

Kompetisi Tanaman Jagung dan Ubikayu dalam Sistem Tumpang Sari

Competition of Maize and Cassava in Intercropping System

Suwarto^{1*}, Sudirman Yahya¹, Handoko², Muhammad Ahmad Chozin¹

Diterima 1 Maret 2005 / Disetujui 1 Agustus 2005

ABSTRACT

Intercropping system of maize and cassava has been practiced widely by Indonesian farmer on dry land. Competition between the plant will happen in the system. Field experiment to understand about the competition has been conducted. Field experiment of growing maize (Arjuna, Pioneer 4, and Cargill 9 in various planting densities) and cassava (Adira 1) was conducted for monoculture and intercropped plants. Intercropped cassava increased intraspecific competition of maize. Yield of maize variety of Arjuna, Pioneer 4, and Cargill 9 decreased by about 9.7%, 6.7%, and 16.9% respectively. Maize also reduced growth and yield of cassava. When intercropped with Arjuna, Pioneer 4, and Cargill 9 at the highest density (80 000 plants ha⁻¹), yield of cassava tuber decreased by about 40.6%, 43% and 64.3%, respectively. However, the intercropping still gave a better land productivity, where land equivalent ratio (LER) was larger than 1.0.

Key words: intercropping, competition, maize, cassava

PENDAHULUAN

Permintaan biji jagung di Indonesia akan terus meningkat sejalan dengan jumlah penduduk dan jenis produk berbahan baku jagung yang terus bertambah. PT Monsanto (2002) memproyeksikan permintaan jagung pada tahun 2005 sebesar 18.354 juta ton dan pada tahun 2010 sebesar 33.903 juta ton.

Pada periode tahun 1990 – 2000 konsumsi jagung di Indonesia meningkat dengan laju rata-rata 7.21 persen per tahun, tetapi laju peningkatan produksi lebih rendah, rata-rata 4.0 persen per tahun. Akibatnya, sampai dengan tahun 2000 Indonesia masih harus impor jagung lebih kurang 3.2 juta ton. Impor jagung diperkirakan masih akan terjadi pada tahun-tahun mendatang. Selain jumlah, kebutuhan jagung di Indonesia juga belum dapat dipenuhi dari segi waktu maupun mutu.

Komoditas ubikayu juga prospektif untuk dikembangkan disamping jagung. Agroindustri berbasis ubikayu di Indonesia akhir-akhir ini cukup berkembang. Biro Pusat Statistik (1999) mencatat ekspor tapioka yang meningkat pesat; 17 862 ton pada tahun 1997, 31 616 ton pada tahun 1998 (meningkat 77%), dan 48 272 ton pada tahun 1999 (meningkat 53%). Kesenambungan ketersediaan bahan baku juga menjadi faktor penting bagi agroindustri berbasis ubikayu ini.

Kesenambungan produksi bahan baku kedua komoditas tersebut akan dapat dicapai antara lain dengan (1) mengatur pola tanam sesuai keadaan iklim di wilayah pengembangan dan (2) mengintensifkan penggunaan lahan melalui sistem bertanam ganda (*multiple cropping*); diantaranya dengan tumpang sari (*intercropping*).

Indonesia memiliki wilayah dengan tipe iklim yang luas, mulai dari iklim tropik basah hingga kering sehingga memungkinkan penanaman jagung dan ubikayu yang berkesinambungan waktu. Di berbagai daerah baik di Pulau Jawa maupun luar Jawa telah terdapat sekitar 1.03 juta hektar tanaman jagung di lahan kering diusahakan tumpang sari dengan tanaman lain (Subandi *et al.*, 1994), yang masih memungkinkan diperluas.

Tumpang sari adalah kegiatan penanaman dua jenis tanaman atau lebih di lahan dan waktu yang bersamaan dengan alasan utama adalah untuk meningkatkan produktivitas per satuan luas lahan (Francis, 1986 dan Sullivan, 2003). Ketika dua atau lebih jenis tanaman tumbuh bersamaan akan terjadi interaksi, masing-masing tanaman harus memiliki ruang yang cukup untuk memaksimalkan kerjasama (*cooperation*) dan meminimumkan kompetisi (*competition*). Oleh karena itu, dalam tumpang sari perlu dipertimbangkan berbagai hal yaitu (1) pengaturan

¹ Staf Pengajar Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian IPB
Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 Telp/Fax (0251) 629353
(*penulis untuk korespondensi)

² Staf Pengajar Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA IPB

jarak tanam, (2) populasi tanaman, (3) umur panen tiap-tiap tanaman, dan (4) arsitektura tanaman (Sullivan, 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kompetisi yang terjadi dalam sistem tumpang sari antara berbagai varietas jagung dengan ubikayu.

BAHAN DAN METODE

Percobaan lapang dilakukan September 2002 – Juli 2003 di Kebun Percobaan Sindang Barang, IPB Bogor. Percobaan dilaksanakan dengan pendekatan *additive series* (Kropff dan Lotz, 1993). Dalam pendekatan ini, ubikayu ditanam dengan kerapatan tetap, sedangkan jagung yang ditumpangsarikan divariasikan menurut varietas dan populasi.

Ubikayu klon Adira 1 ditanam dengan jarak tanam 100 cm x 100 cm (populasi 10 000 tanaman ha⁻¹), mengikuti rekomendasi Wargiono *et al.* (1997). Tepat di tengah antara barisan ubikayu ditanam jagung dengan populasi 0, 32 000, 48 000, 64 000, dan 80 000 tanaman ha⁻¹. Jagung yang ditanam berbeda umur panen yaitu varietas Arjuna (90 – 95 hari), Pioneer 4 (96 – 100 hari) dan Cargill 9 (> 100 hari). Jagung ditanam 1 butir per lubang tanam. Penanaman monokultur dari tiap kombinasi varietas dan kerapatan jagung juga dilakukan.

Total perlakuan tumpang sari dan monokultur adalah 25 perlakuan; yang terdiri atas 12 perlakuan tumpang sari, 1 perlakuan monokultur ubikayu, dan 12 perlakuan jagung monokultur. Tiap perlakuan diulang 3 kali. Ukuran tiap petak percobaan adalah 7 m x 5 m = 35 m².

Tanaman jagung dipupuk dengan dosis 135 kg N/ha, 72 kg P₂O₅, dan 60 kg K₂O per hektar. Sebanyak 2/3 dosis N dan seluruh dosis P₂O₅ dan K₂O diberikan pada saat tanam, sisanya 1/3 dosis N diberikan pada umur 4 minggu setelah tanam (MST). Pupuk diberikan dengan cara alur di samping kiri atau kanan barisan tanaman berjarak ± 7 cm.

Tanaman ubikayu dipupuk dengan dosis 90 kg N, 54 kg P₂O₅, dan 90 kg K₂O per hektar; mengikuti Howeler (1996). Dosis pupuk ini diasumsikan dapat mencukupi kebutuhan ubikayu agar tidak berkompetisi dengan jagung dalam hal hara. Pupuk diberikan di alur pupuk mengelilingi setek dengan jarak 7 – 10 cm dari pangkal setek. Pemupukan nitrogen pada ubikayu diberikan 2 kali; 1/3 dosis N diberikan saat tanam dan sisanya diberikan pada umur 1 bulan setelah tanam (Indira, 1996). Seluruh dosis P₂O₅ diberikan bersama N yang pertama (Howeler, 1996; Indira, 1996, dan Wargiono *et al.*, 1997), sedangkan seluruh dosis K₂O diberikan pada umur 2 bulan setelah tanam (Howeler, 1996), saat awal pertumbuhan umbi.

Analisis regresi linear antara kebalikan bobot biji per tanaman jagung dan bobot umbi per tanaman

ubikayu terhadap populasi jagung dan sistem bertanam dilakukan untuk menentukan tingkat kompetisi yang terjadi dalam tumpang sari. Persamaan $1/W_c = N_c/Y_{cm} = b_o + b_c N_c$ digunakan untuk menilai kompetisi intraspesies (Spitters *et al. dalam* Kropff dan Lotz, 1993). Y_{cm} adalah hasil tanaman dalam monokultur (g m⁻²) dan N_c adalah kerapatan tanaman (jumlah tanaman m⁻²). W_c adalah bobot biji atau umbi per tanaman (g tanaman⁻¹), intersep b_o adalah kebalikan bobot kering per tanaman maksimum, dan parameter b_c adalah kebalikan bobot tanaman maksimum per unit luas. Nilai b_o diturunkan dari bobot biji riil tanaman yang terisolasi, jarak antar tanaman lebar. Pada tanaman yang terisolasi tidak terjadi kompetisi intraspesies, bobot biji tidak tergantung kerapatan tanam.

Tingkat kompetisi antarspesies ditentukan melalui persamaan $Y_{cw} = N_c/(a_o + b_{cw}N_w)$ atau $1/W_{cw} = a_o + b_{cw}N_w$ (Spitters *et al. dalam* Kropff dan Lotz, 1993). Y_{cw} adalah hasil tanaman tumpang sari, N_w masing-masing adalah jumlah tanaman jagung. Parameter b_{cw} mengukur pengaruh kompetisi antarspesies. Kehilangan hasil dihitung dengan persamaan: $YL = 1 - (Y_{cw}/Y_{cm})$.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap produksi, persentase kehilangan hasil, dan nisbah kesetaraan lahan dilakukan analisis ragam. Pada perlakuan yang berbeda nyata, selanjutnya dilakukan dengan uji nilai tengah dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompetisi Antarspesies

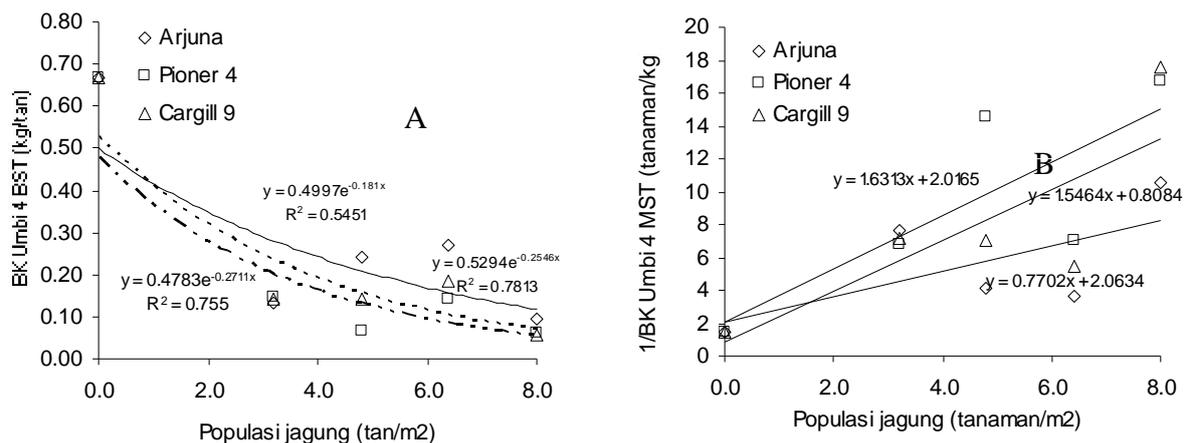
Hasil umbi ubikayu monokultur dan tumpang sari dengan jagung disajikan pada Tabel 1. Ubikayu yang ditumpangsarikan dengan jagung menghasilkan umbi yang lebih rendah dibandingkan monokultur. Penurunan hasil umbi oleh tanaman jagung yang ditumpangsarikan dapat dianalogikan dengan penurunan hasil tanaman oleh gulma (Kropff dan Lotz, 1993), adalah karena ada persaingan antar kedua spesies atau antarspesies tanaman dalam mendapatkan faktor tumbuh.

Bobot bahan kering umbi per tanaman pada umur 4 dan 8 bulan setelah tanam (BST) menurun dengan meningkatnya populasi jagung, baik dengan varietas Arjuna, Pioneer 4, maupun Cargill 9 (Gambar 1A dan 2A). Nilai kemiringan kurva regresi linear kebalikan bobot umbi terhadap populasi dan varietas jagung yang ditumpangsarikan (Gambar 1B dan 2B) disajikan pada Tabel 2. Nilai kemiringan kurva regresi linear (b_{cw}), yang menggunakan persamaan dari Spitters *et al. dalam* Kropff dan Lotz (1993), seluruhnya bernilai lebih besar dari 0. Hal ini menunjukkan bahwa jagung memberikan kompetisi pada pertumbuhan ubikayu, terjadi kompetisi antarspesies.

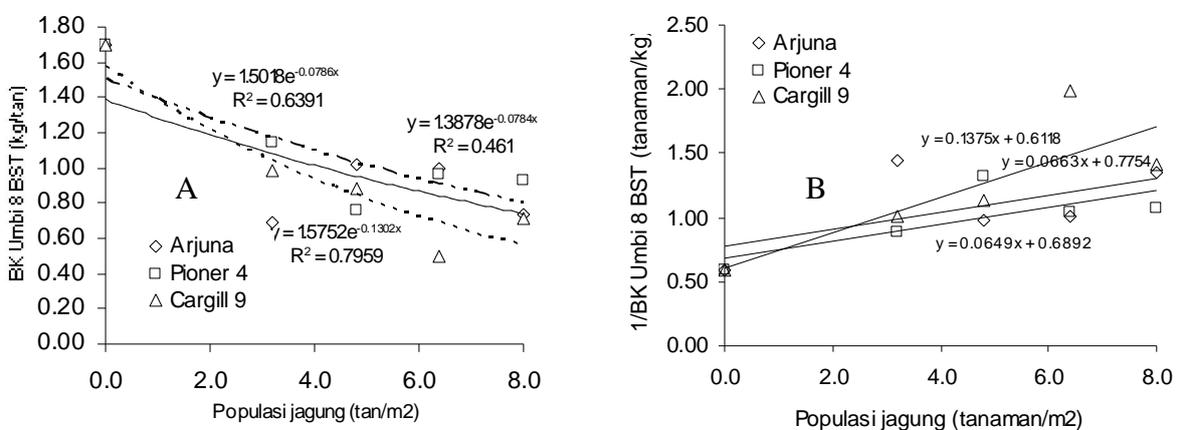
Tabel 1. Pengaruh sistem penanaman terhadap hasil umbi ubikayu

Sistem Penanaman	Umur (BST)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
g tan-1.....							
T. sari	0.0a	0.4a	29.7a	139.9a	525.8a	647.1a	973.1a	859.5a
Monokultur	0.0a	15.2b	127.9b	668.8b	689.6a	1049.5a	1251.5a	1702.1b

Keterangan : angka dalam perlakuan pola tanam pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0.05 dengan uji DMRT.



Gambar 1. A = kurva respon hasil umbi ubikayu (y) dan B = kurva regresi linear kebalikan bobot kering umbi (y) terhadap populasi jagung yang ditumpangsarikan (x) dengan varietas Arjuna (—), Pioneer 4 (---) dan Cargill 9 (----) pada umur 4 bulan setelah tanam



Gambar 2. A = kurva respon hasil umbi ubikayu (y) dan B = kurva regresi linear kebalikan bobot kering umbi (y) terhadap populasi jagung yang ditumpangsarikan (x) dengan varietas Arjuna (—), Pioneer 4 (---) dan Cargill 9 (----) pada umur 8 bulan setelah tanam

Pada pengukuran di akhir pertumbuhan jagung, umur 4 BST; kompetisi antarspesies yang ditunjukkan oleh nilai b_{cw} pada persamaan regresi di Tabel 2 dari varietas Arjuna, Pioneer 4, dan Cargill 9 pada ubikayu; masing-masing adalah 0.77, 1.63, dan 1.55. Nilai kompetisi antarspesies (b_{cw}) jagung pada varietas Pioneer 4 dan Cargill 9 adalah dua kali lipat varietas Arjuna. Nilai b_{wc} untuk pada ketiga varietas jagung mengalami penurunan setelah ubikayu berumur 8 BST atau saat panen.

Tingkat kompetisi, yang ditunjukkan oleh nilai b_{cw} di Tabel 2, oleh ketiga varietas jagung pada ubikayu mengalami penurunan dengan bertambahnya umur tanaman. Nilai b_{cw} pada umur 4 BST lebih tinggi dibandingkan 8 BST. Pada pengukuran bobot umbi umur 4 BST, ketiga varietas jagung baru beberapa hari dipanen sehingga pengaruh kompetisi selama pertumbuhan sebelumnya masih tampak lebih tinggi dibandingkan pada umur 8 BST. Pada umur 8 BST ubikayu telah berkesempatan melakukan pemulihan

pertumbuhan dalam periode waktu yang cukup lama tanpa berkompetisi dengan jagung sehingga pengaruh kompetisi sebelumnya menjadi kecil.

Jagung varietas Pioneer 4 dan Cargill 9 adalah hibrida, sedangkan Arjuna adalah varietas bersari bebas. Sebagai hibrida, varietas Pioneer 4 dan Cargill 9 memiliki habitus tanaman yang tinggi dan bertajuk lebar, sedangkan varietas Arjuna bertajuk rendah dan sempit. Selain itu, terdapat perbedaan umur panen antar ketiga varietas, Pioneer 4, Cargill 9, dan Arjuna; masing-masing dipanen pada umur 103, 110, dan 89 hari setelah tanam.

Keadaan tajuk dan umur panen tersebut berkaitan dengan kompetisi antarspesies yang terjadi. Semakin tinggi dan lebar tajuk jagung akan memberikan pencahayaan yang semakin besar sehingga ubikayu yang sampai dengan umur 4 BST mengalami persaingan yang lebih berat dalam mendapatkan cahaya. Semakin lama umur jagung, semakin lama periode waktu ubikayu harus berkompetisi dengan jagung.

Tabel 2. Persamaan regresi linear kebalikan bobot umbi per tanaman ubikayu (Y; tanaman kg^{-1}) terhadap populasi (X; tanaman m^{-2}) tiga varietas jagung yang ditumpang sari

Umur (BST) ¹⁾	Varietas Jagung		
	Arjuna	Pioneer 4	Cargill 9
4	$Y = 0.77 X + 2.06;$ $R^2 = 0.66$	$Y = 1.63 X + 2.02;$ $R^2 = 0.80$	$Y = 1.55 X + 0.80;$ $R^2 = 0.58$
8	$Y = 0.07 X + 0.77;$ $R^2 = 0.80$	$Y = 0.06 X + 0.69;$ $R^2 = 0.74$	$Y = 0.14 X + 0.61;$ $R^2 = 0.82$

¹⁾ BST = bulan setelah tanam

Kompetisi Intraspesies Jagung

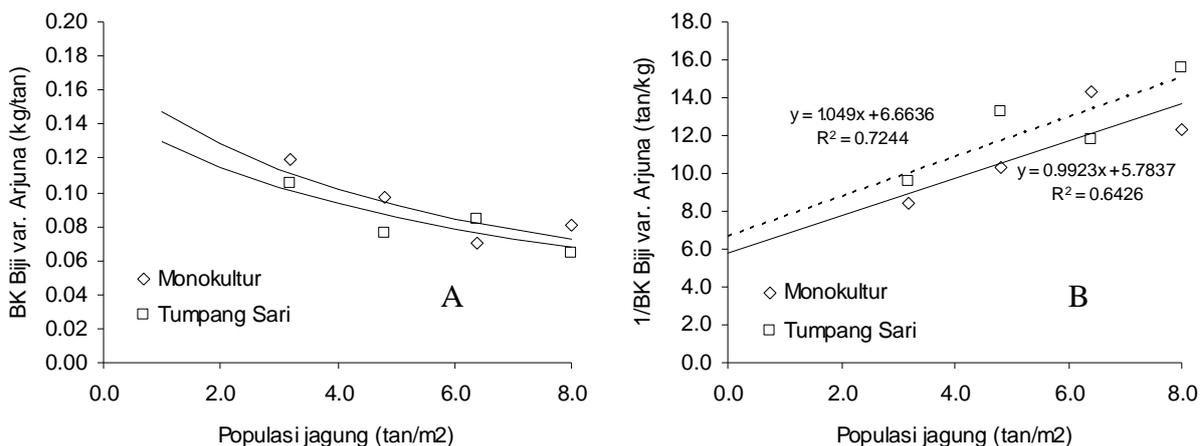
Pola respon penurunan bobot bahan kering biji jagung per tanaman terhadap populasi menurut pola tanam untuk varietas Arjuna, Pioneer 4, dan Cargill 9 disajikan pada Gambar 3, 4, dan 5. Nilai kemiringan kurva regresi linear (b_c) untuk ketiga varietas jagung pada monokultur dan tumpang sari lebih besar dari 0 (Tabel 3). Hal ini menunjukkan ada kompetisi intraspesies jagung. Nilai kompetisi intraspesies pada pola tanam monokultur dan tumpang sari; masing-masing untuk varietas Arjuna, Pioneer 4 dan Cargill 9 secara berpasangan adalah 0.99 dan 1.05, 0.73 dan 0.55, serta 0.79 dan 1.22. Bobot kering biji per tanaman

menurun (Gambar 3A, 4A, dan 5A) dengan meningkatnya populasi baik pada monokultur maupun tumpang sari.

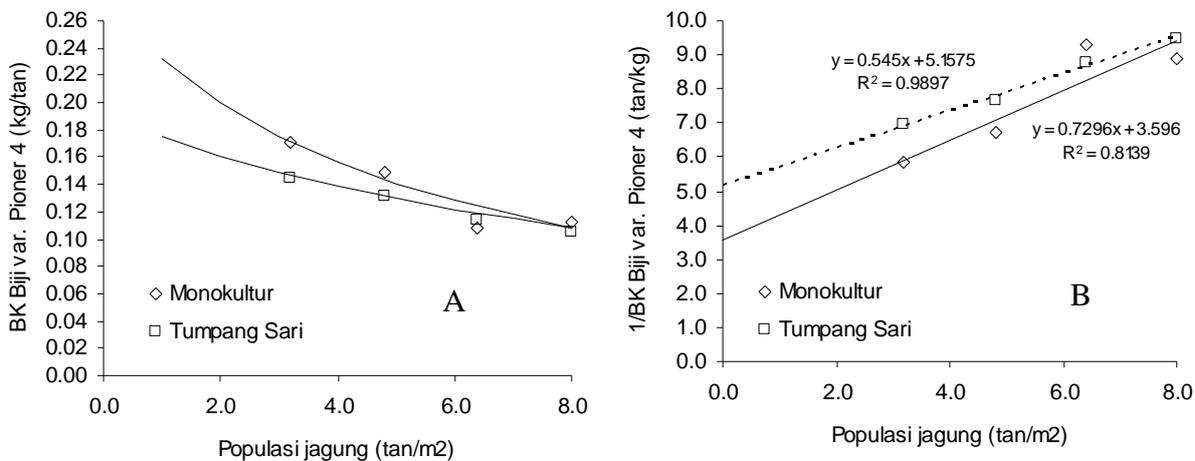
Pada populasi jagung antara 2.0 dan 8.0 tanaman m^{-2} , untuk memperoleh 1 kg biji jagung kering dibutuhkan jumlah tanaman lebih banyak apabila jagung ditanam tumpang sari dengan ubikayu (Gambar 3B, 4B, dan 5B). Hal tersebut adalah karena jagung yang ditanam tumpang sari juga harus berkompetisi dengan ubikayu dalam mendapatkan faktor pertumbuhan terutama cahaya, khususnya terjadi pada daun-daun yang memiliki ketinggian sama dengan ubikayu.

Tabel 3. Persamaan regresi linear kebalikan bobot biji per tanaman (Y, tanaman kg^{-1}) terhadap populasi (X, tanaman m^{-2}) tiga varietas jagung pada pola tanam monokultur dan tumpang sari

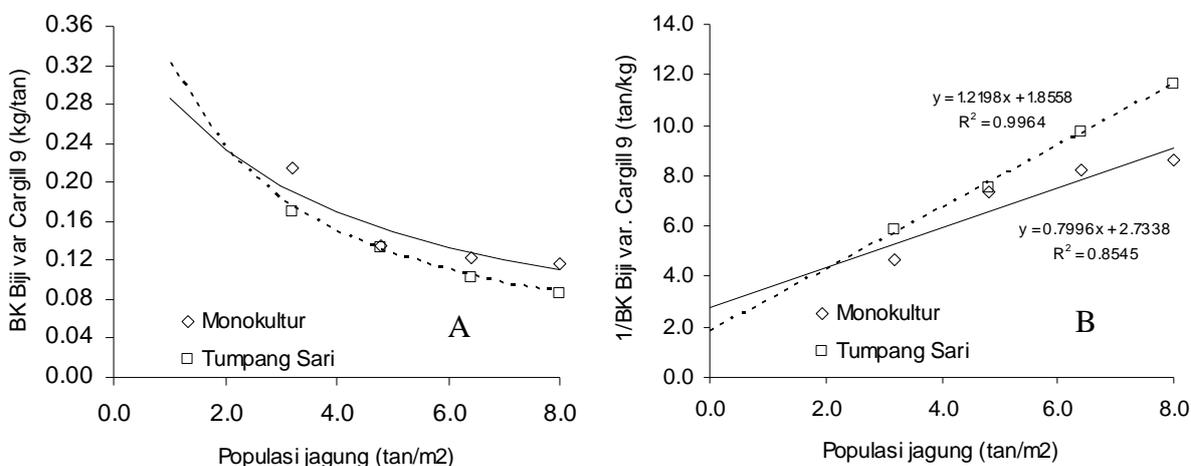
Varietas	Pola Tanam	
	Monokultur	Tumpang Sari
Arjuna	$Y = 0.99 X + 5.78; R^2 = 0.64$	$Y = 1.05 X + 6.55; R^2 = 0.72$
Pioneer 4	$Y = 0.73 X + 3.59; R^2 = 0.81$	$Y = 0.55 X + 5.16; R^2 = 0.99$
Cargill 9	$Y = 0.79 X + 2.73; R^2 = 0.85$	$Y = 1.22 X + 1.86; R^2 = 0.99$



Gambar 3. Respon hasil biji (A) dan kurva regresi linear kebalikan bobot biji (B) jagung Arjuna terhadap populasi pada pola tanam



Gambar 4. Respon hasil biji (A) dan kurva regresi linear kebalikan bobot biji (B) jagung Pioner 4 terhadap populasi dan pola tanam



Gambar 5. Respon hasil biji (A) dan kurva regresi linear kebalikan bobot biji (B) jagung Cargill 9 terhadap populasi dan pola tanam

Kehilangan Hasil dan Efisiensi Penggunaan Lahan

Semakin tinggi populasi jagung yang ditumpangsarikan baik dengan varietas Arjuna, Pioneer 4, maupun Cargill 9 mengakibatkan penurunan hasil umbi ubikayu yang makin besar (Tabel 4). Pada tingkat populasi jagung tertinggi (8.0 tanaman m⁻²), penurunan hasil umbi ubikayu yang ditumpangsarikan dengan jagung Arjuna, Pioneer 4, dan Cargill 9 ; masing-masing adalah 40.6, 43.0, dan 64.3 persen. Penurunan hasil umbi ubikayu dalam tumpang sari dengan varietas Cargill 9 juga selalu lebih tinggi dibandingkan dengan

varietas Arjuna dan Pioneer 4 untuk tingkat populasi jagung yang lebih rendah.

Jagung juga mengalami kehilangan hasil biji apabila ditanam tumpangsari. Rata-rata persentase kehilangan biji jagung adalah 9.7, 16.7, dan 16.9 persen; masing-masing untuk varietas Arjuna, Pioneer 4, dan Cargill 9.

Walaupun terjadi penurunan hasil pada kedua jenis tanaman akibat kompetisi, pola tanam tumpang sari jagung dan ubikayu tetap memberikan keuntungan dalam peningkatan efisiensi penggunaan lahan (Tabel 5) dengan nisbah kesetaraan lahan > 1.0 (Kropff dan Lotz, 1993).

Tabel 4. Persentase kehilangan umbi ubikayu per tanaman yang ditumpangsarikan dengan jagung

Populasi Jagung (tan.m ⁻²)	Varietas Jagung		
	Arjuna	Pioneer 4	Cargill 9
0	0.0	0.0	0.0
3.2	21.5a	23.2a	41.8b
4.8	29.1a	31.1a	51.9b
6.4	35.4ab	37.6ab	59.0bc
8	40.6b	43.0b	64.3c

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0.05 dengan uji DMRT.

Tabel 5. Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) pada pertanaman tumpang sari beberapa varietas dan tingkat populasi jagung dengan ubikayu

Varietas	Jagung menurut populasi (tan ha-1)			
	80000	64000	48000	32000
Arjuna	1.42ab	2.06d	1.64b	1.47ab
Pioneer 4	1.72bc	1.87cd	1.52b	1.80c
Cargill 9	1.34a	1.27a	1.72bc	1.62b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0.05 dengan uji DMRT

KESIMPULAN

Pada pertanaman tumpang sari terjadi kompetisi (1) antarspesies tanaman jagung dan ubikayu dan (2) intraspesies pada tanaman jagung. Akibat kompetisi antarspesies, pada populasi jagung paling tinggi (80 000 tan.ha⁻¹); varietas Arjuna, Pioneer 4, dan Cargill 9 masing-masing menurunkan hasil umbi ubikayu sebesar 40.6, 43.0, dan 64.3 persen.

Tanaman ubikayu dalam tumpang sari meningkatkan kompetisi intraspesies tanaman jagung varietas Arjuna, Pioneer 4, dan Cargill 9 sehingga bobot kering biji yang dihasilkan menurun, masing-masing menurun 9.7, 6.7, dan 16.9 persen dari pertanaman monokultur.

Sistem tumpang sari tetap mampu meningkatkan produktivitas lahan walaupun terjadi penurunan hasil masing-masing komoditas akibat kompetisi. Tumpang sari ubikayu dengan jagung varietas Arjuna, Pioneer 4, dan Cargill 9 dengan berbagai tingkat populasi; seluruhnya menghasilkan nisbah kesetaraan lahan lebih dari 1.0.

DAFTAR PUSTAKA

Francis, C. A. 1986. Introduction: Distribution and importance of multiple cropping. In: Francis C.A. (ed.). Multiple Cropping System. p. 82 – 95. Macmillan Publ. Co. New York.

- Howeler, R. H. 1996. Diagnosis of nutritional disorders and soil fertility management of cassava. p. 182 – 193. *In: Kurup et al. (eds.). Tropical Tuber Crops. Problem, Prospects and Future Strategies.*
- Indira, P. 1996. Leaf area index and tuber yield in cassava as influenced by the time of application of nitrogen. *In: Kurup et al. (eds.). Tropical Tuber Crops: Problems, Prospects and Strategies.* p. 219 – 226. Science Publ. Inc.
- Kropff M.J. and L.A.P. Lotz. 1993. Empirical Model for Crop-Weed Competition. *In: Kropff M.J and H.H. van Laar (eds.). Modelling Crop-Weed Interactions.* CAB International. Wallingford. UK.
- PT Monsanto Internasional *in cooperation with* Usese Foundation. 2002. Socio-Economic Studies on RR-Corn Indonesia. Baseline Study. Bogor. Indonesia. 61p.
- Subandi, M. Dahlan, dan A. Rifin. 1994. Hasil dan strategi penelitian jagung, sorgum dan terigu dalam pencapaian dan pelestarian swasembada pangan. *Pros. Simp. Penel. Tanaman Pangan III:* 286 – 306.
- Sullivan, P. 2003 Intercropping Principles and Production Practices: Agronomy System Guide. <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/intercrop.pdf>. tanggal 6 Januari 2005.
- Wargiono, J., E. Tuherkih, Zulhaida, N. Heryani, dan S. Effendi. 1997. Waktu tanam klon ubikayu dalam pola monokultur dan tumpangsari. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.* 15 (2) : 55 – 61.