

Pengelolaan Hara dan Tanaman untuk Mendukung Usahatani Cabai Merah Menggunakan Input Luar Rendah di Dataran Tinggi (*Plant and Nutrient Managements to Support Chili Pepper Cultivation by Using Low External Input/High Output System in Highland*)

Sumarni, N, Setiawati, W, dan Hudayya, A

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung Barat 40791

E-mail : sumarni.nani41@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 20 Maret 2014 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 30 Mei 2014

ABSTRAK. Usahatani cabai merah konvensional dengan menggunakan input pupuk kimia yang tinggi memberikan dampak pada penurunan produktivitas lahan dan tanaman cabai merah, serta pencemaran lingkungan. Karena itu perlu dicari teknologi alternatif ramah lingkungan menggunakan input luar rendah dengan mengganti sebagian input pupuk kimia sintetik dengan bahan organik, alami, dan hayati (mikroorganisme berguna), serta menggunakan sistem tanam ganda. Penelitian dilakukan di dataran tinggi Lembang dari bulan Maret sampai dengan Oktober 2013 menggunakan cabai merah varietas Kencana. Tujuan penelitian ialah untuk menghasilkan sistem tanam dan pengelolaan hara yang tepat untuk meningkatkan hasil cabai merah dalam usahatani dengan input luar rendah. Rancangan penelitian menggunakan rancangan petak terpisah dengan tiga ulangan. Petak utama ialah sistem tanam cabai merah (a_1 = cabai merah monokultur, a_2 = tumpang Sari cabai merah + kubis bunga, dan a_3 = tumpang Sari cabai merah + buncis tegak). Anak petak ialah pengelolaan hara (b_1 = 30 t/ha pupuk kandang + 1.000 kg/ha pupuk NPK, b_2 = 30 t/ha kompos pupuk kandang + 750 kg/ha pupuk NPK, b_3 = 30 t/ha kompos sisa-sisa tanaman + 500 kg/ha pupuk NPK, dan b_4 = 30 t/ha kompos campuran pupuk kandang dan sisa-sisa tanaman yang diperkaya + 250 kg/ha pupuk NPK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara sistem tanam dan pengelolaan hara terhadap pertumbuhan tanaman, serapan hara, dan hasil buah cabai merah. Sistem tanam tumpang Sari cabai merah + kubis bunga dan cabai merah + buncis tegak umumnya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman, dan serapan hara, serta hasil buah tanaman cabai merah dibandingkan dengan sistem tanam cabai merah monokrop. Perbedaan pengelolaan hara berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan bobot kering tanaman, serapan hara P dan Mg, serta hasil bobot buah cabai merah. Bobot buah cabai merah tertinggi diperoleh dengan sistem tanam cabai merah monokultur dengan pemberian 30 t/ha kompos pupuk kandang + 750 kg/ha pupuk NPK, yaitu 64 kg/42 m², sedangkan sistem tanam tumpang Sari cabai merah + buncis dan pengelolaan hara 30 t/ha kompos sisa-sisa tanaman + 500 kg/ha pupuk NPK walaupun memberikan hasil buah cabai merah yang lebih rendah (54 kg/42 m²) tetapi lebih baik karena mempunyai tingkat pengembalian marginal tertinggi. Aplikasi hasil penelitian ini dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan meningkatkan produktivitas lahan yang sejalan dengan prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan.

Katakunci : *Capsicum annuum*; Sistem tanam; Bahan organik; NPK; Hasil

ABSTRACT. Production of chili pepper have been considered to use high chemical inputs than have a significant impact on soil and crop productivities decline, and environmental pollution, so there is need to look an alternative technology which is more environmentally safe by replacing some chemical input with natural product such organic matters, effective microorganism, and using multiple cropping system. The experiment has been conducted in highland of Lembang from March to October 2013 by using chili pepper Kencana variety. The objective of this experiment was to find out the best planting system and nutrient management to increase yield of hot pepper under low external input technology. The experiment arranged in a split plot design with three applications. Main plot were planting systems of hot pepper (a_1 = monocropping of chili pepper, a_2 = intercropping of chili pepper + cauliflower, and a_3 = intercropping of chili pepper + bean). Sub plot were nutrient managements (b_1 = 30 t/ha of stable manure + 1.000 kg/ha of NPK, b_2 = 30 t/ha stable manure compost + 750 kg/ha of NPK, b_3 = 30 t/ha of plant residues compost + 500 kg/ha NPK, and b_4 = 30 t/ha of (stable manure, plant residues, tintonia) compost + 250 kg/ha of NPK. The results showed that there no interaction effect of planting systems and nutrient managements on plant growth, nutrient uptakes, yield of chili pepper. Planting system of intercropping of chili pepper + cauliflower and chili pepper + bean did not significantly different on plant growth, nutrient uptakes and yield of chili pepper compared to monocropping of chili pepper. Nutrient managements affected on plant height, P and Mg uptakes, and yield of chili pepper. The highest yield (64 kg/42 m²) was obtained by 30 t/ha of stable manure compost + 750 kg/ha of NPK. But, the application of 30 t/ha plant residues compost + 500 kg/ha of NPK was economically more benefit than the other treatments for chili pepper production on Andisol soil. The application of this experiment result can decrease anorganic fertilizer used and increase land productivity that is agree with sustainable agriculture.

Keyword : *Capsicum annuum*; Planting system; Organic matters; NPK; Yield

Sistem usahatani cabai merah konvensional dengan menggunakan input pupuk kimia sintetik (pupuk buatan) dalam takaran tinggi dapat meningkatkan hasil

panen cabai merah, namun menimbulkan masalah seperti terjadinya pengerasan lahan, pengurangan unsur hara mikro, pencemaran air tanah, dan berkembangnya

hama dan penyakit tertentu, serta akhirnya berdampak menurunnya produktivitas lahan dan tanaman. Dengan kata lain penggunaan pupuk buatan dalam takaran tinggi secara terus menerus tidak ramah lingkungan dan tidak berkelanjutan (Reijntjes *et al.* 1999, Narkhede *et al.* 2011, Fawzy *et al.* 2012). Oleh karena itu, perlu adanya terobosan teknologi alternatif yang bertujuan untuk mengurangi input pupuk buatan, melestarikan kesuburan lahan, meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil, serta meningkatkan pendapatan petani. Salah satunya melalui sistem pertanian dengan menggunakan input luar (bahan kimia sintetik) rendah, yaitu perbaikan kesuburan lahan dilakukan dengan memanfaatkan bahan-bahan organik, alami, dan hayati (mikroorganisme berguna).

Penggunaan pupuk organik (alami) pada dasarnya mendorong dan meningkatkan daur ulang biologis dalam sistem usahatani yang melibatkan mikroorganisme, flora, dan fauna tanah. Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa pemberian pupuk organik (alami) pada tanaman cabai merah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, cabang, jumlah daun dan panjang daun), memengaruhi laju pertumbuhan akar dan batang, pembentukan daun dan peningkatan kandungan pigmen fotosintesis, serta meningkatkan kualitas dan hasil cabai merah (Suwandi & Rosliani 2004, Aracon *et al.* 2005, Ewulo *et al.* 2007, Awodum *et al.* 2007, Amor & Del 2007, Narkhede *et al.* 2011, Huez-Lopez *et al.* 2011, Szafirowska & Elkner 2008, Berova & Karanatsidi 2008). Peningkatan pertumbuhan dan hasil cabai merah tersebut disebabkan karena pupuk organik tidak hanya menambah unsur hara bagi tanaman, tetapi juga menciptakan kondisi tanah yang sesuai untuk tanaman dengan memperbaiki areasi, mempermudah penetrasi akar ke dalam tanah, memperbaiki kapasitas menahan air, meningkatkan pH tanah, kapasitas tukar kation dan serapan hara, menurunkan Al-dd yang toksik bagi tanaman, struktur tanah jadi remah (Sukristiyonubowo *et al.* 1993, Abdurachman *et al.* 1999), tanpa terjadinya akumulasi senyawa toksik pada lahan dan air tanah (Vlahova & Oopov 2013). Pupuk organik berupa pupuk kandang atau kompos mengandung unsur hara lengkap tapi konsentrasinya rendah. Oleh karena itu perlu inokulasi mikroorganisme yang dapat mempercepat perombakan dan pelepasan hara pupuk organik, membantu menambat N dan melarutkan P di dalam tanah, sehingga siap untuk diserap tanaman (Mujiyati & Supriyadi 2009). Penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati selain dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil, dan kualitas hasil cabai merah (Ghoname & Shafeek 2005, Reyes *et al.* 2008, Malgorzata & Georgios 2008, Fawzy *et al.* 2012), juga dapat mengurangi penggunaan pupuk NPK (Rosliani *et al.* 2004, Widawati *et al.* 2010, Suliasih *et al.* 2010).

Penggunaan pupuk kandang telah biasa dilakukan oleh petani sayuran. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan pupuk kandang untuk cabai merah berkisar antara 20–30 t/ha, di samping pupuk NPK sebanyak 1.000 kg/ha (Hilman & Suwandi 1992, Rosliani & Sumarni 1996). Namun ketersediaan pupuk kandang bermutu masih terbatas dan harganya cukup mahal. Sementara itu banyak limbah-limbah pertanian lainnya yang potensial untuk digunakan sebagai pupuk organik tetapi belum dimanfaatkan untuk produksi cabai merah, diantaranya limbah kebun, rumput-rumputan, dan titonia. Penambahan pupuk hayati atau mikroorganisme berguna seperti *Trichoderma*, *Azotobacter*, dan *Azospirillum* serta mikoriza dapat mempercepat proses dekomposisi dan pelepasan hara bahan organik (Mujiyati & Supriyadi 2009, Widawati *et al.* 2010, Suliasih *et al.* 2010). Pengayaan dengan bahan-bahan alami seperti dolomit, abu sekam padi, dan fosfat alam dapat meningkatkan kualitas pupuk organik.

Upaya memaksimalkan produksi dengan input luar rendah, dan sekaligus meminimalkan risiko dan melestarikan sumber daya alam dapat dilakukan dengan sistem tanam ganda (tumpangsari). Keuntungan sistem tanam tumpangsari antara lain mengurangi erosi, memperbaiki struktur dan tata air tanah, memperkaya kandungan hara (terutama N dan bahan organik), mengurangi pengolahan tanah, mengurangi populasi hama dan penyakit, serta mempertinggi daya guna tanah dan pendapatan petani (Reijntjes *et al.* 1999). Di dataran tinggi, cabai merah dapat ditumpangsarikan dengan kubis, tomat, selada, dan buncis. Walaupun hasil cabai merah pada sistem tanam monokultur lebih tinggi daripada sistem tanam tumpangsari. Namun dari segi pendapatan, sistem tanam tumpangsari memberikan pendapatan yang lebih tinggi daripada sistem tanam monokultur (Suwandi *et al.* 2003, Sumarni *et al.* 2005, Setiawati *et al.* 2008).

Penelitian bertujuan mendapatkan sistem tanam dan pengelolaan hara yang tepat untuk meningkatkan hasil cabai merah dengan input luar rendah. Hipotesis penelitian ialah kombinasi sistem tanam dan pengelolaan hara yang paling tepat akan memberikan hasil panen cabai merah yang tinggi dan secara ekonomis menguntungkan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sayuran Lembang (1.250 m dpl.) dengan jenis tanah Andisol, dari bulan Maret sampai Oktober 2013. Rancangan percobaan yang digunakan ialah

rancangan petak terpisah, dengan tiga ulangan. Petak utama : sistem tanam (A), terdiri atas a_1 = cabai merah monokultur (sebagai kontrol), a_2 = cabai merah + kubis bunga, dan a_3 = cabai merah + buncis. Anak petak : pengelolaan hara (B), terdiri atas b_1 = 30 t/ha pupuk kandang + 1.000 kg/ha pupuk NPK (kontrol), b_2 = 30 t/ha kompos pupuk kandang + 750 kg/ha pupuk NPK, b_3 = 30 t/ha kompos sisa-sisa tanaman dan tironia + 500 kg/ha pupuk NPK, dan b_4 = 30 t/ha kompos campuran pupuk kandang, sisa tanaman dan tironia yang diperkaya + 250 kg/ha NPK/ha.

Sebelum disemai, benih cabai merah (varietas Kencana) direndam dengan air hangat (50°C) selama 30 menit kemudian disemai pada bedengan persemaian yang ditutup dengan kain kasa untuk melindungi bibit dari serangan OPT. Bibit cabai merah dibumbun, dan umur 5 minggu setelah semai ditanam pada bedengan-bedengan percobaan yang diberi mulsa plastik hitam perak dengan jarak tanam 50 x 70 cm. Luas petak percobaan 10 x 4,2 m = 42 m² (120 tanaman/petak). Pupuk kandang ataupun sisa-sisa tanaman (rumput-rumputan, sisa panen sayuran, dan tironia) dikomposkan dengan menggunakan M-Dek (mengandung campuran *Trichoderma* sp., *Aspergillus niger*, dan *Trametes* sp.). Untuk kompos campuran pupuk kandang dan sisa-sisa tanaman kemudian diperkaya dengan abu sekam padi (w/w 0,5%), pupuk hayati Biotricho (w/w 0,2%), dolomit (w/w 0,2%), dan fosfat alam (w/w 0,25%). Pupuk organik diaplikasikan sebelum tanam, yaitu dengan cara disebar pada jalur-jalur penanaman dan diaduk dengan tanah. Pupuk NPK (16-16-16) diberikan sebelum tanam (2/3 dosis) dengan cara disebar pada larikan. Sisanya (1/3 dosis) diberikan dengan cara dicor, yaitu pupuk dilarutkan dalam air (2 g/l) kemudian disiramkan pada lubang tanaman (100-200 ml/tanaman) tiap 10 hari yang dimulai pada umur tanaman 1 bulan sejak tanam. Pengendalian hama penyakit dilakukan berdasarkan konsep PHT.

Parameter yang diamati meliputi:

1. Analisis kimia tanah sebelum dan sesudah percobaan (C-organik, N-total, C/N, pH, P, K, Ca, dan Mg), serta analisis pupuk kandang dan kompos (C-organik, N-total, C/N, Kadar air, pH, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe, dan logam berat (Pb). Penetapan kandungan C-organik tanah atau pupuk organik dengan metode Kormier, N-total dengan Kjeldahl, pH dengan pH elektrometrik, P dengan Bray 1, Ca dan Mg dengan Amonium Asetat pH 7 1N, dan K, Ca, Zn dan Fe dengan Morgan Venema pH 4,8.
2. Pertumbuhan tanaman cabai merah (tinggi tanaman, lebar kanopi, jumlah batang, jumlah bunga, luas daun, dan bobot kering tanaman per tanaman) pada

pertumbuhan tanaman maksimum. Tinggi tanaman diukur dengan meteran dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tertinggi. Lebar kanopi diukur lebar dengan meteran, yaitu dengan menjumlahkan diameter tanaman horizontal dan vertikal dibagi dua. Jumlah batang dan jumlah bunga dihitung banyaknya batang utama dan banyaknya bunga per tanaman. Luas daun diukur dengan *leaf area meter*. Bobot kering tanaman diukur dengan cara mengeringkan seluruh organ tanaman dalam oven (85°C) selama beberapa hari sampai mencapai bobot kering konstan.

3. Serapan hara N, P, K, Ca, dan Mg, yaitu konsentrasi N, P, K, Ca, dan Mg dalam tanaman x bobot kering tanaman. Konsentrasi N, P, K, Ca, dan Mg dalam tanaman ditetapkan dengan cara melarutkan ± 250 mg bahan kering tanaman yang ditumbuk dalam H₂SO₄ dan selanjutnya dioksidasi dengan H₂O₂. Pengukuran konsentrasi N, P, K, Ca, dan Mg dilakukan dengan metode Kjeldahl, spektrofotometrik, dan flamefotometrik.
4. Hasil buah, yaitu bobot buah total per plot, bobot 10 buah, panjang buah, dan susut bobot buah dari panen sampai 14 hari setelah panen.
5. Intensitas serangan hama dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

dimana:

- I = Intensitas serangan (%)
n = Jumlah tanaman yang memiliki nilai (skor) yang sama
v = Nilai (skor) tiap kategori serangan
N = Jumlah tanaman yang diamati
Z = Nilai (skor) tertinggi

Nilai (skor) untuk serangan hama ialah :

- 0 = Tidak ada serangan
1 = Kerusakan tanaman >0 - ≤ 25%
3 = Kerusakan tanaman >25 - ≤ 50 - 50%
5 = Kerusakan tanaman >50 - ≤ 75 - 75%
7 = Kerusakan tanaman >75%

6. Kelayakan finansial teknologi pengelolaan hara dan tanaman menggunakan analisis anggaran partial.

Data-data dianalisis dengan menggunakan Uji F dan Uji BNT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Tanah Awal Percobaan

Tanah percobaan (jenis Andisol) bersifat masam dengan kandungan C-organik tanah sangat tinggi dan N total tanah tergolong tinggi. Dekomposisi tanah berjalan baik yang ditandai dengan C/N ratio yang rendah. Kandungan P-tersedia tanah tergolong sangat rendah, dan K-tersedia tanah tergolong sedang. Kandungan Ca dan Mg tanah juga tergolong rendah dan sangat rendah (Tabel 1). Dari hasil analisis tanah awal tersebut tampaknya yang menjadi faktor pembatas pada tanah Andisol ialah kandungan hara P dan basa-basa tanah yang rendah.

Hasil analisis pupuk organik yang digunakan, yaitu pupuk kandang kuda (b_1), kompos pupuk kandang kuda (b_2), kompos sisa-sisa panen sayuran + rumput-rumputan + titonia (b_3), dan kompos campuran pupuk kandang + sisa-sisa panen sayuran + rumput-rumputan + titonia yang diperkaya, (b_4) menunjukkan bahwa ke empat pupuk organik tersebut mempunyai kadar air yang tinggi, kandungan C-organik dan N-total yang rendah dari pada persyaratan minimal pupuk organik (Tabel 2). Kandungan hara makro (P, K, Ca, Mg,) juga masih rendah, sedangkan hara lainnya (Fe, Mn, Cu, Zn, dan logam berat Pb) sudah cukup baik (Tabel 2). Untuk penggunaan pupuk organik tersebut perlu dosis yang tinggi agar diperoleh hasil tanaman yang optimum.

Tabel 1. Beberapa sifat kimia tanah awal percobaan (Some chemical characteristics of Andisol soil before experiment)

Sifat kimia tanah (Chemical characteristics)	Nilai analisis (Analysis values)	Kriteria (Criteria)
pH (H ₂ O)	4,80	Asam (Acid)
pH (KCl)	4,40	Asam (Acid)
C-rganik (%)	5,80	Sangat tinggi (Very high)
N-total (%)	0,72	Tinggi (High)
C/N	8	Rendah (Low)
P ₂ O ₅ – Bray 1 (ppm)	3,80	Sangat rendah (Very low)
K – Morgan (ppm)	181,50	Sedang (Medium)
Ca (cmol+)/kg)	2,70	Rendah (Low)
Mg (cmol+)/kg)	0,27	Sangat rendah (Very low)

Laboratorium Penguji Balai Penelitian Sayuran 2013

Tabel 2. Sifat kimia pupuk organik yang digunakan (Chemical characteristics of organic fertilizers used)

Sifat kimia (Chemical characteristics)	Jenis pupuk organik (Kinds of organic fertilizers)				*Syarat minimal pupuk organik (Minimal standar of organic fertilizer)
	Pupuk kandang (Stable manure) (b ₁)	Kompos pupuk kandang (Stable manure compost) (b ₂)	Kompos sisa-sisa tanaman + titonia (Plant residues compost) (b ₃)	Kompos pupuk kandang+sisa tanaman yang diperkaya (Enrichment stable manure + plant residues compost) (b ₄)	
pH (H ₂ O)	7,86	8,22	8,23	7,67	4-8
pH (KCl)	7,53	7,91	7,82	7,31	-
Kadar air (%)	69,67	69,86	64,30	48,46	15-25
C-organik (%)	10,32	10,45	9,87	10,71	≥ 12
N-total (%)	0,45	0,43	0,55	0,57	≤ 6
C/N	23	24	18	19	15-25
P ₂ O ₅ (%)	0,39	0,48	0,49	0,58	≤ 6
K ₂ O (%)	0,20	0,48	0,49	0,45	≤ 6
CaO (%)	0,54	0,43	0,44	0,71	-
MgO (%)	0,19	0,24	0,24	0,26	-
Fe (ppm)	2795	2722	5983	8878	0-8000
Mn (ppm)	175	198	407	423	0-5000
Cu (ppm)	12	14	21	32	0-5000
Zn (ppm)	43	32	47	55	0-5000
Pb (ppm)	7,71	10,39	16,71	20,09	≤ 50

Laboratorium Penguji Balai Penelitian Tanaman Sayuran 2013

*Peraturan Menteri Pertanian 200

Pertumbuhan Vegetatif Tanaman

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman (tinggi tanaman, lebar kanopi, jumlah batang, luas daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman) cabai merah disajikan pada Tabel 3, 4, dan 5. Semua parameter pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah yang diamati tidak dipengaruhi oleh interaksi antara sistem tanam dan pengelolaan hara. Ini berarti sistem tanam dan pengelolaan hara tidak saling memengaruhi dalam menentukan pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah.

tumbuh melebar dibandingkan tanaman kubis bunga, sehingga pertumbuhan tanaman buncis menghambat pertumbuhan lebar kanopi tanaman cabai merah. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Soetiarso & Setiawati (2010) bahwa sistem tanam tumpangsari cabai merah dan kubis tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman cabai merah.

Perbedaan pengelolaan hara berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (kecuali pada umur 30 dan 58 hari setelah tanam (HST) (Tabel 3), lebar kanopi tanaman sampai umur 44 HST (Tabel

Tabel 3. Rerata tinggi tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The average of plant height on chili pepper at different treatments*) Lembang 2013

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Tinggi tanaman pada umur tanaman (<i>Plant height at plant ages</i>), cm HST (<i>DAP</i>)					
	30	37	44	51	58	65
Sistem tanam (<i>Planting systems</i>) (A)						
a ₁	14,35 a	21,08 a	35,19 a	55,80 a	66,27 a	73,11 a
a ₂	14,44 a	21,31 a	34,77 a	54,27 a	65,99 a	74,66 a
a ₃	14,52 a	21,20 a	34,32 a	53,49 a	64,04 a	72,68 a
Pengelolaan hara (<i>Nutrient managements</i>) (B)						
b ₁	14,49 a	22,17 a	36,00 a	56,09 a	66,40 a	74,88 a
b ₂	14,52 a	21,28 ab	35,17 ab	55,9 a	66,16 a	74,28 ab
b ₃	14,10 a	20,45 b	32,86 b	52,10 b	64,62 a	72,04 b
b ₄	14,62 a	20,88 ab	35,01 ab	53,99 ab	64,56 a	72,72 ab
KK (CV), %	6,20	8,14	8,70	6,38	4,23	3,84

HST (Hari setelah tanam) = DAP (*Days after planting*)

Perbedaan sistem tanam tidak nyata berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (Tabel 3), jumlah batang, luas daun, jumlah bunga, bobot segar, dan bobot kering tanaman cabai merah (Tabel 5). Hal ini karena penanaman kubis bunga dan buncis pada sistem tanam tumpangsari cabai merah+kubis bunga (b₂) dan cabai merah+buncis (b₃) dilakukan 60 hari setelah tanam cabai merah dimana pertumbuhan tanaman cabai merah sudah cukup tinggi, sehingga tidak menimbulkan persaingan yang berarti di antara tanaman cabai merah dan kubis bunga atau buncis dalam pengambilan cahaya matahari, unsur hara, dan air, sehingga tidak menghambat pertumbuhan tanaman dan pembentukan bunga tanaman cabai merah. Oleh karena itu, semua parameter pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah tidak beda nyata pada semua sistem tanam. Namun, perbedaan sistem tanam berpengaruh terhadap lebar kanopi tanaman cabai merah (Tabel 4). Sistem tanam tumpangsari cabai merah+buncis (b₃) menyebabkan penurunan lebar kanopi tanaman cabai merah. Hal ini karena tanaman buncis lebih cepat

4), dan bobot kering tanaman cabai merah (Tabel 5) sedangkan terhadap jumlah batang, luas daun, jumlah bunga, dan bobot segar tanaman cabai merah, pengaruh perbedaan pengelolaan hara tidak nyata (Tabel 5). Secara umum tampak pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah (tinggi tanaman, lebar kanopi, jumlah batang, luas daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman) paling tinggi diperoleh dengan pemberian pupuk kandang + 1.000 kg/ha NPK (b₁), kemudian diikuti dengan pemberian kompos pupuk kandang + 750 kg/ha NPK (b₂), dan pemberian kompos sisa-sisa tanaman dan titonia + 500 kg/ha NPK (b₃), sedangkan pemberian kompos campuran pupuk kandang dan sisa-sisa tanaman dan titonia yang diperkaya + 250 kg/ha NPK (b₄) memberikan pertumbuhan vegetatif tanaman yang rendah (Tabel 3, 4, dan 5). Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian 30 t/ha pupuk organik (kompos sisa-sisa tanaman dan titonia) dengan pengurangan pupuk NPK sampai 50% tidak banyak mengurangi pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah. Hasil-hasil tersebut dapat disebabkan karena

penambahan pupuk organik tanpa/dengan pupuk hayati dapat meningkatkan kandungan N total, P-tersedia, Ca-dd, Mg-dd, dan K-dd dalam tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman meningkat (Awondum *et al.* 2007). Meningkatnya kandungan hara tersebut dapat mengurangi pemberian pupuk NPK pada cabai merah (Rosliani & Sumarni 2009).

Hasil-hasil tersebut juga menunjukkan bahwa tanaman cabai merah sangat responsif terhadap pemberian pupuk NPK (terutama N) (Park *et al.* 2009). Hal ini karena peranan penting hara N dalam sintesis klorofil, enzim, dan protein yang dibutuhkan untuk peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman (Akande

et al. 2007, Ning *et al.* 2010). Pengurangan pupuk NPK > 50% walaupun diberi pupuk organik, tampaknya tanaman kekurangan hara yang menyebabkan proses fotosintesis terganggu, sehingga terjadi penurunan pertumbuhan tanaman (terutama bobot kering tanaman).

Serapan Hara Tanaman

Serapan hara N, P, K, Ca, dan Mg tanaman cabai merah saat pertumbuhan maksimum (panen cabai merah pertama) tidak nyata dipengaruhi oleh interaksi antara sistem tanam dan pengelolaan hara. Sistem tanam juga tidak nyata berpengaruh terhadap serapan hara N, P, K, Ca, dan Mg tanaman cabai merah

Tabel 4. Rerata lebar kanopi tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The average of canopy width on chili pepper at different treatments*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Lebar kanopi pada umur tanaman (<i>Canopy width at plant ages</i>), HST (<i>DAP</i>)					
	30	37	44	51	58	65
Sistem tanam (<i>Planting systems</i>)						
a ₁	10,46 a	14,57 a	26,64 a	39,71 a	47,63 a	58,15 a
a ₂	10,55 a	14,45 a	26,52 a	38,18 a	48,48 a	59,54 a
a ₃	10,58 a	13,28 b	26,22 a	39,11 a	46,87 a	55,16 b
Pengelolaan hara (<i>Nutrient managements</i>)						
b ₁	10,66 ab	14,79 a	26,93 a	39,72 a	47,73 a	58,72 a
b ₂	10,82 a	14,34 ab	26,99 a	39,48 a	48,20 a	58,72 a
b ₃	10,01 b	13,57 b	25,32 b	37,94 a	46,76 a	56,29 a
b ₄	10,63 ab	13,70 b	26,58 ab	38,86 a	47,96 a	56,73 a
KK (CV), %	7,70	5,96	5,73	6,49	6,11	5,07

Tabel 5. Rerata jumlah batang, luas daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The average of main stems, leaf area, fresh and dry weight of chili pepper plant at different treatments*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Jumlah batang per tanaman (<i>Stem number per plant</i>)	Luas daun per tanaman (<i>Leaf areas per plant</i>) cm ²	Jumlah bunga per tanaman (<i>No. of flower per plant</i>)	Bobot segar tanaman (<i>Fresh weight per plant</i>) g	Bobot kering tanaman (<i>Dry weight per plant</i>), g
Sistem tanam (<i>Planting systems</i>)					
a ₁	11,75 a	2.354,55 a	144,92 a	651,63 a	124,48 a
a ₂	13,00 a	2.343,82 a	103,67 a	719,98 a	132,75 a
a ₃	27,92 a	2.449,76 a	144,58 a	664,13 a	119,92 a
Pengelolaan hara (<i>Nutrient managements</i>)					
b ₁	33,22 a	2.699,09 a	134,44 a	807,50 a	156,68 a
b ₂	13,11 a	2.273,87 a	115,33 a	636,35 a	108,61 b
b ₃	12,56 a	2.708,36 a	176,56 a	664,49 a	123,56 ab
b ₄	11,33 a	1.849,52 a	97,89 a	605,96 a	114,02 b
KK (CV), %	29,95	28,83	26,78	27,29	22,64

Tabel 6. Rerata serapan hara tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The averages of nutrients uptake of chili pepper plant at different treatments*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Serapan hara tanaman cabai merah total mg/tanaman (<i>Nutrient uptakes of chili pepper</i>), mg/plant				
	N	P	K	Ca	Mg
Sistem tanam (<i>Planting systems</i>)					
a ₁	906,616 a	71,317 a	1335,817 a	1228,433 a	131,617 a
a ₂	1163,491 a	80,633 a	1634,442 a	1583,792 a	158,533 a
a ₃	1023,967 a	80,317 a	1366,858 a	1267,858 a	134,958 a
Pengelolaan hara (<i>Nutrient managements</i>)					
b ₁	1251,200 a	98,467 a	1847,444 a	1753,789 a	182,933 a
b ₂	967,310 a	78,278 b	1309,889 a	1189,822 a	129,767 b
b ₃	978,622 a	67,967 b	1375,689 a	1242,433 a	128,789 b
b ₄	928,299 a	63,978 b	1249,800 a	1254,067 a	125,322 b
KK (CV), %	27,78	28,55	27,06	25,53	26,55

(Tabel 6). Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem tanam tumpangsari cabai merah dengan kubis bunga atau buncis tidak menimbulkan persaingan di antara tanaman dalam pengambilan unsur hara, sehingga hara N, P, K, Ca, dan Mg yang dapat diserap tanaman cabai merah relatif sama banyaknya pada setiap sistem tanam.

Pada Tabel 6 tampak bahwa perbedaan pengelolaan hara tidak nyata berpengaruh terhadap serapan hara N, K, dan Ca, tetapi berpengaruh terhadap serapan hara P dan Mg tanaman cabai merah. Hal ini disebabkan karena kandungan hara P dan Mg tanah awal penelitian (jenis Andisol) tergolong rendah (Tabel 1), dan kandungan P dan Mg pupuk-pupuk organik yang diberikan juga rendah (Tabel 2). Oleh karena itu perlu penambahan pupuk kandang dan pupuk P yang tinggi untuk meningkatkan serapan hara P dan Mg, dan merangsang pertumbuhan tanaman serta hasil tanaman yang optimal (Allen & Mallarino 2006). Serapan hara N, K, Ca, P, dan Mg paling tinggi diperoleh dengan pemberian 30 t/ha pupuk kandang + 1000 kg/ha pupuk

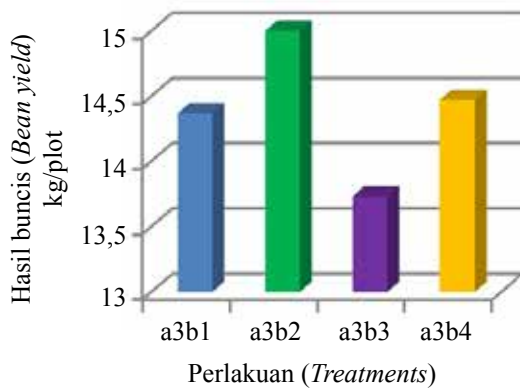
NPK (b₁) (Tabel 6). Pemberian pupuk kandang, pupuk NPK dengan/tanpa pupuk hayati juga telah dilaporkan dapat meningkatkan kandungan N, P, K, Ca, dan Mg pada daun, pertumbuhan dan hasil cabai merah (Rosliani *et al.* 2004, Awodum *et al.* 2007, Park *et al.* 2009).

Hasil Panen Cabai Merah

Data hasil baru delapan kali panen dari 10 kali yang direncanakan, disajikan pada Tabel 7. Hasil dan komponen hasil cabai merah tidak nyata dipengaruhi oleh interaksi antara sistem tanam dan pengelolaan hara. Pada Tabel 7 tampak bahwa perbedaan sistem tanam tidak nyata berpengaruh terhadap hasil dan komponen hasil cabai merah. Namun demikian, tampak sistem tanam cabai merah monokultur (a₁) memberikan hasil bobot buah yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam cabai merah+kubis bunga (a₂) dan cabai merah+buncis (a₃). Tumpangsari cabai merah+ kacang buncis tegak mengurangi hasil panen cabai merah sebesar 7,31%, sedangkan tumpangsari cabai merah+kubis bunga sebesar 8,84%.

Tabel 7. Hasil dan komponen hasil cabai merah (*Component of yield on chili pepper*)

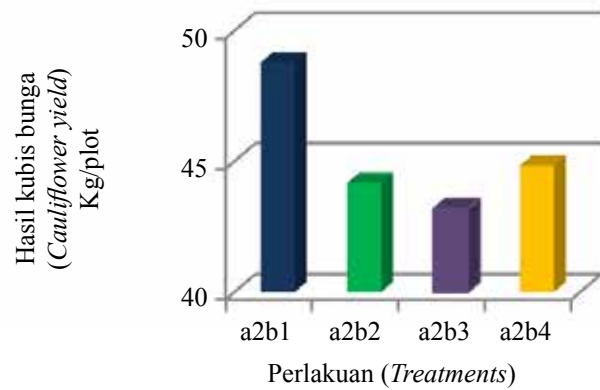
Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Bobot buah (<i>Fruit weight</i>) kg/42 m ²	Bobot 10 buah (<i>Weight of 10 fruits</i>), g	Panjang buah (<i>Fruit length</i>), cm	Susut bobot (<i>Weight loss</i>), %
Sistem tanam (<i>Planting systems</i>)				
a ₁	59,52 a	55,47 a	15,11 a	30,89 a
a ₂	54,26 a	54,22 a	14,81 a	31,55 a
a ₃	55,17 a	56,08 a	15,51 a	32,31 a
Pengelolaan hara (<i>Nutrient managements</i>)				
b ₁	59,59 a	53,67 a	15,57 a	29,93 a
b ₂	58,31 a	56,96 a	15,11 a	32,02 a
b ₃	53,20 a	54,26 a	15,04 a	30,98 a
b ₄	54,16 a	55,15 a	14,83 a	33,18 a
KK (CV), %	13,31	5,06	5,61	23,87



Gambar 1. Hasil panen buncis tegak (Yield of bean)

Perbedaan pengelolaan hara tidak nyata berpengaruh terhadap hasil dan komponen hasil cabai merah (Tabel 7). Hasil panen cabai merah tertinggi pada perlakuan pengelolaan hara terdapat pada penggunaan 30 t/ha pupuk kandang + 1.000 kg/ha pupuk (b₁), diikuti berturut turut oleh penggunaan 30 t/ha kompos pupuk kandang +750 kg/ha pupuk NPK (b₂), penggunaan kompos campuran pupuk kandang dan sisa-sisa tanaman yang diperkaya + 250 kg/ha pupuk NPK (b₄). Hasil tersebut menunjukkan bahwa penurunan dosis pupuk NPK dari 1.000 sampai 250 kg/ha tidak nyata menurunkan hasil cabai merah. Hal yang sama juga dilaporkan Sumarni *et al.* (2005) bahwa pengurangan pupuk NPK dari 750–250 kg/ha menurunkan pertumbuhan dan hasil buah cabai merah, tetapi penurunan hasilnya tidak nyata.

Hasil panen buncis tegak dan kubis bunga disajikan pada Gambar 1 dan 2. Pengaruh perlakuan pemupukan ternyata dapat mempengaruhi hasil bobot buncis



Gambar 2. Hasil panen kubis bunga (Yield of cauliflower)

dan kubis bunga yang ditumpangsarikan dengan cabai merah. Perlakuan terbaik untuk buncis adalah penggunaan 30 t/ha kompos pupuk kandang + 750 kg/ha pupuk NPK, sedangkan untuk kubis bunga adalah pada perlakuan 30 t/ha pupuk kandang + 1.000 kg/ha pupuk NPK. Menurut Setyorini & Hartatik (2008) tanaman kubis bunga (2008) termasuk tanaman yang membutuhkan hara yang tinggi.

Insiden Hama dan Penyakit

Pengaruh sistem tanam dan pengelolaan hara terhadap serangan hama dan penyakit pada cabai merah disajikan pada Tabel 8 dan 9. Organisme pengganggu tumbuhan penting yang menyerang tanaman cabai merah selama penelitian berlangsung antara lain adalah trips, tungau (mite) dan *Cercospora* sp.

Perbedaan sistem tanam tidak nyata berpengaruh terhadap kerusakan tanaman cabai merah yang diakibatkan oleh trips (Tabel 8) dan tungau (Tabel 9).

Tabel 8. Pengaruh perlakuan terhadap kerusakan tanaman yang diakibatkan oleh trips (Effect of treatments on plant damage by thrips)

Perlakuan (Treatments)	Kerusakan tanaman akibat serangan trips (Plant damage by thrips), HST (DAP)					
	30	37	44	51	58	65
Sistem tanam (Planting systems)						
a ₁	2,59 a	5,19 a	3,70 a	4,35 a	10,93 a	9,58 a
a ₂	2,87 a	6,02 a	3,89 a	5,46 a	11,30 a	10,33 a
a ₃	1,94 a	4,91 a	4,44 a	5,37 a	10,37 a	10,42 a
Pengelolaan hara (Nutrient managements)						
b ₁	2,34 a	6,42 a	5,06 ab	5,93 a	10,99 a	10,44 a
b ₂	2,34 a	6,55 a	5,68 a	5,31 ab	11,36 a	10,22 a
b ₃	2,71 a	5,31 ab	3,21 bc	4,81 ab	9,75 a	9,56 a
b ₄	2,47 a	3,21 b	2,10 c	4,20 b	11,36 a	10,22 a
KK (CV), %	29,26	24,76	28,13	22,35	17,35	14,43

Tabel 9. Pengaruh perlakuan terhadap kerusakan tanaman oleh serangan tungau (*Effect of treatments on plant damage by mite*) Lembang 2013

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Kerusakan tanaman akibat serangan tungau (<i>Plant damage by mite</i>), HST (<i>DAP</i>)					
	30	37	44	51	58	65
Sistem tanam (<i>Planting systems</i>)						
a ₁	0,37 a	2,68 a	2,41 a	1,20 a	0,09 a	0,33 a
a ₂	0,56 a	3,05 a	3,24 a	0,83 a	0,28 a	0,67 a
a ₃	0,83 a	2,96 a	2,22 a	1,48 a	0,28 a	0,25 a
Pengelolaan hara (<i>Nutrient managements</i>)						
b ₁	0,74 a	3,33 a	3,08 a	1,73 a	0,12 a	0,44 a
b ₂	0,37 a	3,33 a	2,84 a	0,86 ab	0,25 a	0,00 a
b ₃	0,03 a	0,21 a	0,44 ab	0,26 ab	0,44 a	1,64 a
b ₄	0,01 a	0,24 a	0,30 b	0,19 b	0,30 a	0,82 a
KK (CV), %	30,49	21,39	24,76	24,54	27,33	20,94

Setiawati *et al.* (2008) melaporkan bahwa kerusakan tanaman cabai merah yang diakibatkan oleh *B. tabaci* pada sistem tanam tumpangsari cabai merah + kubis mencapai 29,51% dan pada sistem tanam cabai merah monokultur mencapai 30,18%.

Pada umumnya serangan OPT rendah pada penggunaan pupuk NPK yang rendah (Tabel 8 dan 9). Pemupukan nitrogen yang tinggi menyebabkan ketersediaan nutrisi yang ideal dan lemahnya jaringan daun, sehingga spora cendawan pada awal pertumbuhan dapat menginfeksi optimal dan menyebabkan kerusakan serius pada tanaman. Menurut Suryaningsih & Asandhi (1992) pemupukan berimbang dapat mengurangi serangan penyakit *A. porii*, sedangkan pemupukan N yang tinggi dan bersifat asam mendorong perkembangan penyakit layu fusarium (*F. oxysporum*).

Sifat Kimia Tanah Setelah Penelitian

Hasil analisis tanah setelah penelitian (Tabel 10) menunjukkan bahwa kandungan C-organik tanah tidak banyak mengalami perubahan pada semua sistem tanam dan pengelolaan hara dibandingkan dengan kondisi tanah awal penelitian. Menurut Abdurachman *et al.* (1999) perombakan bahan organik yang cepat oleh suhu yang tinggi ditambah curah hujan juga tinggi menyebabkan cepat menurunnya kadar bahan organik tanah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan bahan organik diperlukan dalam jumlah besar > 30 t/ha disertai dengan pengembalian sisa-sisa panen, dan tampaknya harus diberikan setiap kali penanaman sayuran agar kandungan C-organik tanah dan produktivitas lahan (jenis Andisol) dapat ditingkatkan.

Setelah penelitian kandungan hara P, K, Ca, dan Mg dan pH tanah umumnya meningkat pada semua

Tabel 10. Hasil analisis tanah awal dan akhir penelitian (*Results of soil analysis before and after experiment*)

Kode perlakuan (<i>Treatments code</i>)	pH H ₂ O	pH KCl	C (%)	N (%)	C/N	P ₂ O ₅ (ppm)	K ppm	Ca cmol(+)/kg	Mg cmol(+)/kg
Awal (<i>Before</i>)	4,80	4,40	5,80	0,72	8	3,80 (Bray)	181,50	2,70	0,27
Akhir (<i>After</i>) :									
a ₁	5,47	5,00	5,87	0,56	10	235,10*	446,72	7,60	1,66
a ₂	5,80	5,12	5,49	0,59	9	261,12*	453,65	8,39	1,94
a ₃	5,50	5,00	5,95	0,59	10	264,25*	415,40	7,39	1,84
b ₁	5,47	5,00	6,03	0,60	10	265,90*	363,73	7,92	1,78
b ₂	5,63	5,03	5,39	0,58	9	289,67*	472,27	7,31	1,91
b ₃	5,63	5,03	5,78	0,55	11	211,45*	418,47	7,10	1,59
b ₄	5,63	5,07	5,87	0,61	10	242,70*	499,90	8,85	1,97

* P₂O₅-Olsen

perlakuan sistem tanam dan pengelolaan hara (Tabel 10). Hal ini karena kelebihan hara yang berasal dari pupuk organik dengan/tanpa pupuk hayati yang tidak terserap tanaman akan tetap tinggal di dalam tanah (Narkhede *et al.* 2011), sedangkan kandungan N-total tanah umumnya berkurang pada semua sistem tanam dan pengelolaan tanaman (Tabel 10). Hal ini dapat disebabkan hara N mudah hilang dari dalam tanah karena pencucian hara, penguapan, dan diserap tanaman. Hasil penelitian Park *et al.* (2009) menunjukkan bahwa dari hasil aplikasi pupuk mineral dan pupuk organik jangka panjang ternyata pupuk nitrogen nyata sangat penting untuk produksi cabai merah, sedangkan pupuk P dapat dikurangi untuk mencegah terjadinya akumulasi P dalam tanah (Park *et al.* 2009).

Dari hasil analisis tanah akhir percobaan dapat dikemukakan bahwa untuk pemberian kompos pupuk organik (≥ 30 t/ha), pengurangan pupuk NPK sampai 50% dosis rekomendasi, dan sistem tanam tumpang-sari cabai merah dan buncis dapat mempertahankan hasil cabai merah dan kesuburan tanah Andisol.

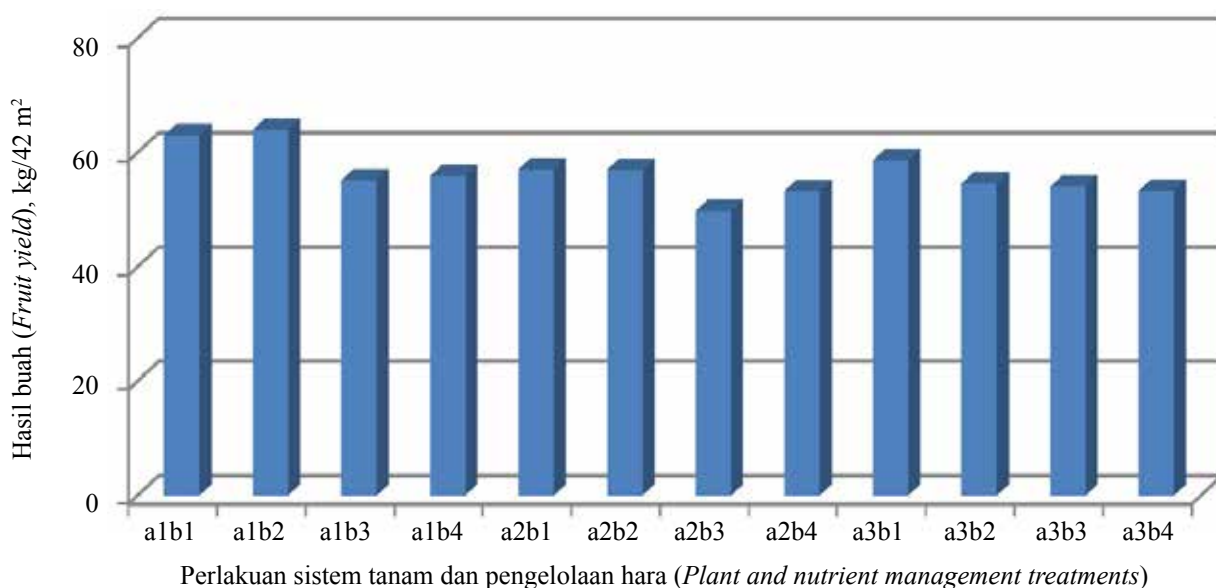
Analisis Kelayakan Finansial

Pada Gambar 3 tampak bahwa kombinasi sistem tanam cabai merah monokultur dengan pengelolaan hara 30 t/ha kompos pupuk kandang + 750 kg/ha pupuk NPK (a_1b_2) memberikan hasil buah tertinggi (64 kg/42 m²), kemudian diikuti sistem tanam cabai merah monokultur dengan pengelolaan hara 30 t/ha pupuk kandang + 1.000 kg/ha pupuk NPK yang memberikan hasil buah 63,04 kg/42 m² (a_1b_1). Hasil ini menunjukkan bahwa sistem tanam cabai merah monokultur dengan dosis pupuk NPK yang tinggi memberikan hasil cabai merah paling tinggi.

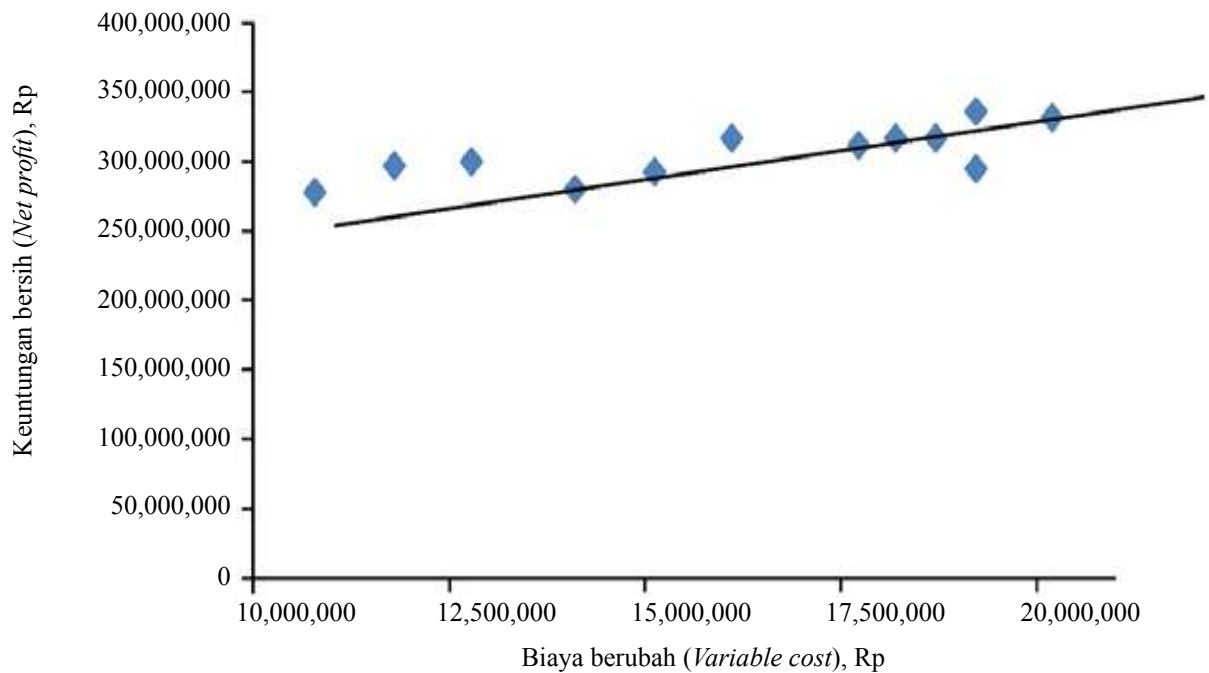
Untuk mengkaji kelayakan finansial pada penelitian ini digunakan analisis anggaran parsial (*partial budget analysis*). Dalam analisis anggaran parsial, biaya-biaya yang dihitung guna mempertimbangkan keputusan dari kombinasi perlakuan sistem tanam dan pengelolaan hara yang paling menguntungkan ialah biaya-biaya yang langsung dipengaruhi oleh keputusan tersebut (biaya bibit cabai merah, kubis bunga, dan buncis, serta pupuk organik dan pupuk NPK). Sementara itu, biaya-biaya yang tidak dipengaruhi oleh keputusan yang diambil dianggap sebagai biaya tetap. Biaya tersebut akan tetap dikeluarkan dan tidak dipengaruhi oleh keputusan yang akan dibuat. Oleh karena itu, dalam analisis anggaran parsial, komponen biaya tetap dapat diabaikan (Adiyoga 1985).

Pada Tabel 11 disajikan analisis anggaran parsial usahatani cabai merah di dataran tinggi Lembang (jenis tanah Andisol) yang menitikberatkan perhatian terhadap perubahan-perubahan dalam biaya dan penerimaan yang diakibatkan oleh perubahan yang terjadi karena adanya perlakuan sistem tanam dan pupuk organik. Perbedaan-perbedaan sebagai akibat perlakuan yang digunakan akan berpengaruh terhadap produktivitas/nilai hasil, biaya produksi, dan keuntungan bersih usahatani.

Hasil analisis anggaran parsial pada Tabel 11 menunjukkan bahwa biaya berubah terendah dikeluarkan untuk perlakuan a_1b_3 (sistem tanam cabai merah monokultur dan 30 t/ha kompos sisa-sisa tanaman + 500 kg/ha pupuk NPK), yaitu sebesar Rp10.791.667,00 dan tertinggi dikeluarkan untuk perlakuan a_2b_2 (Sistem tumpang-sari cabai merah+kubis bunga dan 30 t/ha pupuk kandang + 750 kg/ha pupuk



Gambar 3. Rerata hasil cabai merah pada tiap perlakuan (*Mean of chili pepper yield on each treatments*)



Gambar 4. Perlakuan sistem tanam dan pengelolaan hara yang tidak terdominasi (*Undomination treatments of planting system and nutrient management*) Lembang 2013

NPK), yaitu sebesar Rp20.214.286,00. Sementara itu, tingkat keuntungan bersih tertinggi yang dapat dicapai terdapat pada perlakuan a_2b_1 (sistem tumpangsari cabai merah+kubis bunga dan 30 t/ha pupuk kandang + 1.000 kg/ha pupuk NPK), yaitu sebesar Rp337.347.616,00 (Tabel 11).

Untuk memilih alternatif perlakuan yang paling ekonomis, kurang tepat apabila pilihan tersebut hanya didasarkan pada nilai keuntungan bersihnya saja. Hal ini disebabkan oleh beberapa aspek penting dari

kondisi petani seperti keterbatasan modal, ketidakpastian hasil dan keengganan menerima risiko masih diabaikan. Oleh karena itu perlu dilanjutkan dengan analisis marjinalnya.

Sebelum dilakukan analisis marjinal, perlu dipisahkan terlebih dahulu alternatif perlakuan yang terdominasi dan tidak terdominasi. Gambar 4 menyajikan kurva keuntungan bersih, yaitu kurva yang memperlihatkan hubungan antara biaya berubah dengan keuntungan bersih. Titik-titik yang

Tabel 11. Analisis anggaran parsial perbedaan sistem tanam dan pengelolaan hara pada penanaman cabai merah di Lembang per ha (*Partial analysis of planting systems and nutrient managements on chili pepper cultivation in Lembang per ha*)

Perlakuan (Treatments)	Bibit (Seed), Rp	Pupuk organik (Organic fertilizer), Rp	Pupuk NPK (NPK fertilizer), Rp	Keuntungan kotor (Gross profit) Rp	Biaya berubah (Variable cost) Rp	Keuntungan bersih (Net profit), Rp
a_1b_3	1.714.286	4.077.381	5.000.000	288.933.333	10.791.667	278.141.666
a_3b_3	2.714.286	4.077.381	5.000.000	309.166.667	11.791.667	297.375.000
$a_2b_3^*$	3.714.286	4.077.381	5.000.000	312.302.381	12.791.667	299.510.714
$a_1b_4^*$	1.714.286	9.895.288	2.500.000	292.704.762	14.109.574	279.640.162
$a_3b_4^*$	2.714.286	9.895.288	2.500.000	306.909.524	15.109.574	291.799.950
a_2b_4	3.714.286	9.895.288	2.500.000	332.402.381	16.109.574	317.337.781
$a_1b_1^*$	1.714.286	6.000.000	10.000.000	330.204.524	17.714.286	312.495.238
$a_1b_2^*$	1.714.286	9.000.000	7.500.000	335.238.095	18.214.282	317.023.809
$a_3b_1^*$	2.714.286	6.000.000	10.000.000	334.690.476	18.714.286	315.976.190
$a_3b_2^*$	2.714.286	9.000.000	7.500.000	314.728.571	19.214.286	295.514.285
a_2b_1	3.714.286	6.000.000	10.000.000	357.061.905	19.714.286	337.347.616
$a_2b_2^*$	3.714.286	9.000.000	7.500.000	351.050.000	20.214.286	330.835.714

*perlakuan yang terdominasi (*Dominated treatments*)

Tabel 12. Analisis marjinal dari perlakuan yang tidak terdominasi (*Marginal analysis of undomination treatments*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Keuntungan bersih (<i>Net profit</i>), Rp	Biaya berubah (<i>Variable cost</i>) Rp	Keuntungan bersih marjinal (<i>Marginal net profit</i>) Rp	Biaya berubah marjinal (<i>Marginal variable cost</i>), Rp	Tingkat pengembalian marjinal (<i>Marginal return rate</i>), %
a ₁ b ₃	278,141,666	10,791,667	-	-	-
a ₃ b ₃	297,375,000	11,791,667	19,233,3	1,000,0	19,233
a ₂ b ₃	299,510,714	12,791,667	2,135,7	1,000,0	2,135
a ₂ b ₄	317,337,781	16,109,574	17,827,1	3,317,9	5,340
a ₂ b ₁	337,347,616	19,714,286	20,009,8	3,604,7	5,551

dihubungkan dengan garis (perlakuan a₁b₃, a₃b₃, a₂b₃, a₂b₄, dan a₂b₁) merupakan perlakuan yang tidak terdominasi, sedangkan titik lainnya merupakan perlakuan-perlakuan yang terdominasi (Gambar 4). Pada keadaan normal, alternatif perlakuan yang terdominasi tidak mungkin dipilih petani. Hal ini terjadi karena di antara perlakuan tersebut masih memungkinkan adanya perlakuan yang membutuhkan biaya berubah tinggi tetapi menghasilkan keuntungan bersih yang lebih rendah (Adiyoga 1984).

Berdasarkan hasil analisis marjinal dari alternatif perlakuan yang tidak terdominasi (Tabel 12) dapat diketahui bahwa alternatif perlakuan a₃b₃ dan a₂b₁ ternyata memberikan keuntungan bersih marjinal yang tinggi, tetapi perlakuan a₃b₃ (sistem tanam tumpang sari cabai merah + buncis dan pengelolaan hara 30 t/ha kompos sisa-sisa tanaman + 500 kg/ha) lebih baik karena memberikan tingkat pengembalian marjinal tertinggi. Menurut Alimi *et al.* (2006) penggunaan pupuk organik lebih ekonomis dibandingkan pupuk buatan.

5. Sistem tanam tumpangsari cabai merah + buncis dan pengelolaan hara 30 t/ha kompos sisa-sisa tanaman + 500 kg/ha pupuk NPK walaupun memberikan hasil buah yang lebih rendah (54 kg/42 m²) tetapi lebih baik karena mempunyai tingkat pengembalian marjinal tertinggi.
6. Pemberian pupuk organik (≥ 30 t/ha), pengurangan pupuk NPK (50%), dan sistem tanam tumpangsari cabai merah + buncis dapat mempertahankan kesuburan tanah Andisol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian melalui Kerja sama Kemitraan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Nasional (KKP3N) TA 2013/2014

PUSTAKA

- #### KESIMPULAN DAN SARAN
1. Tidak terjadi interaksi antara sistem tanam dan pengelolaan hara terhadap pertumbuhan tanaman, serapan hara, dan hasil buah cabai merah.
 2. Sistem tanam tumpangsari cabai merah + kubis bunga dan cabai merah + buncis tegak umumnya tidak menunjukkan perbedaan terhadap pertumbuhan tanaman dan serapan hara, serta hasil buah tanaman cabai merah dibandingkan dengan sistem tanam cabai merah monokrop.
 3. Perbedaan pengelolaan hara umumnya tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (kecuali terhadap tinggi tanaman dan bobot kering tanaman), tetapi berpengaruh terhadap serapan hara P dan Mg, serta hasil bobot buah cabai merah.
 4. Hasil buah cabai merah tertinggi diperoleh dengan sistem tanam cabai merah monokultur dengan pemberian 30 t/ha kompos pupuk kandang + 750 kg/ha pupuk NPK, yaitu 64 kg/42 m².
1. Abdurachman, A, Juarsah, I & Kurnia, U 1999, 'Pengaruh penggunaan berbagai jenis dan takaran pupuk kandang terhadap produktivitas tanah Ultisol terdegradasi di Desa Batur, Jambi', *Pros. Seminar Nasional Sumber Daya Tanah, Iklim, dan Pupuk*, Puslit Tanah dan Agroklimat, pp. 191-9.
 2. Adiyoga 1985, 'Pengaruh tumpangsari terhadap tingkat produksi dan pendapatan usahatani kubis', *Bul. Panel. Hort.*, vol. XII, no. 4, hlm. 8-18.
 3. Akande, MO, Garnica, M, Garcia & Mina, JM 2007, 'Nitrogen fertilizer source effects on the growth and mineral nutrition of pepper (*Capsicum annuum* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.)', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 87, no.11, pp. 2099-105.
 4. Alimi, T, Ajewole, OC, Olubode-Awasola, OO & Idowu, EO 2006, 'Economic rationale of commercial organic fertilizer technology in vegetable production in Osun State of Nigeria', *J. Applied Horticulture*, vol. 8, no. 2, pp. 159-64.
 5. Allen, BL & Mallarino, AP 2006, 'Relationship between extractable soil phosphorus and phosphorus saturation after long term fertilizer and manure application', *Soil Sci.Soc. of Am.*, no. 70, pp. 454-563.

6. Amor, F & Del, M 2007, 'Yield and fruit quality response of sweet pepper to organic and mineral fertilization', *Renewable Agriculture and Food System*, vol. 22, no.3, pp.233-8.
7. Aracon, NQ, Edwards, CA, Bierman, P, Metzger, JD & Lucht, C 2005, 'Effect of vermicompost produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of pepper in the field', *Pedobiologis*, vol. 49, no. 4, pp. 297-306.
8. Awodum, MA, Omomijo, I & Ojeniyi, SO 2007, 'Effect of goat dung and NPK fertilizer on soil and leaf nutrient content, growth and yield of pepper', *International Journal of Soil Science*, vol. 2, pp 142-7.
9. Berova, M & Karanatsidis, G 2008, 'Physiological response and yield of pepper plants (*Capsicum annum* L.) to organic fertilization', *Journal of Central European Agriculture*, vol. 9, no. 4, pp. 715-22.
10. Ewulo, BS, Hassan, KO & Ojeniyi, SO 2007, 'Comparative effect of cow dung manure on soil and leaf nutrient and yield of pepper', *International Journal of Agricultural Research*, vol. 2, no. 12, pp 1043-8.
11. Ghoname, A & Shafeek, MR 2005, 'Growth and productivity of sweet pepper (*Capsicum annum* L.) grown in plastic house as affected by organic, mineral and bio-N fertilizers', *Journal of Agronomy*, vol. 4, no. 4, pp. 369-72.
12. Hilman, Y & Suwandi 1992, 'Pengaruh pupuk nitrogen dan triple super phosphate pada tanaman cabai', *Bul. Penel.Hort.*, vol. 23, no. 1, hlm. 107-16.
13. Huez, L, Macro, A, Ulery, April, L, Samani, Zohrab, Picchioni, G & Flynn, RP 2011, 'Response of chili pepper (*Capsicum annum* L.) to salt stress and organic and inorganic Nitrogen sources : 1 Growth and Yield', *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 14, no. 1, pp. 137-47.
14. Malgorzata, B & Georgios, K 2008, 'Physiological response and yield of pepper plant (*Capsicum annum* L.) to organic fertilization', *J.Central European of Agriculture*, vol. 9, no. 4, pp. 715-22.
15. Mujiyati & Supriyadi 2009, 'Effect of manure and NPK to increase soil bacterial population of *Azotobacter* and *Azospirillus* in chili (*Capsicum annum* L.) cultivation', *BioScience*, vol.1, no.2, pp. 59-64.
16. Narkhede, SD, Attarde, SB & Ingle, ST 2011, 'Study on effect of chemical fertilizer and vermicompost on growth of chili pepper plant (*Capsicum annum* L.)', *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, vol.6, no.3, pp. 327-32.
17. NingJiangFeng, ZouZiangZhong, Yang ShaoHai, Cheng Young, Sun LiLi, Wei Land & Wu JinLong 2010, 'Effects of organic material on the growth of pepper and amelioration of reservoir sediment', *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, vol.18, no. 2, pp. 250-5.
18. Park, J, InBog, L, Yunlun, K & Kisung H 2009, 'Effect of mineral and organic fertilization on yield of hot pepper and changes in chemical properties of upland soil', *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, vol. 27, no. 1, pp. 24-9
19. Reijntjes, C, Haverkort, B & Water-Bayer, A 1999, *Pertanian masa depan, Pengantar untuk pertanian berkelanjutan dengan input luar rendah*, ILEIA, Penerbit Kanisus.
20. Reyes, I, Alvarez, L, El-Ayoubi & Valery, A 2008, 'Selection and evaluation of growth promoting rhizobacteria on pepper and maize', *Bioagro*, vol. 20, no. 1, pp.37-48
21. Rosliani, R & Sumarni, R 1996, 'Pengaruh dosis pupuk kandang dan sumber N terhadap pertumbuhan dan hasil cabai di lahan kering', *J.Hort.*, vol. 6, no. 4, hlm. 349-55.
22. Rosliani, R & Sumarni, N 2009, 'Pemanfaatan mikoriza dan aplikasi pupuk anorganik pada tumpangsari cabai dan kubis di dataran tinggi', *J.Hort.*, vol.19, no. 3, hlm. 313-23.
23. Rosliani, R, Hidayat, A & Asandhi, AA 2004, 'Respons pertumbuhan cabai dan selada terhadap pemberian pakan kuda dan pupuk hayati', *J.Hort.*, vol. 14, no. 4, hlm. 258-68.
24. Setiawati, W, Udiarto, BK & Soetiarso, TA 2008, 'Pengaruh varietas dan sistem tanam cabai merah terhadap penekanan hama kutukebul', *J.Hort.* vol. 18, no. 1, hlm. 55-61.
25. Setyorini, D & Hartatik, W 2008, *Neraca hara N, P, K pada beberapa pola tumpangsari sayuran organik*, Balai Penelitian Tanah Bogor.
26. Soetiarso, TA & Setiawati, W 2010, 'Kajian teknis dan ekonomis sistem tanam dua varietas cabai merah di dataran tinggi', *J.Hort.*, vol. 20, no. 3, hlm. 284-98.
27. Sukristiyonubowo, Wigena, P, Mulyadi & Kasno, A 1993, 'Pengaruh pemberian bahan organik, kapur dan pupuk NPK terhadap sifat kimia tanah dan hasil kacang tanah', *Pemberitaan Penel. Tanah dan Pupuk*, no. 11, hlm. 1-7.
28. Suliasih, Widawati, S & Muharam, A 2010, 'Aplikasi pupuk organik dan bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dan aktivitas mikroba tanah', *J.Hort.*, vol. 20, no. 2, hlm. 241-6.
29. Sumarni, N, Rosliani, R & Sulastrini, I 2005, *Optimasi penggunaan substitusi input produksi bahan organik dalam usahatani cabai Leisa di dataran tinggi*, Laporan Hasil Penelitian Balitsa 2005.
30. Sumarni, N, Rosliani, R & Duriat, AS 2010, 'Pengelolaan fisik, kimia, dan biologi tanah untuk meningkatkan kesuburan lahan dan hasil cabai merah', *J.Hort.*, vol. 20, no. 2, hlm. 130-7.
31. Suryaningsih, E & Ashandi, AA 1992, 'Pengaruh pemupukan sistem petani dan sistem pemupukan berimbang terhadap intensitas serangan penyakit cendawan pada bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas Bima', *Bul.Penel.Hort.*, vol. 24, no.2, hlm. 19-26
32. Suwandi, Rosliani, R, Sumarni, N & Setiawati, W 2003, 'Interaksi tanaman pada sistem tumpang sari tomat dan cabai di dataran tinggi', *J.Hort.*, vol.13, no.4, hlm. 244-50.
33. Suwandi & Rosliani, R 2004, 'Pengaruh kompos, pupuk nitrogen dan kalium pada cabai yang ditanam tumpang gilir dengan bawang merah' *J.Hort.*, vol.14, no. 1, hlm. 41-8.
34. Szafirowska, A & Elkner, K 2008, 'Yielding and fruit quality of three sweet pepper cultivars from organic and conventional cultivation', *Vegetable Crops Research Bulletin*, vol. 69, pp. 135-43.
35. Vlahova, VI & Oopov, VI 2013, 'Influence of the biofertilizer seasoil on yield of pepper (*Capsicum annum* L.) cultivated under organic agriculture condition', *Journal of Organic Systems*, vol. 8, no. 2, hlm. 6-17.
36. Widawati, S, Suliasih & Muharam, A 2010, 'Pengaruh kompos yang diperkaya bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman kapri dan aktivitas enzim fosfatase dalam tanah', *J.Hort.*, vol. 20, no. 3, hlm. 207-15.