

Populasi dan Jarak Tanam Ubi Kayu dan Aneka Tanaman Kacang dalam Pola Tumpangsari

Astanto Kasno¹

Ringkasan

Aneka tanaman kacang tidak memiliki wilayah atau lahan khusus dan sulit dikembangkan pada kawasan yang didominasi oleh komoditas tertentu, misalnya tanaman ubi kayu. Agar aneka kacang dapat ditanam dan berkembang di kawasan tersebut, maka teknik tanam ganda, baik tumpangsari, tumpangurut, maupun tumpang gilir merupakan pilihan strategis. Tanaman ubi kayu dan aneka kacang yang tergolong tanaman C3 yang lebih toleran terhadap intensitas cahaya rendah dan kedua jenis tanaman tersebut memiliki umur panen yang berbeda dapat menjadi kombinasi yang serasi dan menguntungkan asal pemilihan varietas diikuti oleh rekayasa lingkungan yang sesuai (ruang, waktu, dan teknik produksi). Ubi kayu yang tumbuh tegak, tidak bercabang/lambat bercabang dan tumbuh agak vigoros merupakan karakteristik penting dalam sistem tanam ganda. Tipe tegak, umur genjah, dan toleran naungan merupakan karakteristik penting aneka tanaman kacang dalam sistem tanam ganda. Ubi kayu varietas Malang 4 dan Adira 4; kedelai varietas Argopuro dan Wilis; kacang tanah varietas Bison dan kacang hijau varietas Kutilang memiliki karakteristik demikian. Dengan penataan tanaman ubi kayu baris tunggal atau baris ganda dengan populasi yang sama dengan tanaman tunggal (10.000 tanaman/ha) tersedia lorong tanaman yang dapat ditanami aneka tanaman kacang dua hingga tiga kali, bergantung pada pola hujan/tipe iklim. Bila diikuti dengan teknologi produksi yang intensif, hasil ubi kayu dan aneka kacang mencapai sekitar 90% dari hasil yang dicapai oleh masing-masing.

Saat ini kepemilikan lahan di Jawa 0,3 ha/kepala keluarga dan di luar Jawa 1 ha/kepala keluarga, lebih rendah dari kepemilikan lahan ekonomis 2 ha/kepala keluarga di Jawa dan 5 ha/kepala keluarga di luar Jawa. Oleh karena itu, kompetisi penggunaan lahan akan semakin ketat dan petani hanya akan menaman komoditas yang bernilai ekonomis, risiko kecil, biaya produksi terjangkau dan permintaan pasar stabil agar lahan yang sempit mendatangkan pendapatan setinggi mungkin. Pada kondisi demikian dituntut untuk meningkatkan produksi agar kebutuhan keluarga tercukupi.

¹ Peneliti Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

Aneka tanaman kacang tergolong tanaman yang tidak memiliki lahan khusus, sehingga mudah tergusur tanaman lain yang lebih bernilai ekonomi. Tanaman ini juga sukar dikembangkan pada kawasan yang telah didominasi oleh tanaman tertentu, misalnya ubi kayu atau jagung. Sistem tanam ganda secara tumpangsri, tumpang urut atau tumpang gilir adalah pendekatan yang paling rasional untuk mengembangkan aneka tanaman kacang pada kawasan yang memiliki komoditas utama yang telah mapan.

Sistem tanam ganda memerlukan kombinasi dan komposisi jenis tanaman yang sesuai dengan karakteristik tanaman dan rekayasa lingkungan agar mendapatkan keuntungan finansial yang tinggi dan berkelanjutan.

Sistem tanam ganda ubi kayu yang tumbuh tegak, lambat bercabang/ tidak bercabang, tumbuh tidak terlalu agresif, dan berumur panjang bila ditanam terpadu dengan aneka tanaman kacang-kacangan berumur genjah dan toleran naungan akan memberikan keuntungan lebih besar. Areal pertanaman ubi kayu cukup luas, yakni 1,22 juta ha, 51,4% di antaranya berada di Jawa dan 30% di Sumatera (BPS 2007). Marwoto *et al.* (2005) mengemukakan bahwa pengembangan kedelai pada lahan masam di Lampung seluas 164.500 ha. Selain menghadapi masalah kemasaman tanah, pengembangan kedelai harus bersaing ketat dengan ubi kayu yang sulit digeser karena telah ditunjang oleh industri sehingga pemasarannya terjamin. Harsono *et al.* (2007) melaporkan bahwa penerapan tanam ganda ubi kayu + kedelai +/- kacang tanah mempunyai prospek untuk dikembangkan di Lampung.

Usahatani kedelai secara tumpangsari dengan pertanaman karet dan kelapa sawit muda juga potensial untuk dikembangkan. Di Indonesia, pada tahun 2006 areal perkebunan kelapa sawit seluas 6,059 juta ha, 4,37 juta ha di antaranya di Sumatera yang setiap tahun perlu peremajaan sekitar 39.000 ha. Untuk tanaman karet, pada tahun 2007 arealnya mencapai 3,31 juta ha. Peremajaan karet di Sumatera dan Kalimantan pada tahun yang sama seluas 19.050 ha (Sopian 2007). Menurut Nawir (2004), pada perkebunan besar, kelapa sawit ditanam dengan jarak 9 m x 9 m, dan luas perakaran sawit memerlukan ruang sekitar 35%, sehingga 65% dari luas tersebut dapat ditanami tanaman pangan, termasuk ubi kayu dan kedelai. Dengan demikian tersedia lahan dengan lebar 7,0 m di antara barisan kelapa sawit yang dapat ditanami tanaman pangan. Lahan pada lorong tanaman kelapa sawit yang ditanami kedelai akan memberikan hasil tertinggi pada saat kelapa sawit berumur 4-5 tahun. Setelah itu, hasil kedelai akan turun sejalan dengan pengaruh naungan kelapa sawit. Hingga kelapa sawit berumur 6 tahun intensitas radiasi surya yang lolos di antara tanaman masih sekitar 270 Wm² dan cukup untuk tanaman C3 seperti kedelai (Nawir 2004).

Sistem tanam ganda telah banyak diteliti dan memiliki beberapa kelebihan: (a) pemanfaatan lahan lebih optimal yang ditunjukkan oleh nisbah kesetaraan lahan (NKL) atau *Land Equivalent Ratio* (LER) yang meningkat dari 1,0 menjadi 1,3-1,7; (b) produk panen beragam; (c) risiko kegagalan

panen berkurang, karena harga jatuh atau sebab lain seperti serangan hama/ penyakit atau gangguan iklim; (d) lebih cepat memperoleh penghasilan (kedelai panen pada umur 85-90 hari, kacang tanah 90-95 hari, kacang hijau 60-65 hari, dan ubi kayu 10 bulan); (e) memperoleh tambahan hasil dari tanaman sela, sebelum ubi kayu dipanen; (f) memperbaiki kesuburan tanah karena tambahan N dari rhizobium dan bahan organik dari seresah tanaman kacang-kacangan; (g) mencegah erosi; dan (h) menyediakan pakan bagi ternak (Balitkabi 2007; Munip dan Ispandi 2006; Wargiono *et al.* 1997; Wargiono 2005).

Peningkatan produktivitas lahan dan tanaman, khususnya dengan teknologi tumpangsari ubi kayu dengan aneka tanaman kacang, memiliki prospek yang baik karena didukung oleh kebijakan diversifikasi pangan dan pengembangan agribisnis, energi, dan pangan lokal. Selain itu, telah terbit keputusan bersama Mentan dan Menhut tentang pemanfaatan kawasan hutan yang diremajakan dan kawasan tanaman hutan muda untuk pengembangan tanaman secara tumpangsari. Pengusaha sawit juga menawarkan lahan peremajaan sawit dan sawit muda untuk penelitian guna mendapatkan teknologi yang sesuai untuk peningkatan daya guna lahan sawit muda.

Dalam makalah ini dibahas karakteristik tanaman ubi kayu dan aneka tanaman kacang, diikuti oleh rekayasa lingkungan untuk meningkatkan hasil dan pendapatan dari usahatani sistem tanam ganda berbasis aneka tanaman kacang dan ubi.

Karakteristik Tanaman dalam Sistem Tanam Ganda

Pola tanam tumpangsari perlu pengaturan ruang dan waktu tanam yang tepat, terutama bila tanaman yang dipadukan memiliki umur berbeda (Leihner 1983), agar masing-masing tanaman memberikan hasil optimal.

Tanaman ubi kayu tidak efisien dalam penggunaan cahaya, air, dan hara pada stadia awal pertumbuhan, pertumbuhannya lambat pada stadia awal. Di akhir pertumbuhan tanaman ubi kayu tidak menghalangi cahaya ke bawah dan tidak banyak menyerap hara.

Karakteristik tanaman ubi kayu lain yang penting adalah tipe percabangan dan vigor. Kedua tipe tersebut berpengaruh terhadap kuantitas energi surya di awal pertumbuhannya. Ubi kayu yang sesuai untuk tanam ganda adalah yang memiliki tipe tegak dan tidak bercabang atau lambat bercabang dan tumbuh agak vigor (medium vigor). Ubi kayu dengan tipe percabangan cepat dan vigor akan cepat memberikan pengaruh naungan pada tanaman selanya. Di antara varietas ubi kayu yang memiliki tipe tegak dan tidak bercabang atau lambat bercabang dan tumbuh agak vigor adalah Malang 4 dan Adira 4.

Tabel 1. Korelasi hasil ubi kayu dan asosiasinya dengan aneka tanaman kacang.

Species	Umur panen (hari)	Korelasi hasil ubi/aneka kacang
Buncis	80	0,01
Kacang tunggak	90	0,05
Kacang tanah	106	-0,14
Kedelai	125	-0,35*

Sumber: Leihner (1983)

Tanaman kacang-kacangan yang sesuai untuk sistem tanam ganda adalah memiliki toleransi terhadap naungan. Sundari (2007) melaporkan bahwa kedelai varietas Argopuro dan Wilis tergolong toleran hingga intensitas naungan 50%. Kacang hijau varietas Kutilang juga dilaporkan toleran naungan hingga intensitas 50% (Sundari 2006). Kasno *et al.* (2003) melaporkan bahwa kacang tanah varietas Bison toleran terhadap naungan dengan intensitas sedang. Menurut Leihner (1983), karakteristik tanaman kacang-kacangan yang juga penting untuk sistem tanam ganda adalah umur genjah agar terhindar dari kompetisi penggunaan energi surya pada stadia pengisian polong.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa semakin panjang umur aneka tanaman kacang, semakin besar penurunan hasil ubi segar dan hasil aneka tanaman kacang. Penurunan hasil kedelai lebih besar dibandingkan dengan aneka kacang lainnya. Di Indonesia, kacang buncis tipe tegak dan kedelai masing-masing berumur 85 hari, kacang tunggak dan kacang tanah masing-masing berumur 60-65 hari dan 90-95 hari, sehingga pengaruh penurunan hasil dalam sistem tanam ganda akan lebih kecil lagi bila diikuti oleh rekayasa lingkungan.

Manajemen Lingkungan pada Pola Tumpangsari Ubi Kayu dan Aneka Tanaman Kacang

Manajemen lingkungan, terutama ruang, waktu tanam, dan pemupukan pada pola tumpangsari ubi kayu dan aneka tanaman kacang diarahkan untuk mendapatkan kondisi lingkungan yang memungkinkan tanaman dalam pola tumpangsari dapat tumbuh baik dan memberikan hasil yang tinggi.

Waktu tanam

Waktu tanam ubi kayu di Indonesia adalah pada awal musim hujan dan dipanen pada akhir musim kemarau. Thung dan Cock (1979 *dalam* Leihner 1983)

menyarankan bahwa dalam pola tumpangsari, aneka tanaman kacang ditanam dalam periode dua minggu sebelum dan paling lambat bersamaan dengan tanam ubi kayu agar hasil kedua komoditas mencapai 90% atau lebih dari tanaman yang ditanam secara monokultur. Tanam aneka tanaman kacang sesudah tanam ubi kayu akan menyebabkan penurunan hasil yang nyata untuk kedua komoditas. Harsono *et al.* (2007) melaporkan bahwa pada tumpangsari ubi kayu + kedelai /+ kacang tanah, ubi kayu sebaiknya ditanam dengan baris ganda (80 cm x 60 cm) x 250 cm dan kedelai ditanam dua minggu sebelum ubi kayu ditanam.

Musim tanam

Pada lahan kering beriklim basah dengan 5-6 bulan basah dan ubi kayu ditanam pada bulan Oktober, aneka tanaman kacang yang sesuai ditanam pertama adalah kacang tanah dengan umur panen 90-95 hari, dan panen sekitar bulan Januari yang masih tergolong basah. Karena itu, polong setelah dipipil segera dijual basah atau dikeringkan. Setelah kacang tanah dipanen, lahan ditanami dengan kedelai dengan umur panen 80-85 hari, dan panen pada musim kemarau I sehingga biji mudah dikeringkan secara alami. Sebagai penutup lahan, bekas tanaman kedelai dapat ditanami dengan kacang hijau atau kacang tunggak yang berumur 60-65 hari dan secara alamiah toleran kekeringan. Dengan cara tersebut LER mencapai 1,7-1,9, yang berarti produktivitas tanah, tanaman dan pendapatan dapat ditingkatkan.

Pada lahan kering beriklim kering dengan 3-4 bulan basah, aneka tanaman kacang yang pertama dianjurkan ditanam adalah kedelai atau kacang tanah, dan sesudahnya dapat ditanami kacang hijau atau kacang tunggak.

Populasi, jarak tanam, dan tata letak tanaman

Populasi optimal tanaman ubi kayu umumnya 10.000 tanaman/ha, bergantung pada lokasi dan varietas yang dipilih (Wargiono 2005; Howeler 2002). Di Lampung yang berjenis tanah Ultisol dengan pH rendah, varietas UJ-3 pada populasi 16.600 tanaman/ha memberikan hasil 29 t/ha, sedangkan varietas UJ-5 memberikan hasil 31,5 t/ha pada populasi 25.000 tanaman/ha dan hasil umbi sama bila populasi ditingkatkan hingga 37.500 tanaman/ha (Balitkabi 2007). Aneka tanaman kacang biasa ditanam tunggal dengan populasi 250.000 rumpun/ha dan 1-2 tanaman/rumpun.

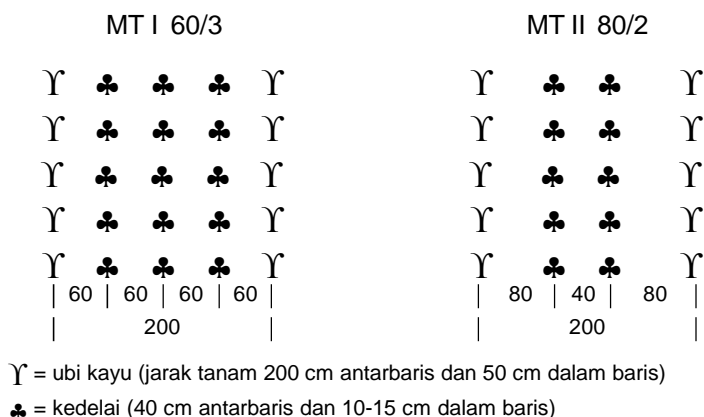
Pada sistem tanam ganda ubi kayu dengan aneka tanaman kacang, populasi ubi kayu sebaiknya 10.000 tanaman/ha dan populasi aneka tanaman kacang 60-75% dari populasi monokultur. Populasi tanaman kacang-kacangan dalam sistem tanam tumpangsari disarankan lebih rapat 25% dari tanam monokultur guna menggantikan penurunan hasil/tanaman dengan

menambah populasi pada sistem tanam ganda (Leihner 1983). Ubi kayu yang memiliki daun rimbun dan bercabang ditanam pada populasi lebih rendah daripada ubi kayu yang tidak bercabang atau memiliki lebih sedikit daun.

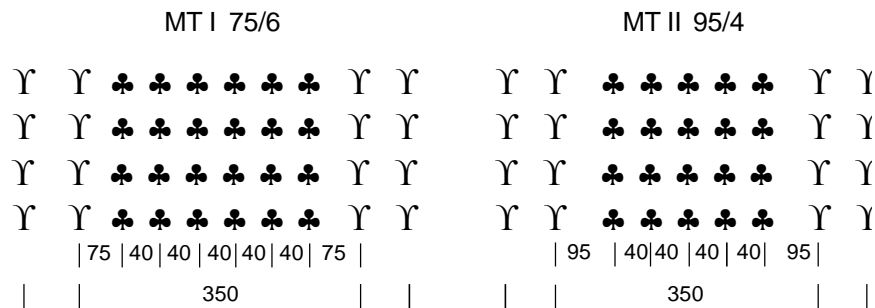
Ubi kayu monokultur biasa ditanam dengan jarak 1 m x 1m atau 2,0 m x 0,5 m memberikan hasil yang sama untuk varietas yang sama. Pada sistem tanam tunggal, aneka tanaman kacang ditanam dengan jarak tanam 40 cm x 10-15 cm dengan 1-2 tanaman/rumpun.

Pada sistem tanam ganda, ubi kayu ditanam dengan baris tunggal dengan jarak 2,0 m x 0,5 m atau populasi 10.000 tanaman/ha. Pada musim tanam pertama (musim hujan), pada setiap lorong (50 lorong/ha) tanaman ubi kayu ditanam tiga baris tanaman aneka kacang (dianjurkan kacang tanah) dengan jarak tanam antarbaris 40 cm dan dalam baris 10-15 cm, 1-2 biji/lubang. Populasi tanaman aneka kacang berkisar antara 150.000-300.000 tanaman atau 60% dari populasi tanaman monokultur. Jarak tanam ubi kayu dalam hal ini 60 cm ($60/3= 60$ cm dan 3 baris). Pada musim tanam kedua, tanaman ubi kayu berumur sekitar tiga bulan dan mulai memberikan pengaruh naungan pada tanaman aneka kacang yang akan ditanam, sehingga jarak dengan tanaman aneka kacang diperlebar menjadi 80 cm dan dua baris aneka tanaman kacang /lorong ($80/2= 80$ cm dan 2 baris) (Gambar 1).

Tanaman ubi kayu dapat pula ditanam dalam barisan kembar/baris ganda/ jajar legowo dengan jarak tanam 50 cm antarbaris kembar dan 100 cm di dalam baris dan jarak lorong di antara barisan kembar tanaman ubi kayu adalah 3,5 m atau terdapat 25 lorong/ha yang dapat ditanami dengan enam baris aneka kacang dengan jarak 40 cm antarbaris dan 10-15 cm dalam baris dan 1-2 tanaman/rumpun (Gambar 2). Pada tanam ubi kayu jajar legowo, setiap baris tanaman ubi kayu berposisi sebagai tanaman pinggir dan



Gambar 1. Tumpangsari kedelai dengan ubi kayu baris tunggal 50 cm x 200 cm.



Y = ubi kayu (jarak tanam 50 cm antarbaris dan 50 cm dalam baris)

♣ = kedelai atau tanaman kacang-kacangan lain (40 cm antarbaris dan 10 cm dalam baris)

Gambar 2. Tata letak tanaman ubi kayu dan kedelai dalam sistem tumpangsari jajar Legowo [(50 cm x 100 cm) 3,5 m].

populasinya tetap dipertahankan 10.000 tanaman/ha. Populasi aneka tanaman kacang pada musim tanam pertama dipertahankan 60% dari populasi monokultur. Populasi tanaman aneka kacang pada musim tanam kedua hanya berkurang satu baris pada setiap lorong jajar legowo (Gambar 2).

Balitikabi (2007) mensosialisasikan teknologi sistem tanam ganda secara tumpangsari antara ubi kayu dengan aneka tanaman kacang sistem baris ganda atau jajar legowo. Pada sistem tersebut, ubi kayu ditanam dua baris berjarak 60 cm antarbaris dan 70 cm dalam baris, dengan jarak 2,6 m antarbarisan kembar ubi kayu. Populasi ubi kayu 8.294 tanaman/ha (83% populasi monokultur) atau 31 lorong jajar legowo untuk ditanami dengan tanaman kacang-kacangan. Pada musim tanam pertama, lahan ditanami enam baris kedelai/lorong dengan populasi 360.000 tanaman/ha, 2 tanaman/rumpun. Hasil ubi kayu pada sistem tumpangsari jajar legowo berkisar antara 35-50 kg ubi segar dan hasil kedelai pada musim pertama 0,75-1,0 t/ha. Pada musim tanam kedua, setelah kedelai pertama dipanen dapat ditanami dengan empat baris kacang tanah atau kacang hijau.

Pada MH I, kacang tanah/kedelai ditanam 20-21 sebelum tanam ubi kayu secara monokultur dengan jarak tanam 40 cm antarbaris dan 10-15 cm dalam baris (populasi kacang tanah 100%). Ubi kayu ditanam di antara barisan kacang tanah dengan baris ganda berjarak 60 cm antarbaris dan 70 cm dalam baris, dan jarak antarbaris ganda 260 cm (populasi ubi kayu 90%) (Gambar 3). Bila pada MH I lahan ditanami kacang tanah karena belum terpengaruh naungan tanaman ubi kayu, hasilnya 2,0-2,5 t/ha polong kering (Saleh *et al.* 2009). Setelah kacang tanah dipanen, pada MH II lorong di antara baris ubi kayu berumur tiga bulan ditanami lima baris kacang tanah dengan jarak tanam yang sama dengan jarak tanam pada MH I (populasi kacang tanah 70%), dan hasil kacang tanah 2,0-2,5 t/ha polong kering atau pada pola tumpangsari

Tabel 2. Kandungan hara pada umbi ubi kayu dan biji kacang hijau monokultur dan tumpangsari.

Sistem tanam	Hara pada umbi/biji (kg/ha) yang dipanen					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Ubi kayu tunggal/monokultur	40	5	78	19	8	6
Tumpangsari ubi kayu + kacang hijau	90	11	84	18	10	9

Sumber: Leihner (1983)

Informasi tentang cara, waktu, dan takaran pemupukan yang tepat dalam sistem tanam ganda masih sedikit (Leihner 1983), namun takaran pemupukan optimal masing-masing komoditas dalam pertanaman monokultur dapat digunakan sebagai patokan. Takaran pupuk untuk kedelai adalah 75 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl + 1,0 t pupuk kandang + 500 kg dolomit/ha, untuk kacang tanah 75 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha, dan untuk ubi kayu 200 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl + 1000 kg pupuk kandang + 500 kg dolomit/ha. Dengan teknologi tersebut kedelai mampu memberikan hasil 1,02 t/ha dan kacang tanah 2,0 t/ha, dan ubi kayu 22,5 t/ha di lahan kering masam Ultisol (Harsono *et al.*, 2007).

Tanaman ubi kayu monokultur dipupuk dengan 200 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha. Urea dan KCl diberikan dua kali, pemupukan 100 kg SP36 + 50 kg KCl diberikan pada saat tanam dan 100 kg urea sisanya dan 50 kg KCl/ha diberikan tiga bulan setelah ubi kayu ditanam atau bersamaan dengan panen kacang tanah. Agar lebih efisien dan efektif, pupuk diberikan secara tugal di sisi tanaman ubi kayu. Ubi kayu dalam tumpangsari dipupuk setara dengan takaran untuk tanaman monokultur. Kedelai, kacang tanah, kacang hijau dalam sistem tanam tumpangsari dipupuk setara dengan pupuk pada tanaman monokultur, yaitu: 50 kg urea + 100 kg SP36 dan 50-100 kg KCl/ha yang diberikan seluruhnya pada saat tanam, secara larikan di sisi tanaman kedelai atau kacang-kacangan lain (Balitkabi 2007).

Penilaian Keberhasilan Sistem Tanam Ganda

Tingkat keberhasilan sistem tanam ganda dapat dinilai dengan berbagai tolok ukur. Tolok ukur yang sering digunakan adalah nisbah kesetaraan lahan/NKL (*land equivalent ratio/LER*) dan pendapatan. Tolok ukur lain seperti agresivitas dan nisbah kompetisi hara juga dapat digunakan.

Bila tanam ganda tumpangsari ubi kayu dengan kedelai diikuti oleh kacang tanah, kemudian kacang hijau, maka Nadar (1980) menghitung nilai

NKL sebagai jumlah NKL komoditas dalam seri tanam ganda satu tahun sebagai berikut:

1. NKL parsial ubi kayu = hasil ubi kayu tumpangsari/hasil ubi kayu monokultur
2. NKL parsial kedelai = hasil kedelai tumpangsari/hasil kedelai monokultur
3. NKL parsial kacang tanah = hasil kacang tanah tumpangsari/hasil kacang tanah monokultur
4. NKL parsial kacang hijau = hasil kacang hijau tumpangsari/hasil kacang hijau monokultur
5. NKL tanam ganda = NKL 1 + NKL 2 + NKL 3 + NKL 4

Nilai NKL tanam tunggal/monokultur adalah 1 (satu) dan nilai NKL tanaman ganda semakin lebih besar dari satu, berarti penggunaan sebidang lahan dinilai makin produktif, yang berarti pula peluang peningkatan pendapatan makin besar.

Besarnya pendapatan menurut Gomez dan Gomez (1983) dihitung dengan cara berikut:

$$C = \sum_{i=1}^k c_i$$

C = biaya

c_i = biaya dari komponen ke-i

k = jumlah faktor/komoditas yang diuji

Pendapatan dihitung dengan:

$R = \Sigma$ (harga)

R = pendapatan

Pendapatan setiap faktor/komoditas dihitung dengan:

$$R_A = p MA$$

R_A = Pendapatan dari faktor A

p = harga

MA = kontribusi pendapan faktor A

Agresivitas (A_{ab}), dihitung menurut Long Li *et al.* (2001) sebagai berikut:

$$A_{ab} = \frac{Y_{ia}}{Y_{sa} F_a} - \frac{Y_{ib}}{Y_{sb} F_b}$$

Y_{ia} dan Y_{ib} = hasil tanaman a dan b dalam tumpangsari.

Y_{sa} dan Y_{sb} = hasil tanaman a dan b monokultur.

F_a dan F_b = proporsi penggunaan lahan oleh tanaman a dan b.

Apabila A_{ab} lebih besar dari Nol, dalam tumpangsari kemampuan kopetisi tanaman a lebih besar dibanding tanaman b.

Nisbah kompetisi hara (CR_{ab}) masing-masing tanaman dengan rumus sebagai berikut:

$$CR_{ab} = (NU_{ia} / NU_{sa} F_a) / (NU_{ib} / NU_{sb} F_b)$$

NU_{ia} dan NU_{ib} = Serapan hara oleh tanaman a dan b tumpangsari.

NU_{sa} dan NU_{sb} = Serapan hara oleh tanaman a dan b dalam monokultur.

F_a dan F_b = proporsi penggunaan lahan oleh tanaman a dan b dalam tumpangsari.

Apabila CR_{ab} lebih besar dari 1, dalam tumpangsari kemampuan serapan hara oleh tanaman a lebih besar dibanding tanaman b.

Agresivitas dan nisbah kompetisi hara dalam sistem tanam ganda dapat digunakan dalam menentukan jarak tanaman sela dengan tanaman utama (misal ubi kayu) dan jarak tanam/populasi tanaman sela. Nisbah kompetisi hara juga dapat digunakan untuk membantu menentukan takaran pupuk yang perlu diberikan pada tanaman dalam sistem tanam ganda.

Kesimpulan

1. Sistem tanam ganda secara tumpangsari ubi kayu dan aneka kacang merupakan kombinasi yang serasi karena tergolong tanaman C3, sesuai untuk pertanian dengan kepemilikan lahan sempit.
2. Tersedia varietas ubi kayu dan aneka kacang yang memiliki karakteristik yang diperlukan dalam sistem tanam ganda dan lingkungan pertanaman ganda dapat direkayasa sehingga memberikan keuntungan yang layak.
3. Harga ubi kayu dan aneka kacang yang baik dan program peningkatan produksi pangan dan diversifikasi sangat kondusif bagi peningkatan produksi ubi kayu dan aneka kacang serta pendapatan petani.

Pustaka

Balitkabi. 2005. Teknologi produksi kacang-kacangan dan umbi-umbian, Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. 36 p.

Balitkabi. 2007. Tumpangsari ubi kayu dengan kacang-kacangan. Panduan Lapang Gelar Teknologi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang 9-10 November 2007. p. 22-23.

- Balitkabi. 2007. Hasil utama penelitian kacang-kacangan dan umbi-umbian. Malang.
- Balitkabi. 2007. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Malang.
- BPS. 2007. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 611 p.
- Gomez, A.G. and A.A. Gomez. 1983. Statistical procedures for agricultural research, p.564-590. 2nd edit. John Wiley & Sons. Singapore.
- Harsono, Sudaryono, B.S. Radjid dan Subandi. 2007. Kajian pemanfaatan ruang tumbuh dan produktivitas lahan kering masam berbasis ubi kayu dengan tanaman sela kedelai dan kacang tanah. Laboran Tahunan Baitkabi Tahun 2007/2008. Malang.
- Howeler, R.H. 2002. Agronomic practices for sustainable cassava production in Asia, p. 288-314. *In*: R.H. Howeler (*Ed.*). Cassava research and development in Asia: exploring new opportunities for an ancient crop. Proceedings of the Seventh Regional Workshop, held in Bangkok, Thailand, Oct 28-Nov 1 2002.
- Leihner, D. 1983. Management and evaluation of intercropping system with cassava. Centro International de Agricultura Tropical (CIAT). Cali. Colombia 70 p.
- Kasno, A., J. Purnomo, Trustinah, Moedjiono, dan N. Nugrahaeni. 2003. Galur kacang tanah K/SHM2-88-B-7 (Bison), agak tahan penyakit daun, toleran klorosis, sesuai tumpangsari, agak tahan *Aspergillus flavus*. Makalah usulan pelepasan varietas. Balitkabi. Malang.
- Long Li, Jianhao Sun, Fusuo Zhang, Xiaolin Li, Sicun Yang, and Zdenko Rengel. 2001. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping. I. yield advantage and interspecific interactions on nutrients. *Field Crops Research* 71 (2001):123-137.
- Marwoto, D.K.S. Swastika, dan P. Simatupang 2005. Pengembangan kedelai dan kebijakan penelitian di Indonesia. Badan Litbang Pertanian. 19 p.
- Munip, A. dan A. Ispandi. 2004. Pengaruh tanaman jagung, kacang tanah dan garut terhadap hasil ubi kayu dalam tumpangsari di lahan kering Alfisol. p.384-393. *Dalam*: A.K. Makarim, Marwoto, M.M. Adie, A.A. Rahmianna, Heriyanto, dan I.K. Tastra (*Eds.*). Kinerja Penelitian Mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan umbi-umbian. Prosiding Seminar. Balitkabi, Malang, 5 Oktober 2004.
- Munip, A. dan A. Ispandi. 2006. Pemberian kapur untuk meningkatkan serapan hara dan hasil umbi beberapa klon ubi kayu di lahan kering masam yang ditanam secara tumpangsari dengan kacang tanah. p. 301-311.

Dalam: Suharsono, A.K. Makarim, A.A. Rahmianna, M.M Adie., A.A. Rahmianna, Taufik, F. Rozi, I.K. Tastra, dan D. Harnowo (Eds.). Peningkatan produksi kacang-kacangan dan umbi-umbian mendukung kemandirian pangan. Prosiding Seminar Balitkabi. Malang, 25-26 Juli 2005.

- Nadar, H.M. 1980. Intercropping under marginal rainfall conditions in Kenya. p. 50-55. *In: C.L. Keswani, C.L. and B.J. Ndunguru (Eds.). Intercropping. Proceedings of the Second Symposium on Intercropping in Semi-Arid Areas. Morogoro, Tanzania, 4-7 August 1980.*
- Nawir, M.A. 2004. Efek naungan kelapa sawit (*Elaeis guinensis* jack) terhadap pertumbuhan dan produksi jagung dan kedelai sebagai tanaman sela. Disertasi S3. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Sopian. T. 2007. Produksi tanaman karet di daerah bercurah hujan tinggi di Kabupaten Bogor. (Tsopian @ yahoo.com).
- Sundari, T. 2006. Respon, mekanisme, dan seleksi ketahanan kacang hijau terhadap naungan. Disertasi S3, UGM. Yogyakarta.
- Sundari, T. 2007. Pemuliaan kedelai untuk toleransi naungan. Laporan Teknis Hasil Penelitian 2007. Balitkabi, Malang.
- Saleh, N., R. Santoso, dan Suharsono. 2009. Sosialisasi teknologi produksi tumpangsari baris ganda ubi kayu dengan kacang tanah. Laporan Kemajuan Penelitian Tahun 2009. Balitkabi, Malang.
- Wargiono. J. 2005. Peluang pengembangan kacang tanah melalui sistem tumpangsari dengan ubi kayu. Seminar Puslitbangtan, Bogor, 17 Maret 2005.
- Wargiono. J., J. E. ,Turhekih, N. Heriyani, dan S. Effendi. 1997. Waktu tanam ubi kayu dan pola tanam monokultur dan tumpangsari. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 15 (2):55-61.