

RESPON VARIETAS WIJEN (*Sesamum indicum* L.) SECARA TUMPANGSARI DENGAN JARAK KEPYAR (*Ricinus communis* L.) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL

AMIK KRISMAWATI

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur
Jl. Raya Karangploso Km. 4 Malang - Jawa Timur

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Karangploso, Malang, mulai bulan Mei sampai dengan Oktober 2001. Penelitian bertujuan untuk memperoleh varietas wijen yang sesuai pada sistem tumpangsari dengan tanaman jarak kepyar. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan petak berlajur dengan tiga ulangan. Perlakuan tumpangsari terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu varietas tanaman jarak kepyar Asembagus 81 (Asb 81) dan Asembagus 104 (Asb 104). Faktor kedua yaitu varietas wijen Sumberrejo 1 (Sbr 1) dan Sumberrejo 2 (Sbr 2). Pada setiap ulangan juga ditanam varietas monokulturnya. Ukuran petak 6 m x 6 m, jarak tanam untuk tanaman jarak kepyar 2 m x 2 m (satu tanaman per lubang) dan varietas wijen 0,5 m x 0,25 m (satu tanaman per lubang). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman wijen varietas Sumberrejo 1 dengan tanaman jarak kepyar varietas Asembagus 104 memberikan hasil 632,55 gram biji wijen per petak dan 637,63 biji jarak per petak. Parameter *total hasil relatif* (RYT) sistem tumpangsari wijen dengan tanaman jarak kepyar lebih besar dari satu (> 1) yaitu antara 1,687 sampai dengan 1,787, sehingga sistem tumpangsari tersebut efisien dalam memanfaatkan lahan.

Kata kunci : Wijen, *Sesamum indicum* L., jarak kepyar, *Ricinus communis* L., tumpangsari, pertumbuhan, hasil, Jawa Timur

ABSTRACT

Response of sesamum variety as intercrops with castor on their growth and yield

The experiment was conducted in the Experimental Garden of the Indonesian Tobacco and Fibre Crops Research Institute in Malang, from May to October 2001. The objective of the study was to find out the variety of sesame which is suitable for intercropping with castor. A strip plot design was used with three replications. The factorial treatment consisted of two factors. The first factor was castor varieties (Asembagus 81 and Asembagus 104). The second factor was sesame varieties (Sumberrejo 1 and Sumberrejo 2). In each replication, castor and sesame varieties were planted as monocultures. The plot size was 6 m x 6 m, castor and sesame plant spacing were 2 m x 2 m and 0,50 m x 0,25 m respectively. The results showed that the intercropping of sesame Sumberrejo 1 variety and castor Asembagus 104 variety produced 632,55 gram sesame seed per plot and 637,63 gram seed castor per plot. The highest relative total yield on intercropping castor and sesame was obtained by Asembagus 104 and Sumberrejo 1 at 1,787 and the lowest relative total yield was obtained by Asembagus 104 and Sumberrejo 2 at 1,687. RYT value of the intercropping system was more than one which is considered as efficient in land use.

Key words: Sesame, *Sesamum indicum* L., castor, *Ricinus communis* L., intercropping, growth, yield, East Java.

PENDAHULUAN

Tumpangsari tanaman jarak dengan palawija termasuk wijen merupakan sistem tanam yang memiliki potensi sangat tinggi untuk dikembangkan di daerah beriklim kering. Pendapatan usahatani dapat ditingkatkan karena produksi wijen tidak menurun, dan sebaliknya petani dapat memperoleh tambahan hasil berupa biji jarak dan kayu bakar (SOENARDI *et al.*, 1995). Di samping itu juga akan diperoleh tambahan pendapatan yang lumintu sepanjang tahun, sedangkan biomassa dari daun jarak yang mudah lapuk dapat dijadikan pupuk organik yang berguna untuk menyuburkan tanah.

Menurut SOENARDI (1995) dan SOENARDI (2000), jarak tanam untuk tanaman jarak maupun wijen yang digunakan dalam areal pertanaman dapat bervariasi tergantung pada varietas yang digunakan disesuaikan dengan tujuan penanaman serta tergantung pula pada ketersediaan air. Bila periode tersedianya air cukup panjang maka dapat ditanam varietas dalam. Varietas genjah dapat ditanam lebih rapat bila dibanding dengan varietas dalam, sedangkan varietas yang percabangannya lebih sedikit, penanaman dapat dilakukan dengan jarak tanam yang lebih rapat.

Tumpangsari jarak dengan wijen merupakan perpaduan yang sesuai karena keduanya dapat saling mengisi kekurangan dan kelebihan masing-masing. Sifat perakaran dan bentuk kanopi yang berbeda justru memungkinkan kedua tanaman ini dapat memanfaatkan lahan serta lingkungan lebih efisien dan lebih efektif. Pertumbuhan tanaman wijen yang cepat dan pertumbuhan tanaman jarak yang lebih lambat memungkinkan tidak terjadi penaungan pada permukaan tanah di bawah kanopi pertanaman. Pada musim hujan permukaan tanah akan ternaungi oleh wijen, sedang pada musim kemarau oleh kanopi tanaman jarak (SOENARDI *et al.*, 1995; SOENARDI dan ROMLI, 1999; SOENARDI *et al.*, 2000). Tanaman wijen cepat menghasilkan dan bijinya bernilai ekonomi tinggi, sedangkan tanaman jarak berbuah sepanjang musim kemarau, sehingga keduanya dapat memberi penghasilan yang lumintu pada saat tanaman lain belum menghasilkan.

Tumpangsari jarak + wijen merupakan perpaduan yang sesuai karena kekurangan dan kelebihan yang ada saling mengisi. Sifat perakaran dan kanopi yang berbeda justru dapat memanfaatkan lahan serta lingkungan secara efisien dan efektif. Pertumbuhan tanaman wijen yang cepat (3 bulan) dan tanaman jarak yang lambat memungkinkan lahan di bawah kanopi pertanaman dapat ternaungi sepanjang musim. Pada musim hujan ternaungi oleh wijen, sedang pada musim kemarau oleh kanopi tanaman jarak (SOENARDI *et al.*, 1995). Kondisi demikian menjamin lahan aman dari erosi dan kerusakan akibat hujan, angin dan terik matahari yang dapat membakar humus. Selain itu tanaman wijen cepat panen menghasilkan biji yang bernilai ekonomi tinggi sedangkan jarak berbuah sepanjang musim kemarau, sehingga memberi penghasilan yang lumintu saat tanaman lain sedang kosong.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi perlakuan varietas wijen dan jarak yang memberikan respon terbaik pada sistem tumpangsari.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Instalasi Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Karangploso, Malang dengan ketinggian tempat 515 meter di atas permukaan laut, jenis tanah alluvial dan tipe iklim C₂ (OLDEMAN, 1975). Waktu penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober 2001.

Bahan penelitian meliputi biji jarak varietas Asembagus 81 (Asb 81) dan Asembagus 104 (Asb 104), biji wijen varietas Sumberrejo 1 (Sbr 1) dan Sumberrejo 2 (Sbr 2), pupuk kandang, pupuk urea, SP-36 dan KCl, Furadan 3G, dan Azodrin. Alat penelitian terdiri atas tali, bambu, ember, rollmeter, handsprayer, timbangan mekanik, botol timbang, kantong plastik, Digital Lux Meter (Takemura Electric Works LTD), oven, gelas ukur, hygrometer, penggaris, leaf area meter, pathok, gunting, sabit, papan nama, kamera, dan alat-alat tulis.

Penelitian ini dilakukan di lapangan dengan menggunakan rancangan faktorial 2 x 2 yang disusun dalam petak berlajur (Strip Plot Design) dengan tiga ulangan. Faktor pertama berupa varietas jarak (A) yang terdiri atas : A₁ = Asembagus 81 (Asb 81) dan A₂ = Asembagus 104 (Asb 104). Faktor kedua berupa varietas wijen yang terdiri atas : W₁ = Sumberrejo 1 (Sbr 1) dan W₂ = Sumberrejo 2 (Sbr 2). Dari kedua faktor tersebut diperoleh empat kombinasi perlakuan sistem tumpangsari jarak dengan wijen dan ditambah empat sistem tanam monokultur yang terdiri atas dua monokultur varietas jarak adalah : Asembagus 81 (A₁), Asembagus 104 (A₂) dan dua monokultur varietas wijen : Sumberrejo 1 (W₁), Sumberrejo 2 (W₂), sehingga setiap ulangan atau blok terdapat delapan perlakuan.

Persiapan lokasi penelitian diusahakan dekat dengan sumber air dan mudah pengawasannya. Pengolahan tanah dilakukan satu minggu sebelum tanam. Tanah dibajak dan digaru serta dihancurkan sehingga diperoleh struktur tanah yang remah dan gembur, sebaiknya sampai kedalaman sekitar 20 cm. Setelah itu lahan diratakan dan dibersihkan dari sisa-sisa tanaman atau gulma. Drainase dan saluran pembuangan perlu dipersiapkan agar lahan tidak tergenang. Masing-masing blok dibagi menjadi dua petak utama berukuran masing-masing 12 m x 6 m. Setiap petak utama dibagi menjadi 12 anak petak yang masing-masing berukuran 3 m x 2 m dan 3 m x 4 m, jarak antar petak utama dan antar blok adalah 0,5 m. Di sekeliling petak penelitian dibuat petak pinggir selebar satu meter dan berjarak 0,25 m dari tepi terluar petak penelitian. Petak monokultur jarak dan wijen terletak di luar petak perlakuan. Setelah tanah diolah, biji jarak ditanam pada lubang tugal dengan kedalaman 3 – 5 cm. Setelah itu ditutup dengan tanah. Bila dalam waktu tujuh hari setelah tanam belum tumbuh segera dilakukan penyulaman.

Biji wijen ditanam bersamaan dengan penanaman biji jarak dengan sistem tugal sedalam 20 cm sebanyak 5 biji per lubang tanam, dengan jarak tanam 50 cm x 25 cm. Untuk memudahkan penanaman biji dicampur dengan abu halus. Penyulaman dilakukan 6 hari setelah tanam. Tanaman wijen mudah hidup bila dipindah, sehingga memungkinkan menggunakan bahan tanaman untuk menyulam dari lubang tanam lain yang tumbuh lebih dari dua tanaman. Untuk sistem ini sebaiknya penyulaman dilaksanakan pada umur 15-20 hari setelah tanam, sehingga tinggal 2 tanaman per lubang tanam. Diupayakan agar pertanaman tidak tergenang walaupun sehabis hujan yang berarti drainase harus baik.

Variabel yang diamati pada tanaman wijen meliputi:

- (1). Tinggi tanaman. Diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tertinggi setiap minggu sekali mulai umur 21 hari pada empat tanaman sampel.
- (2). Indeks Luas Daun (ILD). Indeks luas daun dihitung bersama-sama dengan pengukuran luas daun. Indeks luas daun dihitung dengan rumus:

$$LAI = \frac{\text{luas daun seluruh tanaman (cm}^2\text{)}}{\text{luas tanah yang ditutupi (cm}^2\text{)}}$$
- (3). Penerimaan cahaya. Intensitas cahaya yang diterima tanaman wijen ditentukan dengan menggunakan Digital Lux Meter (Takemura Electric Works LTD). Pengukuran dilakukan pada saat tanaman jarak sudah berada di atas tanaman wijen yaitu pada ketinggian di atas tajuk (2).
- (4). Jumlah polong. Jumlah polong dihitung pada saat panen pada umur 90 hari.
- (5). Berat 1000 biji wijen. Diperoleh dengan menimbang 1000 biji wijen yang telah dikeringkan. Ditentukan setelah panen dengan persamaan yaitu:

$$P = \frac{(1000 - ka) \times Q}{(1000 - 7)} \text{ (gram)}$$

Berat 1000 biji dinyatakan dalam kadar air 7% dimana :

P = berat 1000 biji kadar air 7%

ka = kadar air biji yang ditentukan dengan alat *moisture tester* (%)

Q = berat 1000 biji kering matahari (gram)

Variabel yang diamati pada tanaman jarak meliputi:

- (1). Tinggi tanaman. Diukur dari permukaan tanah sampai titik vegetatif setiap dua minggu sekali mulai umur 21 hari setelah tanam.
- (2). Jumlah buah per tros. Penghitungan jumlah buah yang ada dalam satu tros dilakukan saat ukuran buah sudah penuh (ujung sudah tidak ada bunga).
- (3). Panen. Panen dilakukan pada saat 75% buah jarak sudah cukup tua. Buah dikatakan sudah tua bila kulit buah sudah mulai kering dan nampak adanya retakan pada buah sudah tampak jelas bergaris. Panen dilakukan pada saat buah pada tros pertama telah masak dan panen terakhir dilakukan saat buah pada tros enam belas masak pada umur 180 hari setelah tanam.

Penerusan cahaya (Light Interception = LI)

$$LI = 100\% = \left[\frac{cb}{ca} \times 100\% \right]$$

sedangkan: Cb = cahaya di bawah tajuk

Ca = cahaya di atas tajuk

(SUGITO, 1983)

Relative Yield Total (RYT)

RYT merupakan nisbah kesetaraan lahan. Untuk mengetahui apakah sistem tumpangsari menguntungkan di banding dengan monokultur, dapat diketahui dari efisiensi penggunaan lahan. Persamaannya :

$$RYT = Lx + Ly = \frac{Ax}{Px} + \frac{Ay}{Py} \text{ (LEIHNER, 1983)}$$

sedangkan:

Lx = hasil tanaman x pada pertanaman tumpangsari

Ly = hasil tanaman y pada pertanaman tumpangsari

Ax = hasil tanaman x pada pertanaman tumpangsari

Px = hasil tanaman x pada pertanaman tunggal

Ay = hasil tanaman y pada pertanaman tumpangsari

Py = hasil tanaman y pada pertanaman tunggal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman Wijen

Tinggi tanaman

Perkembangan tinggi tanaman dapat diamati pada umur 21, 28, 35, 42, 49, 56 dan 63 hst. Perkembangan tinggi tanaman terjadi sejak dari umur 21 sampai 63 hst. Dari Tabel 1 terlihat bahwa tinggi tanaman wijen yang ditumpangsarikan dengan tanaman jarak lebih rendah bila dibandingkan dengan tanaman wijen monokultur. Pertumbuhan tinggi tanaman jarak lebih cepat daripada tanaman wijen sehingga tanaman wijen yang ada di bawah kanopi tanaman jarak mengalami hambatan pertumbuhan (Tabel 1). Menurut MARDJONO *et al.* (2000), waktu tanam wijen dan jarak yang bersamaan akan memberikan keuntungan bagi kedua tanaman komponen. Pada bulan pertama, belum terjadi kompetisi di dalam mendapatkan cahaya matahari, sehingga tanaman wijen pertumbuhannya tidak akan mengalami hambatan. Pada bulan selanjutnya, karena tanaman jarak bertambah tinggi, sudah terjadi kompetisi dalam mendapatkan cahaya matahari. Pada periode ini tanaman wijen sudah berbuah dan biji-bijinya sedang beranjak tua. Pada bulan ketiga biji wijen siap dipanen. Hambatan yang mungkin terjadi ialah masalah pendewasaan biji wijen yang agak tertunda. Tanaman wijen tergolong tipe tumbuhan C-3 dan menghendaki intensitas cahaya sebesar 0,3 – 0,8 cal/cm²/menit, sehingga toleran terhadap naungan (ANON., 1980). Tanaman C-3 merupakan golongan tanaman yang mampu tumbuh pada tingkat cahaya rendah, karena tanaman C-3 mencapai tingkat fotosintesis jenuh pada seperlima cahaya matahari penuh (SALISBURY dan ROSS, 1995). Dengan demikian tanaman C-3 berpeluang dibudidayakan sebagai tanaman sela dalam sistem tumpangsari.

Pada sistem tanam tumpangsari tanaman jarak dengan wijen, varietas jarak tidak terpengaruh oleh tinggi tanaman wijen karena intensitas cahaya matahari yang diterima pada bagian tengah dan bawah pada varietas Asembagus 81 (Asb 81) dan Asembagus 104 (Asb 104) tidak terhalang oleh tanaman wijen. Struktur kanopi Asembagus 81 dan Asembagus 104 yang menyangkut bentuk daun dan sistem percabangannya hampir sama.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan sistem tanam terhadap tinggi tanaman wijen pada berbagai umur
 Table 1. *Effect of cropping system treatments on sesame plant height at various ages*

Perlakuan <i>Treatment</i>	Tinggi tanaman <i>Plant height</i>						
	21 hst	28 hst	35 hst	42 hst	49 hst	56 hst	63 hst
	cm						
Tumpangsari <i>Intercropping</i>	30,633 a	47,167 a	58,917a	75,917a	100,750 a	117,558 a	132,067 a
Monokultur <i>Monoculture</i>	33,917 a	52,167 a	68,117 b	83,467a	114,583 b	124,000 b	138,667 b
Mono Sbr 1	36,000 a	53,767 a	71,900 a	85,100 a	118,333 a	125,500 a	139,667a
Mono Sbr 2	31,833 a	51,600 a	64,333 a	81,833 a	110,833 a	122,500 a	137,667a
Asb 81	29,750 a	46,333 a	59,167 a	76,300 a	98,833 a	116,667a	130,950a
Asb 104	31,517 a	48,000 a	58,667 a	75,533 a	102,667 b	118,450b	133,183b
Sbr 1	32,000 a	48,750 a	61,583 a	78,267 b	104,333 b	119,583a	135,217b
Sbr 2	29,267 a	45,583 a	56,250 a	73,567 a	97,167a	115,533a	128,917a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom, tidak berbeda nyata menurut uji DMR pada P = 5%

Note : Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at P = 0,05, DMR Test

Tanaman wijen varietas Sumberrejo 1 (W₁) pada sistem tumpangsari tajuknya lebih tinggi bila dibandingkan varietas Sumberrejo 2 (W₂) karena habitus dari varietas Sumberrejo 1 bersifat *indeterminate* (masa vegetatif yang terus berlangsung selama masa generatif), pembentukan cabang dengan pertumbuhan tinggi terjadi secara simultan, sedangkan habitus dari varietas Sumberrejo 2 bersifat *determinate* (masa vegetatif akan terus berlangsung sampai saat sebelum masa generatif dimulai), tidak bercabang dan buah terdapat pada batang utama (SITOMPUL dan GURITNO, 1995; SOENARDI, 1996; MARDJONO *et al.*, 2000). Menurut SOENARDI dan ROMLI, (1999), dalam hal ini jika faktor lingkungan mendukung, maka pertumbuhan vegetatif akan terus berlangsung, sehingga tinggi dan jumlah cabang terus bertambah.

Indeks Luas Daun Per tanaman

Indeks luas daun per tanaman pada pembandingan secara kontras ortogonal dipengaruhi oleh perlakuan strip dan monokultur serta oleh macam varietas wijen pada pengamatan 20 dan 60 hst. Pada pembandingan secara tumpangsari, indeks luas daun hanya dipengaruhi oleh macam varietas wijen. Menurut SUPRIJONO dan MARDJONO, 2002), pada tahun 1997 telah dilepas dua varietas wijen yaitu Sumberrejo 1 (Sbr 1) dan Sumberrejo 2 (Sbr 2) yang mempunyai karakter berbeda yaitu Sumberrejo 1 bercabang banyak dan Sumberrejo 2 tidak bercabang. Menurut SUPRIJONO dan MARDJONO (2002), pada pertanaman monokultur dianjurkan menggunakan varietas yang bercabang, sedang pada pertanaman polikultur dianjurkan menggunakan varietas yang tidak bercabang. Hasil pengamatan indeks luas daun disajikan pada Tabel 2.

Indeks luas daun wijen yang ditumpangsarikan dengan jarak nilainya lebih kecil bila dibandingkan dengan yang ditemukan pada tanaman monokulturnya. Hal ini disebabkan adanya persaingan dalam memperoleh sinar matahari, unsur hara dan air sehingga fotosintat yang dihasilkan sedikit yang mengakibatkan luas daun lebih kecil dibandingkan monokulturnya. Pengaruh berbagai perlakuan terhadap luas daun total per tanaman baru terlihat pada 40

Tabel 2. Pengaruh perlakuan sistem tanam terhadap Indeks Luas Daun per tanaman wijen pada umur 20, 40 dan 60 hari setelah tanam
 Table 2. *Effect of cropping system treatments on Leaf Area Index per plant of sesame at 20, 40 and 60 days after planting*

Perlakuan <i>Treatment</i>	20 hst	40 hst	60 hst
Tumpangsari <i>Intercropping</i>	0,351 a	1,380 a	2,157 a
Monokultur <i>Monoculture</i>	0,498 a	1,485 a	2,442 b
Mono Sbr 1	0,537 p	1,577 p	2,487 p
Mono Sbr 2	0,460 p	1,393 p	2,396 p
Asb 1	0,350 a	1,428 a	2,185 a
Asb 2	0,352 a	1,332 a	2,128 a
Sbr 1	0,363 p	1,412 p	2,298 q
Sbr 2	0,338 p	1,348 p	2,095 p

Keterangan : Angka diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom, tidak berbeda nyata menurut uji DMR pada P = 5%

Note : Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at P = 0,05 DMR Test

dan 60 hst karena pada fase awal belum ada pengaruh tanaman jarak terhadap tanaman wijen disebabkan pertumbuhan vegetatif wijen belum rimbun. Pada pengamatan berikutnya ternyata pertumbuhan varietas jarak Asembagus 81 telah dapat mereduksi pertumbuhan wijen yang ada di bawahnya yang mengakibatkan se-sel daun berukuran lebih besar tetapi tipis, sedangkan varietas Asembagus 104 belum nampak pengaruhnya. Intensitas sinar yang diterima oleh daun wijen di bawah Asembagus 81 lebih rendah bila dibandingkan dengan yang di bawah Asembagus 104.

Pada sistem tumpangsari luas daun total per tanaman varietas Sumberrejo 1 lebih tinggi bila dibandingkan dengan Sumberrejo 2 dan perbedaannya nyata pada umur 60 hst. Varietas Sumberrejo 1 mempunyai sistem percabangan dan daun yang lebih banyak bila dibandingkan dengan Sumberrejo 2, sehingga mengakibatkan luas daun total lebih besar.

Tanaman wijen di bawah tanaman jarak pertumbuhannya lebih lambat bila dibandingkan dengan monokulturnya, sebab untuk pertumbuhannya tanaman wijen membutuhkan sinar matahari yang cukup serta unsur hara dan air yang cukup pula. Pada sistem tumpangsari, faktor-faktor lingkungan seperti sinar matahari, unsur hara dan air yang tersedia bagi tanaman wijen sebagian telah dimanfaatkan oleh tanaman jarak. Pada tanaman monokultur, hambatan tersebut tidak ditemukan sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik.

Intersepsi Cahaya

Penerimaan cahaya oleh tanaman wijen di bawah tanaman jarak sangat dipengaruhi oleh varietas jarak. Hasil pengamatan tentang penerimaan cahaya oleh wijen yang diintersepsi oleh tanaman jarak pada umur 75 hari setelah tanam disajikan pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan cahaya yang diteruskan ke kanopi bagian tengah tanaman jarak antara sistem tumpangsari dan monokultur, sedang yang diteruskan ke kanopi bagian tengah pada monokultur varietas Asembagus 104 lebih besar daripada Asembagus 81, demikian juga pada sistem tumpangsari. Keadaan ini disebabkan adanya perbedaan genetik yang menyangkut morfologi daun yaitu lekuk daun jarak varietas Asembagus 104 lebih dalam bila dibandingkan dengan lekuk daun Asembagus 81.

Struktur kanopi bagian atas mempengaruhi penetrasi cahaya ke dalam kanopi. Untuk mengurangi pengaruh naungan pada tumpangsari jarak, maka pengaturan kerapatan tanam antara tanaman yang ditumpangsarikan penting. Menurut BEETS (1982); CLEGG *et al.* (1974); FAGERIA (1992); PILBEAM *et al.* (1993), SHIVARAMU dan SHIVASHANKAR (1994), arsitektur kanopi tanaman mempengaruhi penggunaan cahaya, air dan hara oleh tanaman serta lingkungan di sekitar tanaman. Tingkat naungan yang tinggi akan mengurangi laju fotosintesis dan akan meningkatkan kerebahan tanaman. Selanjutnya HEITHOLT (1994), menemukan bahwa intersepsi cahaya dan hasil juga dipengaruhi oleh jarak tanam, tipe daun dan kerapatan tanaman.

Tanaman Jarak

Tinggi Tanaman

Dari hasil analisis varian tinggi tanaman jarak pada berbagai umur tanaman menunjukkan bahwa pada perbandingan secara kontras orthogonal ditemukan adanya

Tabel 3. Pengaruh perlakuan sistem tanam terhadap Intersepsi Cahaya (%) oleh tanaman jarak pada pengamatan umur 75 hari setelah tanam

Table 3. *Effect of cropping system treatments on Light Interception (%) of castor at 75 days after planting*

Perlakuan Treatment	Intersepsi cahaya Light interception
Tumpangsari <i>Intercropping</i>	80,91 a
Monokultur <i>Monoculture</i>	79,96 a
Mono Sbr 1	78,58 p
Mono Sbr 2	84,33 q
Asb 81	78,58 a
Asb 104	83,25 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada P = 5%

Note : Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at P = 0,05, DMR Test

perbedaan tinggi tanaman di antara perlakuan tumpangsari dengan monokultur mulai umur 21 sampai dengan 106 hari setelah tanam dan di antara varietas Asembagus 81 dengan Asembagus 104 pada umur 63, 77 dan 105 hari setelah tanam. Pada perlakuan tumpangsari menunjukkan bahwa varietas wijen berpengaruh terhadap tinggi tanaman jarak pada umur 21 sampai dengan 91 hari setelah tanam, demikian juga untuk varietas jarak. Pertumbuhan tanaman jarak pada berbagai perlakuan sistem tanam sejak umur 21 sampai dengan 63 hst meningkat. Pengamatan tinggi tanaman jarak pada berbagai umur pengamatan disajikan pada Tabel 4.

Tanaman jarak yang ditumpangsarikan dengan wijen mempunyai mempunyai ukuran tajuk yang lebih pendek bila dibandingkan dengan tanaman monokulturnya, karena tanaman jarak yang ditumpangsarikan dengan wijen mengalami persaingan dalam mendapatkan faktor-faktor tumbuh seperti air dan unsur hara. Tanaman jarak pada awal pertumbuhannya menghendaki cahaya penuh rata-rata 10 jam per hari (SOENARDI, 2000; WEISS, 1971). Pertumbuhan awal tanaman jarak sampai umur dua bulan relatif lambat, sehingga kondisi seperti ini sesuai untuk ditumpangsarikan dengan tanaman yang pertumbuhannya relatif lambat misalnya wijen yang merupakan tanaman berumur pendek. HARJADI (1979), mengatakan bahwa persaingan dalam memperoleh cahaya matahari, air dan unsur hara dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Tanaman jarak tergolong tipe tumbuhan C-3 dan menghendaki intensitas cahaya sebesar 0,2-0,6 cal/cm²/menit, sehingga tanaman ini tergolong pada tanaman yang toleran terhadap naungan (ANON. (1980).

Pada sistem tumpangsari jarak dengan wijen terlihat bahwa varietas wijen Sumberrejo 1 lebih menekan pertumbuhan tinggi tanaman jarak dibandingkan dengan Sumberrejo 2. Dari pengamatan dan deskripsi varietas

Tabel 4. Pengaruh perlakuan sistem tanam terhadap tinggi tanaman jarak pada berbagai umur

Table 4. *Effect of cropping system treatments on castor plant height at various ages*

Perlakuan Treatment	Tinggi tanaman Plant height		
	30	72	128 hst
Tumpangsari <i>Intercropping</i>	24,825 a	49,458 a	68,117 b
Monokultur <i>Monoculture</i>	35,592 a	49,458 a	68,117 b
Mono Sbr 1	34,100 a	47,667 a	71,900 a
Mono Sbr 2	37,083 a	51,250 a	64,333 a
Asb 81	25,933 a	36,125 a	36,125 a
Asb 104	23,716 a	35,626 a	35,625 a
Sbr 1	24,225 a	34,167 a	34,167 a
Sbr 2	25,425 a	37,583 a	115,533 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom, tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada P = 5%

Note : Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at P = 0,05, DMR Test

wijen (MARDJONO *et al.*, 2000) ternyata bahwa wijen varietas Sumberrejo 1 mempunyai sifat indeterminate yaitu pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah cabang terjadi secara simultan, sedangkan varietas Sumberrejo 2 bersifat determinate yaitu pertumbuhan cabang hanya terdapat pada batang utama.

Macam varietas jarak pada sistem tumpangsari berpengaruh terhadap tinggi tanaman jarak, karena struktur kanopi kedua varietas tersebut yang menyangkut sistem percabangan dan bentuk daun berbeda. Ini menyebabkan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh kanopi bagian tengah dan bawah pada varietas Asembagus 81 dan Asembagus 104 berbeda.

Komponen Hasil Wijen

Jumlah polong per tanaman, berat 1000 biji dan hasil biji wijen per hektar

Pada sistem tumpangsari menunjukkan bahwa jumlah polong per tanaman dipengaruhi oleh macam varietas jarak dan macam varietas wijen. Jumlah polong monokultur lebih banyak bila dibandingkan dengan diperoleh pada sistem tumpangsari karena tanaman wijen yang tumbuh di bawah tanaman jarak mengalami hambatan pertumbuhan. Hal ini terlihat dari data tinggi tanaman, bahan kering total, dan luas daun. Demikian juga jumlah polong monokultur Sumberrejo 1 lebih banyak bila dibanding dengan monokultur Sumberrejo 2, sebab secara genetik varietas Sumberrejo 1 mempunyai sifat pertumbuhan yang indeterminate dan bercabang, sedang pertumbuhan varietas Sumberrejo 2 bersifat determinate dan tidak bercabang (Tabel 5).

Pada sistem tumpangsari ternyata jumlah polong per tanaman wijen yang ditanam bersama dengan jarak varietas Asembagus 104 lebih banyak bila dibandingkan dengan Asembagus 81. Hal ini karena varietas Asembagus 81 mempunyai bentuk daun dengan lekukan yang lebih pendek. Pada varietas Asembagus 104 lekukan daun lebih dalam, sehingga memungkinkan cahaya yang diterima wijen lebih banyak. Sebagai akibatnya proses fotosintesis kurang mengalami hambatan. Keadaan ini didukung oleh data Intersepsi Cahaya (Tabel 3). Jumlah polong varietas Sumberrejo 1 lebih banyak bila dibandingkan dengan yang terdapat pada varietas Sumberrejo 2, karena varietas Sumberrejo 1 bercabang, sedang Sumberrejo 2 tidak bercabang. Ini disebabkan dengan semakin banyak cabang juga akan semakin banyak pula jumlah polong dan pada cabang juga terbentuk bunga yang akan menjadi polong. AYYASWAMY dan KULANDAIVELU (1988), menyatakan bahwa hasil wijen sangat ditentukan oleh jumlah polong (kapsul) yang dibentuk terutama pada cabang pertama dan kedua.

Tabel 5. Pengaruh perlakuan sistem tanam terhadap jumlah polong per tanaman wijen, berat 1000 biji wijen dan biji wijen

Table 5. *Effect of cropping system treatments on pod number per plant sesame, 1000 seeds weight of sesame and yield of sesame*

Perlakuan Treatment	Jumlah polong <i>Pod number</i>	Berat 1000 biji <i>1000 seeds weight</i> (g)	Hasil biji <i>Yield of seeds</i> (kg/ha)
Tumpangsari	45,773 a	3,132 a	607,04 a
Monokultur	63,315 b	3,352 b	712,35 b
Mono Sbr 1	63,213 q	3,374 q	786,96 p
Mono Sbr 2	43,417 p	3,175 p	637,50 p
Asb 81	44,128 a	3,316 a	615,78 a
Asb 104	47,418 b	3,130 a	598,07 a
Sbr 1	54,857 q	3,337 p	667,03 q
Sbr 2	36,690 p	3,145 p	547,07 p

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada P = 5%

Note : Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at P = 0,05, DMR Test

Berat 1000 biji wijen yang ditanam secara tumpangsari lebih kecil dibandingkan dengan monokulturnya, karena adanya pengaruh kompetisi dalam memperoleh cahaya, unsur hara dan air. Hal ini mengakibatkan hasil fotosintesis rendah bila dibandingkan monokulturnya. Demikian pula berat 1000 biji wijen varietas Sumberrejo 1 lebih tinggi bila dengan yang berasal dari Sumberrejo 2, hal ini karena perbedaan luas daun dan Indeks Luas Daun dari varietas Sumberrjo 1 yang lebih besar daripada varietas Sumberrejo 2 (Tabel 2).

Hasil biji wijen yang ditanam secara monokultur lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang ditanam secara tumpangsari dengan jarak. Perbedaan ini disebabkan terutama oleh dua hal yaitu terjadinya pengurangan jumlah populasi wijen karena ditempati oleh tanaman jarak dan perbedaan laju asimilasi bersih. Adanya pengurangan intensitas sinar yang diterima oleh tanaman wijen yang ternaungi oleh kanopi jarak, menyebabkan menurunnya hasil fotosintesis dan laju asimilasi bersih, sehingga hasilnya berkurang.

Hasil biji wijen varietas Sumberrejo 1 lebih tinggi bila dibandingkan dengan Sumberrejo 2, hal ini karena adanya perbedaan komponen hasil biji. Varietas Sumberrejo 1 mempunyai laju pertumbuhan tanaman, laju asimilasi bersih, jumlah polong per tanaman dan berat 1000 biji yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan varietas Sumberrejo 2. Seperti halnya pada tanaman padi ditemukan suatu fakta bahwa hasil biji merupakan fungsi dari jumlah malai per tanaman, jumlah gabah per malai dan berat 1000 butir gabah (ISHIZUKA, 1969). Hal ini juga ditemukan pada tanaman wijen. Pada sistem tumpangsari jarak dengan wijen faktor yang sangat mempengaruhi hasil biji wijen yaitu hanya faktor varietas wijen, meskipun ada kecenderungan terdapat interaksi varietas antara varietas jarak dengan varietas wijen (Tabel 5).

Komponen Hasil Jarak

Jumlah tros per tanaman dan jumlah buah per petak

Pada sistem tumpangsari menunjukkan bahwa jumlah polong per tanaman dipengaruhi oleh macam varietas jarak dan macam varietas wijen. Jumlah polong monokultur lebih banyak bila dibandingkan dengan diperoleh pada sistem tumpangsari karena tanaman wijen yang tumbuh di bawah tanaman jarak mengalami hambatan pertumbuhan. Hal ini terlihat dari data tinggi tanaman, bahan kering total, dan luas daun. Demikian juga jumlah polong monokultur Sumberrejo 1 lebih banyak bila dibanding dengan monokultur Sumberrejo 2, sebab secara genetis varietas Sumberrejo 1 mempunyai sifat pertumbuhan yang indeterminate dan bercabang, sedang pertumbuhan varietas Sumberrejo 2 bersifat determinate dan tidak bercabang (Tabel 6). Jumlah tros per tanaman pada sistem tumpangsari lebih rendah bila dibandingkan dengan monokulturnya, sebagai akibat dari pengaruh kompetisi tanaman untuk memperoleh cahaya, unsur hara dan air serta disebabkan oleh perbedaan tinggi tanaman dan jumlah cabang. Menurut MARDJONO *et al.* (2000) dalam deskripsi varietas jarak dikemukakan bahwa varietas Asembagus 104 mempunyai percabangan yang lebih banyak bila dibandingkan Asembagus 81. Demikian juga menurut SOENARDI dan ROMLI (1993), dalam penelitian Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk N terhadap Pertumbuhan dan Hasil pada Dua Galur Jarak, ada korelasi antara tinggi tanaman jarak dengan jumlah cabang yaitu semakin tinggi tanaman maka jumlah cabang juga semakin meningkat.

Jumlah buah per petak pada monokultur jarak lebih banyak bila dibandingkan dengan yang dihasilkan pada sistem tumpangsari karena adanya pengaruh kompetisi antar tanaman komponen, selain itu pada monokultur jarak ternyata jumlah tros per tanaman juga lebih banyak. Ada korelasi positif antara jumlah tros per tanaman dengan jumlah buah per petak. Jumlah buah varietas Asembagus 104 lebih banyak dibanding Asembagus 81. Menurut MARDJONO *et al.* (2000), dalam deskripsi varietas jarak dikemukakan bahwa varietas Asembagus 104 mempunyai

jumlah buah lebih banyak dibandingkan varietas Asembagus 81. Pada sistem tumpangsari ternyata jumlah buah Asembagus 104 per petak lebih banyak bila dibandingkan dengan Asembagus 81, hal ini karena perbedaan jumlah tros yang dihasilkan per tanaman. Masuknya wijen ke dalam sistem tumpangsari mempengaruhi jumlah buah jarak per petak dan terlihat bahwa wijen varietas Sumberrejo 1 lebih kuat di dalam menekan produksi buah jarak dibandingkan dengan varietas Sumberrejo 2, hal ini karena perbedaan sifat pertumbuhan Sumberrejo 1 dan Sumberrejo 2. Sumberrejo 1 bersifat indeterminate akan membentuk cabang, sedangkan Sumberrejo 2 pertumbuhannya bersifat determinate, tidak bercabang.

Berat 100 biji jarak antara sistem tumpangsari dengan monokultur dan antara monokultur wijen varietas Sumberrejo 1 maupun Sumberrejo 2 tidak berbeda. Dalam sistem tumpangsari juga tidak ada perbedaan antara varietas jarak Asembagus 81 dan Asembagus 104 maupun antara varietas wijen Sumberrejo 1 dan Sumberrejo 2. Hal ini karena pada fase pengisian biji jarak, tanaman wijen sudah dipanen, sehingga pengaruh kompetisi sudah tidak ada. Hasil biji jarak monokultur lebih tinggi daripada hasil tumpangsari karena ada dukungan dari pertumbuhan vegetatifnya. Ternyata sistem tumpangsari akan menekan pertumbuhan cabang, banyaknya tros, dan juga menekan tinggi tanaman, sebagai akibat dari terjadinya persaingan antar tanaman komponen dalam memperoleh sinar matahari, unsur hara, dan air. Perbedaan hasil biji jarak antara Asembagus 81 dan Asembagus 104 disebabkan faktor genetis. MARDJONO *et al.* (2000) dan SOENARDI (2000), menyatakan bahwa tanaman jarak varietas Asembagus 104 mempunyai percabangan dan jumlah tros lebih banyak daripada Asembagus 81; karena hasil biji merupakan fungsi dari jumlah cabang dan jumlah tros, maka wajar apabila hasil biji Asembagus 104 lebih banyak daripada Asembagus 81. Keadaan ini mirip seperti pada tanaman padi, di mana hasil padi merupakan fungsi dari jumlah malai, banyaknya cabang per malai, jumlah biji per malai dan berat 1000 biji (ISHIZUKA, 1969).

Pada sistem tumpangsari terlihat bahwa hasil jarak Asembagus 104 yang ditumpangsarikan dengan wijen

Tabel 6. Pengaruh perlakuan sistem tanam terhadap jumlah tros per tanaman dan jumlah buah jarak per petak
 Table 6. Effect of cropping system treatments on tros number per plant and number at fruits of castor bean per plot

Perlakuan <i>Treatment</i>	Jumlah tros <i>Tros number per plant</i>	Jumlah buah per petak <i>Number of castor fruits per plot</i>	Berat 100 biji <i>Weight of 100 seeds</i>	Hasil biji <i>Yield of castor seeds</i>
Tumpangsari <i>Intercropping</i>	13,208 a	1473 a	36,500 a	382,26 a
Monokultur <i>Monoculture</i>	14,167 b	1639 b	37,971 a	428,07 b
Mono Asb 81	13,333 p	1362 p	33,333 p	411,54 p
Mono Asb 104	15,000 q	1584 p	39,667 p	444,60 q
Aab 81	12,583 a	1611 a	36,375 a	365,26 a
Asb 104	13,833 a	1667 b	39,567 a	399,50 b
Sbr 1	12,875 p	1459 p	38,142 p	369,99 p
Sbr 2	13,542 p	1584 q	37,800 p	394,78 q

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada P = 5%
 Note : Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at P = 0,05, DMR Test

lebih besar bila dibandingkan dengan Asembagus 81. Macam varietas wijen dalam sistem tumpangsari mempengaruhi hasil biji jarak. Varietas Sumberrejo 1 lebih menekan pertumbuhan jarak bila dibandingkan dengan Sumberrejo 2 karena pertumbuhan vegetatif varietas Sumberrejo 1 lebih rimbun daripada Sumberrejo 2.

Hasil biji jarak yang ditanam secara monokultur lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang ditanam secara tumpangsari dengan wijen. Perbedaan ini disebabkan oleh berkurangnya intensitas sinar yang diterima oleh tanaman jarak pada awal pertumbuhannya sehingga menyebabkan laju asimilasi bersih juga berkurang dan hal ini mengakibatkan hasil biji juga berkurang.

Efisiensi Pertanaman Tumpangsari

Total Hasil Relatif (RYT)

Dari hasil analisis varian terdapat interaksi antara varietas jarak dengan varietas wijen. Pengamatan nilai total hasil relatif disajikan pada Tabel 7.

Menurut Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan interaksi varietas jarak dengan wijen menghasilkan total hasil relatif tertinggi, karena hasil varietas Asembagus 104 pada tumpangsari lebih tinggi daripada Asembagus 81 pada setiap ulangan, sehingga ratio hasil tumpangsari dengan monokultur selalu tertinggi. RYT tertinggi pada perlakuan Asb 104 dan Sbr 1, meskipun demikian nilai total hasil relatif semuanya lebih besar dari 1. Keadaan ini mencerminkan bahwa tumpangsari jarak dengan wijen cukup efisien. SPITERS (1980), mengemukakan bahwa keberhasilan dari pertanaman campuran dapat dilihat dari besarnya nilai total hasil relatif pada pertanaman campuran yang dibandingkan dengan monokulturnya. Nilai RYT > 1, hal itu menunjukkan adanya keuntungan dari pertanaman campuran tersebut.

Nilai Penerimaan

Pada perbandingan secara kontras ortogonal terlihat adanya perbedaan penerimaan antara sistem tumpangsari dengan monokultur, monokultur jarak dengan wijen, dan monokultur Sumberrejo 1 dengan Sumberrejo 2. Pada perbandingan secara strip plot terdapat interaksi varietas jarak dengan varietas wijen. Hasil penerimaan pada berbagai perlakuan sistem tumpangsari disajikan pada Tabel 8.

Penerimaan monokultur jarak varietas Asembagus 81 tidak berbeda dengan Asembagus 104, sedang pada varietas wijen Sumberrejo 1 lebih besar dibandingkan Sumberrejo 2. Penerimaan rata-rata pada sistem tumpangsari yang lebih besar daripada rata-rata monokultur tersebut

Tabel 7. Pengaruh interaksi antara varietas jarak dengan wijen dalam sistem tumpangsari terhadap total hasil relatif

Table 7. Effect of interaction between castor and sesame variety in intercropping system on Relative Yield Total (RYT)

Perlakuan <i>Treatmnet</i>	Total hasil relatif (RYT) <i>Relative Yield Total (RYT)</i>
Asb 81 dan Sbr 1	1,723 b
Asb 81 dan Sbr 2	1,733 b
Asb 104 dan Sbr 1	1,787 c
Asb 104 dan Sbr 2	1,687 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada P = 5%

Note : Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at P = 0,05, DMR Test

disebabkan penurunan hasil jarak maupun wijen secara tumpangsari relatif kecil dari monokulturnya. Selain itu produksi wijen juga lebih besar dibandingkan dengan produksi jarak dengan harga wijen Rp 10.000/kg, sedang jarak Rp 7.500/kg. Penerimaan jarak varietas Asembagus 81 dengan Asembagus 104 relatif sama karena produksi kedua varitas tersebut relatif sama, tetapi pada varietas wijen monokultur terjadi perbedaan penerimaan sebesar Rp 6.333 per petak, sebab produksi Sumberrejo 1 lebih tinggi daripada Sumberrejo 2. Penerimaan secara tumpangsari menunjukkan bahwa kombinasi A₁W₁ dan A₂W₁ memberi penerimaan yang paling tinggi. Disini terbukti bahwa yang paling besar sumbangannya adalah wijen Sumberrejo 1 seperti yang sudah dijelaskan pada parameter pertumbuhan wijen.

Tabel 8. Pengaruh perlakuan sistem tumpangsari terhadap nilai penerimaan (x Rp. 1000)

Table 8. Effect of intercropping system treatments on farm income (x Rp. 1000)

Perlakuan <i>Treatmnet</i>	Penerimaan/ 36 m ² (x Rp 1000) <i>Income/36m² (x Rp 1000)</i>
Strip	37,685 b
Mono	21,883 a
Mono A	13,600 a
Mono W	30,167 b
Mono A1	13,075 a
Mono A2	14,125 a
Mono W1	33,333 a
Mono W2	27,000 b
A1W1	40,583 d
A1W2	34,117 a
A2W1	39,417 c
A2W2	36,625 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada P = 5%

Note : Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at P = 0,05, DMR Test

- A = Monokultur jarak
- A1 = Asembagus 81 (Asb 81)
- A2 = Asembagus 104 (Asb 104)
- W = Monokultur wijen
- W₁ = Sumberrejo 1 (Sb 1)
- W₂ = Sumberrejo 2 (Sb 2)

Sistem tumpangsari menghasilkan penerimaan lebih tinggi daripada monokultur dengan perbedaan sebesar Rp 15.802 per petak. Sampai dengan lima bulan ternyata penerimaan monokultur wijen lebih tinggi daripada monokultur jarak dengan perbedaan Rp 16.567 per petak.

KESIMPULAN

Varietas jarak Asembagus 104 dan varietas wijen Sumberrejo 1 mempunyai pertumbuhan vegetatif dan generatif lebih baik, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi baik ditanam secara monokultur maupun tumpangsari. Total hasil relatif (RYT) tertinggi dicapai oleh sistem tumpangsari dengan kombinasi jarak varietas Asembagus 104 dengan wijen varietas Sumberrejo 1 dan jarak varietas Asembagus 81 dengan wijen varietas Sumberrejo 1 dengan nilai penerimaan Rp. 39.417 dan Rp. 40.583 per petak. Total hasil relatif sistem tumpangsari jarak dengan wijen lebih besar dari satu (>1) yaitu antara 1,687 sampai dengan 1,787, sehingga sistem tumpangsari tersebut sudah efisien dalam memanfaatkan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- ANONYMOUS. 1980. Report on the agroecological zone project. Methodology and Result for Africa. Vol I. FAO. p. 5-7.
- AYYASWAMY, M. and KULANDAIVELU. 1988. Seed yield and yield attributes as influenced by methods and intervals of irrigation in Sesamum (*Sesamum indicum* L). Madras Agricultural Journal 75 (1&2) : 14 -19.
- BEETS, W. C. 1982. Plant interrelationship and competition. In: Multiple Cropping and Tropical Farming Systems. Westview Press. 178p.
- CLEGG, M. D., W.W. BIGGS, J.D. EASTIN, J. W. MARANVILLE and C.Y. SULLIVAN. 1974. Light transmission in field communities of sorghum. Agron. J. 66: 471-476.
- FAGERIA, N.K. 1992. Maximizing crop yield. Marcel Dekker, Inc. New York. 265p.
- HARJADI, S. 1979. Dasar-Dasar Agronomi. Penerbit PT Gramedia. Jakarta. 179p.
- HEITHOLT, J.J. 1994. Canopy characteristics associated with deficient and excessive cotton plant population densities. Crop Sci. 38 : 340 – 341.
- ISHIZUKA. 1969. Physiological aspect of crop yield. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. Madison. Wisconsin.
- LEIHNER, D. 1983. Management and evaluation of intercropping system with Cassava. CIAT, Colombia. 70p.
- MARDJONO R., SUPRIYONO, M. SOENARDI, M., SYAFEI dan SOEBANDRIJO. 2000. Biologi tanaman jarak. Monograf Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat Nomor 6. Malang. p 1 –6.
- OLDEMAN, L. R. 1975. Agro-climatic map of Java and Madura. CRIA. Bogor. 32p.
- PILBEAM, C. J., J. R. OKALEBO., L.P. SIMMONDS and K.W. GATHUA. 1993. Analysis of maize - common bean intercrops in semi – arid Kenya. J. Agric. Sci., Cambridge (1994) 123 :191 – 198.
- SALISBURY, F. B., dan C. W. ROSS. 1995. Fisiologi tumbuhan. Terjemahan oleh D. R. Lukman dan Sumaryono. Edisi Keempat. Penerbit ITB Bandung. 334p.
- SHIVARAMU, H. S., and K. SHIVASHANKAR. 1994. A new approach of canopy architecture assening complementary of intercrops. Ind. J. Agron. 39(2): 179 – 187.
- SITOMPUL dan B. GURITNO. 1995. Analisis pertumbuhan tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 412p.
- SOENARDI. 2000. Budidaya tanaman jarak (*Ricinus communis* L). Monograf Balittas. Badan Litbang Pertanian. Balittas, Malang. No. 6 : 15 – 24.
- SOENARDI dan M. ROMLI. 1993. Pengaruh jarak tanam dan dosis pupuk N pada dua galur jarak terhadap pertumbuhan dan hasil. Buletin Tembakau dan Tanaman Serat, Balittas Malang. No. 08/02/1993: 150-159.
- SOENARDI. 1995. Masalah dan pemecahan tanaman jarak di Indonesia. Sinar Tani. No. 2504. Th. XXVI – 1995.
- SOENARDI. 1996. Budidaya tanaman wijen (*Sesamum indicum* L). Monograf Balittas. Badan Litbang Pertanian. Balittas, Malang. No. 2: 14 – 25.
- SOENARDI, M. ROMLI dan NURHERU. 1995. Keragaan agroekosistem dan budidaya tanaman jarak di Kabupaten Grobogan. Buletin Tembakau dan Tanaman Serat No. 04/ 01/ 1995 : 50-55.
- SOENARDI, M. ROMLI, B. HARIYONO, N. SUDIBYO, M. MACHFUD dan SUHADI. 2000. Penelitian tumpangsari jarak dan palawija. Laporan Hasil Percobaan Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. Malang. p.7-10.
- SOENARDI, M., dan M. ROMLI. 1999. Pengaruh interval waktu tanam terhadap pertumbuhan dan produksi empat galur varietas wijen. Jurnal Penelitian Tanaman Industri dan Tanaman Serat, Malang. 10 (5) : 145 – 150.
- SPITTERS, C. J. T. 1980. Competition effect within mixed stands. In: R. G. Hurd *et al.* (Eds). Opportunities for Increasing Crop Yield. Pitman Publ. London. p. 219-231.
- SUPRIJONO dan R. MARDJONO. 2002. Inovasi teknologi untuk pengembanan wijen. Prosiding Lokakarya Pengembangan Jarak dan Wijen dalam Rangka Otoda. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. p.20-21.
- WEISS, E. A. 1971. Castor, Sesame and Safflower. Leonard Hill. London. 876p.