Barium (Ba)	< 0,002	-
Kadmium (Cd)	0,050	-
Khromium (Cr)	< 0,050	-
Tembaga (Cu)	1,330	5,0
Kobalt (Co)	< 0,010	-
Timbal (Pb)	< 0,010	2,0
Molybdenum (Mo)	< 0,010	-
Nikel (Ni)	1,200	-
Tin (Sn)	< 0,010	40,0
Merkuri (Hg)	< 0,0002	0,03
Selenium (Se)	< 0,001	-
Perak (Ag)	< 0,005	-
Seng (Zn)	8,020	40,0

*) Batasan maksimal cemaran logam dalam makanan (SK Dirjen POM No 03725/SK/VII/89).

KESIMPULAN

Limbah padat IPAL industri kertas dapat dimanfaatkan sebagai media untuk kehidupan cacing tanah *L. rubellus* penghasil vermikompos. Komposisi media limbah padat IPAL yang dicampur serbuk kayu 40% $\frac{1}{v}$ merupakan komposisi yang terbaik untuk kehidupan cacing tanah *L. rubellus*. Kandungan logam berat dalam vermikompos umumnya lebih tinggi dari vermikompos komersial yang berasal dari limbah domestik, tetapi lebih rendah dari standar kompos menurut SNI dan beberapa negara lain (USA, Uni Eropa dan Australia) kecuali nikel.

Vermikompos dari limbah padat IPAL memberi efek positif terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman jagung. Penambahan vermikompos sampai 33 ton/ha dapat meningkatkan hasil panen jagung.

Jagung yang dipanen dari media tanam yang diberi vermikompos 33 ton/ha menunjukkan kandungan logam berat yang jauh lebih rendah dari persyaratan maksimum batasan cemaran logam berat menurut Dirjen POM No. 03725/B/SK/VII/89 dan termasuk dalam klasifikasi praktis tidak toksik.

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, *PP Nomor 18 tahun 1999 dan Perubahannya Nomor 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah (B-3)*, Bapedal - Jakarta.
2. ASTM E 1163-90 (reapproved 1994), *Standard Test Method for Estimating Acute Oral Toxicity in Rat*.
3. Anas, I. 1990. *Metoda Penelitian Cacing Tanah*. Bogor. Depdikbud
4. Anonim. 2000. Interpretation of waste & compost tests. www.woodsend.org.
5. Brinton, W.F., 2000. *Compost quality standards & guidelines*. Woods End Research Laboratory, Inc. 10 – 20.
6. Catalan, G. I., 1981, *Earthworms : A New Source of Protein*, Philippine Earthworm Center
7. Campbell, N.A., Mitchell, L.G. & Reece, J.B. 2000. *Biology Concepts and Connections*. Addison Wesley Longman, Inc. San Francisco
8. Darmono, 1995. “*Logam dalam Sistem Biologi Makhluk hidup*”, Penerbit Universitas Indonesia, UI-Press.
9. Dhokhikah, Y. & Soenarsono, S., 2000. *Pemanfatan Cacing Tanah (Lumbricus rubellus) Untuk Mereduksi Sampah*. Jurnal Purifikasi, Volume 1, No. 6, 325 – 330.
10. Lu & Frank, C. 1991, *Basic Toxicology, Fundamentals, Target Organs and Risk Assessment*.
11. Rukmana. R, 1999, *Budidaya Cacing Tanah*, Penerbit Kanisius (IKAPI), Jogjakarta, Indonesia
12. Santoso, S., 2002. *Mengolah Data Statistik Secara Profesional SPSS 10*. Yogyakarta: Elexmedia
13. World Health Organization, United Nations, *Composting, Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes*, WHO Monograph,
14. Valzano, F. & M. Jackson. 2000. *Laboratory test results and site inspection report from the composite wood composting trial*. Waste boards. The University of New South Wales, Sydney, Australia, 6-7.