

Peran Pupuk Limbah Cair Peternakan Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi, Selada, dan Kangkung

Sastro, Y., I.P. Lestari, dan Suwandi

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian DKI Jakarta, Jl. Raya Ragunan No.30, Pasarmingu,
Jakarta Selatan 12540

Naskah diterima tanggal 6 April 2009 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 10 Desember 2009

ABSTRAK. Tingginya harga pupuk kimia menyebabkan pengembangan pupuk alternatif sangat mendesak untuk dilakukan. Salah satu sumber pupuk alternatif yang potensial untuk dikembangkan adalah limbah cair peternakan sapi. Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh pupuk limbah cair peternakan sapi terhadap pertumbuhan dan hasil sawi, selada, dan kangkung. Pengujian skala pot dengan menggunakan Ultisols sebagai media dilaksanakan di Rumah Kaca Balai Pengkajian Teknologi Pertanian DKI Jakarta mulai bulan Maret hingga Oktober 2007. Perlakuan meliputi pemupukan menggunakan limbah cair peternakan sapi (tanpa dan diencerkan dengan air 1:1 dan 1:2), campuran Urea, TSP, dan KCl (NPK), dan tanpa pemupukan sebagai kontrol. Perlakuan diatur menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima ulangan. Pertumbuhan dan hasil tanaman yang didasarkan pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat biomasa dijadikan sebagai variabel pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk limbah cair peternakan sapi nyata meningkatkan pertumbuhan dan hasil sawi, selada, dan kangkung. Apabila dibandingkan dengan perlakuan NPK, hasil sawi, selada, dan kangkung berturut-turut mencapai 95, 87, dan 61%. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pupuk limbah cair peternakan sapi dapat menggantikan pupuk kimia dalam budidaya sayuran, khususnya sawi dan selada.

Katakunci: Sawi; Selada; Kangkung; Limbah cair peternakan sapi.

ABSTRACT. Sastro, Y., I.P. Lestari, and Suwandi. 2010. The Effect of Liquid Cattle Manure on the Growth and Yield of Chinese Cabbage, Lettuce, and Kangkong. Alternative fertilizer is very important to be developed because the high price of chemical fertilizers. One of the potential fertilizer to be developed is liquid cattle manure. This research was aimed to study the effect of liquid cattle manure on the growth and yield of chinese cabbage, lettuce, and kangkong. The pot scale study used Ultisols as media was conducted in Glasshouse of the Assessment Institute of Agriculture Technology, Jakarta from March until October 2007. The treatments were diluted cattle manure (1:1, 1:2, no cattle manure); combination of Urea, TSP, and KCl (NPK), and no fertilizer as control. The experiment was arranged in a complete randomized design with five replications. The parameters observed were plant high, leaf number, and biomass weight. The results showed that liquid cattle manure was significantly increase the growth and yield of chinese cabbage, lettuce, and kangkong. The application of liquid cattle manure on chinese cabbage, lettuce, and kangkong could produce 95, 87, and 61% compare with NPK fertilizer, respectively. The results indicated that liquid cattle manure could replace chemical fertilizers in the vegetable production, especially in chinese cabbage and lettuce.

Keywords: Chinese cabbage; Lettuce; Kangkong; Liquid cattle manure.

Semakin mahalnya harga pupuk kimia menyebabkan penggalan sumber hara terbarukan, dalam hal ini pupuk organik, sangat mendesak untuk dilakukan. Berkaitan dengan hal tersebut, salah satu sumber hara yang potensial untuk dimanfaatkan adalah limbah cair peternakan sapi. Potensi limbah cair tersebut lebih besar dari limbah padatnya (*faeces*), baik dari segi jumlah maupun kandungan hara (Sutton *et al.* 1986, Wesolowski 1999). Jumlah limbah bergantung pada jenis, umur, pakan, dan pola pemeliharaan ternak dengan rerata jumlah berkisar 10-20 l per ekor per hari (Wesolowski 1999). Matsi *et al.* (2003) melaporkan kandungan hara limbah cair peternakan sapi mencapai 0,3-0,6% N, 0,04-0,08% P, dan 0,5-0,8% K.

Di beberapa negara, limbah cair peternakan sapi secara terbatas telah lama digunakan sebagai pupuk (Kostuch 1982, Beauchamp 1983). Akhir-akhir ini nilai penggunaan limbah tersebut semakin meningkat seiring peningkatan kesadaran ekologis dan pentingnya kualitas produk pertanian (Sekolowska dan Seniczak 2005). Beberapa peneliti, di antaranya Stefaniak dan Seniczak (1985), Chang *et al.* (1991), dan Lithourgidis *et al.* (2007) melaporkan pengaruh nyata pupuk limbah cair ternak terhadap akumulasi hara dalam tanah, perubahan sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah.

Namun demikian, penelitian pemanfaatan limbah tersebut masih terbatas pada beberapa

komoditas penting, di antaranya jagung, gandum, dan hijauan pakan ternak (Zhang *et al.* 2006, Dordas *et al.* 2007, Parsons *et al.* 2007). Perannya terhadap jenis tanaman lain, khususnya sayuran, yang sangat responsif terhadap pupuk organik (Magnusson 2002, Sibounnavong *et al.* 2006, Hanan *et al.* 2008, Liao *et al.* 2008) masih perlu dilakukan penelitian. Penelitian tersebut terutama dikaitkan dengan kemampuannya dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman setara pupuk kimia, khususnya pada tanaman sayuran.

Penelitian bertujuan untuk menguji peran pupuk limbah cair peternakan sapi yang telah difermentasi secara aerobik terhadap pertumbuhan serta hasil sawi, selada, dan kangkung. Berdasarkan referensi yang ada, diduga tidak ada perbedaan pengaruh antara pupuk limbah cair peternakan sapi dengan pupuk kimia campuran Urea, TSP, dan KCl terhadap pertumbuhan dan hasil sawi, selada, serta kangkung.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan meliputi (1) limbah cair peternakan sapi yang diambil dari bak penampungan limbah cair peternakan sapi yang berlokasi di Jagakarsa, Jakarta Selatan, pada bulan Februari 2007, (2) contoh tanah Ultisol (pH H₂O 5,9, C-organik 1,47%, N-total, 2,5%, P-tersedia 93 mg.100g/l P₂O₅, K 9,0 mg.100g/l K₂O, KTK 25,3 me.100g/l, fraksi pasir 2%, debu 23%, dan liat 75%) berasal dari Cipadak, Jagakarsa, Jakarta Selatan yang diambil pada jeluk 0-25 cm, dikering-anginkan, dan diayak lolos lubang saringan 2 mm, (3) inokulum mikroba EM-4, dan (4) tetes tebu.

Fermentasi Limbah

Campuran 95 l limbah cair dan 5 l tetes tebu ditempatkan dalam drum plastik dan diaduk hingga rata menggunakan mesin pengaduk (*stirer*). Selanjutnya limbah diinokulasi kultur mikroba (EM-4) sebanyak 100 ml. Limbah diaerasi menggunakan *aerator* dan diinkubasi selama tiga minggu yang ditandai dengan hilangnya bau dan terbentuknya busa pada permukaan wadah inkubasi. Hasil fermentasi selanjutnya dikemas dalam wadah plastik berukuran 5 l. Rincian hasil

analisis kimia pupuk hasil fermentasi limbah cair peternakan sapi disajikan pada Lampiran.

Karakteristik kimia bahan pupuk ditentukan mengikuti prosedur analisis kimia pupuk (Puslittanak 2000), meliputi C organik ditetapkan menggunakan metode Kurmis, N total ditetapkan menggunakan metode Kjeldahl, dan kandungan P, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, dan Zn dioksidasi menggunakan HNO₃ (Merck) dan HClO₄ (Merck), unsur P diukur menggunakan spektrofotometer spectronic 21D-Milton Roy, sedangkan unsur K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, dan Zn diukur menggunakan AAS Spectra, Varian-Autralis 1997.

Pelaksanaan Percobaan

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Balai Pengkajian Teknologi Pertanian DKI Jakarta, mulai bulan Maret hingga Oktober 2007. Pengujian dilakukan dalam pot plastik yang berisi 5 kg contoh tanah. Jenis tanaman yang digunakan sebagai tanaman uji, meliputi sawi, selada, dan kangkung. Percobaan diatur menggunakan rancangan acak lengkap monofaktor dengan lima ulangan. Rincian perlakuan yang diujikan pada masing-masing tanaman meliputi:

1. tanpa pemupukan (PO),
2. pemupukan menggunakan hasil fermentasi limbah cair peternakan sapi tanpa diencerkan dengan air (LCM-1),
3. pemupukan menggunakan hasil fermentasi limbah cair peternakan sapi yang diencerkan dengan air 1:1 (LCM-2),
4. pemupukan menggunakan hasil fermentasi limbah cair peternakan sapi yang diencerkan dengan air 1:2 (LCM-3), dan
5. pemupukan menggunakan campuran Urea, SP-36, dan KCl masing-masing sebanyak 2 g yang dilarutkan dalam 1 l air (NPK).

Sebelum tanam, benih sawi dan selada disemai selama tiga minggu dalam wadah pembibitan berisi media campuran kompos dan pasir (3:1). Sebanyak satu bibit sawi dan selada dipindah-tanamkan ke dalam setiap pot uji. Sementara itu, tiga biji tanaman kangkung ditanam langsung dalam masing-masing pot dan djarangkan pada tujuh hari setelah tanam (HST) dengan menyisakan satu tanaman per pot. Total masing-masing tanaman uji per unit perlakuan adalah sebanyak lima tanaman, yang terdiri atas

satu tanaman per pot. Perlakuan pemupukan dilakukan melalui penyiraman 100 ml larutan pupuk per pot. Pemberian pupuk diulang setiap tiga hari sekali, mulai pindah tanam atau tanam hingga menjelang panen.

Pengamatan tinggi dan jumlah daun tanaman dilakukan pada saat panen, yakni pada 28 HST untuk sawi dan selada, serta 21 HST untuk kangkung. Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal batang hingga ujung daun tertinggi. Sementara itu, jumlah daun dihitung sejak daun pertama hingga daun muda terakhir yang telah terbuka penuh. Berat basah dan berat kering tanaman masing-masing ditimbang sesaat setelah panen dan setelah dioven pada suhu 60°C selama 48 jam. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA). Perbedaan antarperlakuan diuji menggunakan Duncan Multiple Range Test pada taraf uji 5% (Gomez dan Gomez 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Perlakuan pemupukan menggunakan limbah cair peternakan sapi (LCM-1, LCM-2, dan LCM-3) secara umum mampu meningkatkan tinggi tanaman sawi, selada, dan kangkung. Namun demikian, peningkatan tinggi tanaman pada selada dan kangkung secara statistik nyata terjadi pada perlakuan LCM-1 dan LCM-2, sedangkan pada perlakuan LCM-3 pengaruh perlakuan cenderung mengalami penurunan. Pada sawi, peningkatan tinggi tanaman nyata terjadi pada semua perlakuan pemupukan limbah dengan pengaruh tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan LCM-3. Apabila dibandingkan,

pengaruh tertinggi pemupukan limbah cair peternakan sapi pada ketiga komoditas tersebut setara dengan pengaruh yang ditunjukkan oleh perlakuan NPK (Tabel 1).

Peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan LCM-1 dan LCM-2 diduga disebabkan oleh adanya peningkatan pasokan hara yang berasal dari pupuk (Lampiran). Sementara itu, penurunan pengaruh pada perlakuan LCM-3 diduga terkait dengan penurunan konsentrasi hara akibat adanya perlakuan pengenceran pupuk (Sutiyoso 2003). Sementara itu, perbedaan kecenderungan pengaruh perlakuan yang ditunjukkan oleh sawi, diduga disebabkan oleh perbedaan sifat fisiologi tanaman terkait dengan rasio antarhara dalam larutan di sekitar perakaran tanaman, kebutuhan hara tanaman, serta kemampuan penyerapannya (Huett dan Dettmann 1989, Keat et al. 1999, Salo et al. 2002, Palada dan Chang 2003).

Jumlah Daun

Pemupukan menggunakan limbah cair peternakan sapi secara umum juga mampu meningkatkan jumlah daun sawi, selada, dan kangkung. Peningkatan jumlah daun pada sawi secara statistik nyata terjadi pada semua perlakuan (LCM-1, LCM-2, dan LCM-3), sedangkan pada kangkung terjadi pada perlakuan LCM-1 dan LCM-2. Pada selada, peningkatan pengaruh perlakuan terjadi pada LCM-1, namun secara statistik pengaruh tersebut tidak berbeda nyata dengan kontrol. Apabila dibandingkan, pengaruh tertinggi yang terdapat pada perlakuan pemberian limbah cair peternakan sapi pada masing-masing komoditas tersebut secara statistik tidak berbeda nyata dengan pengaruh pemupukan NPK (Tabel 2).

Tabel 1. Tinggi tanaman sawi dan selada (28 HST), serta kangkung (21 HST) yang dipupuk limbah cair peternakan sapi (*Plant height of chinese cabbage and lettuce (28 DAP), and kangkong (21 DAP) fertilized by liquid cattle manure*)

Jenis tanaman (<i>Kind of plants</i>)	Perlakuan (<i>Treatments</i>)				
	Tanpa pupuk (<i>Without fertilizer</i>)	LCM-1	LCM-2	LCM-3	NPK
Sawi (<i>Chinese cabbage</i>)	24,4a	25,8b	25,6b	27,1c	25,9b
Selada (<i>Lettuce</i>)	17,8a	20,5b	20,8b	18,8a	22,4c
Kangkung (<i>Kangkong</i>)	24,2a	28,3b	31,9c	23,9a	31,2c

LCM (*liquid cattle manure*)-1 = tanpa pengenceran (*without dilution*), LCM -2 = pengenceran dengan air 1: 1 (*dilution with water 1:1*); LCM -3 = pengenceran dengan air 1:2 (*dilution with water 1:2*).

Tabel 2. Jumlah daun sawi dan selada (28 HST), serta kangkung (21 HST) yang dipupuk limbah cair peternakan sapi (*Number of leaf of chinese cabbage and lettuce (28 DAP), and kangkung (21 DAP) fertilized by liquid cattle manure*)

Jenis tanaman (<i>Kind of plants</i>)	Perlakuan (<i>Treatments</i>)				
	Tanpa pupuk (<i>Without fertilizer</i>)	LCM-1	LCM-2	LCM-3	NPK
Sawi (<i>Chinese cabbage</i>)	5,0a	7,6c	6,2b	6,6b	7,0bc
Selada (<i>Lettuce</i>)	7,2a	7,6a	6,8a	7,2a	7,6a
Kangkung (<i>Kangkong</i>)	11,0a	15,1b	15,1b	11,1a	15,0b

Peningkatan maupun penurunan pengaruh pemberian LCM-1, LCM-2, dan LCM-3 terhadap jumlah daun sawi, selada, dan kangkung juga diduga terkait dengan tingkat ketersediaan hara untuk tanaman yang berasal dari pupuk, sebagaimana dilaporkan Yeh *et al.* (2000), Akande (2006), dan Ojeniyi *et al.* (2007). Sementara itu, perbedaan respons pada masing-masing komoditas diduga terkait dengan perbedaan tanggap fisiologis tanaman, sebagaimana terjadi pada variabel tinggi tanaman (Aerts 1988, Huett dan Dettmann 1989, Salo *et al.* 2000, Palada dan Chang 2003, dan Sutiyoso 2003).

Bobot Tanaman

Pemberian pupuk LCM-1 dan LCM-2 secara umum mampu meningkatkan bobot

basah dan kering akar serta trubus sawi dan kangkung. Sementara itu, bobot basah dan kering akar maupun trubus selada secara umum hanya mampu ditingkatkan oleh pemberian LCM-1. Pada perlakuan LCM-3 bobot akar dan trubus ketiga tanaman umumnya lebih kecil dibandingkan perlakuan LCM-1 dan LCM-2, bahkan cenderung lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol. Apabila dibandingkan, bobot akar dan trubus tertinggi yang terdapat pada masing-masing perlakuan LCM umumnya lebih rendah dibandingkan NPK, kecuali bobot kering selada (Tabel 3).

Sebagaimana terjadi pada parameter pertumbuhan tanaman, peningkatan bobot tanaman juga disebabkan oleh adanya peningkatan ketersediaan hara yang berasal dari pupuk, baik

Tabel 3. Bobot sawi dan selada (28 HST), serta kangkung (21 HST) yang dipupuk limbah cair peternakan sapi (*Yield of chinese cabbage and lettuce (28 DAP), and kangkung (21 DAP) fertilized by liquid cattle manure*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Bobot (<i>Weight</i>), g					
	Basah (<i>Fresh</i>)			Kering (<i>Dry</i>)		
	Akar (<i>Root</i>)	Trubus (<i>Shoot</i>)	Total	Akar (<i>Root</i>)	Trubus (<i>Shoot</i>)	Total
Sawi (<i>Chinese cabbage</i>):						
Tanpa (<i>Without</i>)	10,1a	33,7b	44,0a	0,8b	3,5a	4,2a
LCM-1	11,3ab	37,3b	48,6ab	0,8b	5,1b	5,9b
LCM-2	14,8b	35,0b	49,8b	0,9b	4,7b	5,6b
LCM-3	11,6ab	27,6a	39,2a	0,9b	3,3a	4,2a
NPK	9,5a	39,3c	52,5b	0,6a	6,1b	6,6b
Selada (<i>Lettuce</i>):						
Tanpa (<i>Without</i>)	5,8b	13,8a	19,6a	0,3a	0,9a	1,2a
LCM-1	6,6b	17,6b	24,2b	0,5c	1,4b	1,9b
LCM-2	4,8a	14,0a	18,8a	0,4b	0,9a	1,3a
LCM-3	4,8a	13,7a	18,5a	0,3a	0,9a	1,2a
NPK	5,4ab	22,4c	27,8b	0,3a	1,1ab	1,4a
Kangkung (<i>Kangkong</i>) :						
Tanpa (<i>Without</i>)	0,9b	4,4b	5,3a	0,1a	1,0ab	1,1a
LCM-1	0,9b	4,8b	5,7a	0,1a	1,0ab	1,1a
LCM-2	0,9b	5,4b	6,3a	0,1a	1,4b	1,5ab
LCM-3	0,7a	3,7a	4,4a	0,1a	0,7a	0,8a
NPK	1,3c	9,1c	10,4b	0,1a	1,9b	2,1b

secara langsung maupun tidak langsung. Ladha *et al.* (1997), Zakharova (1999), dan Maor *et al.* (2004) melaporkan bahwa hasil fermentasi bahan organik selain mengandung unsur hara dalam bentuk tersedia juga mengandung berbagai metabolit yang berperan penting dalam peningkatan ketersediaan hara dan pertumbuhan tanaman, di antaranya adalah asam organik, vitamin, enzim, dan zat pemacu tumbuh tanaman (*growth hormone*). Selain itu, kultur mikroba yang berperan dalam fermentasi bahan organik juga terbukti memiliki hubungan positif dengan kemampuan penambatan N dan pelarutan fosfat yang tersemat (Ilmer dan Schinner 1992, Goenadi dan Saraswati 1993, Boddey *et al.* 1995, Kyuma 2004).

Sementara itu, penurunan pengaruh pada perlakuan pengenceran pupuk, khususnya perlakuan LCM-3 pada selada dan kangkung, serta adanya peningkatan pengaruhnya pada sawi, diduga disebabkan oleh perbedaan tanggap fisiologis tanaman. Perbedaan tanggap fisiologis tersebut terutama berkaitan dengan konsentrasi hara maupun senyawa lain yang berasal dari pupuk LCM, khususnya senyawa flavonoid dan klorin yang biasa dijumpai dalam limbah cair peternakan sapi (Traczykowski *et al.* 1993).

KESIMPULAN

1. Pemberian pupuk limbah cair peternakan sapi mampu meningkatkan tinggi, jumlah daun, dan bobot tanaman, masing-masing mencapai 111, 152, dan 113% pada sawi, 117, 105, dan 123% pada selada; dan 132, 137, dan 119% pada kangkung dibandingkan kontrol.
2. Pemberian pupuk limbah cair peternakan sapi yang diencerkan dengan air menurunkan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil sawi, selada, dan kangkung, berturut-turut mencapai 28, 29, dan 37%.
3. Persentase pengaruh pemberian pupuk limbah cair peternakan sapi terhadap pengaruh pupuk NPK pada parameter pertumbuhan sawi, selada, dan kangkung berturut-turut mencapai 108, 100, dan 102%, sedangkan pada parameter hasil tanaman berturut-turut mencapai 95, 87, dan 61%.

4. Pupuk limbah cair peternakan sapi dapat dijadikan alternatif pengganti pupuk NPK dalam sistem budidaya sawi, selada, dan kangkung secara organik dengan kualitas hasil panen serta harga yang kemungkinan lebih baik dibandingkan sistem budidaya konvensional menggunakan pupuk kimia.

PUSTAKA

1. Aerts, R.J. 1988. Changes in Cytoplasmic pH are Involved in the Cell Type Regulation of *Dicystosellum*. *Cell. Differ.* 23:125-132.
2. Akande M.O. 2006. Effect of Organic Root Plus (Biostimulant) on the Growth, Nutrient Content, and Yield of *Amaranthus*. *Afri. J. Biotechnol.* 5(10):871-874.
3. Beauchamp, E. G. 1983. Response of Corn to Nitrogen in Preplant and Sidedress Applications of Liquid Dairy Cattle Manure. *Can. J. Soil. Sci.* 63:377-386.
4. Boddey, R.M., deO.C. Oliveira, S. Urquiaga, V.M. Reiss, F.L. Olivares, V.L.D. Baldani, and J. Dobreiner. 1995. Biological Nitrogen Fixation Associated with Sugar Cane and Rice: Contributions and Prospects for Improvement. *Plant Soil.* 174:195-209.
5. Chang, C., T.G. Sommerfeldt, and T. Entz. 1991. Soil Chemistry after Eleven Applications Of Cattle Manure. *J. Environ. Qual.* 20:475-480.
6. Dordas, C.A., A.S. Lithourgidis, T. Matsi, and N. Barbayiannis. 2007. Application of Liquid Cattle Manure and Inorganic Fertilizers Affect Dry Matter, Nitrogen Accumulation, and Partitioning In Maize. *Nut. Cyc. Agroec. J.* 80:283-296.
7. Goenadi, D.H. dan R. Saraswati. 1993. Kemampuan Melarutkan Fosfat dari Beberapa Isolat Fungi Pelarut Fosfat. *Menara Perkebunan.* 61(3):61-66.
8. Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Jhon Wiley and Sons. New York. 704 p.
9. Hanan S. Siam, M.R. Abd El-moez, and S.M. El-ashry. 2006. Response of Lettuce Followed by Sorghum to Application of Different Types of Phosphorus, Compost, and Sulphur. *Aust. J. Basic and Appl. Scie.* 2(3):447-457.
10. Huett, D.O. and E.B. Dettmann. 1989. Effect of Nitrogen on Growth, Quality, and Nutrient Uptake of Cabbages Grown in Sand Culture. *Aust. J. Experimental Agric.* 29(6):875-881.
11. Ilmer, P. and F. Schinner. 1992. Solubilization of Inorganic Phosphate by Microorganisms Isolated from Forest Soils. *Soil Biol. Biochem.* 24:389-395.
12. Kostuch, R. 1982. *Alternating Grassland*. PWRiL, Warsaw. 7 p.
13. Kyuma, K. 2004. *Paddy Soil Science*. Kyoto Univ. Press and Trans Pacific Press. Kyoto. 280 p.
14. Ladha, J.K., F.J. de Bruijn, and K.A. Malik. 1997. Extension of Nitrogen Fixation to Rice: Necessity and Possibilities. *Geo J.* 35:363-372.

15. Liao, M., J. Liu, X. Wang, K. Jia, and N. Meng. 2008. Effects of Phosphate Fertilizer and Manure on Chinese Cabbage Yield and Soil Phosphorus Accumulation. *Frontiers Agric. in China*. 2(3):301-306
16. Lithourgidis, A.S., T. Matsi, N. Barbayiannis, and C.A. Dordas. 2007. Effect of Liquid Cattle Manure on Corn Yield, Composition, and Soil Properties. *Agron. J.* 99:1041-1047.
17. Magnusson, M. 2002. Mineral Fertilizers and Green Mulch in Chinese Cabbage [*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.]: Effect on Nutrient Uptake, Yield and Internal Tipburn. *Acta Agric. Scandinavica, Plant Soil Scie.* 52(1):25-35.
18. Maor, R., S. Haskin, H. Levi-Kedmi, and A. Sharon. 2004. In Planta Production of Indole-3 Acetic Acid by *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *Aeschynomene*. *App. Environ. Microbiol.* 70:1852-1854.
19. Matsi, T., A.S. Lithourgidis, and A.A. Gagianas. 2003. Effects of Injected Liquid Cattle Manure on Growth and Soils Characteristics. *Agron. J.* 95:592-596.
20. Ojeniyi, S.O., M.A. Awodun and S.A. Odedina. 2007. Effect of Animal Manure Amended Spent Grain and Cocoa Husk on Nutrient Status, Growth, and Yield of Tomato. *Middle-East J. Scie. Res.* 2(1):33-36.
21. Palada, M. C. and L.C. Chang. 2003. *International Cooperator's Guide* "Suggested Cultural Practices for Kangkong". Asian Vegetable Research and Development Center. Taiwan. 36 p.
22. Parsons, K. J., V. D. Zheljaskov, J. MacLeod, and C.D. Caldwell. 2007. Soil and Tissue Phosphorus, Potassium, Calcium, and Sulphur as Affected by Dairy Manure Application In A No-Till Corn, Wheat, and Soybean Rotation. *Agron J.* 99:1306-1316.
23. Salo, T., Suojala, T., and Kallela, M. 2002. The Effect of Fertigation on Yield and Nutrient Uptake of Cabbage, Carrot, and Onion. *Acta Hort.* 571:235-241.
24. Sekolowska, L. and S. Seniczak. 2005. The Effect of Cattle Liquid Manure Fertilization on Alternating Grassland and Some Group of Mesofauna. *Folia Biologica (Kraków)* 53:133-137.
25. Sibounnavong, P., P. Sysouphanthong, Xay Ly, P. Phoutasay, K. Promrin, W. Pongnak, and K. Soyong. 2006. Application of Biological Products for Organic Crop Production of Kangkong (*Ipomoea aquatica*). *J. Agric. Technol.* 2(2):177-189.
26. Stefaniak O. and S. Seniczak. 1985. The Microflora of Alimentary Canal of Moss Mites (Acari, Oribatei) as an Element of Biological Transformation of Organic Matter. *Warsaw*. 90:197-203.
27. Sutiyoso. 2003. *Meramu Pupuk Hidroponik*. Penebar Swadaya. Jakarta. 122 Hlm.
28. Sutton, A.L., D.W. Nelson, D.T. Kelly, and D.L. Hill. 1986. Comparison of Solid vs. Liquid Dairy Manure Applications on Corn Yield and Soil Composition. *J. Environ. Qual.* 8:515-520.
29. Traczykowski, A., J.P. Kluczek, G. Nowak, and B. Szejnnyuk. 1993. Microbiological Analysis of Raising Environment in Consequence of Disinfection. *Bydgoszcz B.* 40:74-79.
30. Wesolowski, P. 1999. Use of Liquid Manure on Permanent Grasslands. *Agrochemia* 10:20-21.
31. Yeh, D.M., L. Lin, and C. J. Wright. 2000. Effects of Mineral Nutrient Deficiencies on Leaf Development, Visual Symptoms, and Shoot-Root Ratio of *Spathiphyllum*. *Scientia Horticulturae*. 86(3):223-233.
32. Zakharova, E.A. 1999. Biosynthesis of Indole-3 Acetic Acid in *Azospirillum brasilense*. *Eur. J. Biochem* 259:572-576.
33. Zhang, M., R. Gavlak, A. Mitchell, and S. Sparrow. 2006. Solid and Liquid Cattle Manure Application in a Subarctic Soil. *Agron. J.* 98:1551-1558.

Lampiran. Karakteristik pupuk limbah cair peternakan sapi (*Characteristics of liquid cattle manure*)

Pengukuran (<i>Measuring</i>)										
pH-H ₂ O	C	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Zn
.....mg./l.....										
6	318	60	4	700	100	50	1,9	5	0,3	0,2