

Respons Pertumbuhan Cabai dan Selada terhadap Pemberian Pukan Kuda dan Pupuk Hayati

Roslani, R., A. Hidayat, dan A. A. Asandhi

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu 517 Lembang, Bandung 40391

Naskah diterima tanggal 11 Juni 2002 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 25 Juni 2004

Percobaan dilaksanakan di Rumahkasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang 1.250 m dpl dari Juli 2001 sampai Januari 2002. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui keragaan pukan kuda dan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil sayuran cabai dan selada yang ditanam dalam pot. Rancangan percobaan menggunakan acak lengkap dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas pukan kuda 0,7 kg + 33 g NPK per pot (isi 10 kg) atau setara 20 t/ha + pupuk NPK 1 t/ha sebagai kontrol, lima dosis pemberian pukan kuda tanpa pupuk NPK dan lima dosis pukan kuda + pupuk hayati (mikroba berguna: *Lactobacillus*, mikoriza, dan *Saccharomyces*) tanpa pupuk NPK. Dosis pukan kuda yang digunakan yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5 kg per pot atau setara 30, 60, 90, 120, dan 150 t/ha. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian pukan kuda dan pupuk hayati meningkatkan tinggi tanaman dan hasil panen selada serta meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, luas daun, biomassa tanaman, hasil buah cabai, serapan hara, dan kandungan hara tanah. Pukan kuda 3 kg per pot (90 t/ha) atau 2 kg per pot (60 t/ha) dengan pupuk hayati merupakan perlakuan yang terbaik dalam menghasilkan buah cabai. Peningkatan hasil cabai pada kedua dosis tersebut masing-masing adalah 1.316 dan 1.194% dibandingkan dengan kontrol (0,7 kg per pot pukan kuda + 33 g NPK atau 20 t/ha pukan kuda + 1 t/ha pupuk NPK). Untuk tanaman selada, perlakuan terbaik adalah pukan kuda 1 kg per pot (30 t/ha) atau meningkatkan 69% dibandingkan dengan kontrol (20 t/ha pukan kuda + pupuk NPK).

Kata kunci : *Capsicum annuum*; *Lactuca sativa*; Pukan kuda; Mikroba; *Lactobacillus*; Mikoriza; *Saccharomyces*; Kesuburan tanah; Pertumbuhan; Hasil

ABSTRACT. Roslani, R., A. Hidayat, and A.A. Asandhi. 2004. Response of application of horse manure and biofertilizer on hot pepper and lettuce growth. Experiment was conducted in a Screenhouse of Indonesian Vegetables Research Institute, 1,250 m asl, from July 2001 until January 2002. The objective of the experiment was to find out the performance of organic matter and biofertilizer input on the growth and the yield of hot pepper and lettuce planted in the pot. The experimental design used was completely randomized design with three replications. The treatments consist of application of 0.7 kg horse manure + 33 g NPK per pot (content of 10 kg) or about 20 t/ha organic matter + 1 t/ha NPK, five kinds application of horse manure without synthetic anorganic fertilizer (NPK), and five kinds application of horse manure + biofertilizer (beneficial microbe: *Lactobacillus*, *mycorrhiza*, and *Saccharomyces*) without synthetic anorganic fertilizer (NPK). Dosage of horse manure was 1, 2, 3, 4, and 5 kg per pot or about 30, 60, 90, 120, and 150 t/ha. The results showed that application of horse manure and biofertilizer increased plant height and yield of lettuce and increased plant height, leaf area, plant biomass, yield of hot pepper, its nutrient uptake, and soil nutrient content. Horse manure singly at 3 kg per pot (90 t/ha) or 2 kg per pot (60 t/ha) + biofertilizer were the best treatment in terms of yield of hot pepper. These two dosages could increase hot pepper yield by 1,316 and 1,194%, respectively, compared to control (0.7 kg horse manure per pot + 33 g NPK per pot or about 20 t/ha horse manure + 1 t/ha NPK). The best treatment for lettuce yield was 1kg/pot horse manure or 30 t/ha horse manure). The yield increase was 69% compared to control (0.7 kg horse manure per pot + 33 g NPK per pot or about 20 t/ha horse manure + anorganic NPK fertilizer).

Keywords : *Capsicum annuum*; *Lactuca sativa*; Horse manure; Microbe; *Lactobacillus*; *Mycorrhiza*; *Saccharomyces*; soil fertility; Growth; Yield

Dalam sistem pertanian modern, penggunaan pupuk buatan telah terbukti dapat melipatgandakan hasil panen, namun dampak negatif yang ditimbulkan mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, seperti tingkat kesuburan tanah menurun dan rusaknya lahan pertanian. Dengan demikian penggunaan pupuk buatan dalam takaran yang tinggi adalah tidak ramah lingkungan dan tidak berkelanjutan (Benbrook 1991).

Melihat kenyataan tersebut di atas, perlu adanya terobosan teknologi yang dapat menghemat penggunaan bahan agrokimia (termasuk pupuk buatan), mempertahankan kesuburan tanah, meningkatkan kualitas produk, dan meningkatkan pendapatan. Teknologi alternatif yang bertujuan untuk mengurangi input (atau penghilangan total) bahan-bahan kimia buatan yang bersifat ramah lingkungan dan berkelanjutan dengan menghasilkan produk

bersih dapat ditempuh melalui sistem pertanian organik atau pertanian berkelanjutan masukan rendah (*low input sustainable agriculture/LISA* atau *low external input and sustainable agriculture/LEISA*).

Sharma & Patel (1978) dan Tandon (1990) mengungkapkan pengaruh kurang baik pemupukan NPK terus menerus yang menyebabkan pengurasan unsur mikro, polusi hara, penurunan produktivitas, dan masalah hama/penyakit tanaman. Pada pertanian alami ataupun LEISA, kesuburan tanah dapat diperbaiki dan perlu dipertahankan secara berkesinambungan melalui pemberian bahan organik dan rekayasa komposisi mikroba berguna di rizosfir. Bahan organik ini sangat penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah (terutama agregasi tanah), sifat kimia tanah (ketersediaan hara), dan sifat biologi tanah (aktivitas mikroorganisme). Bahan organik yang umumnya banyak digunakan para petani sayuran cabai adalah pukan (pukan) atau kotoran ternak (ayam, kuda, sapi, dan domba/kambing). Pukan yang banyak digunakan di dataran tinggi yakni kuda dan sapi. Pukan kuda lebih banyak digunakan karena secara fisik lebih mudah pengelolannya di lapangan daripada pukan sapi yang lebih banyak mengandung air. Pukan yang sudah matang umumnya banyak mengandung unsur-unsur hara yang cukup lengkap, tetapi pelepasan haranya lambat. Menurut Parr & Wilson (1980), pemanfaatan pukan sebagai salah satu limbah organik dapat membantu memecahkan masalah polusi lingkungan serta menghemat sumberdaya alam dan energi.

Kemampuan mikroba sebagai pentransformasi unsur hara, penghasil zat perangsang tumbuh, dan pengendali hama/penyakit dapat digunakan untuk memperbaiki suplai hara (Wani & Lee 1992 dalam Santosa, et al., 1999). Golongan utama mikroorganisme dekomposer atau mikroorganisme efektif seperti bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat (seperti *Lactobacillus* sp.), ragi, actinomycetes, jamur peragian dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan diversitas mikroba di dalam tanah. Penggunaan mikroorganisme dekomposer *Lactobacillus* dan bahan organik dapat mempercepat proses dekomposisi dan pelepasan unsur hara (Piyadasa et al. 1993). Hasil rekayasa tanah dengan berbagai mikroba (*Azotobacter* sp.,

Bacillus sp., *Lactobacillus* sp., *Proteus* sp., Mikoriza, dll.) ternyata mampu meningkatkan hasil (10 hingga 100%) dan meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman pangan maupun tanaman hortikultura pada tanah marjinal (ultisols) di Indonesia (Aisyah et al. 1993; Simarmata 1994).

Walaupun demikian, suatu usahatani yang produktif dan berkelanjutan tetap perlu mempertimbangkan pemakaian input secara efisien. Efektivitas dan efisiensi input terhadap optimasi pertumbuhan tanaman yang terkait dengan hasil/mutu sayuran (produk bersih) perlu dikuantifikasi untuk pengembangan model usahatani LEISA secara berkelanjutan. Penggunaan bahan organik (pukan kuda) pada dosis tertentu dengan atau tanpa pupuk hayati diharapkan dapat memberikan pertumbuhan dan hasil cabai dan selada lebih baik daripada pemberian pupuk NPK anorganik.

Penelitian ini dilakukan di rumahkasa yang bertujuan untuk mengetahui keragaan pukan kuda sebagai input organik dan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil sayuran cabai dan selada, dan melihat seberapa jauh pukan kuda dengan atau tanpa pupuk hayati dapat meningkatkan hasil cabai dan selada.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Rumahkasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, 1.250 m dpl, dari Juli 2001 sampai Januari 2002. Sayuran yang digunakan, yaitu cabai dan selada. Sedangkan bahan organik yang digunakan adalah pukan kuda, mikroba berguna (pupuk hayati) yang dipakai dikemas dalam bentuk cairan dalam botol yang mengandung mikoriza, *Lactobacillus*, dan *Saccharomyces*. Pukan dan pupuk mikroba merupakan input internal, sedangkan pupuk NPK merupakan input eksternal. Cabai dan selada ditanam bersamaan pada polibek ukuran 10 kg. Rancangan yang digunakan yaitu acak lengkap dengan tiga ulangan.

Perlakuan terdiri atas 11 perlakuan yang meliputi penggunaan input produksi yaitu: A=0,7 kg pukan kuda + 33 g NPK per pot (20 t/30.000 tanaman+1 t NPK/30.000 tanaman, setara dengan 1 ha) sebagai kontrol.

B= 1 kg pukan kuda (setara 30 t/30.000 tanaman).

C= 2 kg pukan kuda (setara 60 t/30.000 tanaman).

D= 3 kg pukan kuda (setara 90 t/30.000 tanaman).

E= 4 kg pukan kuda (setara 120 t/30.000 tanaman).

F= 5 kg pukan kuda (setara 150 t/30.000 tanaman).

G= 1 kg pukan kuda + pupuk hayati (campuran mikoriza, lactobacillus, dan saccharomyces)

H= 2 kg pukan kuda + pupuk hayati (campuran mikoriza, lactobacillus, dan saccharomyces)

I= 3 kg pukan kuda + pupuk hayati (campuran mikoriza, lactobacillus, dan saccharomyces)

J= 4 kg pukan kuda + pupuk hayati (campuran mikoriza, lactobacillus, dan saccharomyces)

K= 5 kg pukan kuda + pupuk hayati (campuran mikoriza, lactobacillus, dan saccharomyces)

Tanah yang telah diayak dicampur dengan pukan sesuai dengan dosis perlakuan, kemudian dimasukkan ke dalam polibek ukuran 10 kg. Pupuk NPK pada perlakuan A diberikan bersamaan dengan pemberian pukan. Pupuk mikroba dengan dosis 2 ml/l air diberikan pada saat tanam dan 2 bulan setelah selada dipanen. Data diuji dengan uji F dan perbedaan perlakuan dianalisis dengan uji jarak berganda (DMRT) pada taraf 5%. Peubah yang diukur meliputi

analisis tanah awal dan analisis tanah akhir untuk perlakuan yang terbaik, pertumbuhan dan hasil tanaman, biomassa tanaman, dan serapan hara tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat kimia tanah dan pukan kuda

Tanah percobaan mempunyai kandungan kimia awal umumnya baik dengan pH agak asam, tetapi kandungan C organikya sangat tinggi dan N totalnya tinggi dengan C/N ratio sedang. Unsur K tersedia tinggi dan P tersedianya sangat rendah. Pada tanah masam, P biasanya tidak tersedia karena difiksasi oleh Al atau Fe.

Kandungan kimia pukan kuda ternyata sangat baik, di mana kandungan C organik, N total, P tersedia, dan K tersedia umumnya sangat tinggi. Hal ini diperkirakan bahan organik tersebut akan mampu mensuplai hara untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai maupun selada.

Setelah percobaan ternyata residu pukan kuda masih mempunyai kandungan hara yang sangat tinggi. Semakin tinggi jumlah pukan kuda yang diberikan ke dalam tanah, semakin tinggi kandungan hara yang tersisa. Pada perlakuan A (20 t/ha pukan kuda+1 t NPK/ha) hanya P tersedia yang residunya sedang, residu N total masih tinggi, sedangkan C organik, K tersedia serta P dan K total sangat tinggi. Pada perlakuan F (150 t/ha pupuk kandang) dan K (150 t/ha pukan kuda+mikroba berguna/pupuk hayati)

Tabel 1. Kandungan kimia tanah awal percobaan, pukan, dan beberapa perlakuan (*Initial chemical content of soil, horse manure, and some treatments*)

Kandungan kimia (<i>Chemical contents</i>)	Tanah (<i>Soil</i>)	Kotoran kuda (<i>Horse manure</i>)	Perlakuan (<i>Treatments</i>)		
			A	F	K
pH H ₂ O	5,80	-	-	-	-
C-organik (%)	6,85	17,63	6,33	7,60	7,01
N total (%)	0,53	1,50	0,65	0,66	0,66
C/N	13,00	12,00	10,00	12,00	11,00
P ₂ O ₅ (ppm)*	2,10	1.384,00	18,80	85,90	73,90
K ₂ O Morgan (ppm)*	140,00	9.708,00	1.942,60	2.127,30	1.886,90
P ₂ O ₅ (mg/100 g)**	-	-	486,00	514,00	673,00
K ₂ O (mg/100 g)**	-	-	207,00	226,00	199,00

* Tersedia (*Available*, Olsen (*Initial soil*), Bray 1; A = 0,7 kg pukan kuda + 33 g NPK per pot (*0.7 kg horse manure + 33 g NPK per pot*); F = 5 kg pukan kuda (*5 kg horse manure*); K = 5 kg pukan kuda + pupuk hayati (mikroba) (*5 kg horse manure + biofertilizer (microbe)*); ** Potensial (*Potential*)

mempunyai residu hara sangat tinggi. Penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan adsorpsi P maksimum karena dekomposisi dan mineralisasi. Hasil penelitian Nor Rani & Anuar (1995) menyimpulkan bahwa mineralisasi bahan organik dari kotoran ayam menghasilkan P tersedia lebih tinggi pada minggu kedua dan ketiga sementara kandungan Ca dan Mg secara nyata meningkat setiap minggu. Umumnya, perlakuan F (150 t/ha pukan kuda) mempunyai residu hara yang lebih tinggi daripada perlakuan K (150 t/ha pukan kuda+mikroba berguna/pupuk hayati). Kemungkinan hara pada perlakuan pukan kuda dengan penambahan pupuk hayati tanpa pupuk kimia buatan NPK lebih banyak dimanfaatkan tanaman daripada hanya dengan penambahan pukan kuda saja. Beberapa mikroba seperti bacillus, lactobacillus, mikoriza, pseudomonas, nitrobacter, nitrosomonas, sclerotium, dan micrococcus (McClaren 1996; Bethlenfalvey et al.

1985; Ganry et al. 1982) dapat meningkatkan serapan P dan meningkatkan fiksasi N dalam tanah. Dari data tersebut di atas dapat dilaporkan bahwa pukan kuda pada semua perlakuan tampaknya masih belum dimanfaatkan seluruhnya oleh tanaman cabai dan selada. Residu hara dari pukan kuda yang masih tinggi (Tabel 1) kemungkinan dapat dimanfaatkan untuk penanaman musim berikutnya, sehingga dalam suatu pola tanam setahun pemberian pukan kuda sebagai bahan organik cukup satu kali pada saat penanaman awal.

Pertumbuhan dan komponen hasil cabai

Pertumbuhan tanaman cabai pada setiap 2 minggu sekali menunjukkan respons yang berbeda antara perlakuan A (20 t/ha pukan kuda+1 t NPK/ha) dengan perlakuan pukan kuda saja dan pukan + mikroba berguna tanpa pupuk buatan NPK (Tabel 2). Ada kecenderungan

Tabel 2. Pengaruh pukan kuda dan pupuk hayati (mikroba) terhadap pertumbuhan tanaman cabai (*Effect of horse manure and biofertilizer on the growth of hot pepper*)

Perlakuan (Treatments)	Tinggi tanaman (Plant height), cm				
	3	5	7	9	11
MST (WAP).....				
0,7 kg pukan kuda + 33 g NPK/pot (0,7 kg horse manure + 33 g NPK/pot)	6,3 c	12,3 d	15,3 c	20,3 c	23,2 e
1 kg pukan kuda/pot (1 kg horse manure/pot)	13,7 b	33,5 bc	49,1 ab	67,1 b	80,4 bcd
2 kg pukan kuda/pot (2 kg horse manure/pot)	15,6 ab	29,5 c	50,1 ab	65,5 b	74,5 d
3 kg pukan kuda/pot (3 kg horse manure/pot)	17,3 ab	38,1 abc	51,1 ab	67,4 b	78,4 cd
4 kg pukan kuda/pot (4 kg horse manure/pot)	17,7 ab	42,3 a	59,1 ab	76,0 ab	88,8 abc
5 kg pukan kuda/pot (5 kg horse manure/pot)	17,3 ab	38,7 abc	56,5 ab	78,6 ab	90,6 ab
1 kg pukan kuda/pot + mikroba (1 kg horse manure/pot + microbe)	16,8 ab	36,8 abc	53,1 ab	77,5 ab	89,6 abc
2 kg pukan kuda/pot + mikroba (2 kg horse manure/pot + microbe)	14,9 ab	32,3 bc	47,1 b	71,1 b	88,5 bc
3 kg pukan kuda/pot + mikroba (3 kg horse manure/pot + microbe)	12,5 ab	30,7 c	46,5 b	66,1 b	82,7 bcd
4 kg pukan kuda/pot + mikroba (4 kg horse manure/pot + microbe)	19,0 a	37,4 abc	55,1 ab	78,4 ab	90,5 ab
5 kg pukan kuda/pot + mikroba (5 kg horse manure/pot + microbe)	16,3 b	40,5 ab	61,5 a	85,5 a	100,6 a
CV (%)	20,1	14,6	14,7	11,1	8,7

MST (WAP)= Minggu setelah tanam (Weeks after planting)

semakin tinggi dosis pukan kuda semakin tinggi pertumbuhan tanaman cabai. Dan ada indikasi bahwa pemberian mikroba dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai. Menurut Ganry *et al.* (1985); Alagawadi & Gaur (1988); Kundu & Gaur (1980), kolonisasi mikoriza, mikroba pengikat N, dan pelarut fosfat pada akar di sekitar rizosfir dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini karena tanaman merupakan habitat bagi berbagai mikroba yang berperan penting dalam meningkatkan nodulasi dan fiksasi N, biokontrol terhadap patogen serta menghasilkan berbagai macam fitohormon (Sturz & Novak 2000). Selanjutnya, Iyamuremye *et al.* (1996) melaporkan bahwa bahan organik (seperti pukan) secara tidak langsung berpengaruh karena adanya proses dekomposisi bahan organik yang menghasilkan asam-asam organik yang mampu menekan ion-ion pengikat fosfat, seperti Al dan Fe. Pengaruh langsung dari bahan organik adalah sebagai sumber P dan S tersedia dalam tanah.

Pemberian pukan kuda dan pupuk hayati tanpa pupuk buatan secara nyata meningkatkan luas daun maupun biomassa (berat kering) tanaman cabai (Tabel 3). Ada kecenderungan semakin tinggi dosis pukan kuda, semakin jelas perbedaan peningkatan luas daun. Pada dosis 150 kg/ha pukan kuda + mikroba berguna, luas daun yang diperoleh adalah yang tertinggi namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan A (20 t/ha pukan kuda+1 t NPK/ha), B (30 t/ha pukan kuda), dan C (60 t/ha pukan kuda). Sedangkan biomassa tanaman cabai pada dosis 90, 120, dan 150 t/ha pukan kuda tidak berbeda nyata dengan 30, 60, 90, 120 dan 150 t/ha pukan kuda + mikroba berguna. Penggunaan mikroba berguna yang diberikan pada bahan organik memperbaiki efisiensi penggunaan bahan organik oleh tanaman. Di Sri Lanka, penggunaan mikroorganisme *lactobacillus* dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik dan pelepasan unsur hara (Piyadasa *et al.* 1993).

Tabel 3. Pengaruh pukan kuda dan pupuk hayati terhadap luas daun, biomassa tanaman dan bobot cabai per tanaman (*Effect of horse manure and biofertilizer (microbe) on leaf area, plant biomass, and weight of hot pepper fruit*)

Perlakuan (Treatment)	Luas daun (Leaf area) cm ²	Biomassa (Biomass) g/tan. (g/plant)	Bobot buah cabai (Weight of hot pepper fruit) g/tan. (g/plant)
0,7 kg pukan kuda + 33 g NPK/pot (0.7 kg horse manure + 33 g NPK/pot)	249,3 d	10,8 c	16,3 c
1 kg pukan kuda/pot (1 kg horse manure/pot)	852,6 c	36,8 b	146,2 b
2 kg pukan kuda/pot (2 kg horse manure/pot)	859,8 c	38,6 b	141,0 b
3 kg pukan kuda/pot (3 kg horse manure/pot)	1.484,3 ab	56,7 a	231,3 a
4 kg pukan kuda/pot (4 kg horse manure/pot)	1.573,9 ab	58,3 a	253,7 a
5 kg pukan kuda/pot (5 kg horse manure/pot)	1.661,8 ab	60,7 a	246,3 a
1 kg pukan kuda/pot + mikroba (1 kg horse manure/pot + microbe)	1.599,4 ab	56,6 a	154,2 b
2 kg pukan kuda/pot + mikroba (2 kg horse manure/pot + microbe)	1.206,3 bc	53,5 a	211,3 ab
3 kg pukan kuda/pot + mikroba (3 kg horse manure/pot + microbe)	1.641,0 ab	54,8 a	225,7 a
4 kg pukan kuda/pot + mikroba (4 kg horse manure/pot + microbe)	1.486,0 ab	53,8 a	230,3 a
5 kg pukan kuda/pot + mikroba (5 kg horse manure/pot + microbe)	2.060,3 a	77,1 a	276,0 a
CV (%)	13,0	23,8	25,9

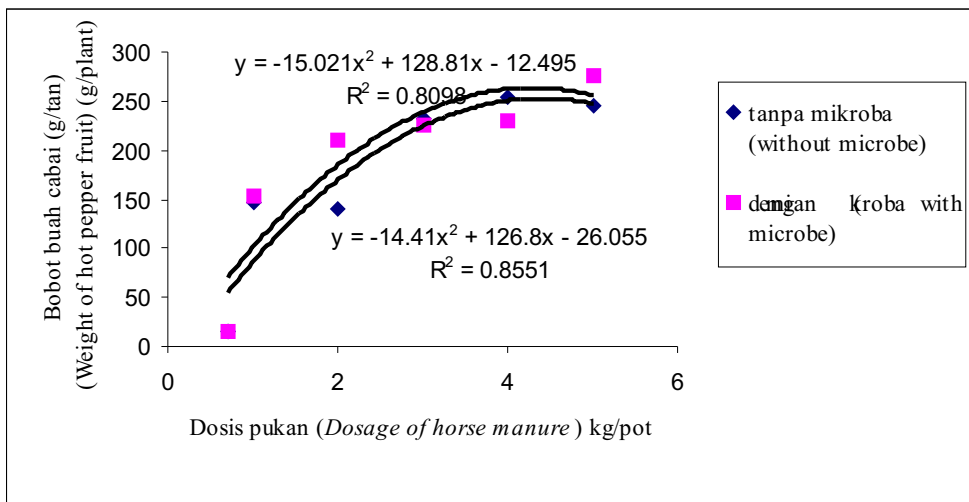
Respons buah cabai terhadap pemberian pakan kuda tinggi (tanpa pupuk kimia buatan) baik tanpa maupun dengan pemberian mikroba sangat nyata. Ada kecenderungan semakin tinggi penambahan pakan kuda semakin banyak buah cabai yang dihasilkan. Namun demikian dosis pakan kuda sebanyak 90 t/ha menghasilkan buah cabai yang tidak berbeda nyata dengan pakan kuda 120 dan 150 t/ha. Pemberian pakan kuda dosis 90 t/ha dapat meningkatkan buah cabai sebanyak 1,32% dibandingkan dengan kontrol (20 t/ha pakan kuda + 1 t NPK/ha). Hubungan antara dosis pakan (dengan atau tanpa pupuk hayati) dengan bobot buah cabai ditunjukkan pada Gambar 1. Kurva hubungan antara pakan (dengan maupun tanpa pupuk hayati) dengan bobot buah cabai bersifat kuadratik dengan persamaan $Y = -15.021X^2 + 128.81X - 12.495$ (tanpa pupuk mikroba) dan $Y = -14.41X^2 + 126.81X - 26.055$ (dengan pupuk mikroba). Dosis maksimum yang diperoleh dari kedua persamaan tersebut ternyata hampir sama yaitu sekitar 4,3-4,4 kg pakan/plot atau setara dengan 129-132 t pakan/ha.

Pemberian mikroba cenderung menurunkan penggunaan pakan kuda, di mana dengan penambahan mikroba, pakan kuda 60 t/ha tidak berbeda nyata dengan pakan kuda 90, 120 dan 150 t/ha. Pemberian 60 t/ha pakan kuda + pupuk hayati meningkatkan buah cabai sebesar 1.194% dibandingkan dengan kontrol (20 t/ha pakan

kuda + pupuk kimia buatan NPK). Menurut Purwani *et al.* (1998) pemberian pakan kuda dan lactobacillus meningkatkan kandungan P tersedia dalam tanah. Fosfor sangat penting untuk pembentukan dan perkembangan buah. Dari Tabel 3 tampak bahwa perlakuan A (20 t/ha pakan kuda + 1 t NPK/ha) dengan pakan kuda 20 t/ha dan pupuk NPK menghasilkan bobot buah cabai yang sangat rendah. Kandungan unsur-unsur hara pakan kuda sangat tinggi (Tabel 1), dan semakin tinggi dosis yang diberikan maka semakin tinggi unsur hara yang dapat diserap tanaman.

Serapan hara cabai

Serapan hara baik di bagian vegetatif maupun generatif (buah) sangat di pengaruhi oleh penambahan pakan kuda dan mikroba berguna (Tabel 4 dan 5). Dari Tabel 4 dan 5 tampak bahwa perlakuan A (20 t/ha pakan kuda + 1 t NPK/ha) mempunyai serapan hara yang paling rendah. Cassman *et al.* (1996) melaporkan bahwa dari pupuk N yang diberikan ke dalam tanah hanya 30-50% yang diserap tanaman, dan pupuk P serta K lebih rendah lagi yaitu 15-20%. Residu pupuk buatan banyak tertinggal di dalam tanah atau tercuci ke dalam air tanah. Pada pH masam tanpa pemberian kapur kemungkinan pupuk buatan terikat dalam bentuk senyawa toksik dan menjadi tidak tersedia sehingga tidak terserap tanaman.



Gambar 1. Hubungan antara dosis pakan kuda (dengan atau tanpa mikroba) dengan bobot buah cabai per tanaman (*Relationship between dosage of horse manure with or without microbe and weight of hot pepper fruit per plant*)

Bagian vegetatif tanaman umumnya mempunyai serapan lebih besar daripada bagian generatif. Hal ini menunjukkan bahwa unsur hara yang digunakan lebih banyak dipakai untuk pertumbuhan tanaman. Baik pada bagian vegetatif maupun bagian generatif perlakuan pukan kuda dan mikroba sangat nyata serapannya. Terlihat juga dari pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (Tabel 2 dan 3). Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa ada korelasi positif antara bahan organik dengan serapan hara terutama P. Korelasi ini kemungkinan menggambarkan hubungan antara bahan organik dengan kation-kation seperti Al^{3+} dan Fe^{2+} . Bahan organik mampu menyerap ion-ion ini sehingga ikatan Al-P dan Fe-P terlepas dan P tersedia untuk tanaman (Iyamuremye *et al.*, 1996). Serapan terbesar terjadi pada perlakuan pukan kuda 150 t/ha baik tanpa maupun dengan mikroba. Pemberian mikroba berguna meningkatkan serapan hara tanaman cabai. Mikroba berguna mampu meningkatkan pelepasan dan penyerapan unsur-unsur hara (terutama P) tanah (Bethlenfalvey *et al.* 1985). Menurut Gaur (1980), pelarutan P terjadi karena mikroba membentuk berbagai asam organik.

Pertumbuhan, serapan hara, dan hasil selada

Respons pertumbuhan tanaman selada disajikan dalam Tabel 6, 7, dan 8. Pada Tabel 6 tampak bahwa pukan kuda berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Tinggi tanaman berkaitan erat dengan panjang ruas-ruas antarbuku dari tanaman selada. Pada tanaman selada yang diberi pukan kuda dan pupuk hayati tanpa pupuk kimia buatan NPK terjadi pemanjangan ruas, sehingga terjadi perbedaan tinggi tanaman.

Namun demikian pengaruh pukan kuda dan pupuk hayati tanpa pupuk buatan NPK tidak berbeda nyata dengan kontrol (20 t/ha pukan kuda + pupuk kimia buatan NPK) terhadap luas daun (Tabel 6), serapan hara tanaman (Tabel 7) dan biomassa (berat kering) tanaman (Tabel 8). Pada tanaman sayuran daun yang berumur pendek tampaknya pemberian input produksi ke dalam tanah tidak menunjukkan pengaruh yang berarti untuk terjadinya proses-proses asimilasi di dalam tanaman. Hal ini terlihat dari tidak berbedanya hasil asimilat yang ditunjukkan oleh biomassa tanaman. Berat kering tanaman (biomassa) dari semua perlakuan berkisar antara 5,7 sampai 12,7 g/tanaman. Menurut Mosse

Tabel 4. Pengaruh pukan kuda dan pupuk mikroba terhadap serapan hara bagian vegetatif tanaman cabai (Effect of horse manure and biofertilizer on nutrient uptake of vegetative part of hot peppers)

Pelakuan (Treatments)	Serapan hara bagian vegetatif (Nutrient uptake of vegetative part) g/tan. (g/plant)		
	N	P	K
0,7 kg pukan kuda + 33 g NPK/pot (0.7 kg horse manure + 33 g NPK/pot)	0,361 e	0,025 e	0,279 f
1 kg pukan kuda/pot (1 kg horse manure/pot)	0,434 e	0,052 d	0,589 e
2 kg pukan kuda/pot (2 kg horse manure/pot)	0,564 d	0,055 cd	0,646 de
3 kg pukan kuda/pot (3 kg horse manure/pot)	0,655 cd	0,062 cd	0,921 bc
4 kg pukan kuda/pot (4 kg horse manure/pot)	0,829 bc	0,084 ab	1,114 ab
5 kg pukan kuda/pot (5 kg horse manure/pot)	0,951 ab	0,074 b	1,142 ab
1 kg pukan kuda/pot + mikroba (1 kg horse manure/pot + microbe)	0,834 bc	0,069 bcd	1,017 abc
2 kg pukan kuda/pot + mikroba (2 kg horse manure/pot + microbe)	0,674 cd	0,065 bcd	0,839 cd
3 kg pukan kuda/pot + mikroba (3 kg horse manure/pot + microbe)	0,782 bc	0,073 b	1,023 abc
4 kg pukan kuda/pot + mikroba (4 kg horse manure/pot + microbe)	0,740 bc	0,059 cd	0,842 cd
5 kg pukan kuda/pot + mikroba (5 kg horse manure/pot + microbe)	1,093 a	0,093 a	1,241 a
KK (CV) %	17,6	17,1	16,2

Tabel 5. Pengaruh pukan kuda dan pupuk mikroba terhadap serapan hara bagian buah cabai (Effect of horse manure and biofertilizer on nutrient uptake of fruit of hot peppers)

Pelakuan (Treatments)	Serapan hara bagian buah (Nutrient uptake of fruit) g/tan (plant)		
	N	P	K
0,7 kg pukan kuda + 33 g NPK/pot (0.7 kg horse manure + 33 g NPK/pot)	0,111 d	0,008 d	0,086 d
1 kg pukan kuda/pot (1 kg horse manure/pot)	0,362 c	0,037 c	0,491 c
2 kg pukan kuda/pot (2 kg horse manure/pot)	0,474 bc	0,046 bc	0,543 bc
3 kg pukan kuda/pot (3 kg horse manure/pot)	0,654 abc	0,062 abc	0,921 a
4 kg pukan kuda/pot (4 kg horse manure/pot)	0,721 ab	0,074 a	0,990 a
5 kg pukan kuda/pot (5 kg horse manure/pot)	0,851 a	0,066 ab	1,111 a
1 kg pukan kuda/pot + mikroba (1 kg horse manure/pot + microbe)	0,741 ab	0,061 abc	0,903 ab
2 kg pukan kuda/pot + mikroba (2 kg horse manure/pot + microbe)	0,595 abc	0,057 abc	0,740 bc
3 kg pukan kuda/pot + mikroba (3 kg horse manure/pot + microbe)	0,692 ab	0,064 ab	0,905 a
4 kg pukan kuda/pot + mikroba (4 kg horse manure/pot + microbe)	0,814 a	0,065 ab	0,955 a
5 kg pukan kuda/pot + mikroba (5 kg horse manure/pot + microbe)	0,905 a	0,077 a	1,028 a
KK (CV) %	13,5	14,1	13,5

Tabel 6. Pengaruh pukan kuda dan pupuk mikroba terhadap pertumbuhan tinggi dan luas daun selada (Effect of horse manure and biofertilizer on plant height and leaf area of lettuce)

Perlakuan (Treatments)	Tinggi tanaman (Plant height), cm			Luas daun (Leaf area), Cm ²
	3	5	7	
 MST (WAP).....			
0,7 kg pukan kuda + 33 g NPK/pot (0.7 kg horse manure + 33 g NPK/pot)	10,6 c	19,2 a	27,8 d	2.010,4 a
1 kg pukan kuda/pot (1 kg horse manure/pot)	19,9 b	28,6 b	30,8 bc	2.972,9 a
2 kg pukan kuda/pot (2 kg horse manure/pot)	20,2 ab	28,2 b	32,5 ab	3.279,4 a
3 kg pukan kuda/pot (3 kg horse manure/pot)	18,7 ab	30,5 b	32,7 ab	3.040,2 a
4 kg pukan kuda/pot (4 kg horse manure/pot)	20,3 ab	29,8 b	35,3 a	2.653,4 a
5 kg pukan kuda/pot (5 kg horse manure/pot)	21,9 a	29,5 b	34,0 ab	3.150,8 a
1 kg pukan kuda/pot + mikroba (1 kg horse manure/pot + microbe)	19,3 ab	27,2 b	29,9 c	1.974,2 a
2 kg pukan kuda/pot + mikroba (2 kg horse manure/pot + microbe)	20,5 ab	29,1 b	33,9 ab	3.212,4 a
3 kg pukan kuda/pot + mikroba (3 kg horse manure/pot + microbe)	20,1 ab	29,5 b	32,1 ab	3.955,8 a
4 kg pukan kuda/pot + mikroba (4 kg horse manure/pot + microbe)	19,6 ab	27,9 b	33,1 ab	2.957,3 a
5 kg pukan kuda/pot + mikroba (5 kg horse manure/pot + microbe)	20,4 ab	27,4 b	31,8 abc	3.457,8 a
KK (CV) %	8,0	7,4	7,0	34,5

(1996) antara spesies tanaman sangat berbeda kebutuhan dan respons terhadap unsur hara (terutama P) dan ketergantungannya terhadap mikroba berguna (seperti mikoriza). Tanaman dengan akar besar lebih tergantung pada mikoriza daripada tanaman dengan sistem akar yang memiliki rambut akar banyak dan panjang (Baylis 1970).

Pukan kuda dan mikroba berguna (mikoriza, lactobacillus, dan saccharomyces) tanpa pupuk NPK pada tanaman selada berpengaruh nyata terhadap bobot basah tanaman (hasil panen selada). Dari Tabel 8 tampak bahwa pemberian pukan kuda sebesar 30 t/ha tanpa mikroba berguna secara nyata meningkatkan hasil panen selada sebesar 69% dibandingkan dengan kontrol (20 t/ha pukan kuda+pupuk NPK). Peningkatan hasil ini tampaknya berhubungan dengan kandungan air selada yang menyebabkan terjadinya perbedaan hasil panen dengan perlakuan 20 t/ha pukan kuda + pupuk kimia buatan NPK. Peningkatan dosis di atas 30 t/ha baik pada perlakuan pukan kuda saja, dosis di atas 60 t/ha pukan kuda sampai 120 t/ha terjadi penurunan dan meningkat kembali pada dosis 150 t/ha. Pada perlakuan pemberian pukan kuda + pupuk hayati terlihat bahwa pada dosis 90 t/ha pukan kuda memberikan perbedaan hasil nyata dengan kontrol (20 t/ha pukan kuda+pupuk

kimia buatan NPK). Pemberian dosis di atas 90 t/ha pukan kuda + pupuk hayati tidak memberikan peningkatan hasil panen selada, bahkan cenderung menurun (Tabel 8).

Dari hasil tersebut dapat dikemukakan bahwa pemberian pukan yang tinggi dan mikroba berguna tanpa pupuk kimia buatan meningkatkan hasil panen tanaman selada. Tanaman selada merupakan tanaman sayuran daun sukulen atau tanaman daun yang mengandung air, jadi faktor yang dominan dari jenis tanaman tersebut adalah kandungan airnya. Dengan perkataan lain dapat dikemukakan bahwa pemberian pukan kuda baik dengan atau tanpa mikroba berguna dapat meningkatkan kandungan air tanaman selada. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 8 di mana berat kering tanaman selada tidak dipengaruhi oleh perlakuan pukan kuda dan pupuk hayati.

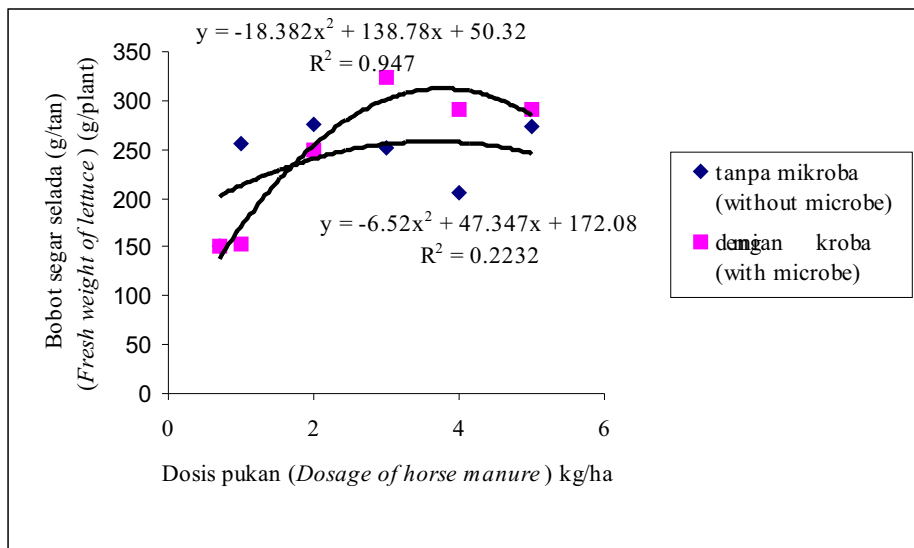
Hubungan antara dosis pukan (dengan atau tanpa pupuk hayati) dengan bobot buah cabai ditunjukkan pada Gambar 1. Kurva hubungan antara pukan (dengan maupun tanpa pupuk hayati) dengan bobot buah cabai bersifat kuadratik dengan persamaan $Y = 172,08 + 47,347X - 6,52X^2$ (tanpa pupuk mikroba) dan $Y = 50,32 + 138,78X - 18,382X^2$ (dengan pupuk mikroba). Dosis maksimum yang diperoleh dari kedua persamaan tersebut ternyata hampir sama

Tabel 7. Pengaruh pukan kuda dan pupuk mikroba terhadap serapan hara tanaman Selada (*Effect of horse manure and biofertilizer on nutrient uptake of lettuce*)

Perlakuan (Treatments)	Serapan hara (Nutrient uptake), g/tan (g/plant)		
	N	P	K
0,7 kg pukan kuda + 33 g NPK/pot (0.7 kg horse manure + 33 g NPK/pot)	0,286 a	0,039 a	0,488 a
1 kg pukan kuda/pot (1 kg horse manure/pot)	0,277 a	0,032 a	0,570 a
2 kg pukan kuda/pot (2 kg horse manure/pot)	0,306 a	0,044 a	0,745 a
3 kg pukan kuda/pot (3 kg horse manure/pot)	0,322 a	0,043 a	0,562 a
4 kg pukan kuda/pot (4 kg horse manure/pot)	0,289 a	0,031 a	0,666 a
5 kg pukan kuda/pot (5 kg horse manure/pot)	0,281 a	0,040 a	0,616 a
1 kg pukan kuda/pot + mikroba (1 kg horse manure/pot + microbe)	0,211 a	0,023 a	0,399 a
2 kg pukan kuda/pot + mikroba (2 kg horse manure/pot + microbe)	0,215 a	0,031 a	0,439 a
3 kg pukan kuda/pot + mikroba (3 kg horse manure/pot + microbe)	0,454 a	0,057 a	0,876 a
4 kg pukan kuda/pot + mikroba (4 kg horse manure/pot + microbe)	0,344 a	0,045 a	0,638 a
5 kg pukan kuda/pot + mikroba (5 kg horse manure/pot + microbe)	0,320 a	0,045 a	0,538 a
CV (%)	31,3	32,3	30,1

Tabel 8. Pengaruh pupuk kuda dan pupuk mikroba terhadap berat basah dan berat kering tanaman selada (*Effect of horse manure and biofertilizer on fresh and dry weight of lettuce*)

Perlakuan (Treatments)	Berat basah (Fresh weight) g/tan (g/plant)	Berat kering (Dry weight) g/tan (g/plant)
0,7 kg pupuk kuda + 33 g NPK/pot (0.7 kg horse manure + 33 g NPK/pot)	151,3 d	6,9 a
1 kg pupuk kuda/pot (1 kg horse manure/pot)	256,0 abc	7,5 a
2 kg pupuk kuda/pot (2 kg horse manure/pot)	275,7 ab	9,7 a
3 kg pupuk kuda/pot (3 kg horse manure/pot)	251,7 abc	9,0 a
4 kg pupuk kuda/pot (4 kg horse manure/pot)	205,3 bc	7,6 a
5 kg pupuk kuda/pot (5 kg horse manure/pot)	274,0 ab	7,8 a
1 kg pupuk kuda/pot + mikroba (1 kg horse manure/pot + microbe)	154,0 c	5,7 a
2 kg pupuk kuda/pot + mikroba (2 kg horse manure/pot + microbe)	249,7 abc	6,1 a
3 kg pupuk kuda/pot + mikroba (3 kg horse manure/pot + microbe)	324,3 a	12,7 a
4 kg pupuk kuda/pot + mikroba (4 kg horse manure/pot + microbe)	290,7 ab	9,7 a
5 kg pupuk kuda/pot + mikroba (5 kg horse manure/pot + microbe)	290,7 ab	8,9 a
KK (CV) %	12,5	14,6



Gambar 2. Hubungan antara pupuk (dengan dan tanpa mikroba) dengan bobot segar selada (*Relationship between horse manure with and without microbe and fresh weight of lettuce yield*)

yaitu sekitar 3,6-3,8 kg pupuk/plot atau setara dengan 108-114 t/ha pupuk kuda.

KESIMPULAN

1. Pemberian pupuk kuda dan pupuk hayati (mikoriza, lactobacillus, dan saccharomyces) meningkatkan tinggi tanaman dan hasil panen selada (bobot basah tanaman) serta
2. Inokulasi mikroba berguna (mikoriza, lactobacillus, dan saccharomyces) dari pupuk hayati cenderung meningkatkan efektivitas penggunaan pupuk kandang kuda.

3. Kurva hubungan antara pukan kuda (dengan maupun tanpa pupuk hayati) bersifat kuadratik dengan dosis pukan maksimum sekitar 4,3-4,4 kg/plot atau setara dengan 129-132 t/ha. Namun dosis 90 t/ha pukan kuda saja atau 60 t/ha pukan kuda + pupuk hayati tanpa pupuk kimia buatan NPK merupakan dosis yang paling efisien dalam menghasilkan buah cabai karena tidak berbeda nyata dengan dosis 120-150 t/ha.
4. Kurva hubungan antara pukan kuda (dengan maupun tanpa pupuk hayati) bersifat kuadratik dengan dosis pukan maksimum sekitar 3,6-3,8 kg/plot atau setara dengan 108-114 t/ha. Namun pemberian pukan kuda sebesar 30 t/ha merupakan dosis yang paling efisien dalam menghasilkan bobot segar selada karena tidak berbeda nyata dengan dosis 60-150 t/ha.
5. Residu pukan kuda di dalam tanah mempunyai kandungan unsur hara yang masih tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk penanaman sayuran pada musim berikutnya.
7. Gaur, A.C. 1980. Phospo-microorganisms and various transformations. In *Compost Technology Project Field Document* No. 13 FAO.
8. Iyamuremye, F., R. P. Dick, and J. Baham. 1996. Organic amendments and phosphorus dynamics: I. Phosphorus chemistry and sorption. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 161:426-435.
9. Kundu, B.S. and A.C. Gaur. 1980. Establishment of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of wheat crop. *Plant and Soil.* 57:223-230
10. McLaren, A. Douglas. 1996. Steady state studies of nitrification in soil : Theoretical considerations. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33:273-276.
11. Mosse, B. 1996. Mycorrhiza in a sustainable agriculture. *Biol. Agric. Hort.* 3:191-209.
12. Nor Rani dan A. R. Anuar. 1995. Keberkesanan effective microorganisms dan pengapuran terhadap pembebasan nutrien oleh bahan organik pada tanah seri Bungor (*Effect of effective microorganisms, liming and organic matter sources on selected nutrient content of Bungor soil series*). Agric. B.Sc. Thesis. Universiti Pertanian Malaysia. Unpublished.
13. Parr, J.F. and G.B. Wilson. 1980. Recycling organic wastes to improve soil productivity. *Hort. Sci.* 15 (3): 162-166
14. Piyadasa, E.R., E.R., K.B. Attanayake, A.D.A. Ratnayake and V. R. Sangakara. 1993. The role of effective microorganisms in releasing nutrients from organic matter. *Proc. Second Intl. Conference of Effective Microorganisms*. Kyusei Nature Farming Center Saaburi, Thailand : 7-14.
15. Purwani, J., T. Prihatini, S. Komariah, dan R. Hidayat. 1998. Pengaruh jenis bokashi terhadap kandungan unsur hara tanah, populasi mikroba dan hasil padi di lahan sawah. Hlm. 251-265 dalam *Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat*. Bogor, 10-12 Februari 1998. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
16. Sharma, G.C. and A.J. Patel. 1978. Effect of nine controlled release fertilizers on chrysanthemum growth and foliar analysis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 (3):148-150
17. Sturz, A.V. and J. Novak. 2000. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. *Applied Soil Eco.* 15:183-190.
18. Suyono, A.D., S. Djakasutami, dan A. Madjid. 1993. Rekayasa tanah dan dampaknya terhadap lingkungan : Penggunaan inokulasi mikroba pelarut fosfat. *J. Agric.* 4: 9-18.
19. Tandon, H.L.S. 1990. Where rice devours the land. *Ceres*, 126:25-26

PUSTAKA

1. Alagawadi, A.R. and A.C. Gaur. 1988. Associative effect of rhizobium and phosphate solubilizing bacteria on the yield and nutrient uptake of chickpea. *Plant and Soil.* 105:241-246
2. Baylis, G.T.S. 1970. Root hairs and phycomycetous mycorrhizas in phosphorus-deficient soil. *Plant and Soil.* 33:713-716.
3. Benbrook, C.M. 1991. In board on national research council. *sustainable agric. research and education in the field*. Proc.National Academic Press. Washington D.C:1-10.
4. Bethlenfalvey, G.J., J.M. Ulrich and M.S. Brown. 1985. Plant response to mycorrhizal fungi : host, endophyte and soil effects. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:1164-1168.
5. Cassman, K.G., G.C. Gines, M.A. Dizon, M.I. Samson, and J.M. Alcantara. 1996. Nitrogen-use efficiency in tropical lowland rice systems. Contribution from indigenous and applied nitrogen. In *Training Source Book. Strategic Research in Integrated Nutrient Management Course (SRINM)*, 18 March - 26 April 1996. IRRI.
6. Ganry, F., H.G. Diem and Y.R. Dommergues. 1982. Effect of inoculation with *Glomus mosseae* on nitrogen fixation by fieldgrown soybeans. *Plant and Soil.* 68:321-329.