

FUNGSI PERTANIAN DALAM MENDAUR ULANG LIMBAH ORGANIK

Agricultural Function in Organic Waste Recycling

Wahyunto, Yoyo Soelaeman, dan Sunaryo

Balai Penelitian Tanah

Jln. Ir. H. Juanda 98, Bogor 16123

ABSTRAK

Lahan pertanian mempunyai fungsi eksternal untuk perlindungan terhadap lingkungan antara lain pengendali banjir, penampung limbah, penanggulangan erosi, dan penambat karbon. Mengkaji dan menggali (explore) fungsi eksternal lahan pertanian sebagai penampung limbah (waste disposal function) adalah sangat penting. Dalam proses pembuatan bumbu masak Mono Sodium Glutamat dihasilkan limbah cair dalam jumlah yang banyak. Satu pabrik dapat menghasilkan limbah cair sekitar 200.000-300.000 L/hari. Dalam upaya menghindari dampak negatif terhadap lingkungan, limbah tersebut diproses kemudian dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. Penggunaan limbah sebagai 'pupuk cair' mendatangkan reaksi yang beragam, baik positif maupun negatif. Studi pendahuluan ini bertujuan untuk mengkaji dampak penggunaan pupuk cair tersebut terhadap kualitas lahan, serta fungsi lahan pertanian sebagai penampung limbah. Studi ini dilakukan dengan metode: (1) wawancara dengan petani, penyuluh pertanian, distributor pupuk cair, dan kunjungan ke pabrik penghasil limbah; dan (2) analisis contoh tanah di laboratorium. Secara umum tanah-tanah yang menerima perlakuan pupuk cair dalam jangka waktu yang lama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dari segi sifat fisik dan sifat kimia dibandingkan dengan tanah-tanah yang dipupuk dengan pupuk konvensional. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode biaya pengganti (replacement cost method) dan dengan asumsi bahwa penggunaan pupuk cair tidak menimbulkan dampak negatif, lahan pertanian mempunyai kontribusi sebagai penampung limbah sebesar Rp 60.000,- atau US\$ 7,06/ha/tahun. Lahan tegalan yang umumnya ditanami ubi kayu di daerah Lampung Timur dan Lampung Tengah ada sekitar 205.000 ha dan sebagian diantaranya sering mendapatkan pupuk dari limbah cair. Lahan ini secara potensial dapat menyerap limbah cair tanpa dampak negatif yang nyata.

ABSTRACT

Agricultural land has external functions to protect the environment, such as flood mitigation, waste disposal, erosion control, and carbon sequestration. It becomes very important to evaluate and explore the external function of agricultural land as waste disposal. In the process of producing appetizer substance of Mono Sodium Glutamate (MSG), it releases liquid waste in high volume. One factory could produce 200,000 – 300,000 L per day of this product that accumulates and requires disposal sites. The effort to avoid the negative impacts of liquid waste to the environment, the waste is processed for plant fertilizer. The use of liquid waste as liquid fertilizer has invited various responses, positive as well as negative. The aims of this study were to evaluate the impacts of this liquid fertilizer to soil quality and the function of agricultural land as waste disposal. The methods of the study were: (i) interviewing farmers, agricultural extension workers, distributors of the liquid fertilizer, and visiting the MSG Plants, and (ii) sampling and analysis of the soils. In general, soils receiving the liquid fertilizer for extended time were not significantly different in terms of physical and chemical properties compared to soils receiving conventional fertilizers. By using the Replacement Cost Method and with no negative impact assumption, agricultural land contributes to a reduction of the waste disposal cost as high as Rp 60,000 or US \$ 7.06 ha/year. In East and Central Lampung, cassava crop covers 205,000 ha of the area, some of which receive the liquid waste fertilizer. This area can potentially absorb the waste without significant negative impacts.

PENDAHULUAN

Selain berfungsi sebagai penghasil produk pertanian, lahan pertanian juga mempunyai berbagai fungsi eksternal untuk perlindungan terhadap lingkungan antara lain pengendali banjir, penampung limbah, penanggulangan erosi, dan penambat karbon. Multifungsi lahan pertanian selain memberikan manfaat bagi petani sebagai penyedia jasa, juga bagi masyarakat luas yang berada di sekitarnya (Agus *et al.*, 2001; FFTC, 2001). Mengkaji dan menggali (*explore*) fungsi eksternal lahan pertanian sebagai penampung limbah (*waste disposal function*) sangat penting untuk menjaga agar kualitas lingkungan tidak menurun.

Dalam proses pembuatan bumbu masak Mono Sodium Glutamat (MSG), PT Indomiwon Citra Inti di daerah Jabung, Lampung Timur dan PT Ve Wong Budi Indonesia di daerah Gunung Sugih, Lampung Tengah menghasilkan limbah cair berwarna coklat. Karena proses pembuatan MSG berjalan terus untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor, maka perlu adanya jalan keluar untuk

menghindari terjadinya penumpukan limbah cair tersebut. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa limbah cair MSG mengandung unsur hara makro dan mikro yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Setelah pengolahan (pengkayaan), limbah cair ini dapat digunakan sebagai pupuk. PT Indomiwon Citra Inti menghasilkan pupuk cair yang disebut Orgami dan PT Ve Wong Budi Indonesia menghasilkan pupuk cair yang disebut Organi.

Pupuk padat maupun cair merupakan sarana produksi utama untuk meningkatkan produksi tanaman. Namun penggunaannya harus tepat takaran dan rasional dengan memperhatikan kebutuhan tanaman dan kemampuan tanah dalam menyediakan hara serta keadaan lingkungan, sehingga efisiensinya meningkat dan terhindar dari kerusakan lingkungan akibat penggunaan pupuk yang berlebihan (Sofyan *et al.*, 1997). Dengan adanya pupuk cair yang dihasilkan oleh kedua pabrik tersebut, selain dapat meningkatkan produksi berbagai jenis komoditas pertanian, juga tidak kalah pentingnya dalam mengatasi masalah pencemaran lingkungan yang berasal dari limbah pabrik MSG.

Meskipun masih terjadi pro dan kontra terhadap penggunaan limbah/pupuk cair untuk memupuk tanaman, namun pupuk cair ini telah beredar luas di masyarakat, khususnya di daerah Lampung Timur dan Lampung Tengah. Dampak positif penggunaan pupuk cair tersebut adalah: (1) mengandung unsur hara makro maupun mikro yang penting untuk pertumbuhan tanaman sehingga dapat digunakan sebagai pupuk; (2) dapat meningkatkan hasil berbagai tanaman; dan (3) harganya lebih murah dibandingkan dengan pupuk kristal. Adapun dampak negatifnya antara lain: (1) kualitas pupuk cair tidak seragam, dan (2) dapat menyebabkan rusaknya struktur tanah, pemadatan tanah, dan menurunkan pH tanah.

Studi ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh penggunaan pupuk limbah cair terhadap sifat-sifat tanah dalam kaitannya dengan pertumbuhan dan produktivitas tanaman pangan dan mengkaji fungsi lahan pertanian sebagai penampung limbah. Pemanfaatan limbah cair sebagai pupuk harus disertai dengan usaha mengurangi dampak negatifnya. Untuk itu, kajian yang lebih mendalam perlu dilakukan.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam kegiatan kajian ini adalah: (i) peta topografi skala 1:25.000 dan 1:50.000, citra satelit tahun 2000 dan 2001, peta penggunaan lahan; (ii) pH kit, bor tanah, dan blangko isian. Citra satelit, peta penggunaan lahan, dan peta topografi digunakan untuk mengetahui luas dan penyebaran lahan pertanian yang kemungkinan dapat memanfaatkan pupuk cair tersebut.

Kajian lapangan dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2003 di Kabupaten Lampung Timur dan Lampung Tengah. Kunjungan ke pabrik penghasil limbah cair dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai proses produksi dan penanganan limbah cair yang digunakan sebagai pupuk. Wawancara dengan penyalur pupuk, penyuluh pertanian, dan petani setempat dilakukan di kawasan lahan pertanian yang menggunakan limbah cair sebagai pupuk. Umumnya limbah/pupuk cair Orgami dan Organi digunakan untuk memupuk tanaman padi, singkong, dan nanas.

Contoh tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm di lahan yang menggunakan pupuk cair dan yang tidak menggunakan pupuk cair secara berpasangan dan lokasinya berdekatan agar tetap dalam ekosistem dan bahan induk tanah yang sama. Contoh tanah dianalisis di Laboratorium Kimia dan Fisika Tanah, Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Bogor. Parameter sifat kimia tanah yang dianalisis meliputi pH (H₂O), N, P, K, Ca, Mg, Na dapat tukar, kapasitas tukar kation, dan % Na. Sedangkan parameter sifat fisika tanah adalah kerapatan lindak (BD), ruang pori total (RPT), kadar air, dan permeabilitas tanah.

Perhitungan atau perkiraan kemampuan (*carrying capacity*) lahan pertanian sebagai penampung limbah menggunakan metode biaya pengganti (*replacement cost method*) seperti berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Waste disposal function (\$/ha/tahun)} = \\ [\text{Vol. penggunaan (k.L/ha/tahun)} * \Delta \text{ biaya transportasi/unit volume (\$/k.L)}] - \\ [\text{biaya prosesing (\$/k.L)} + \text{harga jual (\$/k.L)}] \end{aligned}$$

Dihitung jika tidak diproses dan jika diproses menjadi pupuk cair.

- Asumsi: - semua limbah digunakan sebagai pupuk cair.
- penggunaan limbah tidak menimbulkan dampak negatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lahan pertanian di sekitar pabrik penghasil limbah

Berdasarkan dukungan data dan citra satelit telah diinventarisir lahan pertanian di daerah Kabupaten Lampung Timur dan Lampung Tengah, dimana pabrik berada. Kondisi lahan pertanian di Kabupaten Lampung Timur dan Lampung Tengah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lahan pertanian di Kabupaten Lampung Tengah dan Lampung Timur

No.	Penggunaan lahan	Kabupaten		Jumlah
		Lampung Tengah	Lampung Timur	
		ha		
1	Sawah irigasi	50.884	34.761	90.083 ¹⁾
2	Sawah tadah hujan	2.663	14.052	16.715
3	Sawah lebak	2.663	6.804	9.467
4	Tegalan (singkong)	146.734	58.723	205.457
5	Tegalan (jagung)	-	25.886	25.886
6	Perkebunan besar	103.838	6.360	110.198
7	Perkebunan rakyat	17.454	82.686	100.140
8	Tambak	-	8.727	8.727
9	Kawasan hutan	29.583	121.736	151.319
10	Rawa, waduk	8.136	888	9.024
11	Permukiman, kota	37.275	28.696	69.669 ²⁾
	Jumlah	399.230	389.319	796.685

Keterangan: ¹⁾ Termasuk sawah irigasi kodya Metro seluas 4.438 ha

²⁾ Termasuk permukiman dan Kota Metro seluas 3.698 ha

Penggunaan pupuk cair

Lahan di sekitar pabrik penghasil limbah cair dikelompokkan ke dalam tiga tipe, yaitu: (1) lahan yang berasal dari bahan induk/litologi tufa masam dengan warna tanah kuning kecoklatan, (2) lahan yang berasal dari bahan induk volkan basalt (Basalt Sukadana) yang dicirikan oleh warna tanah dominan coklat kehitaman, kesuburan tanah relatif lebih tinggi dibandingkan dengan tanah pada kelompok 1, dan dari kenampakan lapangan wilayah ini umumnya banyak ditanami lada dan kakao, dan (3) lahan berbahan induk aluvial yang umumnya berupa persawahan di pelebahan atau di sekitar jalur aliran sungai. Hasil kunjungan lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar lahan yang berbahan induk tufa masam memakai pupuk limbah cair (banyak kandungan unsur N). Pada lahan yang berasal dari volkan basalt walaupun lokasinya relatif dekat dengan pabrik penghasil pupuk, petani tidak memakai limbah cair tersebut bahkan ada petani yang takut memanfaatkannya. Mereka beranggapan bahwa lahannya masih cukup produktif sehingga dengan menggunakan pupuk kimia/kristal sesuai anjuran, hasilnya cukup baik. Selain itu belum ada demplot dari pihak pertanian setempat mengenai penggunaan limbah cair tersebut sebagai pupuk.

Petani yang telah menggunakan limbah cair sebagai pupuk dapat dikelompokkan ke dalam: (1) sekali memakai pupuk, kemudian tidak memakainya lagi karena

berdampak negatif terhadap tanaman (produksi turun bahkan puso); (2) sejak awal hingga saat ini menggunakan pupuk tersebut, karena dapat meningkatkan produksi; dan (3) beberapa kali memakai pupuk dan kemudian tidak memakai lagi karena petani beranggapan bahwa pupuk tersebut dapat menurunkan kualitas tanah (tanah terfragmentasi sehingga sukar diolah) dan pada musim tanam berikutnya tanah tidak akan produktif bila tidak dipupuk dengan takaran pupuk cair yang sama. Secara umum rangkuman tanggapan petani terhadap pemakaian limbah/pupuk cair Orgami dan Organi disajikan pada Lampiran 1.

Hasil wawancara dengan petani maju dan sub-distributor pupuk cair disertai dengan verifikasi lapangan diperoleh bahwa dampak limbah cair terhadap kualitas tanah dan produktivitas tanaman ditentukan oleh cara pemberian pupuk (disemprot atau dikocor), waktu pemberian pupuk (awal pengolahan tanah, awal tanam, pada fase pertumbuhan), takaran pemberian pupuk dan pupuk tambahan lain yang dipakai (bisa kelebihan takaran) dan ketersediaan air.

Beberapa tanggapan petani tentang dampak pemanfaatan limbah cair sebagai pupuk terhadap tanaman pangan, khususnya singkong dan padi adalah: (1) Pupuk cair dapat menurunkan produksi. Hal ini mungkin disebabkan karena kelebihan takaran tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk lainnya, sehingga walaupun secara vegetatif tampak lebih subur tetapi buahnya hampa atau tanaman mudah roboh; (2) Pada wilayah lahan kering/tegalan pemberian pupuk cara dikocor dikeluhkan petani karena mengakibatkan pemadatan lapisan tanah. Hal ini diduga karena pupuk cair yang relatif pekat diberikan pada lahan/tanaman pada musim kemarau yang semakin lama kelembapan tanahnya semakin menurun dan dapat mengakibatkan fragmentasi tanah; dan (3) Di lahan sawah yang memakai limbah cair secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama tidak ditemui/keluhan tentang adanya pemadatan lapisan tanah karena kelembapan tanah relatif terjaga.

Dari hasil pengamatan lapangan dan wawancara petani diketahui bahwa limbah cair Orgami dan Organi digunakan untuk memupuk singkong, padi, jagung dan nanas. Namun yang paling umum dan luas penggunaannya adalah untuk memupuk tanaman singkong. Tanaman padi yang memakai limbah sebagai pupuk cair umumnya hanya di daerah sawah berpengairan sederhana atau sawah tadah hujan. Takaran pemupukan yang digunakan relatif sama yaitu sekitar 4.000–5.000 L/ha. Pemupukan singkong dilakukan pada saat tanaman berumur 1-2 bulan dengan takaran 5 tanaman/gayung mandi. Pemanfaatan limbah sebagai pupuk cair di lahan sawah (padi) diberikan pada waktu pengolahan tanah.

Luas lahan tegalan di Kabupaten Lampung Timur yang selalu ditanami singkong adalah seluas 58.723 ha dan di Kabupaten Lampung Tengah seluas 146.734 ha atau luas total 205.457 ha. Dengan asumsi 30% wilayah tersebut (di daerah sekitar pabrik) menggunakan pupuk cair dan ditanami ubi kayu satu kali dalam setahun, maka kebutuhan pupuk cair adalah 277,36 juta L/tahun $[(30\% \times 205.457 \text{ ha}) \times 1 \times 4500 \text{ L}]$.

Kemampuan produksi pupuk cair di masing-masing pabrik adalah antara 250.000–300.000 L/hari dan 100.000-200.000 L/hari (rata-rata 212.500 L/hari). Apabila kedua pabrik memproduksi dengan kapasitas penuh maka dalam 1 tahun akan dihasilkan pupuk cair sebanyak 155,1 juta L. Produksi pupuk cair yang dihasilkan tersebut baru dapat memenuhi 55,9% dari kebutuhan petani yang menanam singkong. Hal ini diperkuat dengan informasi petani bahwa pada bulan puncak penggunaan pupuk cair yaitu antara bulan November sampai Maret dan Juli sampai Agustus kebutuhan pupuk selalu tidak terpenuhi dan mengalami kelambatan. Keadaan ini dimanfaatkan oleh distributor/sub-distributor untuk mencampur limbah/pupuk cair dengan air sehingga kualitasnya menurun. Apabila kualitas pupuk terjamin dan dapat meningkatkan produktivitas tanaman dengan tidak mengakibatkan penurunan kualitas sumber daya lahan, pupuk cair hasil pengolahan limbah dari kedua pabrik tersebut dapat sepenuhnya dimanfaatkan untuk pertanian.

Demplot yang menampilkan teknik usaha tani dan pengelolaan lahan yang sesuai dengan kondisi lingkungan dan sifat pupuk cair tersebut sangat diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi *mismanagement* oleh petani dalam pengelolaan lahan, usaha tani, takaran, cara dan waktu pemberian pupuk yang tepat sehingga dampak negatif terhadap tanah dan produktivitas tanaman dapat diminimalkan.

Komposisi unsur hara limbah cair

Hasil analisis kandungan unsur hara dalam limbah/pupuk cair Orgami dan Organi tertera pada Tabel 2 dan 3. Analisis dilakukan oleh PT Superintending Company Indonesia, Cabang Bandar Lampung pada tahun 1999 (Organi) dan tahun 2002 (Orgami).

Nilai pH pupuk cair adalah antara 4,62-5,49 (masam). Pada tanah yang mempunyai tingkat kemasaman agak masam sampai netral, kemungkinan terjadinya penurunan pH akibat penggunaan limbah cair sangat kecil, karena asam-asam yang terkandung dalam pupuk cair akan mudah tercuci dan adanya daya sangga tanah terhadap perubahan pH. Walaupun demikian, penurunan pH mungkin terjadi apabila penggunaan limbah cair tersebut dilakukan dengan takaran yang sangat tinggi secara terus-menerus pada tanah masam.

Tabel 2. Kandungan unsur kimia pupuk cair Orgami

Unsur hara	Volume	Satuan	Metode analisis
pH	5,49	-	Elektrometrik
Total bahan organik	31,15	%	Kalkulasi
Total nitrogen	3,99	%	Kjedhal
C/N rasio	4,53	-	Kalkulasi
P ₂ O ₅	0,12	%	Kolorimetrik
K ₂ O	0,986	%	AAS
Na ₂ O	0,342	%	AAS
CaO	0,032	%	AAS
MgO	0,134	%	AAS
Cl	14,18	ppm	Titrimetrik
SO ₄ (sulfat)	2,74	%	Gravimetrik
Fe	64,43	ppm	AAS
Zn	2,3	ppm	AAS
Mn	16,42	ppm	AAS
Cu	0,086	ppm	AAS
Al	7,72	ppm	AAS

Tabel 3. Kandungan unsur kimia pupuk cair Organi

Unsur hara	Volume	Satuan	Metode analisis
pH	4,62	-	Elektrometrik
C-organik	5,70	%	Titrimetrik
Total nitrogen	2,50	%	Kjedhal)
Amonium (NH ₃ N)	0,12	%	Kolorimetrik
Fosfat (PO ₄)	0,12	ppm	Kolorimetrik
K ₂ O	0,41	%	AAS
Ca	0,22	%	AAS
MgO	0,10	%	AAS
Cl	410,8	ppm	Argentometrik
SO ₄ (sulfat)	0,26	%	Kolorimetrik
Fe	50,00	ppm	AAS
Zn	2,70	ppm	AAS
Mn	20,21	ppm	AAS

Pupuk cair mempunyai kadar bahan organik tinggi yaitu 31,15%. Bahan organik ini berguna bagi tanah karena selain menambah unsur hara juga dapat memperbaiki struktur tanah. Kadar N-total merupakan kandungan utama pupuk cair yaitu sekitar 2,50-3,99%. Kadar P-total termasuk sangat rendah yaitu 0,12% P. Kadar P pupuk ini kurang berarti bila dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan pupuk tanaman, namun tanah di daerah kajian mempunyai kadar P yang cukup tinggi, sehingga penggunaan pupuk TSP dapat diminimalkan. Kadar kalium < 1%, sehingga jumlah K yang berasal dari pupuk ini belum mencukupi kebutuhan tanaman.

Dampak limbah cair terhadap sifat kimia tanah

pH tanah

Tingkat kemasaman tanah di daerah kajian umumnya berkisar antara 3,9-6,1 (sangat masam sampai masam dan di beberapa tempat agak masam). Rata-rata pH tanah yang tanpa menggunakan limbah cair adalah 4,7 sedangkan jika menggunakan limbah cair, pH tanah turun menjadi 4,4 (Tabel 4). Data tersebut mengindikasikan bahwa pemakaian limbah cair dalam waktu yang lama cenderung menurunkan pH tanah sekitar 0,3 unit. Pemberian pupuk N seperti urea secara terus-menerus dalam waktu yang lama juga telah diketahui dapat menurunkan pH tanah (Sofyan *et al.*, 1997). Penggunaan limbah cair secara terus-menerus pada tanah-tanah yang bereaksi masam harus hati-hati karena penurunan pH akan mengganggu ketersediaan dan keseimbangan unsur lain. Bila terjadi penurunan pH secara drastis akibat penggunaan limbah cair, pengapuran perlu dilakukan.

Tabel 4. Nilai pH tanah yang tanpa dan yang menerima limbah cair

Kode contoh	Kedalaman contoh cm	Tanpa limbah cair	Kode contoh	Kedalaman contoh cm	Menerima limbah cair
S1/I*	0-20	5,3 (m)	S5/I	0-20	4,7 (m)
S1/II*	20-40	5,5 (m)	S5/II	20-40	5,0 (m)
S2/I*	0-20	6,1 (am)	S8/I	0-20	4,2 (sm)
S7/I*	0-20	4,9 (m)	S9/I	0-20	4,0 (sm)
S7/II*	20-40	5,7 (am)	S9/II	20-40	4,6 (sm)
S10/I	0-20	4,6 (m)	S9/a	0-20	3,8 (sm)
S10/II	20-40	5,3 (m)	S11/I	0-20	4,0 (sm)
S13/I	0-20	4,7 (m)	S12/I	0-20	5,1 (m)
S13/II	20-40	5,5 (m)	S12/II	20-40	5,6 (am)
S16/I	0-20	4,4 (sm)	S14/I	0-20	4,4 (sm)
S16/II	20-40	4,1 (sm)	S14/II	20-40	4,5 (sm)
S17/I	0-20	4,3 (sm)	S15/I**	0-20	5,3 (m)
S19/I	0-20	5,0 (m)	S18/I	0-20	3,9 (sm)
S20/I	0-20	4,6 (m)	S21/I	0-20	3,9 (m)
S22/I	0-20	4,2 (sm)			
	Rata-rata	4,7 (m)		Rata-rata	4,4 (sm)

*) Bahan induk tanah berbeda (dari batuan vulkan basalt) dan tidak ikut dirata-ratakan.

**) Contoh tanah jenuh dari dinding bak penampungan limbah cair dan tidak ikut dirata-ratakan.
(sm): sangat masam (m): masam (am): agak masam

N-total

Rata-rata kadar N-total tanah yang menggunakan pupuk limbah cair adalah 0,15%, sedangkan tanpa pupuk cair hanya 0,14% (Tabel 5). Nitrogen yang terdapat dalam pupuk cair terdiri atas dua macam, yaitu: (a) N-organik yang berasal dari sisa-sisa bahan organik hasil proses fermentasi tetes tebu, dan (b) N-organik yang ditambahkan ke dalam pupuk cair berupa NH₃ cair. N dari bahan organik relatif lebih lama berada dalam tanah karena harus mengalami proses dekomposisi dahulu sebelum menjadi N-anorganik. Setelah N-organik terurai menjadi N-anorganik, nitrogen yang terlepas ini dapat dimanfaatkan tanaman atau tercuci melalui aliran permukaan, perkolasi atau menguap. Sebaliknya N-anorganik yang dikandung dalam pupuk cair dapat langsung digunakan tanaman atau hilang melalui proses pencucian dan penguapan. Pada tanah liat, N-anorganik terdapat dalam bentuk NH₄ yang dapat diikat dalam kisi-kisi mineral sehingga tidak mudah tercuci (Sofyan *et al.*, 1997). Penambahan limbah cair sebagai pupuk hanya sedikit menaikkan kadar N tanah karena N sangat mobil. Selain itu tanah yang tidak dipupuk limbah cair biasanya juga mendapat pupuk urea, sehingga kadar N pada tanah yang tanpa dan yang mendapatkan Orgami atau Organi tidak jauh berbeda.

Tabel 5. Kandungan nitrogen (N) tanah yang tanpa dan yang menerima limbah cair

Kode contoh	Kedalaman contoh	Tanpa limbah cair	Kode contoh	Kedalaman contoh	Menerima limbah cair
	cm	%		cm	%
S1/I*	0-20	0,10 (r)	S5/I	0-20	0,14 (r)
S1/II*	20-40	0,22 (s)	S5/II	20-40	0,10 (r)
S2/I*	0-20	0,21 (s)	S8/I	0-20	0,17 (r)
S7/I*	0-20	0,23 (s)	S9/I	0-20	0,15 (r)
S7/II*	20-40	0,10 (r)	S9/II	20-40	0,16 (r)
S10/I	0-20	0,15 (r)	S9/a	0-20	0,13 (r)
S10/II	20-40	0,08 (sr)	S11/I	0-20	0,23 (s)
S13/I	0-20	0,15 (r)	S12/I	0-20	0,15 (r)
S13/II	20-40	0,11 (r)	S12/II	20-40	0,07 (sr)
S16/I	0-20	0,09 (sr)	S14/I	0-20	0,19 (r)
S16/II	20-40	0,16 (r)	S14/II	20-40	0,11 (r)
S17/I	0-20	0,26 (s)	S15/I**	0-20	0,18 (r)
S19/I	0-20	0,06 (sr)	S18/I	0-20	0,23 (s)
S20/I	0-20	0,15 (r)	S21/I	0-20	0,17 (r)
S22/I	0-20	0,16 (r)			
	Rata-rata	0,14 (r)		Rata-rata	0,15 (r)

*) Bahan induk tanah berbeda (dari batuan vulkan basalt) dan tidak ikut dirata-ratakan.

**) Contoh tanah jenuh dari dinding bak penampungan limbah cair dan tidak ikut dirata-ratakan.
(sr): sangat rendah (r): rendah (s): sedang

Kapasitas tukar kation (KTK)

Nilai KTK tanah dipengaruhi oleh kadar bahan organik tanah. Makin tinggi kadar bahan organik tanah, umumnya nilai KTK tanah akan semakin tinggi.

Penggunaan limbah cair cenderung menaikkan KTK tanah. KTK tanah yang menerima dan yang tanpa menggunakan limbah cair berturut-turut adalah 4,11 dan 3,45 me/100 g (Tabel 6).

Tabel 6. Nilai KTK tanah yang tanpa dan yang menerima limbah cair

Kode contoh	Kedalaman contoh	Tanpa limbah cair	Kode contoh	Kedalaman contoh	Menerima limbah air
	cm	me/100 g			me/100 g
S1/I*	0-20	10,29 (r)	S5/I	0-20	4,96 (sr)
S1/II*	20-40	12,13 (r)	S5/II	20-40	4,33 (sr)
S2/I*	0-20	12,84 (r)	S8/I	0-20	4,45 (sr)
S7/I*	0-20	11,79 (r)	S9/I	0-20	3,86 (sr)
S7/II*	20-40	9,53 (r)	S9/II	20-40	3,52 (sr)
S10/I	0-20	4,3 (sr)	S9/a	0-20	2,25 (sr)
S10/II	20-40	3,6 (sr)	S11/I	0-20	6,26 (r)
S13/I	0-20	4,91 (sr)	S12/I	0-20	3,16 (sr)
S13/II	20-40	4,56 (sr)	S12/II	20-40	3,27 (sr)
S16/I	0-20	3,02 (sr)	S14/I	0-20	5,68 (r)
S16/II	20-40	2,41 (sr)	S14/II	20-40	4,83 (sr)
S17/I	0-20	5,96 (r)	S15/I**	0-20	8,45 (r)
S19/I	0-20	1,49 (sr)	S18/I	0-20	4,65 (sr)
S20/I	0-20	2,0 (sr)	S21/I	0-20	2,24 (sr)
S22/I	0-20	2,16 (sr)			
	Rata-rata	3,45 (Sr)		Rata-rata	4,11 (Sr)

*) Bahan induk tanah berbeda (dari batuan vulkan basalt) dan tidak ikut dirata-ratakan.

**) Contoh tanah jenuh dari dinding bak penampungan limbah cair dan tidak ikut dirata-ratakan.
(sr): sangat rendah (r): rendah

Na tukar dan persentase Na

Rata-rata Na tukar pada tanah yang tanpa dan yang menerima limbah cair sebagai pupuk tidak menunjukkan perbedaan, berturut-turut adalah 0,11 dan 0,10 me/100g (Tabel 7). Begitu pula nilai rata-rata % Na yaitu 3,06 dan 2,40%. Kandungan Na di dalam tanah akan berbahaya bila di atas ambang 15% yang dapat menyebabkan tanah terdispersi dan akhirnya memadat. Berdasarkan data tersebut penggunaan limbah cair tidak menaikkan Na tukar. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan limbah cair belum terbukti atau masih kecil kemungkinannya dapat memadatkan tanah/mengeraskan tanah. Namun demikian, hasil analisis pada contoh tanah jenuh (S15/I) dari bak penampung limbah mengindikasikan bahwa pemberian limbah cair secara berlebihan dan terus-menerus akan meningkatkan kandungan Na di dalam tanah.

Tabel 7. Nilai KTK dan Na tanah tanpa dan yang menerima limbah cair

Kode contoh	Kedalaman contoh	KTK	Na tukar	Na
	cm	me/100 g		%
Tanpa limbah cair				
S1/I*	0-20	10,29	0,16	1,55
S1/II*	20-40	12,13	0,19	1,56
S2/I*	0-20	12,84	0,10	0,78
S7/I*	0-20	11,79	0,15	1,27
S7/II*	20-40	9,53	0,12	1,26
S10/I	0-20	4,30	0,18	4,19
S10/II	20-40	3,64	0,18	4,94
S13/I	0-20	4,91	0,13	2,65
S13/II	20-40	4,56	0,13	2,85
S16/I	0-20	3,02	0,12	3,97
S16/II	20-40	2,41	0,12	4,98
S17/I	0-20	5,96	0,13	2,18
S19/I	0-20	1,49	0,03	2,01
S20/I	0-20	2,00	0,00	0,00
S22/I	0-20	2,16	0,06	2,78
	Rata-rata	3,45	0,11	3,06
Menerima limbah cair				
S5/I	0-20	4,96	0,06	1,21
S5/II	20-40	4,33	0,13	3,00
S8/I	0-20	4,45	0,18	4,04
S9/I	0-20	3,86	0,12	3,11
S9/II	20-40	3,52	0,03	0,85
S9/a	0-20	2,25	0,06	2,67
S11/I	0-20	6,26	0,12	1,92
S12/I	0-20	3,16	0,18	5,70
S12/II	20-40	3,27	0,12	3,67
S14/I	0-20	5,68	0,12	2,11
S14/II	20-40	4,83	0,12	2,48
S15/I**	0-20	8,45	6,33	74,91
S18/I	0-20	4,65	0,00	0,00
S21/I	0-20	2,24	0,01	0,45
	Rata-rata	4,11	0,10	2,40

*) Bahan induk tanah berbeda (dari batuan vulkan basalt) dan tidak ikut dirata-ratakan.

**) Contoh tanah jenuh dari dinding bak penampungan limbah cair dan tidak ikut dirata-ratakan.

Kadar P

Kadar P tanah yang tanpa dan yang menerima limbah cair termasuk kategori sedang (berturut-turut 21,7 dan 22,8 me/100g) meskipun beberapa contoh tanah yang menerima limbah cair menunjukkan kandungan P sedikit lebih tinggi (Tabel 8). Meskipun kadar P dalam limbah cair umumnya sangat rendah, tetapi pemberian pupuk cair menaikkan kadar P tanah.

Tabel 8. Kadar P tanah-tanah yang tanpa dan yang menerima limbah cair

Kode contoh	Kedalaman contoh	Tanpa limbah cair	Kode contoh	Kedalaman contoh	Menerima limbah cair
	cm	me/100 g		cm	me/100 g
S1/I*	0-20	17 (r)	S5/I	0-20	12 (sr)
S1/II*	20-40	22 (s)	S5/II	20-40	9 (sr)
S2/I*	0-20	284 (st)	S8/I	0-20	45 (t)
S4/I**	0-20	102(st)	S9/I	0-20	15 (r)
S7/I*	0-20	95 (st)	S9/II	20-40	13 (sr)
S7/II*	20-40	106 (st)	S9/a	0-20	10 (sr)
S10/I	0-20	52 (t)	S11/I	0-20	21 (s)
S10/II	20-40	10 (sr)	S12/I	0-20	49 (t)
S13/I	0-20	52 (t)	S12/II	20-40	18 (r)
S13/II	20-40	15 (r)	S14/I	0-20	42 (t)
S16/I	0-20	5 (sr)	S14/II	20-40	25 (s)
S16/II	20-40	8 (sr)	S15/I**	0-20	71(st)
S17/I	0-20	40 (s)	S18/I	0-20	24 (s)
S19/I	0-20	10 (sr)	S21/I	0-20	13 (sr)
S20/I	0-20	11 (sr)			
S22/I	0-20	14 (sr)			
	Rata-rata	21,7 (sedang)		Rata-rata	22,8 (sedang)

*) Bahan induk tanah berbeda (dari batuan volkan basalt) dan tidak ikut dirata-ratakan.

***) Contoh tanah jenuh dari dinding bak penampungan limbah cair dan tidak ikut dirata-ratakan.
(sr): sangat rendah (r): rendah (s): sedang (t): tinggi (st): sangat tinggi

Dampak limbah cair terhadap sifat fisika tanah

Hasil analisis beberapa sifat fisika tanah-tanah yang tanpa dan yang menerima limbah cair disajikan dalam Tabel 9 dan 10.

Kadar air tanah (% volume) memberi gambaran keadaan air yang tersedia bagi akar dalam suatu volume tanah. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan limbah cair hampir tidak berpengaruh terhadap kadar air tanah.

Kerapatan lindak atau *bulk density* (BD) tanah merupakan salah satu sifat fisik tanah yang sangat penting dalam penilaian produktivitas tanah. Semakin besar BD tanah maka keadaan tanah semakin keras dan padat. Tanah yang gembur mempunyai $BD < 1,0 \text{ g/cm}^3$ (Subagjo, 1970). Tabel 9 menunjukkan bahwa penggunaan limbah cair meningkatkan BD tanah. Menurut Abas dan Adimihardja (1982), perakaran tanaman kedelai mulai terhambat pertumbuhannya pada BD tanah $1,25 \text{ g/cm}^3$. Dengan demikian penggunaan limbah cair secara berlebihan dan terus-menerus dapat berdampak negatif pada sifat fisik tanah dan mengakibatkan pertumbuhan beberapa tanaman (palawija) tidak optimal.

Selain besarnya nilai BD, ruang pori total (RPT) tanah juga memberi gambaran kepadatan tanah. RPT merupakan rasio antara volume ruang pori air dan udara dengan volume total. Semakin besar nilai RPT, kepadatan tanah semakin berkurang. Tabel 9 menunjukkan bahwa penggunaan limbah cair berpengaruh terhadap penurunan RPT mulai dari 54,8% menjadi 50,92%. Oleh karena itu, penggunaan limbah cair perlu diikuti dengan pemberian kompos/bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik tanah.

Tabel 9. Nilai BD dan ruang pori total (RPT) tanah-tanah yang tanpa dan yang menerima limbah cair

Tanpa limbah cair		Menerima limbah cair		Tanpa limbah cair		Menerima limbah cair	
Contoh	BD g/cm ³	Contoh	BD g/cm ³	Contoh	RPT %	Contoh	RPT %
S7	1,05	S5	1,32	S7	60,7	S5	50,0
S9a	1,24	S9	1,5	S9a	53,2	S9	43,4
S13	1,20	S12	1,35	S13	54,7	S12	49,1
S17-3	1,01	S18	1,11	S17-3	61,9	S18	58,1
S19-5	1,41	S21	1,22	S19-5	46,8	S21	54,0
S20	1,26			S20	52,5		
S22-1	1,22			S22-1	54,0		
Rata-rata	1,20	Rata-rata	1,30	Rata-rata	54,8	Rata-rata	50,92

Tabel 10. Kadar air dan permeabilitas tanah yang tanpa dan yang menerima limbah cair

Tanpa limbah cair		Menenerima limbah cair		Tanpa limbah cair		Menerima limbah Cair	
Contoh	Kadar air % vol	Contoh	Kadar air % vol	Contoh	Permea- bilitas cm/jam	Contoh	Permea- bilitas cm/jam
S7	43,9	S5	30,6	S7	4,99 (s)	S5	2,7 (s)
S9a	25,8	S9	27,5	S9a	4,27 (s)	S9	4,09 (s)
S13	32,3	S12	33,1	S13	4,29 (s)	S12	2,05 (s)
S17-3	22,8	S18	20,8	S17-3	18,29 (c)	S18	11,85 (ac)
S19-5	14,3	S21	16,3	S19-5	11,14 (ac)	S21	18,12 (c)
S20	21,4			S20	11,11 (ac)		
S22-1	17,6			S22-1	15,65 (c)		
Rata-rata	25,44	Rata-rata	25,66	Rata-rata	9,96	Rata-rata	7,07

(s) = sedang, (ac) = agak cepat (c) = cepat

Sifat fisik tanah lainnya yang juga mempengaruhi produktivitas tanah adalah permeabilitas yang merupakan kecepatan pergerakan suatu cairan pada suatu media berpori pada keadaan jenuh. Tanah yang tidak menerima limbah cair mempunyai rata-rata permeabilitas 9,96 cm/jam (agak cepat). Penggunaan limbah cair menurunkan permeabilitas tanah dari 9,96 menjadi 7,07, namun masih dalam satu kisaran kelas (kelas agak cepat). Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan limbah cair sebagai pupuk secara terus-menerus apalagi melebihi takaran dapat berakibat penurunan kelas permeabilitas ke kelas yang lebih rendah.

Fungsi lahan pertanian sebagai penampung limbah

Limbah cair sebagai hasil sampingan pembuatan bumbu masak MSG apabila tidak ditampung dan dikelola dengan baik berpotensi menurunkan kualitas lingkungan di sekitarnya. Namun limbah ini setelah diproses dapat dijadikan pupuk untuk meningkatkan produksi tanaman. Dengan demikian, lahan sawah ataupun pertanian lahan kering (tegalan) dapat berfungsi sebagai penampung limbah cair. Perhitungan atau perkiraan kemampuan (*carrying capacity*) lahan pertanian sebagai penampung limbah cair (pupuk Orgami dan Organi) dengan metode biaya pengganti (*replacement cost method*) adalah seperti berikut:

Hasil kajian lapangan menunjukkan bahwa :

- Volume penggunaan pupuk cair (takaran) = 4.500 L/ha/tahun
= 4,5 k.L/ha/tahun
- Biaya transportasi jika tidak diproses = 0
- Harga jual pabrik (Orgami dan Organi) = Rp 60.000 dan Rp 45.000 per
5000 L
= Rp 10.500/k.L (rata-rata)
- Harga jual ke petani (Orgami dan Organi) = Rp 225.000 dan 90.000 per
5000 L
= Rp 31.500/k.L (rata-rata)
- Biaya transportasi pupuk cair = Rp 31.500 – Rp 10.500
= Rp 21.000/k.L
- Biaya prosesi limbah menjadi pupuk = Rp 120.000/5000 L
= Rp 24.000/k.L
- Besarnya biaya pengganti (Rp/ha/tahun
atau \$/ha/tahun) =

Waste disposal function

= (Volume/tahun*Δ biaya transportasi/unit volume) – (biaya prosesi per k.L
+ harga jual per k.L)

$$\begin{aligned}
 &= [(4,5 \text{ k.L} * \text{Rp } 21.000/\text{k.L}) - (\text{Rp } 24.000 + \text{Rp } 10.500)] \\
 &= \text{Rp } 94.500 - \text{Rp. } 34.500 \\
 &= \text{Rp } 60.000/\text{ha}/\text{tahun} \text{ atau US } \$ 7.06/\text{ha}/\text{tahun} (\text{US } \$ 1 = \text{Rp } 8.500)
 \end{aligned}$$

Asumsi: - Semua limbah digunakan untuk pupuk cair
 - Penggunaan limbah tidak menimbulkan dampak negatif

Keterangan : Berdasarkan informasi yang diterima sewaktu kunjungan ke pabrik bahwa limbah cair ditampung di lahan terdekat sekitar pabrik yang kemudian dialirkan pakai pipa. Setiap bak penampung limbah berukuran rata-rata 100m x 100m. Dengan demikian biaya transportasi ke penampungan limbah bila tidak digunakan untuk pupuk cair sama dengan nol.

Apabila lahan pertanian (lahan sawah dan lahan kering) yang ada diasumsikan hilang fungsinya sebagai penampung limbah cair, maka besarnya biaya pengganti (*replacement cost*) yang harus dikeluarkan untuk menampung dan memproses limbah agar tidak mencemari atau menurunkan kualitas lingkungan adalah Rp 60.000/ha/tahun atau US\$ 7.06/ha/tahun. Ini berarti bahwa apabila lahan pertanian (lahan sawah dan lahan kering) yang ada tidak mengalami perubahan atau alih fungsi, maka dapat menghemat biaya untuk mengelola limbah agar tidak menurunkan kualitas lingkungan sebesar Rp 60.000/ha/tahun atau US\$ 7.06/ha/tahun. Oleh karena itu eksistensi lahan pertanian yang ada perlu dipertahankan, baik fungsinya sebagai penghasil pangan maupun sebagai penampung limbah dan berbagai fungsi ekonomi serta sosial lainnya.

KESIMPULAN

1. Timbulnya beberapa pengaruh negatif akibat penggunaan limbah cair sebagai pupuk tanaman mungkin disebabkan oleh persepsi petani yang menganggap bahwa limbah/pupuk cair dapat menggantikan tidak saja urea tetapi juga TSP dan KCl. Akibatnya petani tidak lagi memupuk tanamannya dengan TSP dan KCl setelah menggunakan pupuk cair. Ini akan menyebabkan tidak seimbanginya ketersediaan hara di dalam tanah.
2. Penggunaan limbah cair sebagai pupuk secara terus-menerus cenderung menurunkan pH dan permeabilitas tanah, dan meningkatkan persentase Na. Kemungkinan terjadinya akumulasi Na akibat pemakaian limbah/pupuk cair sangat kecil karena Na sangat lemah diikat tanah sehingga mudah tercuci melalui perkolasi dan aliran permukaan. Oleh karena itu penggunaan limbah cair sebagai pupuk perlu diikuti dengan pemberian kapur dan kompos/bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah.

3. Selain berfungsi sebagai penghasil pangan, lahan pertanian dapat berfungsi sebagai penampung limbah cair. Dengan digunakannya limbah cair pabrik MSG pada lahan pertanian di sekitarnya, maka terjadi pengurangan biaya pembuangan (*waste disposal cost*) limbah tersebut. Pengurangan biaya tersebut dapat dilihat sebagai penyerapan atau tempat pembuangan limbah yang diberikan oleh lahan pertanian. Nilai tersebut setara dengan Rp 60.000,-/ha/tahun.
4. Pertanian lahan kering (tegalan) di daerah Lampung Timur dan Lampung Tengah luasnya sekitar 205 ribu ha. Seandainya 30% wilayah tersebut menggunakan pupuk cair (daerah yang relatif dekat dengan pabrik) dan ditanami singkong satu kali dalam setahun, maka limbah cair yang dapat ditampung dalam 1 tahun adalah 277,36 juta L, sedangkan volume limbah yang dihasilkan oleh dua pabrik yang ada berturut-turut hanya sekitar 54 juta L dan 99 juta L/tahun. Apabila dampak negatif penggunaan limbah cair dapat diminimalkan, fungsi lahan pertanian sebagai penampung limbah dapat lebih dioptimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abas, A dan A. Adimihardja. 1982. Pengaruh tingkat kepadatan tanah terhadap sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil kedelai. hlm. 62-75 *dalam* Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah, Cipayung, 13-14 Desember 1982. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Agus, F., Wahyunto, and S.H.Tala'ohu. 2001. Multifunctional Role of Low Land Rice Fields (sawah) in Case Watersheds in Java, Indonesia. Presented at International Seminar on Multifunctionality of Agriculture, held on 17-19 October 2001, at JIRCAS, Tsukuba, Ibaraki, Japan (Preliminary Edition).
- Sofyan A, D. Setyorini, dan J.S Adiningsih. 1997. Dampak penggunaan pupuk cair sipramin terhadap sifat kimia tanah. hlm. 23-44 *dalam* Prosiding Seminar Dampak Penggunaan Pupuk Cair Sipramin Terhadap Sifat Kimia, Fisika, dan Mikroorganisme Tanah Batu-Malang, 10 April 1997. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- FFTC (Food and Fertilizer Technology Center). 2001. An Economic evaluation of the Multifunctional roles of agriculture and rural areas in Japan. Technical Bulletin 154. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Tokyo Japan.
- Subagjo.1970. Ilmu Tanah Umum I. PT. Soeroengan Jakarta.

 Lampiran 1. Persepsi petani terhadap penggunaan pupuk cair Orgami dan Organi

Penggunaan lahan	Pengaruh positif (+), negatif (-), tidak ada pengaruh (0)
Sawah	(+) Tanah menjadi gembur, pengolahan tanah semakin mudah (+) Produksi padi sekurang-kurangnya setara dengan yang didapat dari penggunaan pupuk buatan
Lahan kering (ubi kayu dan nanas)	(-) Produksi padi menurun karena banyak yang hampa (+) Produksi singkong lebih tinggi bila dibanding dengan yang tidak dipupuk cair (-) Lahan mudah mengeras dan sulit diolah (0) Tidak ada pengaruh
Lain-lain	(-) Pemakaian memerlukan tenaga yang lebih banyak dari pemakaian urea prill. (+) Harga relatif lebih murah daripada urea prill.
