



© 2004 Sunarti
Makalah Falsafah Sains (PPs-702)
Sekolah Pascasarjana / S3
Institut Pertanian Bogor
Nopember 2004

Dosen:
Prof. Dr. Ir. Rudy C. Tarumingkeng (Penanggung Jawab)
Prof. Dr. Ir. Zahrial Coto
Dr. Ir. Hardjanto

TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH DAN AIR MELALUI PEMANFAATAN LIMBAH AGROINDUSTRI

Oleh:

Sunarti (A262040011/PDAS)

E-mail: sunarti73@plasa.com

ABSTRACT

Agroindustry wastes can applied in agriculture as soil ameliorant (land application) because their characteristics are resemble with crop residues. So, wastes of agroindustry application can improve soil productivity, include soil physical, chemical and biological. Recycle of agroindustry wastes in agriculture head for decrease environmental and body water (stream) pollution until watersehed quality is better.

Recycle of agroindustry wastes as soil ameliorant more effective than construction of liquid waste processing installation. The effectivity can base on increasing of soil productivity, increasing of crop growth and production and decreasing environtmental pollution, include stream pollution. These improvement can create condusive condition to increase farmer's income. It's mean, recycle of agroindustry wastes can recommended as one of soil and water conservation technology.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan pada hakekatnya adalah pemanfaatan sumberdaya alam dan lingkungan, yang bertujuan untuk meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat. Pengembangan industri juga merupakan salah satu bentuk dari pembangunan. Kegiatan pembangunan selain dapat menimbulkan dampak positif juga dapat menimbulkan dampak negatif, yang menyebabkan terjadinya perubahan terhadap komponen lingkungan baik fisik-kimia, biologi, dan sosial ekonomi, sosial budaya, dan bahkan kesehatan masyarakat. Dampak negatif tersebut akan timbul jika pemanfaatan

sumberdaya alam dilakukan secara berlebihan dan kurang bijaksana sehingga menimbulkan masalah lingkungan hidup, yaitu menurunkan kualitas lingkungan.

Konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan selain ditujukan untuk meningkatkan dampak positif (manfaat) juga diperlukan upaya untuk menekan dampak negatif yang timbul menjadi sekecil mungkin, sekalipun dampak tersebut sulit untuk dihindari. Dampak negatif yang penting dan utama adalah pencemaran lingkungan dan perairan akibat limbah dari proses agroindustri. Contohnya PT Wirakarya Sakti (Jambi) setiap hari memproduksi limbah berupa sludge sekitar 100 ton dari bahan baku tanaman sengan dan akasia (Laboratorium R/D PT WKS, 2000). Sedangkan di Lampung PT Pola Pulpindo Mantap (PPM) juga menghasilkan limbah cair sekitar 1.705 m³/hari dari bahan baku berupa ampas tebu dan kertas bekas. Industri Kertas di Amerika Serikat menghasilkan kira-kira 5.200.000 Mg/tahun (Carpenter dan Fernandez, 2000). Selain itu banyak lagi jenis limbah agroindustri yang lain seperti limbah dari industri CPO (*Crude Palm Oil*), industri Mono Sodium Glutamat (MSG), dan lain-lain. Limbah-limbah tersebut dalam jumlah yang besar sangat potensial mencemari lingkungan sekitarnya, terutama kualitas air sungai yang merupakan salah satu indikator kerusakan suatu DAS.

Realisasi konsep pembangunan berkelanjutan diatas memerlukan terobosan baru dalam menangani limbah agroindustri. Menurut Sulistijorini (2003), secara umum pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan cara pengurangan sumber (*resource reduction*), penggunaan kembali (*reuse*), pemantaatan (*recycle*), pengolahan (*treatment*). Alternatif pengelolaan limbah dapat disesuaikan dengan karakteristik limbah.

Limbah agroindustri lebih tepat dikelola dengan ide *recycle* (pemanfaatan) dalam bidang pertanian, yaitu sebagai amelioran tanah. Artinya limbah berfungsi sebagai *land application* dan tanah berfungsi sebagai penampung limbah (*waste disposal function*).

Pemikiran untuk memanfaatkan limbah cair khususnya dari kegiatan agroindustri bagi pertanian didasarkan pada kenyataan bahwa limbah cair tersebut mengandung unsur hara, bahan organik dan nilai pH yang tinggi. Kandungan unsur hara, bahan organik dan pH limbah yang tinggi tersebut sangat diperlukan sebagai bahan penyubur tanah pertanian terutama yang miskin hara dan pH rendah sebagaimana banyak terdapat di daerah beriklim tropis. Dengan demikian limbah yang terbuang menjadi bermanfaat dan bernilai ekonomis, disisi lain kondisi lingkungan dapat terjaga. Menurut Suwardjo (1993), bahan organik merupakan kunci keberhasilan dalam meningkatkan produksi tanaman di daerah

tropis. Hal ini sesuai dengan anjuran teknologi dalam peningkatan produktivitas lahan melalui teknologi masukan rendah, yang umumnya memanfaatkan berbagai jenis bahan organik sebagai amelioran.

Pemanfaatan limbah agroindustri ditinjau dari aspek teknologi konservasi tanah dan air menurut Arsyad (2000), termasuk ke dalam metode vegetatif. Namun berdasarkan WOCAT (*World Overview of Conservation Approaches and Technologies*), tindakan ini dapat dikelompokkan dalam WCA.3, yaitu tindakan konservasi tanah dan air yang dapat mencegah erosi yang diakibatkan oleh air melalui peningkatan kandungan bahan organik tanah.

II. KARAKTERISTIK LIMBAH AGROINDUSTRI

Limbah agroindustri terdiri dari cairan dan padatan (sludge). Sludge dari limbah agroindustri mempunyai tekstur yang halus dan mengandung kadar air yang cukup tinggi, yaitu sekitar 50 – 60% serta baunya menyengat. Bau yang menyengat ini mengindikasikan bahwa terdapat unsur-unsur yang membahayakan.

Limbah yang terkena hujan akan terangkut aliran air tanah dan masuk ke sungai yang terdapat di sekitar industri. Lumpur dari limbah cair yang mengandung bahan organik berpotensi meningkatkan BOD (biological oxygen demand) dan COD (chemical oxygen demand), yang selanjutnya akan mempengaruhi kualitas air sungai dan sistem kehidupan akuatik.

Tabel 1. Karakteristik limbah cair industri kertas

Karakteristik	Nilai
COD (mg/l)	3000
BOD (mg/l)	1800
Padat tersuspensi (mg/l)	460
Lignin (mg/l)	2000
Padat terlarut	5800

Sumber : Sutikno (1995)

Secara biologi, sludge ini juga berkaitan dengan mikroorganisme. Namun belum ada penelitian tentang jenis mikroorganisme yang terdapat dalam sludge industri kertas ini (Laboratorium R/D PT WKS, 2000).

Berdasarkan sumbernya, limbah agroindustri mempunyai komposisi kimia yang bervariasi. Komposisi tergantung pada bahan baku yang digunakan oleh masing-masing

industri dan proses yang dialaminya. Secara kimia limbah-limbah mengandung beberapa unsur hara makro dan mikro ataupun unsur logam berat (Tabel 2 dan 3).

Tabel 2. Sifat kimia dan Kandungan hara Sludge Industri kertas

Sifat dan Komposisi Kimia	Nilai
pH	9.7
KTK (meq/100g)	33.30
N-total (%)	1.53
C-org (%)	19.70
C/N	12.88
P-total (mg/kg)	34.00
K-dd (mg/kg)	7.70
Ca (mg/kg)	7.70
Mg (mg/kg)	2.80
Cu (mg/kg)	11.00
Pb(mg/kg)	6.48
Fe (mg/kg)	9.40
Zn (mg/kg)	39.00
Mn (mg/kg)	189.0
Na (mg/kg)	2.25

Sumber : Laboratorium R/D PT WKS (2000)

Sludge industri kertas mempunyai kandungan N yang lebih rendah dan kurang resisten terhadap pelapukan daripada limbah pengolahan kayu yang lain, seperti serbuk gergaji dan papan. Karakteristik ini merupakan keseimbangan yang baik antara perbaikan kesuburan dan struktur tanah yang cepat dengan resiko yang minimal terhadap kualitas air tanah (Carpenter dan Fernandez, 2000). Selanjutnya limbah cair industri MSG memiliki kandungan unsur hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan limbah industri kertas (Tabel 3).

Tabel 3. Karakteristik limbah cair industri Monosodium Glutamat (MSG)

Karakteristik	Nilai
PH	5.49
C-org (%)	5.70
N-total (%)	2.50
C/N	2.28
P2O5 (%)	0.12
K2O (%)	0.97
Ca (%)	0.22
MgO (%)	0.10
Fe (ppm)	50.00
Mn (ppm)	16.42
Zn (ppm)	2.30
Cu (ppm)	0.09

Sumber : PT Superintending Company of Indonesia (1999)

III. TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH DAN AIR MELALUI PEMANFAATAN LIMBAH AGROINDUSTRI

3.1 Prinsip Pemanfaatan Limbah

Limbah agroindustri pada dasarnya mengandung unsur hara dan bahan organik yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pertanian, karena limbah tersebut dapat berpengaruh baik terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah melalui perbaikan struktur tanah dan memantapkan agregat tanah. Pada gilirannya terbentuk porositas dan distribusi pori yang baik. Kondisi ini akan menguntungkan bagi proses penyerapan air ke dalam tanah (infiltrasi), sehingga *run off* berkurang. Tanah yang mempunyai kadar bahan organik tinggi mempunyai *water holding capacity* yang lebih besar, karena kemampuan bahan organik menahan air adalah 2 - 5 kali beratnya sendiri.

Dari aspek kimia tanah, limbah agroindustri secara langsung dapat menyumbangkan unsur hara makro dan mikro ke dalam tanah (Tabel 2 dan 3). Secara tak langsung bahan organik yang berasal dari limbah setelah termineralisasi juga akan menyumbangkan unsur hara ke dalam tanah. Selain itu limbah ini juga berpengaruh terhadap reaksi kimia tanah.

Kondisi fisik dan kimia tersebut juga didukung oleh akibat aktivitas mikroorganisme tanah atau sebaliknya. Bahan organik dari limbah tersebut dapat dijadikan sumber energi oleh mikroorganisme tanah dalam aktivitasnya. Artinya kondisi tersebut menggambarkan bahwa pemanfaatan limbah agroindustri dapat meningkatkan produktivitas lahan.

3.2 Tujuan Pemanfaatan Limbah

Pemanfaatan limbah agroindustri bertujuan untuk menekan pencemaran lingkungan atau pencemaran terhadap sungai sehingga kualitas DAS dapat dipertahankan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan limbah tersebut sebagai sumber bahan organik tanah. Peningkatan bahan organik tanah ini dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, sehingga dapat meningkatkan produktivitas lahan. Pada akhirnya diharapkan produksi pertanian dan pendapatan petani meningkat.

3.3 Luas Cakupan Pemanfaatan Limbah

Limbah agroindustri dapat dimanfaatkan bagi bidang pertanian secara luas. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *land application* untuk berbagai jenis komoditas memberikan hasil yang memuaskan, seperti pada tanaman ubi kayu, padi sawah, jagung dan kedelai (Soelaeman *et al.*, 2004) serta pinus (Jackson, *et al.*, 2000).

Di samping itu kerusakan DAS dapat dihindari, karena limbah agroindustri tersebut dimanfaatkan dalam bidang pertanian. Dalam hal ini tanah berfungsi sebagai penampung limbah (*landfill disposal of waste*) sehingga limbah tidak terbuang langsung ke sungai.

IV. EFEKTIVITAS PEMANFAATAN LIMBAH AGROINDUSTRI

Efektivitas pemanfaatan limbah agroindustri melalui *land application* dapat ditinjau dari berbagai aspek, yaitu produktivitas tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman, pencemaran lingkungan dan masyarakat.

Respons yang positif terhadap penggunaan limbah agroindustri ditunjukkan oleh tanah Ultisol di Kebun Percobaan Universitas Jambi dan lahan HTI PT Wirakarya Sakti di Jambi. Berdasarkan penelitian Wiskandar dan Sunarti (2003) menunjukkan bahwa penggunaan sludge industri kertas pada tanah tersebut dapat meningkatkan indeks stabilitas agregat, permeabilitas dan bahan organik tanah sehingga dapat mengurangi kepekaan tanah terhadap erosi (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh Sludge Industri Kertas terhadap Sifat Tanah Ultisol Jambi

Takaran Sludge (ton/ha)	Permeabilitas (cm/jam)	Bahan Organik (%)	Indeks Stabilitas Agregat	Kepekaan Erosi (K)
0	14.164a	3.018a	220.199a	0.2086b
10	17.638b	4.398b	255.800a	0.1703b
20	33.984c	4.530b	258.200a	0.1078a
30	31.466c	4.716b	377.600b	0.1953b

Sumber : Wiskandar dan Sunarti (2003)

Sifat fisik tanah yang baik dan berkurangnya erosi akan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman, karena dapat memberikan kondisi yang baik bagi proses penyediaan dan penyerapan unsur hara bagi tanaman. Berdasarkan laporan penelitian di PT Wirakarya Sakti (2000), penggunaan sludge dapat mempengaruhi pertumbuhan

tanaman *Accacia mangium*. Hal ini ditunjukkan oleh diameter batang dan tinggi tanaman (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh Sludge Industri Kertas terhadap Pertumbuhan tanaman *Accacia mangium*

Takaran Sludge (kg/tanaman)	Tinggi Tanaman (cm)	Diameter Batang (cm)
0	3.10	3.42
1	3.87	4.13
2	3.59	3.73
3	3.99	4.33

Sumber : Laboratorium R/D PT WKS (2000)

Penelitian penggunaan limbah ini pada lahan yang ditanami tanaman jagung juga menunjukkan korelasi yang positif. Dengan peningkatan kadar bahan organik tanah akibat penggunaan sludge, pertumbuhan tanaman jagung menjadi lebih baik. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya peningkatan produksi pipilan kering jagung (Banuwa, *et al.*, 2001)

Limbah industri kertas juga dapat meningkatkan pH tanah, karena adanya kandungan Ca dan Mg. Menurut Salam (1997), peningkatan pH ini akan diikuti oleh peningkatan ketersediaan unsur hara bagi tanaman dan menurunkan konsentrasi unsur mikro dan logam berat. Hal ini berarti, kandungan logam berat dalam sludge industri kertas tidak mengakibatkan peningkatan logam berat tanah (Tabel 6). Kondisi ini menurut Sulistijorini (2004), disebabkan oleh masih rendahnya kandungan logam berat dalam sludge (masih dibawah ambang batas), kadar logam berat tanah memang rendah atau logam berat terserap oleh tanaman, namun masih dalam taraf aman untuk konsumsi. Namun tidak semua limbah agroindustri berpengaruh sama terhadap perilaku logam berat di dalam tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Tsadilah, *et al.*, (2002) yang menyatakan bahwa penggunaan sludge limbah penggergajian kayu dapat meningkatkan kandungan logam berat di dalam tanah. Hal ini berbeda dengan akibat yang ditimbulkan oleh penggunaan limbah industri kertas.

Walaupun belum diketahui tentang aspek biologi (kandungan mikroorganisme) dari sludge industri kertas, namun dari penelitian pemanfaatan sludge sebagai sumber bahan organik tanah dapat diketahui bahwa sludge industri kertas ini sebagai salah satu limbah agroindustri dapat mempengaruhi sifat biologi tanah. Dalam hal ini menurut penelitian Banuwa, *et al.*, (2001), penggunaan sludge dapat meningkatkan populasi dan biomassa cacing tanah.

Tabel 6. Pengaruh sludge industri kertas terhadap pH dan kadar logam berat tanah

Dosis limbah (ton/ha)	pH	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Pb (mg/kg)
0	3.98a	1.29a	1.18a	60.87a	2.28a	1.72a
5	4.12ab	1.31a	1.19a	60.87a	2.41a	1.66a
10	4.10ab	1.32a	1.22a	61.60a	2.39a	1.55a
15	4.28ab	1.43a	1.21a	56.47a	2.33a	1.51a
20	4.26ab	1.33a	1.23a	55.73a	2.54a	1.50a
25	4.30ab	1.50a	1.26a	57.20a	2.58a	1.50a
30	4.40ab	1.53a	1.28a	55.73a	2.64a	1.47a

Sumber : Banuwa, *et al.*, 2001

Selain limbah industri kertas tersebut diatas, limbah dari industri MSG juga berpengaruh terhadap peningkatan produksi tanaman. Menurut Soelaeman, *et al.*, (2004), penggunaan limbah cair industri ini dapat meningkatkan produksi tanaman ubi kayu, padi sawah dan jagung. Keuntungan ini didukung pula oleh harga pupuk cair dari limbah tersebut yang lebih murah dibanding dengan harga pupuk buatan. Berdasarkan analisis anggaran parsial (berdasarkan biaya pembelian pupuk Urea) ditunjukkan bahwa penggunaan limbah cair industri MSG ini sebagai pupuk dapat mengurangi biaya sebesar 63%. Hal tersebut berarti penggunaan limbah cair industri MSG tersebut dapat menekan biaya produksi dalam usaha pertanian, yang pada gilirannya akan menguntungkan petani (pendapatan meningkat).

Ditinjau dari aspek pencemaran badan air (sungai), pemanfaatan limbah cair bagi bidang pertanian ini sangat efektif dalam mengurangi/menekan pencemaran. Hal ini disebabkan karena limbah cair yang seharusnya dibuang ke perairan umum dapat dihindari. Dengan kata lain penambahan bahan pencemar ke badan air dapat dicegah. Hal ini mengingat karakteristik limbah agroindustri (Tabel 1-3) menunjukkan potensi yang besar untuk mencemari lingkungan apabila di buang ke badan air, sehingga mutu air akan menurun.

Di sisi lain dengan pemanfaatan limbah agroindustri pada bidang pertanian, masyarakat di sekitar sungai menjadi tidak dirugikan, karena pencemaran badan air dapat dihindari. Hal ini mengingat fungsi air yang sangat dominan dalam aktivitas manusia, terutama untuk kebutuhan air minum, irigasi, dan lain-lain. Jika air untuk masing-masing kebutuhan tersebut tidak memenuhi syarat baku mutunya, maka aktivitas masyarakat dalam DAS akan terganggu.

Selain itu akan diperlukan biaya yang besar untuk kompensasi pencemaran badan air tersebut. Hal ini sesuai dengan PP No. 82/2001, yang mengungkapkan bahwa dampak negatif pencemaran air mempunyai nilai (biaya) ekonomi, disamping nilai ekologi dan sosial budaya. Upaya pemulihan air yang tercemar memerlukan biaya yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai kemanfaatan finansial dari kegiatan penyebab pencemarannya. Demikian pula jika kondisi air tercemar dibiarkan, mengingat air yang tercemar akan menimbulkan biaya untuk menanggulangi akibat atau dampak negatif yang ditimbulkannya.

V. KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah agroindustri bagi bidang pertanian adalah cara yang efektif untuk mengatasi dan mencegah terjadinya pencemaran terhadap air sungai dan memperbaiki kualitas fisik, kimia dan biologi tanah, yang pada gilirannya produktivitas lahan dapat ditingkatkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah cair agroindustri dapat dijadikan sebagai salah satu teknologi konservasi tanah dan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2000. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. IPB. Bogor.
- Banuwa, I.S, A.A. Damai, K. Hendrato dan R. Zahab. 2001. Pemanfaatan Limbah cair pabrik kertas (Land Application) PT Pola Pulpindo Mantap di Kec. Sungkai, Kab. Lampung Utara. Laporan Penelitian.
- Carpenter, C. F dan I. J. Fernandez. 2000. Pulp Sludge as a component in manufactured topsoil. *J. Environ. Qual.* 29 : 387 – 397.
- Jackson, M. J, M. A. Line, S. Wilson dan S.J.Hetherington. 2000. Application of Composted Pulp dan Paper Mill Sludge to a Young Pine Plantation. *J. Environ. Qual.* 29 : 407 - 414.
- Laporan Penelitian Sludge. 2000. Laboratorium R/D PT Wirakarya Sakti.
- Soelaeman, Y., Wahyunto, dan Sunaryo. 2004. Penggunaan Pupuk Cair Limbah Pabrik Mono Sodium Glutamat (MSG) Pada Tanaman Pangan Di Propinsi Lampung. Prosiding Seminar Multifungsi Pertanian dan Konservasi Sumberdaya Lahan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat dan Balitbang Pertanian. Bogor.
- Sulistijorini, 2004. Pemanfaatan sludge industri pangan sebagai upaya pengelolaan lingkungan.

- Sunarti dan Refliaty. 2003. Kemantapan agregat Ultisol akibat penggunaan sludge pabrik kertas. *Jurnal Agronomi* Vo. 7 no.1. Fak. Pertanian Univ. Jambi.
- Suwardjo, H. 1993. Rakitan Teknologi menunjang usahatani untuk mikro DAS dan TDM. Pemaparan hasil penelitian terapan sistem DAS kawasan Perbukitan Kritis DIY. Proyek Bangdes II komponen 8-YUADP.
- Tsadilah, C.D., V. Samaras, P. Kazai dan J.Sgovras. 2002. Fly ash and sewage sludge application on acid soil and their influence on some soil properties and wheat biomass production. 12th ISCO Conference. Beijing 2002.
- Vadari, T, A. Dariah, H. Suwardjo, Sudarmo dan L. Setyawati. Pengaruh kompos lumpur serat(sludge) terhadap efisiensi pemakaian air dan beberapa sifat fisik tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang, Bogor. *Prosidi. No. II/Pen. Tanah/1995*.
- Wiskandar dan Sunarti. 2003. Pemanfaatan sludge pabrik kertas dalam memperbaiki erodibilitas Ultisol. *Prosidi. Kongres Nasional HITI VIII. Padang*.