

Karakteristik Teknis Sistem Pertanaman Polikultur Sayuran Dataran Tinggi

Adiyoga, W., R. Suherman, N. Gunadi, dan A. Hidayat

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

Naskah diterima tanggal 12 Februari 2004 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 21 April 2004

Penelitian ini dilaksanakan di sentra produksi sayuran dataran tinggi Pangalengan, Jawa Barat pada bulan November 2001. Observasi lapang dan survai formal melalui wawancara dengan 23 orang petani responden diarahkan untuk memperoleh data/informasi dasar mencakup karakteristik teknis sistem pertanaman polikultur pada komunitas sayuran dataran tinggi. Hasil penelitian menunjukkan kecenderungan yang semakin meningkat dari penggunaan sistem pertanaman polikultur. Kombinasi tanaman yang paling sering dipilih petani adalah cabai + petersai, kemudian diikuti oleh tomat + petersai, cabai + siampo, kubis + petersai, dan cabai + kentang + petersai. Secara umum, pemilihan jenis sayuran yang dikombinasikan telah sejalan dengan prinsip dasar polikultur yang mengisyaratkan maksimisasi sinergisme dan minimisasi kompetisi antartanaman. Petani pada umumnya memilih tanaman kombinasi yang cenderung berumur lebih pendek dan memiliki kanopi lebih sempit dibandingkan dengan tanaman utama. Pengalaman petani mengindikasikan bahwa (a) tomat+petersai dikategorikan memiliki hubungan kompetitif, (b) cabai+petersai dikategorikan tidak saja memiliki hubungan komplementer, tetapi juga hubungan suplementer, (c) tomat+cabai, kentang+tomat, tomat+siampo, dikategorikan memiliki hubungan komplementer/kompetitif, dan (d) cabai+tomat dikategorikan memiliki hubungan suplementer/kompetitif. Kemungkinan kekurangan air atau kekeringan dipersepsi memiliki bobot pengaruh terpenting terhadap keberhasilan sistem pertanaman polikultur. Berdasarkan urutan kepentingannya, bobot pengaruh tersebut diikuti oleh curah hujan per tahun, efek naungan dari tanaman lain yang dapat mengurangi radiasi sinar matahari, total kebutuhan air, curah hujan efektif per tahun dan efek lingkungan. Dukungan hasil penelitian hulu yang bersifat teknis mencakup optimasi penataan spasial dan temporal (waktu tanam), optimasi kombinasi tanaman berdasarkan potensi sinergi dan kompetisi, seleksi, dan pemuliaan tanaman spesifik untuk tumpangsari, aplikasi pemupukan dan pemulsaan, serta pengendalian hama penyakit secara biologis, masih sangat diperlukan agar diperoleh suatu acuan atau bahan perbandingan yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi, konfirmasi, dan pengembangan sistem polikultur lebih lanjut.

Kata kunci: Polikultur; Sayuran dataran tinggi; Sinergisme; Kompetisi

ABSTRACT. Adiyoga, W., R. Suherman, N. Gunadi, and A. Hidayat. 2004. **Technical characteristics of polyculture system of highland vegetables.** This study was carried out in November 2001, in the highland vegetable production center, Pangalengan, West Java. Field observation and formal survey to interview 23 respondents were aimed to obtain data technical characteristics of vegetable multiplecropping systems in the highland. Results suggest that there is an increasing trend the use of multiplecropping by vegetable farmers. The most frequent crop combination chosen by farmers is hot pepper + chinese cabbage, followed by tomato + chinese cabbage, hot pepper + chinese mustard, cabbage + chinese cabbage, and hot pepper + potato + chinese cabbage. In general, the choice of crop combination has been in agreement with the basic requirement of multiplecropping that is maximizing synergism, while minimizing competition between crops. Farmers usually choose a companion crop that is early maturing and has lower/smaller canopy than the main crop. Farmers' experience suggests that (a) tomato+chinese cabbage tends to have a competitive relationship, (b) hot pepper+chinese cabbage, not only has a complementary, but also a supplementary relationship, (c) tomato+hot pepper; potato+tomato; and tomato+chinese mustard have a complementary/competitive relationship, and (d) hot pepper+tomato has a supplementary/competitive relationship. The possibility of water shortage is perceived to be the most significant factor that may affect the success of multiplecropping systems. This is followed by other factors, such as rainfall per year, shading effect, total water requirement, effective rainfall per year, and shelter effect. The support of technical basic research that includes the optimization of spatial and temporal arrangements, optimization of crop combination that considers synergism and competition aspects, selection of and breeding of crop varieties which are particularly suited to multiple cropping, fertilization and mulch application, and biological pest and disease control, is still needed to establish a guidance for evaluating, confirming, and further developing the advantages of multiplecropping system.

Keywords: Multiplecropping; Highland vegetable; Synergism; Competition

Berbagai indikator ekonomis menunjukkan bahwa peranan sayuran dalam upaya perbaikan gizi masyarakat di negara-negara berkembang, seperti Indonesia, akan semakin meningkat (Price *et al.* 1980; Hadi *et al.* 2000). Adopsi varietas unggul sayuran dan metode produksi yang efisien memiliki

potensi tinggi untuk meningkatkan pendapatan dan pemerataan distribusinya. Sementara itu, pemanfaatan teknologi budidaya yang telah diperbaiki, dapat mendukung upaya pemeliharaan kualitas lingkungan dan penghematan sumberdaya alam (Gafsi 1999).

Terlepas dari manfaat yang dapat diperoleh dari peningkatan produksi sayuran, pendekatan pengembangan yang semata-mata memberikan penekanan pada aspek komersialisasi dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kelestarian lingkungan dan keberlanjutan usahatani (Cantlon & Koenig 1999; Poudel *et al.* 2000). Kenyataan menunjukkan bahwa sebagian besar jenis sayuran yang diusahakan secara komersial di daerah tropis merupakan tanaman introduksi dari *temperate regions*. Oleh karena adaptasi yang buruk terhadap panas dan kelembaban daerah dataran rendah tropis, sebagian jenis sayuran tersebut pada umumnya diusahakan di dataran tinggi. Usahatani sayuran intensif di dataran tinggi tanpa pengelolaan yang mempertimbangkan prinsip-prinsip berkelanjutan telah terbukti memiliki andil cukup besar terhadap timbulnya masalah-masalah erosi, degradasi kesuburan, dan pencemaran lingkungan (Dumsday *et al.* 1991; Saran 1993). Kebergantungan terhadap input buatan dan manipulasi terhadap sumberdaya alam untuk memaksimalkan keuntungan (terutama dalam bentuk natura) telah mulai mengarah pada ketidakstabilan sistem produksi (Waibel & Setboonsarng 1993). Stabilitas sistem produksi, secara eksternal dipengaruhi oleh faktor-faktor fisik (misalnya, iklim), ekonomis (misalnya, harga pasar), dan biologis (misalnya, hama penyakit). Sedangkan secara internal, stabilitas sistem produksi menurun karena berbagai pengaruh, misalnya peningkatan salinitas, kehilangan lapisan atas tanah, kehilangan material organik, dan peningkatan dalam penggunaan pestisida.

Salah satu faktor yang diperkirakan berpengaruh cukup signifikan terhadap stabilisasi sistem produksi adalah sistem pertanaman (monokultur vs polikultur atau *monocropping vs multiplecropping*) (Ranaweera *et al.* 1993). Ditinjau dari sisi komersialisasi usaha, sistem pertanaman monokultur seringkali dianggap lebih teruji kelayakannya dibandingkan dengan sistem pertanaman polikultur. Secara teoritis, efisiensi penggunaan sumberdaya lebih memungkinkan untuk dicapai pada sistem pertanaman monokultur. Lebih jauh lagi, sistem pertanaman monokultur juga lebih banyak memberikan kemudahan bagi suatu usahatani untuk mencapai *economies of scale*. Sementara itu, sistem pertanaman polikultur cenderung memberikan ruang yang lebih leluasa menyangkut

kemungkinan tercapainya keseimbangan antara kelayakan ekonomis dan kelayakan ekologis, sebagai salah satu prasyarat pertanian berkelanjutan. Sistem polikultur dicirikan oleh dua kelompok karakteristik yang secara praktis pada dasarnya saling berkaitan, yaitu karakteristik fisio-teknis dan sosioekonomis (Beets 1982). Karakteristik fisio-teknis mencakup: (a) memanfaatkan berbagai faktor lingkungan secara lebih efisien, (b) memberikan stabilitas produksi yang lebih tinggi pada lingkungan yang berbeda, dan (c) memberikan perlindungan terhadap tanah secara lebih baik. Karakteristik sosio-ekonomis meliputi (a) memberikan produksi total dan pengembalian yang lebih tinggi, dan (b) menjamin penawaran pangan yang lebih kontinyu. Pendapat serupa juga dikemukakan oleh Wood (1986) yang menunjukkan beberapa keunggulan sistem polikultur, yaitu (a) mengurangi risiko kehilangan total hasil panen, (b) mengoptimalkan produksi dari lahan garapan yang relatif sempit, (c) memelihara kesuburan melalui fiksasi nitrogen dalam tanah, jika legumes dimasukkan dalam pola tanam, dan (d) menekan pertumbuhan gulma sebagai akibat dari kerapatan tanam yang relatif tinggi. Namun demikian, beberapa kelemahan sistem polikultur yang juga digaris-bawahi di antaranya adalah (a) keberadaan tanaman di lahan garapan sepanjang tahun berpotensi memelihara siklus hidup hama/penyakit, (b) jenis tanaman yang terlalu beragam akan menyulitkan penyiangan, dan (c) menyulitkan introduksi teknologi hemat tenaga kerja atau mekanisasi.

Sistem pertanaman polikultur pada dasarnya merupakan sistem yang juga biasa digunakan oleh petani sayuran dataran tinggi. Sistem ini diadopsi oleh banyak petani, terutama berkaitan dengan kesesuaiannya dalam memberikan solusi terhadap kendala sumberdaya yang dihadapi. Sebagian besar petani di dataran tinggi pada umumnya dihadapkan pada kendala keterbatasan lahan garapan dan permodalan. Ditinjau dari sisi penelitian, keberadaan sistem polikultur sayuran di dataran tinggi sampai saat ini tampaknya masih belum memperoleh perhatian yang memadai. Berbagai penelitian atau pengkajian cenderung masih memberikan penekanan pada tinjauan terhadap tanaman utama, sehingga pendekatan penelitian yang digunakan pada umumnya lebih berorientasi monokultur. Mengacu pada uraian di atas, penelitian ini diarahkan untuk memperoleh

data/informasi dasar mencakup karakteristik teknis sistem pertanaman (monokultur dan polikultur) pada komunitas sayuran dataran tinggi, terutama berkaitan dengan kemungkinan kontribusinya dalam mewujudkan sistem produksi sayuran yang berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di daerah sentra produksi sayuran dataran tinggi Pangalengan, Jawa Barat pada bulan November 2001. Pemilihan lokasi penelitian dilakukan secara purposif, berdasarkan pertimbangan bahwa Pangalengan merupakan salah satu sentra produksi sayuran dataran tinggi terbesar di Jawa Barat, sehingga tingkat keragaman sistem pertanaman yang diperoleh akan cukup tinggi. Penelitian ini bersifat eksploratif lintas disiplin ilmu dan dilaksanakan oleh tim interdisiplin. Kegiatan penelitian dilakukan mengikuti tahapan (a) pengumpulan informasi dasar yang dipublikasikan dan tidak dipublikasikan, (b) survai eksploratori yang mencakup observasi lapangan dan wawancara informal dengan petani kunci serta informan kunci, dan (c) survai formal yang merupakan wawancara petani dengan menggunakan kuesioner.

Petani responden sejumlah 23 orang terseleksi secara acak pada saat survai eksploratori dilaksanakan. Data yang dikumpulkan mencakup:

- a. Sistem pertanaman (monokultur dan polikultur).
- b. Karakteristik agroteknis sistem pertanaman (pemilihan jenis tanaman dan varietas, populasi tanaman dan rancangan spasial, waktu tanam, pemupukan, pengendalian hama/penyakit dan pengelolaan erosi, dan degradasi kesuburan).
- c. Keterkaitan dan kompetisi inter/antar sistem pertanaman (produktivitas relatif, kompetisi antarsistem pertanaman, dan kompetisi antar tanaman).
- d. Aspek agroekologis, biologis, dan fisik tanaman (iklim dan tanah, ketersediaan air dan intensitas cahaya, dan hubungan sistem pertanaman dengan iklim mikro).

Pengolahan data dilakukan dengan memanfaatkan perangkat statistika deskriptif dan analisis isi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden

Kisaran usia 20-30 tahun ternyata mendominasi struktur umur petani responden (>50%) (Tabel 1). Struktur usia ini memiliki potensi respons yang tinggi terhadap inovasi atau teknologi baru. Ditinjau dari latar belakang pendidikan formal, sebagian besar responden (65,2%) berpendidikan sekolah menengah pertama ke bawah. Hampir separuh responden memiliki pengalaman mengusahakan sayuran di atas 10 tahun. Sementara itu, sebagian besar responden (>65%) mengusahakan sayuran pada lahan garapan yang relatif sempit (0,25 ha).

Karakteristik agroteknis sistem pertanaman

Pada sistem polikultur, sebagian besar petani telah terbiasa menggunakan penutup tanah mulsa plastik perak (Tabel 2). Berdasarkan pengalaman petani, penggunaan mulsa plastik ini memberikan beberapa keuntungan, diantaranya (a) mengurangi pertumbuhan gulma, (b) menghindarkan tanaman dari genangan air, (c) memperlambat pematangan tanah, karena tanah di bawah mulsa tetap gembur dan memiliki aerasi yang baik, serta memungkinkan pengurangan pencucian pupuk. Pada umumnya, petani menggunakan mulsa selama tiga musim tanam (hampir setahun) berdasarkan pertimbangan efisiensi dan pemanfaatan usia pakai. Di samping itu, petani menyatakan bahwa pengolahan tanah penuh yang dilakukan setahun sekali dapat mengurangi degradasi kesuburan lahan (Uri 2000). Sebagian petani lainnya tidak memanfaatkan mulsa selama setahun, karena memutuskan untuk mengganti sistem pertanaman menjadi sistem monokultur untuk jenis sayuran yang dianggap paling dapat diandalkan secara komersial (kentang). Keputusan penggantian sistem pertanaman ini juga sering dilatarbelakangi oleh upaya untuk memutus siklus perkembangan hama penyakit. Sementara itu, sebagian petani yang juga memilih sistem pertanaman polikultur, tidak menggunakan mulsa karena alasan biaya pengadaan mulsa yang relatif tinggi serta kekurangmampuan untuk melakukan pengelolaan/pengawasan yang sangat intensif.

Tabel 1. Karakteristik responden (*Respondent characteristics*)

Uraian (Description)	Responden (Respondents)	
	3	%
Usia responden (<i>Age</i>), tahun (<i>year</i>)		
20-30	12	52,2
31-40	4	17,4
41-50	6	26,1
> 51	1	4,3
Tingkat pendidikan (<i>Education</i>), tahun (<i>year</i>)		
6	11	47,8
9	4	17,4
12	7	30,5
15	1	4,3
Pengalaman mengusahakan sayuran (<i>Experience</i>), tahun (<i>year</i>)		
2-10	12	52,2
11-20	5	21,7
21-30	6	26,1
Luas lahan garapan (<i>Farm size</i>), m ²		
800-1.600	14	60,9
1.601-2.400	2	8,8
2.401-3.200	5	21,7
3.201-4.000	1	4,3
>4.000	1	4,3

Kombinasi jenis tanaman yang dilakukan petani pada sistem polikultur cukup beragam (Tabel 3). Kombinasi yang paling sering dipilih petani adalah cabai+petsai, kemudian diikuti oleh tomat+petsai, cabai+siampo, kubis+petsai, dan cabai+kentang+petsai. Secara umum, pemilihan jenis sayuran yang dikombinasikan telah sejalan dengan prinsip dasar polikultur yang mengisyaratkan maksimisasi sinergisme dan minimisasi kompetisi antartanaman. Petani memilih tanaman kombinasi yang cenderung berumur lebih pendek dan memiliki kanopi lebih sempit dibandingkan dengan tanaman utama. Dalam konteks polikultur, sebenarnya disarankan agar tanaman yang dikombinasikan memiliki saat kematangan yang seragam, sehingga dapat dipanen sekaligus. Karakteristik lain yang juga lebih dikehendaki adalah sifat genjah. Sifat ini memungkinkan pengelolaan yang lebih intensif dan fleksibilitas yang lebih tinggi, terutama pada saat menentukan waktu tanam.

Pada dasarnya, sistem polikultur yang digunakan adalah sistem tumpanggilir (*relay-cropping*), di mana tanaman kedua dan seterusnya ditanam setelah tanaman utama berada pada tahapan reproduktif, sebelum panen.

Tabel 4 menunjukkan kombinasi tanaman di mana tanaman kedua pada umumnya berumur lebih pendek dan berkanopi lebih sempit dibandingkan tanaman utama. Tanaman kedua

Tabel 2. Penggunaan mulsa plastik pada sistem pertanaman polikultur (*Plastic mulch use in multiple-cropping*)

Uraian (Description)	Responden (<i>Respondents</i>)	
	∑	%
Apakah anda menggunakan mulsa plastik pada sistem pertanaman polikultur? (<i>Do you use plastic mulch in applying multiplecropping systems?</i>)		
- Ya, karena dapat menekan pertumbuhan gulma, memperlambat pemadatan tanah dan mengurangi pencucian pupuk (<i>Yes, because it could suppress the growth of weeds, slow down soil compactness and reduce fertilizer leaching</i>)	16	69,6
- Tidak, karena biaya yang harus dikeluarkan cukup tinggi serta perlu pengelolaan/pengawasan yang sangat intensif (<i>No, because the costs required are quite high and it needs a more intensive supervision</i>)	7	30,4
Apakah mulsa plastik digunakan sepanjang tahun? (<i>Is the plastic mulch used all year round?</i>)		
- Ya, agar tidak perlu mengolah tanah secara penuh setiap kali akan tanam dan mengoptimalkan umur pakai mulsa tersebut (<i>Yes, so that land preparation or tillage does not have to be carried out every time of planting and it could optimize its lifetime</i>)	13	81,3
- Tidak, karena pada musim berikutnya berubah menjadi sistem monokultur, melakukan rotasi serta memutus siklus hidup hama penyakit (<i>No, because the following season the system is changed to monocropping, designed for rotation and cutting off the pests and disease lifecycles</i>)	3	18,7

Tabel 3. Keragaman kombinasi tanaman pada sistem pertanian polikultur (*Variation of crop combination in multiplexcropping systems*)

Jenis sayuran (<i>Vegetables crops</i>)	Responden (<i>Respondent</i>)		Jenis sayuran (<i>Vegetables crops</i>)	Responden (<i>Respondent</i>)	
	Σ	%		Σ	%
Cabai+petsai (<i>Hot pepper+chinese cabbage</i>)	10	43,5	Tomat+siampo (<i>Tomato+chinese mustard</i>)	3	13,1
Kubis+petsai (<i>Cabbage+chinese cabbage</i>)	4	17,4	Kubis+siampo (<i>Cabbage+chinese mustard</i>)	2	8,7
Tomat+petsai (<i>Tomato+chinese cabbage</i>)	8	34,8	Kentang+kacang merah (<i>Potato+french beans</i>)	1	4,3
Cabai+kentang (<i>Hot pepper+potato</i>)	4	17,4	Kentang+siampo (<i>Potato+chinese mustard</i>)	1	4,3
Cabai+kentang+petsai (<i>Hot pepper+potato+chinese cabbage</i>)	4	17,4	Cabai+bawang daun (<i>Hot pepper+bunching onion</i>)	1	4,3
Tomat+kentang (<i>Tomato+potato</i>)	3	13,1	Cabai keriting+kubis (<i>Hot pepper+cabbage</i>)	1	4,3
Cabai+siampo (<i>Hot pepper+chinese mustard</i>)	5	21,7	Kentang+kubis (<i>Potato+cabbage</i>)	1	4,3
Cabai+siampo+kentang (<i>Hot pepper+chinese mustard+potato</i>)	1	4,3	Cabai+kentang+tomat+petsai (<i>Hot pepper+potato+tomato+chinese cabbage</i>)	1	4,3
Tomat+kubis (<i>Tomato+cabbage</i>)	1	4,3			

dan seterusnya ditanam berkisar 7-30 HST tanaman utama. Pada praktiknya, faktor spasial (tinggi dan kanopi tanaman) serta faktor temporal (tingkat kematangan/umur panen) ternyata merupakan dua hal yang saling melengkapi. Pemilihan jenis tanaman yang akan dikombinasikan sebenarnya berperan sangat penting. Jenis tanaman/sayuran, bahkan varietasnya dapat diseleksi (dan disilangkan) berdasarkan kesesuaiannya untuk ditanam secara tumpangsari atau tumpanglilir. Namun demikian, sampai sejauh ini, hal tersebut belum pernah dilakukan oleh lembaga penelitian. Penelitian pemuliaan masih terfokus pada penemuan varietas yang dapat memberikan hasil maksimal, di bawah kondisi lingkungan optimal, pada tingkat manajemen sistem pertanian monokultur.

Produksi suatu komoditas merupakan fungsi dari hasil per tanaman dan jumlah tanaman per unit area. Pada kondisi seperti ini, hasil per tanaman cenderung relatif rendah, namun karena jumlah tanaman per unit area banyak, maka produksi total per unit area juga akan tinggi. Populasi tanaman dari jenis sayuran tertentu yang dapat ditanam per unit area sangat bergantung pada sumberdaya lingkungan. Sistem pertanian polikultur akan menguntungkan, jika populasi tanamannya optimal. Dengan kata

lain, populasi total optimal dari sistem pertanian polikultur akan lebih tinggi dibandingkan dengan populasi total optimal sistem pertanian monokultur. Hal ini juga tercermin dari informasi petani yang diringkas pada Tabel 5. Kerapatan populasi optimal pada sistem pertanian polikultur dapat terus ditingkatkan, selama *intercrop competition* masih lebih rendah dibandingkan dengan *intracrop competition*. Peningkatan populasi total dapat meningkatkan produksi total, jika terdapat perbedaan temporal pola pertumbuhan yang cukup lebar di antara komponen-komponen sistem polikultur.

Pada sistem polikultur, bukan hanya komponen tanaman kombinasi yang berperan penting, tetapi juga pola distribusi (penataan spasial) berbagai jenis tanaman yang berbeda tersebut di lapangan. Efisiensi pemanfaatan radiasi sinar matahari oleh setiap komponen tanaman akan sangat bergantung pada pola penanaman yang secara spasial ditata dengan baik. Penataan spasial sistem polikultur di Pangalengan pada umumnya adalah *relay intercropping* (penanaman tanaman kedua dan seterusnya, dilakukan setelah tanaman pertama berada pada tahapan reproduktif sebelum panen). Sangat jarang petani melakukan *row intercropping* (menanam dua jenis atau lebih

Tabel 4. Jenis sayuran, waktu tanam, dan panen pada sistem pertanian polikultur (*Vegetable crops, time of planting, and harvesting in multiplecropping systems*)

Jenis sayuran (Vegetable crops)	Bulan tanam (Planting month)	Bulan panen (Harvesting month)	Keterangan (Remarks)
Cabai (<i>Hot pepper</i>)	10	1	Petsai ditanam 15 hst cabai (<i>Chinese cabbage is planted 15 days after planting hot pepper</i>)
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	10	11	
Kubis (<i>Cabbage</i>)	1	2	Petsai dan kubis ditanam bersamaan (<i>Chinese cabbage and cabbage are planted at the same time</i>)
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	11	1	
Tomat (<i>Tomato</i>)	5	8	Petsai ditanam 7-20 hst tomat (<i>Chinese cabbage is planted 7-20 days after planting tomato</i>)
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	5	7	
Cabai (<i>Hot pepper</i>)	5	10	Kentang ditanam 25 hst cabai (<i>Potato is planted 25 days after planting hot pepper</i>)
Kentang (<i>Potato</i>)	6	10	
Cabai (<i>Hot pepper</i>)	9	1	Petsai ditanam 25 hst cabai (<i>Chinese cabbage is planted 25 days after planting hot pepper</i>)
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	9	10	
Kentang (<i>Potato</i>)	9	11	Kentang ditanam 30 hst cabai (<i>Potato is planted 30 days after planting hot pepper</i>)
Tomat (<i>Tomato</i>)	2	5	Kentang ditanam 7-20 hst tomat (<i>Potato is planted 7-20 days after planting tomato</i>)
Kentang (<i>Potato</i>)	3	6	
Cabai (<i>Hot pepper</i>)	9	1	Siampo ditanam 25-30 hst cabai (<i>Chinese mustard is planted 25-30 days after planting hot pepper</i>)
Siampo (<i>Chinese mustard</i>)	9	10	
Cabai (<i>Hot pepper</i>)	9	1	Siampo ditanam 25 hst cabai (<i>Chinese mustard is planted 25 days after planting hot pepper</i>)
Siampo (<i>Chinese mustard</i>)	9	10	
Kentang (<i>Potato</i>)	9	11	Kentang ditanam 30 hst cabai (<i>Potato is planted 30 days after planting hot pepper</i>)
Tomat (<i>Tomato</i>)	2	5	Kubis ditanam 25-30 hst tomat (<i>Cabbage is planted 25-30 days after planting tomato</i>)
Kubis (<i>Cabbage</i>)	3	6	
Tomat (<i>Tomato</i>)	2	5	Siampo ditanam 7-30 hst tomat (<i>Chinese mustard is planted 7-30 days after planting tomato</i>)
Siampo (<i>Chinese mustard</i>)	3	6	

HST (DAP) = hari setelah tanam (*days after planting*)

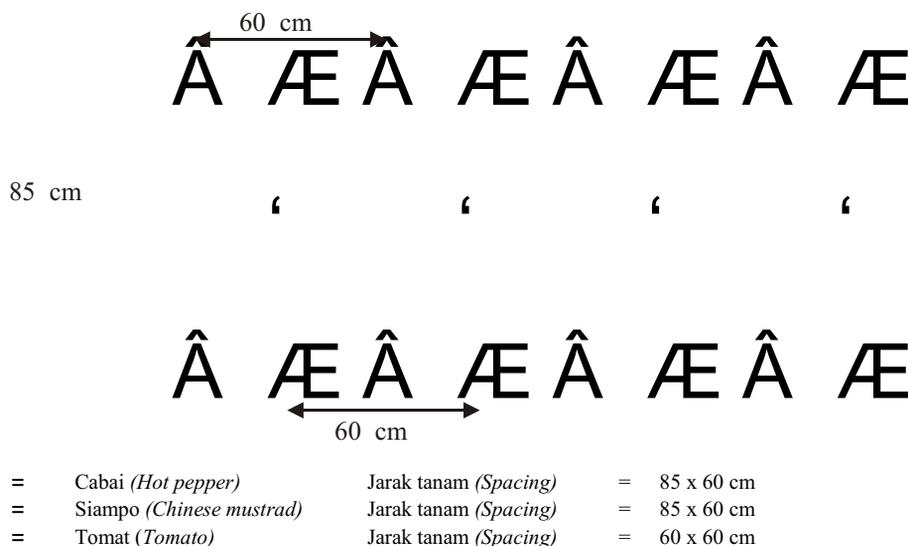
tanaman secara bersamaan dengan paling sedikit satu tanaman ditanam dalam barisan). Berikut ini adalah beberapa contoh penataan spasial sistem pertanian polikultur sayuran di Pangalengan (Gambar 1-3).

Pada umumnya, pemupukan dasar dilakukan petani dengan menebarkan pupuk sepanjang garitan, kemudian ditutup tanah (sebelum mulsa dipasang). Sementara itu, untuk pemupukan susulan, sebagian besar petani melakukannya dengan menyiramkan pupuk yang telah dilarutkan ke sekeliling tanaman (Tabel 6). Dosis pupuk yang diberikan pada umumnya merupakan perkiraan kebutuhan total kombinasi tanaman, yaitu dosis tanaman utama jika ditanam secara monokultur dengan tambahan sebesar 25-50%. Pada dasarnya, sifat alami tanaman utama serta jenis pupuk yang

diberikan akan mempengaruhi keragaan tanaman kombinasi/ asosiasi (positif atau negatif). Besarnya pengaruh ini sangat bervariasi, tetapi umumnya tidak terlalu signifikan. Pengaruh yang paling besar biasanya terjadi pada ketersediaan nitrogen. Namun demikian, hal ini sukar digeneralisasikan karena pengaruh residual dari pemupukan nitrogen dipengaruhi oleh berbagai variabel. Pengaruh residual cenderung bersifat spesifik lokasi dan harus selalu dipertimbangkan pada saat akan melakukan pemupukan untuk tanaman kombinasi/asosiasi. Perlu dicatat bahwa keterbatasan hasil penelitian mengenai pemupukan pada sistem pertanian polikultur menyebabkan timbulnya kesulitan untuk menilai atau mengevaluasi cara dan dosis pemupukan yang dilakukan petani.

Tabel 5. Populasi tanaman pada sistem pertanian polikultur dan monokultur (*Plant density in multiple and monocropping systems*)

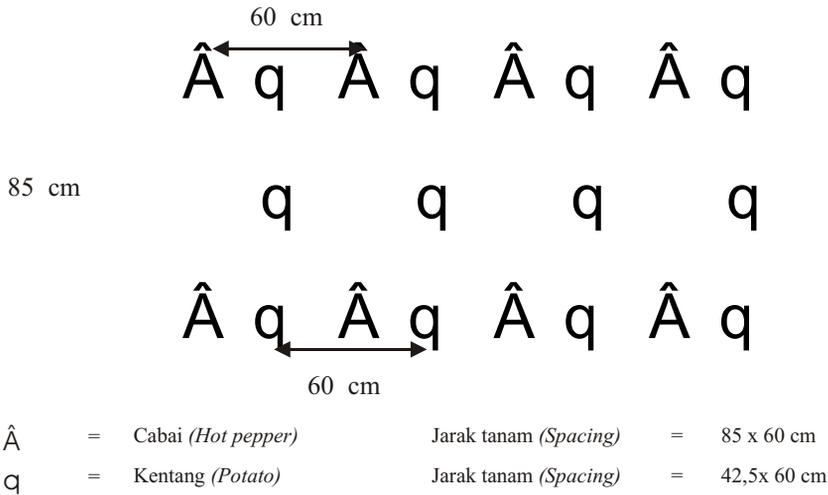
Kombinasi tanaman (<i>Crop combination</i>)	Populasi tanaman pada sistem polikultur (<i>Plant density in multiplecropping</i>)		Populasi tanaman pada sistem monokultur (<i>Plant density in monocropping</i>)	
	Kisaran (<i>Range</i>)	Rataan (<i>Average</i>)	Kisaran (<i>Range</i>)	Rataan (<i>Average</i>)
Cabai (<i>Hot pepper</i>)	21.875–32.350	25.515	21.875–37.500	27.750
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	21.875–37.500	26.265	25.000–42.500	36.115
Tomat (<i>Tomato</i>)	21.875–28.750	25.125	25.000–31.250	26.465
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	21.875–28.750	25.125	25.000–48.000	33.465
Cabai (<i>Hot pepper</i>)	21.875–29.165	26.155	21.875–35.715	28.720
Siampo (<i>Chinese mustard</i>)	17.855–37.500	26.600	37.500–43.750	41.450
Cabai (<i>Hot pepper</i>)	23.333–25.000	24.168	23.333–25.000	24.168
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	23.333–25.000	24.168	23.333–37.500	30.415
Kentang (<i>Potato</i>)	10.000–11.250	10.625	25.000–33.333	29.168
Tomat (<i>Tomato</i>)		29.400		32.350
Kentang (<i>Potato</i>)		23.525		37.500
Cabai (<i>Hot pepper</i>)		20.825		22.915
Kentang (<i>Potato</i>)		10.415		35.000
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)		20.825		31.250
Tomat (<i>Tomato</i>)		10.415		25.000



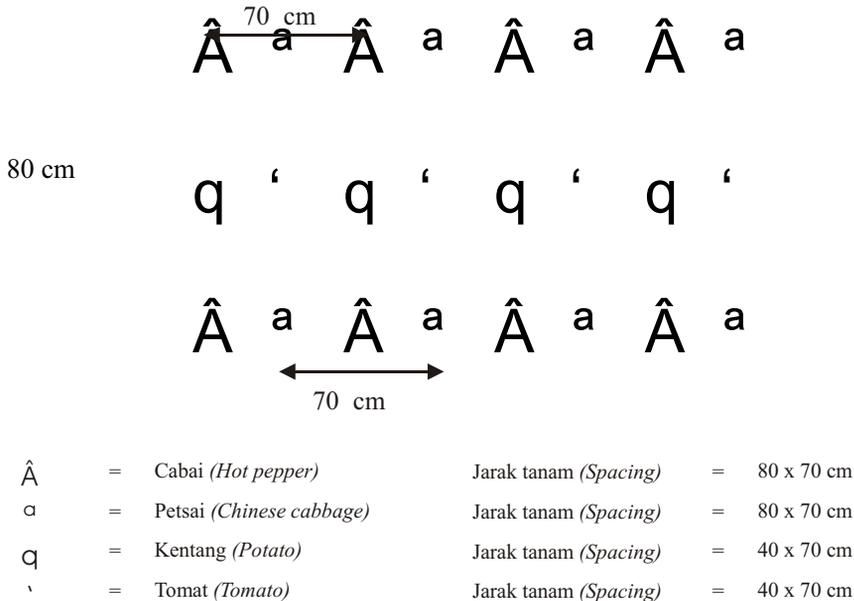
Gambar 1. Contoh penataan spasial sistem pertanian polikultur sayuran di Pangalengan (*Example of spatial arrangement on vegetable polyculture at Pangalengan*)

Berkaitan dengan insiden hama penyakit pada sistem polikultur, terdapat dua kemungkinan yang bersifat kontras satu sama lain, yaitu (a) sistem pertanian polikultur memberikan periode keberadaan tanaman di lapangan yang lebih panjang dan memungkinkan adanya peningkatan insiden hama penyakit, dan

(b) keragaman jenis tanaman dapat mengarah pada stabilitas hama yang lebih tinggi, sedangkan periode keberadaan tanaman yang lebih panjang dapat memberikan kemungkinan pada timbulnya agens biokontrol secara alami. Secara ideal, sistem pertanian polikultur akan sangat menguntungkan jika dapat mengombinasikan



Gambar 2. Contoh penataan spasial sistem pertanian polikultur sayuran di Pangalengan (*Example of spatial arrangement on vegetable polyculture at Pangalengan*)



Gambar 3. Contoh penataan spasial sistem pertanian polikultur sayuran di Pangalengan (*Example of spatial arrangement on vegetable polyculture at Pangalengan*)

spesies tanaman yang rentan dengan spesies yang toleran, sehingga pengaruh absolut dari insiden hama penyakit dapat dikurangi. Hal serupa juga dapat ditempuh jika salah satu tanaman lebih disukai oleh parasitoid hama tanaman lain (misalnya, kentang+petsai, *Hemiptarsonemus vasicormis* memparasitasi *Liriomyza* sp.). Pengendalian hama penyakit pada sistem polikultur sayuran di Pangalengan masih sangat bergantung pada metode pengendalian kimiawi.

Lebih dari separuh jumlah petani responden melakukan penyemprotan dan menggunakan dosis penyemprotan sesuai dengan kebutuhan masing-masing tanaman. Hal ini dilakukan karena serangan hama/penyakit yang berbeda antarjenis tanaman, sehingga harus dikendalikan secara terpisah (dengan jenis pestisida yang berbeda pula). Walaupun demikian, petani juga menyatakan bahwa seringkali pada saat penyemprotan tanaman utama, tanaman lainnya

Tabel 6. Pemupukan dan penyemprotan pestisida pada sistem pertanaman polikultur (*Fertilization application and pesticide spraying in multiplecropping systems*)

Uraian (<i>Description</i>)	Responden (<i>Respondents</i>)	
	3	%
<i>Cara pemupukan (Fertilization application)</i>		
• Dibenamkan di dekat atau sekeliling tanaman (<i>Burried close to or around the plants</i>)	7	30,4
• Disiramkan pada atau sekeliling tanaman (<i>Poured on or around the plants after mixed with water</i>)	14	60,9
• Dibenamkan diantara dua tanaman (<i>Burried between two plants</i>)	2	8,7
<i>Dosis pemupukan (Fertilization dosage)</i>		
• Sesuai kebutuhan masing-masing tanaman jika ditanam secara monokultur (<i>Based on the requirement of each crop as if it is planted in monocropping system</i>)	11	47,8
• Perkiraan kebutuhan total kombinasi tanaman, yaitu dosis tanaman utama (monokultur) dengan tambahan sebesar 25-50% (<i>Estimation of the total requirement for crop combination, that is the dosage for the main crop in monocropping plus 25-50%</i>)	17	73,9
<i>Cara penyemprotan (Spraying method)</i>		
• Setiap jenis tanaman disemprot sesuai kebutuhan (<i>Each crop is sprayed, based on its specific requirements</i>)	16	69,6
• Penyemprotan difokuskan untuk tanaman utama dan tanaman lainnya secara bersamaan ikut tersemprot (<i>Spraying is focused to the main crop, while the other crops may also indirectly sprayed</i>)	13	56,5
<i>Dosis penyemprotan (Spraying dosage)</i>		
• Sesuai kebutuhan masing-masing tanaman jika ditanam secara monokultur (<i>Based on the requirement of each crop as if it is planted in monocropping system</i>)	15	65,2
• Perkiraan kebutuhan total kombinasi tanaman dengan penekanan pada tanaman utama (<i>Estimation of the total requirement for crop combination with the stress on the main crop</i>)	10	43,5

Catatan: Seorang responden dimungkinkan untuk memberikan lebih dari satu jawaban, sehingga secara kumulatif jumlahnya dapat > 100%.

juga secara tidak langsung ikut tersemprot. Menurut petani, cara ini ditempuh sebagai salah satu upaya untuk melakukan sedikit penghematan biaya pengendalian hama penyakit.

Secara ekologis, sebagian besar petani menyatakan bahwa sistem pertanaman polikultur sayuran dapat mengurangi tingkat erosi dan mempertahankan/memperbaiki kesuburan lahan (Tabel 7). Pada sistem ini, periode keberadaan pertanaman yang lebih panjang, pemulsaan serta pengolahan tanah minimal merupakan faktor penting yang dapat mengurangi kerusakan struktur tanah.

Keterkaitan dan kompetisi intra/intertanaman

Jika lebih dari satu jenis tanaman ditanam bersama, maka berbagai jenis tanaman tersebut akan saling mempengaruhi (interferensi) satu

sama lain. Interferensi akan terjadi antar individual tanaman dari spesies yang sama intra dan antartanaman dari spesies yang berbeda (inter). Interferensi seringkali terjadi dalam bentuk kompetisi yang merupakan proses fisik. Kompetisi ini hampir dapat dipastikan selalu terjadi pada tahapan tertentu proses pertumbuhan tanaman. Dari sisi waktu, terjadinya kompetisi akan bergantung pada (a) tingkat pasokan sumberdaya, misalnya, kesuburan lahan, radiasi sinar matahari, dan keseimbangan kelembaban, serta (b) sifat alami dari komunitas tanaman, khususnya kebutuhan sumberdaya dari tanaman secara individual, populasi tanaman dan penataan spasial. Hubungan intra atau inter tanaman secara normal akan berubah sepanjang masa pertumbuhan komunitas tanaman. Seringkali hubungan tersebut pada awal pertumbuhan vegetatif akan bersifat indifferen, tetapi setelah tanaman tumbuh semakin besar dan

Tabel 7. Pengaruh sistem pertanaman polikultur terhadap upaya mengendalikan erosi dan mempertahankan kesuburan lahan (*The effects of multiplecropping in reducing soil erosion and maintaining soil fertility*)

Uraian (<i>Description</i>)	Responden (<i>Respondents</i>)	
	3	%
Pengaruh sistem pertanaman polikultur terhadap penurunan tingkat erosi? (<i>The effects of multiplecropping in reducing soil erosion?</i>)		
<ul style="list-style-type: none"> Ya, tingkat erosi dapat dikurangi karena; (a) bedengan dan mulsa dapat mengurangi kecepatan penggerusan tanah oleh aliran air, dan (b) serta kerapatan tanaman dapat menutupi/melindungi tanah secara lebih baik dari ekspos langsung air hujan (<i>Yes, it may reduce soil erosion, since the beds and mulches could slow down the water run-off, and the plant density could cover the soil, protecting from direct rainfall exposure</i>) 	17	73,9
<ul style="list-style-type: none"> Tidak berbeda dengan sistem pertanaman monokultur, terutama jika usahatani dilakukan pada lahan yang bertopografi datar (<i>It is not different with the monocropping system, especially when the farming activities are carried out on flat land</i>) 	6	26,1
Pengaruh sistem pertanaman polikultur terhadap upaya mempertahankan kesuburan lahan? (<i>The effects of multiplecropping in maintaining soil fertility?</i>)		
<ul style="list-style-type: none"> Ya, kesuburan lahan dapat dipertahankan/diperbaiki karena pemberian pupuk organik yang relatif lebih tinggi (<i>Yes, the soil fertility could be maintained since the use of organic fertilizer is relatively higher</i>) 	18	78,3
<ul style="list-style-type: none"> Tidak berpengaruh positif, bahkan cenderung meningkatkan pencemaran, terutama karena kemungkinan penggunaan pupuk kimiawi yang berlebih (<i>There is no positive effect, especially when the use of chemical fertilizers is relatively excessive</i>) 	5	21,7

semakin memerlukan “ruang”, hubungan indiferen tersebut akan berubah menjadi hubungan yang bersifat kompetitif. Sifat interferensi pada dasarnya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil dari suatu asosiasi tanaman. Hubungan antartanaman pada sistem polikultur, berkenaan dengan hasil relatif dari asosiasi tanaman, dapat berupa hubungan yang bersifat:

1. Kompetitif: Hasil tanaman A dapat ditingkatkan jika hasil tanaman B turun
2. Komplementer: Hasil tanaman A dapat ditingkatkan dan hasil tanaman B juga meningkat
3. Suplementer: Hasil tanaman A dapat ditingkatkan tanpa ada pengaruh dari/terhadap tanaman B
4. Komplementer-kompetitif: Peningkatan hasil tanaman A pada awalnya turut meningkatkan hasil tanaman B, namun setelah

mencapai titik tertentu hubungan tersebut berubah di mana peningkatan hasil tanaman A diikuti oleh penurunan hasil tanaman B.

5. Suplementer-kompetitif: Pada awalnya tanaman A dan B masing-masing tumbuh tanpa berhubungan, tetapi setelah titik tertentu hubungan keduanya menjadi kompetitif (A meningkat, B menurun atau sebaliknya).

Informasi di bawah ini menunjukkan jenis-jenis tanaman yang menurut pengalaman petani termasuk ke dalam kategori-kategori hubungan antartanaman berbeda spesies (Tabel 8). Pengalaman petani mengindikasikan bahwa (a) tomat+petsai dikategorikan memiliki hubungan kompetitif, (b) cabai+petsai dikategorikan memiliki hubungan komplementer, (c) cabai+petsai dikategorikan memiliki hubungan suplementer, (d) tomat+cabai,

kentang+tomat, tomat-siampo, dikategorikan memiliki hubungan komplementer/kompetitif, dan (e) cabai+tomat dikategorikan memiliki hubungan suplementer/kompetitif. Petani menyatakan bahwa pemilihan kombinasi tanaman didasarkan pada pengalaman pengamatan visual pertumbuhan di lapangan. Kompetisi antar tanaman yang secara visual mudah diamati petani adalah kompetisi yang terjadi di atas permukaan tanah, khususnya kompetisi untuk memperoleh radiasi sinar matahari.

Berdasarkan pengalaman dan pemahamannya, petani mengombinasikan tanaman yang memiliki kanopi lebih tinggi dengan tanaman yang berkanopi lebih rendah. Kompetisi lain yang juga penting adalah kompetisi antar tanaman di bawah permukaan tanah, khususnya berkaitan dengan penyerapan unsur hara dan air. Petani menyatakan bahwa pemahaman mengenai kompetisi ini masih sangat terbatas, sehingga jarang digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan kombinasi tanaman.

Disatu sisi, informasi petani di atas sebenarnya sangat berguna sebagai bahan pertimbangan dalam memilih jenis-jenis sayuran yang akan diasosiasikan. Disisi lain, informasi tersebut harus digunakan secara hati-hati, karena semata-mata hanya dielaborasi dari pengalaman petani dan belum didukung oleh pembuktian ilmiah. Secara tidak langsung, hal ini juga mengindikasikan masih terbatasnya ketersediaan informasi hasil penelitian berkaitan dengan pemilihan kombinasi tanaman. Dukungan hasil penelitian hulu yang bersifat teknis sangat diperlukan agar diperoleh suatu acuan atau bahan perbandingan yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi, konfirmasi, dan pengembangan lebih lanjut.

Aspek agroekologis, biologis, dan fisik tanaman

Pola musiman curah hujan di daerah tropis seringkali dikaitkan dengan sistem usahatani dan masalah pasokan air. Data serial waktu curah hujan bulanan di Pangalengan menunjukkan bahwa daerah ini memiliki pola curah hujan uni-modal (paling sedikit terdiri dari tujuh bulan hujan) yang dapat memberikan kecukupan dukungan pasokan air untuk penanaman/

pengusahaan sayuran dua kali atau lebih secara berturut-turut (Tabel 9). Kondisi pola hujan ini cocok dengan pemilihan sistem pertanaman polikultur (*mixed* atau *relay intercropping*). Sistem pertanaman tersebut secara signifikan berinteraksi dengan efektivitas curah hujan (porsi hujan yang masuk ke dalam tanah dan tertahan di sekitar daerah perakaran tanaman). Sistem pertanaman polikultur memberikan penutup tanah yang baik, sehingga dapat mengurangi *water run off* dan evaporasi. Oleh karena itu, efektivitas pemanfaatan curah hujan dan efisiensi penggunaan air cenderung lebih berhasil pada sistem pertanaman polikultur yang dirancang dengan baik.

Peranan pasokan air untuk menjamin keberhasilan sistem pertanaman polikultur juga dikonfirmasi oleh petani melalui beberapa pernyataan yang disajikan pada Tabel 10. Kekurangan air atau kekeringan dipersepsi memiliki bobot pengaruh terpenting terhadap keberhasilan sistem pertanaman polikultur. Berdasarkan urutan kepentingannya, bobot pengaruh diikuti oleh curah hujan per tahun, efek naungan (*shading effect*) dari tanaman lain yang dapat mengurangi radiasi sinar matahari, total kebutuhan air, curah hujan efektif per tahun dan efek lindungan (*shelter effect*).

Pada sistem pertanaman polikultur, insiden hama penyakit merupakan hal yang menjadi perhatian penuh sepanjang periode penanaman (Tabel 11). Dalam konteks pertanaman ganda, insiden hama penyakit dapat ditularkan dari tanaman sebelumnya atau dari salah satu komponen asosiasi. Rotasi tanaman merupakan salah satu upaya yang biasa dilakukan petani untuk mengurangi insiden hama penyakit. Tanaman rotasi perlu dipilih dari jenis tanaman yang sedapat mungkin mempunyai organisme pengganggu yang berbeda. Tanaman-tanaman yang menghadapi hama penyakit sejenis, sebaiknya tidak ditanam bersamaan atau ditanam secara berurutan.

Siklus hidup hama penyakit seringkali sinkron dengan keberadaan tanaman inang serta dipengaruhi oleh kondisi klimatologis dan ekologis. Oleh karena itu, hama tertentu biasanya berkembang pada saat tanaman inangnya berada pada fase pertumbuhan tertentu.

Tabel 8. Persepsi petani menyangkut kompetisi, komplementaritas, dan suplementaritas antartanaman (*Farmers' perceptions regarding competitiveness, complementarity, and supplementarity among plants*)

Kompetitif (Competitive)	Responden (Respondents) %	Komplemen- ter (Comple- mentary)	Responden (Respondents) %	Suplementer (Suplemen- tary)	Responden (Respondents) %	Komplemen- ter kompetitif (Complementa- rity competitive)	Responden (Respondent) %	Suplementer kompetitif (Supplementary competitive)	Responden (Respondents) %
Cabai+kubis (Hot pepper+ cabbage)	4,3	Cabai+petsai (Hot pepper+ ch.cabbage)	43,7	Kubis+petsai (Cabbage+ ch. cabbage)	8,8	Tomat+petsai (Tomato+ ch.cabbage)	8,7	Kubis+petsai (Cabbage+ ch.cabbage)	4,3
Tomat+petsai (Tomato+ ch. cabbage)	26,2	Tomat+petsai (Tomato+ ch.cabbage)	4,3	Cabai+petsai (Hot pepper+ ch. cabbage)	34,9	Tomat+cabai (Tomato+ hot pepper)	13,1	Kentang+cabai (Potato+ hot pepper)	17,4
Kentang+cabai (Potato+ hot pepper)	17,4	Tomat+cabai (Tomato+hot pepper)	8,7	Kentang+ petsai (Potato+ ch.cabbage)	4,3	Kentang+tomat (Potato+tomato)	13,1	Cabai+tomat (Hot pepper+ tomato)	21,8
Kentang+petsai (Potato+ ch. cabbage)	4,3	Kentang+ cabai (Potato+ hot pepper)	17,4	Tomat+kentang (Tomato+ potato)	8,8	Tomat+kubis (Tomato+ cabbage)	8,7	Kentang+petsai (Potato+ ch. cabbage)	4,3
Tomat+kentang (Tomato+ potato)	8,7	Tomat+kentang (Tomato+potato)	4,3	Tomat+ kac. merah (Tomato + french beans)	4,3	Cabai+kentang (Hot pepper+ potato)	8,7	Tomat+kentang (Tomato+potato)	4,3
Kubis+tomat (Cabbage+ tomato)	8,7	Tomat+ kac. merah (Tomato+ french bean)	4,3	Tomat+cabai (Tomato+ hot pepper)	4,3	Petsai+cabai (Ch.cabbage+ hot pepper)	4,3	Kubis+cabai (Cabbage+ hot pepper)	13,1
Cabai+tomat (Hot pepper+ tomato)	4,3	Cabai+siampo (Hot pepper+ ch.cabbage)	8,7	Tomat+siampo (Tomato+ ch. mustrad)	4,3	Kubis+petsai (Cabbage+ ch. cabbage)	4,3	Cabai+siampo (Cabbage+ ch. mustrad)	8,7
Petsai+kubis (Ch. cabbage+ cabbage)	4,3	Cabai+kubis (Hot pepper+ cabbage)	4,3	Kubis+siampo (Cabbage- ch.mustrad)	4,3	Cabai+siampo (Tomato+ ch.mustrad)	4,3	Kubis+siampo (Cabbage+ ch. mustrad)	4,3
Cabai+siampo (Hot pepper+ ch.mustard)	13,1	Kubis+petsai (Cabbage+ ch.cabbage)	4,3	Cabai+siampo (Hot pepper- ch.mustrad)	4,3	Tomat+siampo (Tomato+ ch.mustrad)	13,1	Tidak menjawab (No answer)	21,8
Tomat+siampo (Tomato+ ch.mustard)	8,7			Cabai+bw.daun (Hot pepper+ bc.onion)	4,3	Kubis+kentang (Cabbage+ potato)	4,3		
				Cabai+kentang (Hot pepper+ potato)	4,3	Tidak menjawab (No answer)	17,4		
				Tomat+petsai (Tomato+ ch.cabbage)	4,3				
				Tdk.menjawab (No. answer)	8,8				

Table 9. Curah hujan (mm) dan hari hujan di Pangalengan (Rainfall and rainy days in Pangalengan) 1997-2001

Bulan (Month)	1997		1998		1999		2000		2001	
	Curah hujan (Rainfall) mm	Hari hujan (Rainy day)								
1	212,8	28	286,0	26	421,6	31	362,0	29	597,5	30
2	213,4	22	488,4	22	252,0	21	600,5	28	420,0	24
3	55,1	19	334,8	27	293,8	26	504,0	25	604,5	24
4	74,8	17	439,4	26	206,8	22	414,5	19	338,5	25
5	16,8	8	94,4	16	64,0	16	88,5	6	162,5	13
6	2,4	2	169,4	22	7,7	7	72,0	3	245,0	11
7	0,0	0	36,0	10	10,2	6	48,5	1	67,0	4
8	0,0	0	18,9	7	1,4	2	142,5	5	0,0	0
9	0,0	0	44,0	8	0,8	2	87,5	4	98,5	7
10	0,0	0	254,8	26	129,2	19	291,0	13	251,5	18
11	36,0	15	322,5	25	374,4	26	434,5	24	299,0	24
12	658,0	28	348,3	27	260,0	25	348,0	26	346,0	29

Sumber: BBI Pangalengan dan Stasiun Klimatologi Chinchona 2001

Tabel 10. Bobot pengaruh dari beberapa faktor ekologis, biologis, dan fisik tanaman terhadap keberhasilan sistem pertanian polikultur (The influence of ecological, biological, and physical factors on the success of multiplecropping systems)

Faktor (Factors)	Pengaruh terhadap keberhasilan sistem (The magnitude of influence), n=23			
	Tidak berpengaruh (No influence) 0	Berpengaruh rendah (Low influence) 1	Berpengaruh sedang (Moderate influence) 2	Berpengaruh tinggi (High influence) 3
Curah hujan per tahun (Rainfall per year)	2	1	2	18
Curah hujan efektif per tahun atau ketersediaan air (Effective rainfall per year or water availability)	-	1	8	14
Total kebutuhan air dari sistem pertanian polikultur (Total water requirement for multiple-cropping systems)	-	1	6	16
Kekurangan air atau kekeringan (Water shortage or dryness)	-	-	1	22
Efek perlindungan dari tanaman lain, sehingga dapat mengurangi kecepatan angin (Shelter effects that may reduce the wind speed)	2	3	11	7
Efek naungan dari tanaman lain, sehingga dapat mengurangi penyinaran (Shading effects that may reduce the lights absorption)	-	1	5	17

Pada saat tanaman inang tersebut tumbuh ke tahapan berikutnya, hama bersangkutan akan

mencari tanaman inang lainnya. Jika tanaman inang lainnya tidak tersedia, populasi hama akan

Tabel 11. Bobot pengaruh beberapa faktor fisik tanaman penting terhadap peningkatan atau penurunan serangan hama penyakit pada sistem polikultur (*The influence of plant physical factors to the increase or decrease of pests and diseases incidence*)

Faktor (Factors)	Pengaruh terhadap peningkatan/penurunan serangan h/p (<i>The magnitude of influence</i>), n=23			
	Tidak berpengaruh (No influence), 0	Berpengaruh rendah (Low influence), 1	Berpengaruh sedang (Moderate influence) 2	Berpengaruh tinggi (High influence), 3
Panjang siklus pertumbuhan pertanaman polikultur (<i>The cycle of plant growth in multiplecropping system</i>)	9	1	5	8
Keragaman jenis (jumlah) tanaman pada sistem pertanaman polikultur (<i>Number of crops combined in multiplecropping system</i>)	2	-	13	8
Varietas sayuran pada sistem pertanaman polikultur (<i>Vegetable varieties used in multiplecropping system</i>)	5	1	10	7
Rotasi tanaman pada sistem pertanaman polikultur (<i>Plant rotation in multiplecropping system</i>)	1	-	6	16
Tata letak tanaman pada sistem pertanaman polikultur (<i>Plant spatial arrangement in multiplecropping system</i>)	1	1	11	10
Kerapatan tanam pada sistem pertanaman polikultur (<i>Plant densities in multiplecropping system</i>)	-	-	3	20

menurun dan bahkan menghilang jika tidak terdapat tanaman inang dalam waktu yang cukup lama.

Hama atau penyakit dapat menyebar secara cepat pada sistem pertanaman monokultur yang memiliki kerapatan tanaman tinggi. Oleh karena itu, transmisi hama penyakit pada sistem pertanaman polikultur sering dipostulasikan akan berjalan lebih lambat. Jika dua atau lebih spesies ditanam secara asosiasi dan salah satu dari spesies tersebut merupakan inang dari hama/penyakit tertentu, maka tanaman lain yang bukan inang akan berfungsi sebagai *barier* untuk penyebaran patogen. Tabel 11 menunjukkan bahwa petani menganggap kerapatan tanaman pada sistem polikultur merupakan faktor yang memiliki bobot pengaruh tertinggi terhadap perkembangan serangan hama penyakit. Faktor terpenting ini kemudian secara berturut-turut diikuti oleh perencanaan rotasi tanaman, tata letak tanaman secara spasial, panjang siklus pertumbuhan pertanaman polikultur, keragaman jenis (jumlah) tanaman yang diasosiasikan dalam sistem, serta varietas sayuran yang digunakan.

KESIMPULAN

1. Penggunaan mulsa plastik perak didasarkan pada pertimbangan (a) mengurangi gulma, (b) menghindarkan tanaman dari genangan air, (c) memperlambat pemadatan tanah, serta (d) mengurangi pengurangan pencucian pupuk.
2. Secara berurutan, kombinasi tanaman yang paling sering dipilih petani adalah (a) cabai + petsai, (b) tomat+petsai, (c) cabai+siampo, (d) kubis+petsai, dan (e) cabai+kentang+petsai. Sistem polikultur yang digunakan umumnya adalah sistem tumpanggilir (*relay-cropping*). Faktor spasial (tinggi dan kanopi tanaman) serta faktor temporal (tingkat kematangan/umur panen) merupakan dua hal penting dalam memilih kombinasi/asosiasi tanaman.
3. Dosis pupuk yang diberikan pada umumnya adalah dosis tanaman utama jika ditanam secara monokultur dengan tambahan sebesar 25-50%. Sementara itu, pengendalian hama penyakit masih sangat bergantung pada

metode pengendalian kimiawi. Lebih dari separuh petani responden melakukan penyemprotan dan menggunakan dosis penyemprotan sesuai dengan kebutuhan masing-masing tanaman.

4. Secara ekologis, sebagian besar petani menyatakan bahwa sistem pertanian polikultur sayuran dapat mengurangi tingkat erosi dan mempertahankan kesuburan lahan. Pada sistem ini, periode keberadaan pertanian yang lebih panjang, pemulsaan serta pengolahan tanah minimal merupakan faktor penting yang dapat mengurangi kerusakan struktur tanah.
5. Pengalaman petani mengindikasikan bahwa (a) tomat+petsai dikategorikan memiliki hubungan kompetitif, (b) cabai+petsai dikategorikan memiliki hubungan komplementer, (c) cabai+petsai dikategorikan memiliki hubungan suplementer, (d) tomat+cabai, kentang+tomat, tomat+siampo, dikategorikan memiliki hubungan komplementer/kompetitif, dan (e) cabai+tomat dikategorikan memiliki hubungan suplementer/kompetitif
6. Kemungkinan kekurangan air atau kekeringan dipersepsi memiliki bobot pengaruh terpenting terhadap keberhasilan sistem pertanian polikultur. Berdasarkan urutan kepentingannya, bobot pengaruh tersebut diikuti oleh curah hujan per tahun, efek naungan dari tanaman lain yang dapat mengurangi radiasi sinar matahari, total kebutuhan air, curah hujan efektif per tahun, dan efek lindungan.
7. Petani menganggap kerapatan tanaman pada sistem polikultur merupakan faktor yang memiliki bobot pengaruh tertinggi terhadap perkembangan serangan hama penyakit. Secara berturut-turut diikuti oleh perencanaan rotasi tanaman, tata letak tanaman secara spasial, panjang siklus pertumbuhan pertanian polikultur, keragaman jenis (jumlah) tanaman yang diasiasikan, serta varietas sayuran yang digunakan.
8. Dukungan hasil penelitian hulu yang bersifat teknis mencakup optimisasi penataan spasial dan temporal (waktu tanam), optimisasi

kombinasi tanaman berdasarkan potensi sinergi dan kompetisi, seleksi dan pemuliaan tanaman spesifik untuk tumpangsari, aplikasi pemupukan dan pemulsaan, serta pengendalian hama penyakit secara biologis, sangat diperlukan agar diperoleh suatu acuan atau bahan pembanding yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi, konfirmasi, dan pengembangan lebih lanjut.

PUSTAKA

1. Beets, W.C. 1982. *Multiplecropping and tropical farming systems*. Westview Press, Boulder, Colorado, USA.
2. Cantlon, J. E. and H. E. Koenig. 1999. Sustainable ecological economies. *Ecol. Econ.* 31:107-121.
3. Dumsday, R., Midmore, D. and Kobayashi, H. 1991. Sustainability of vegetable production system. Paper presented at the Progress Planning Workshop, AVRDC, 3 - 5 December 1991
4. Gafsi, M. 1999. A management approach to change on farms. *Agric. Systems*, 61:179-189.
5. Hadi, P.U., H. Mayrowani, Supriyati dan Sumedi. 2000. Review dan outlook pengembangan komoditas hortikultura. Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional "Perspektif Pembangunan Pertanian dan Kehutanan Tahun 2001 ke Depan", Bogor, 9-10 Nopember 2000.
6. Poudel, D. D., D. J. Midmore and L. T. West. 2000. Farmer participatory research to minimize soil erosion on steep land vegetable systems in the Philippines. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79:113-127.
7. Price, D.W., D.Z. Price and D.A. West. 1980. Traditional and non-traditional determinants of household expenditures on selected fruits and vegetables. *Western J. Agric. Econ.* 5:21-36.
8. Ranaweera, N., J. M. Dixon and N. S. Jodha. 1993. Sustainability and agricultural development: A farming system approach. *J. Asian Farming Systems Asso.* 2(1):1-15.
9. Saran, S. 1993. Integrated farming systems methodology for high-risk ecological zones. *J. Asian Farming Systems Asso.* 1(4):463-477.
10. Uri, N. E. 2000. Perceptions on the use of no-till farming in production agriculture in the United States: An analysis of survey results. *Agric. Ecosystems and Environment*, 77:263-266.
11. Waibel, H. and S. Setboonsang. 1993. Resource degradation due to chemical inputs in vegetable-based farming systems in Thailand. *J. Asian Farming Systems Asso.* 2(1):107-120.
12. Wood, G.M. 1986. *Understanding multiplecropping*. Technical Paper No. 26. Volunteers in Technical Assistance, Virginia, USA.