

**PENGARUH TUMPANGSARI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL PANEN
JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) HASIL REHABILITASI*
[The Effect of Intercropping on Growth and Yield of Rehabilitated of Physic nut
(*Jatropha curcas* L.)]**

Sri Mulyaningsih dan Budi Hariyono✉

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Jln Raya Karangploso, Kotak Pos 199 Malang,
Telp. 0341-491447. Fax. 0341-485121; e-mail: bdhariyono@yahoo.co.id

ABSTRACT

A research to study the effect of intercropping on rehabilitated of physic nut (*Jatropha curcas* L.) was conducted in Muktiharjo Research Station, Pati, Central of Java, from January to December 2010. Plant materials were physic nut rehabilitated by grafting of main branch with IP-2A (1 year old) and intercrops (peanut, soybean, mungbean and sesame). The experiment arranged in randomized block design with 6 replications. The treatments were: 1) intercropping peanut + physic nut, 2) intercropping soybean + physic nut, 3) intercropping mungbean + physic nut, 4) intercropping sesame + physic nut, and 5) physic nut monoculture. Plot size was 8 m x 8 m, plant distance of physic nut 2 m x 2 m, and plant distance for peanut, soybean and mungbean were 25 cm x 25 cm and sesame was 50 cm x 25 cm. The result showed that *jatropha* seed yield on intercropping physic nut with soybean (980.05 kg/ha) and mungbean (974.22 kg/ha) were not significantly different from physic nut monoculture (1,094.84 kg/ha). Crop that appropriate for intercropped with rehabilitated physic nut (second year) were soybean and mungbean.

Key words: Physic nut (*Jatropha curcas* L.), intercropping, peanut, soybean, mungbean, sesame.

ABSTRAK

Penelitian pengaruh tumpangsari terhadap pertumbuhan dan hasil jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) hasil rehabilitasi dilaksanakan di Kebun Percobaan Muktiharjo, Pati, Jawa Tengah, mulai bulan Januari sampai dengan Desember 2010. Bahan yang digunakan adalah pertanaman jarak pagar yang sudah direhabilitasi (dipangkas dan dilakukan penyambungan dengan IP-2A) berumur satu tahun dan benih tanaman sela kacang tanah, kedelai, kacang hijau dan wijen. Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok diulang enam kali. Perlakuan yang diuji: 1) kacang tanah + jarak pagar, 2) kedelai + jarak pagar, 3) kacang hijau + jarak pagar, 4) wijen + jarak pagar, dan 5) jarak pagar tanpa tanaman sela. Ukuran petak 8 m x 8 m, jarak tanam untuk jarak pagar 2 m x 2 m, jarak tanam kacang tanah, kedelai, dan kacang hijau 25 cm x 25 cm, dan jarak tanam wijen 50 cm x 25 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman sela kedelai dan kacang hijau yang ditanam di antara tanaman jarak pagar menghasilkan biji kering jarak pagar 980,05 kg/ha dan 974,22 kg/ha tidak berbeda nyata dibandingkan dengan tanaman jarak pagar tanpa tanaman sela (1.094,84 kg/ha). Dengan demikian tanaman sela kedelai dan kacang hijau merupakan tanaman yang sesuai ditanam di antara tanaman jarak pagar yang direhabilitasi.

Kata kunci: Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), tanaman sela, kacang tanah, kedelai, kacang hijau, wijen.

PENDAHULUAN

Dalam rangka pengembangan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai sumber energi alternatif maka diperlukan optimalisasi pemanfaatan lahan. Hal tersebut penting karena tanaman jarak pagar merupakan tanaman tahunan, dan tidak segera dapat diperoleh hasilnya (Allorerung *et al.*, 2007). Selain itu produktivitas rata-rata nasional tanaman jarak pagar di tingkat petani tergolong rendah, kurang dari satu ton biji per tahun (Irianto, 2010). Produktivitas yang rendah akan mengurangi animo petani untuk menanam jarak pagar. Budidaya jarak pagar monokultur akan mengurangi keragaman tanaman dan keberlanjutan mata pencaharian rumah tangga petani (Achten *et al.*, 2008; Ariza-Montobbio dan Lele, 2010). Oleh karena itu perlu pemikiran

bahwa pengembangan jarak pagar sebaiknya diintegrasikan dengan tanaman lain yang toleran terhadap naungan (Hasnam, 2010). Jarak pagar juga dapat diintegrasikan dengan tanaman pangan semusim yang sudah umum dibudidayakan petani seperti kacang tanah, kacang hijau, kedelai dan wijen dalam rangka *food security* (Mogaka *et al.*, 2010; Favretto *et al.*, 2012). Dengan penerapan sistem integrasi jarak pagar dengan tanaman lain diharapkan pendapatan petani akan meningkat, karena selain diperoleh hasil jarak pagar, juga diperoleh tambahan hasil tanaman lain.

Integrasi jarak pagar dengan tanaman lain berpeluang dilaksanakan (Gour, 2006), karena pertanaman jarak pagar yang masih muda berumur 1-2 tahun dengan jarak tanam 2 m x 2 m terdapat lahan

*Diterima: 12 Agustus 2012 - Disetujui: 4 Nopember 2012

kosong yang seringkali ditumbuhi gulma (Ariza-Montobbio dan Lele, 2010). Shukla (2006) dan Favretto *et al.* (2012) menyatakan jika jarak tanam 3 m x 3 m, tanaman sela dapat ditanam diantara jarak pagar hingga tahun ketiga. Salah satu cara untuk menekan pertumbuhan gulma (Loos, 2009) dan mengoptimalkan lahan adalah dengan menanam tanaman sela di lahan kosong tersebut.

Menurut Wahid (1992) introduksi tanaman sela pada berbagai lokasi yang berbeda agroklimat tidak akan bermasalah asalkan memperhatikan (a) kompatibilitas antara tanaman pokok dengan tanaman sela, (b) tidak ada pengaruh yang saling merugikan, (c) persaingan dalam pengambilan cahaya, air, hara, dan CO₂ rendah, (d) tidak diserang hama dan penyakit yang sama, dan (e) memiliki pengaruh yang sering menguntungkan dalam memenuhi kebutuhan hara tanaman dan tidak menimbulkan erosi.

Sistem tumpangsari dengan berbagai jenis tanaman semusim dan tahunan banyak dilakukan untuk mengatasi rendahnya pendapatan usahatani pada dua tahun pertama pertanaman jarak pagar. Pengembangan jarak pagar secara tumpangsari dengan tanaman lain diharapkan lebih menguntungkan, karena akan mengurangi risiko gagal panen jarak pagar, dan akan meningkatkan pendapatan petani, demikian pula pengaruh positif pada lingkungan (Gour, 2006; Yusniarti dan Effendi, 2008; Hasnam, 2010; Achten *et al.*, 2010).

Pemilihan jenis tanaman sela yang tepat merupakan salah satu usaha untuk mengurangi pengaruh kompetisi dengan tanaman pokoknya. Untuk tanaman pokok yang mempunyai habitus tinggi akan lebih baik digunakan tanaman sela yang mempunyai habitus rendah. Perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh tanaman sela yang sesuai ditumpangsarikan dengan jarak pagar (Foltz, 2010). Penelitian pola tanam yang dilakukan oleh Herman *et al.* (2007) dengan menggunakan tanaman sela jagung (habitus tinggi) menunjukkan bahwa jarak pagar relatif kurang mampu bersaing dengan tanaman jagung karena jarak pagar ternaungi,

produksiya menurun 90%, sedangkan jagung dapat menghasilkan 7 ton pipilan kering per hektar. Sebaliknya dengan jenis tanaman sela yang habitusnya rendah seperti sawi, kangkung darat, buncis tegak, kacang merah tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan awal tanaman jarak pagar. Nisbah total penerimaan/total biaya (*R/C ratio*) tertinggi dicapai pada perlakuan tumpangsari jarak pagar dan sawi daging (2,72), tumpangsari jarak pagar dan kangkung darat (2,67), tumpangsari jarak pagar dan buncis tegak (2,11) dan tumpangsari jarak pagar dan kacang merah (1,56) (Widaryanto, 2008).

Sinergisme antara tanaman pokok dan tanaman sela didasarkan kepada kompetisi dari kedua jenis tanaman. Pertumbuhan dua populasi tanaman yang berdekatan tidak akan saling berkompetisi apabila kandungan air tanah, status hara, dan radiasi matahari yang tersedia berada pada taraf yang cukup untuk setiap tanaman (Mangoensoekarjo, 1982).

Hasil penelitian Singh *et al.* (2007) menunjukkan bahwa penggunaan tanaman sela kacang tanah yang ditumpangsarikan dengan jarak pagar yang baru dilakukan pemangkasan memberikan pengaruh sinergis pada tanaman jarak pagar. Kanopi tanaman jarak pagar tidak menutupi kacang tanah, dan bagi tanaman jarak pagar pertumbuhannya baik dengan tinggi, lebar kanopi dan jumlah cabang per tanaman tinggi. Hasil penelitian Mulyaningsih dan Hariyono (2010) menunjukkan bahwa kacang hijau, kedelai dan kacang tanah sesuai ditanam sebagai tanaman sela pada tanaman jarak pagar hasil rehabilitasi (pemangkasan dan penyambungan dengan IP-2A) pada tahun pertama.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tanaman sela dan mendapatkan jenis tanaman sela yang sesuai untuk ditanam di antara tanaman jarak pagar hasil peremajaan/rehabilitasi pada tahun kedua.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Desember 2010, bertempat di Kebun

Tabel 1. Pengaruh tanaman sela terhadap tinggi dan lebar kanopi tanaman jarak pagar dan tanaman sela

	Tinggi tanaman (cm)		Lebar kanopi (cm)	
	Tanaman sela	Jarak pagar	Tanaman sela	Jarak pagar
Kacang tanah + Jarak pagar	74,91 a (4,44)	155,00 a (16,86)	55,33 a (7,90)	163,96 a (12,84)
Kedelai + Jarak pagar	60,33 a (3,08)	160,37 a (11,09)	34,54 a (1,66)	173,33 a (13,47)
Kacang hijau + Jarak pagar	77,33 a (2,14)	156,05 a (14,54)	47,00 a (5,11)	165,00 a (8,85)
Wijen + Jarak pagar	173,50 a (7,22)	152,09 a (13,87)	52,92 a (5,82)	149,37 b (9,57)
Jarak pagar tanpa tanaman sela	-	158,85 a (9,05)	-	172,98 a (10,54)

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam setiap kolom tidak berbeda nyata dengan uji jarak ganda Duncan pada taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$. Angka dalam kurung adalah standar deviasi.

Tabel 2. Pengaruh tanaman sela terhadap jumlah tandan bunga, jumlah tandan buah dan jumlah buah tanaman jarak pagar

Perlakuan	Jumlah tandan bunga/ tanaman	Jumlah tandan buah/ tanaman	Jumlah buah/tanaman
Kacang tanah + Jarak pagar	5,08 b (0,80)	4,96 b (0,76)	30,21 b (4,75)
Kedelai + Jarak pagar	5,34 b (0,82)	5,33 b (0,97)	31,26 b (7,34)
Kacang hijau + Jarak pagar	5,22 b (1,40)	4,88 b (1,56)	27,84 b (9,52)
Wijen + Jarak pagar	4,23 b (1,28)	4,44 b (0,48)	26,78 b (4,36)
Jarak pagar tanpa tanaman sela	7,05 a (1,02)	7,06 a (2,11)	40,05 a (11,30)

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam setiap kolom tidak berbeda nyata dengan uji jarak ganda Duncan pada taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$. Angka dalam kurung adalah standar deviasi.

Tabel 3. Hasil panen tanaman sela kacang tanah, kedelai, kacang hijau dan wijen serta biji kering jarak pagar hasil rehabilitasi pada tahun kedua

Perlakuan	Hasil biji kering (kg/ha)					Penurunan hasil Jarak pagar terhadap monokultur (%)
	Kacang tanah	Kedelai	Kacang hijau	Wijen	Jarak pagar	
Kacang tanah + Jarak pagar	627,9 (119,03)	-	-	-	870,57 bc (107,53)	20,5
Kedelai + Jarak pagar	-	1.115,4 (162,46)	-	-	980,05 ab (102,11)	10,5
Kacang hijau + Jarak pagar	-	-	1.008,7 (104,34)	-	974,22 ab (213,27)	11,0
Wijen + Jarak pagar	-	-	-	501,7 (114,38)	712,92 c (138,11)	34,9
Jarak pagar tanpa tanaman sela	-	-	-	-	1.094,84 a (141,26)	-
Monokultur tanaman sela	1.532,7 (59,00)	2.103,3 (748,42)	1.595,3 (250,08)	1.239,8 (175,59)	-	-

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam setiap kolom tidak berbeda nyata dengan uji jarak ganda Duncan pada taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$. Angka dalam kurung adalah standar deviasi.

HASIL

Tinggi dan lebar kanopi tanaman sela dan tanaman jarak pagar

Penanaman tanaman sela kacang tanah, kedelai, kacang hijau dan wijen tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman jarak pagar. Tinggi tanaman sela berkisar 60,33 – 173,50 cm (Tabel 1). Tinggi tanaman jarak pagar yang diperlakukan dengan tana-

man sela kacang tanah, kedelai, kacang hijau dan wijen tidak berbeda nyata dengan tanaman jarak pagar tanpa tanaman sela. Hal yang sama juga terhadap lebar kanopi tanaman jarak pagar kecuali perlakuan dengan penggunaan tanaman wijen sebagai tanaman sela menyebabkan lebar kanopi yang lebih kecil yaitu 149,37 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Jumlah tandan bunga, tandan buah, dan jumlah buah jarak pagar

Keberadaan tanaman sela pada tanaman jarak pagar berpengaruh terhadap jumlah tandan bunga, jumlah tandan buah dan jumlah buah per tanaman jarak pagar (Tabel 2). Jumlah tandan bunga, tandan buah, dan jumlah buah lebih sedikit dan berbeda nyata dibanding dengan jarak pagar tanpa tanaman sela. Dengan adanya tanaman sela menyebabkan penurunan jumlah tandan bunga, jumlah tandan buah dan jumlah buah per tanaman jarak pagar, berturut-turut 25-40%, 25-37%, dan 25-33%.

Hasil panen tanaman sela serta biji kering jarak pagar hasil rehabilitasi

Tanaman sela dari jenis kacang-kacangan (kedelai dan kacang hijau) di antara tanaman jarak pagar yang sudah direhabilitasi pada tahun kedua memberikan hasil biji kering jarak pagar tidak berbeda nyata dengan hasil monokultur jarak pagar (Tabel 3). Hasil biji kering jarak pagar dengan tanaman sela kedelai diperoleh 980,05 kg/ha dan kacang hijau 974,22 kg/ha dengan penurunan hasil 10-11% terhadap monokultur jarak pagar, sedangkan tanaman jarak pagar monokultur (tanpa tanaman sela) menghasilkan 1.094,84 kg/ha.

PEMBAHASAN

Penanaman tanaman sela kacang tanah, kedelai, kacang hijau, dan wijen tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman jarak pagar. Kecuali untuk wijen, tanaman sela tidak berpengaruh terhadap lebar kanopi jarak pagar (Tabel 1). Hal ini disebabkan laju pertumbuhan tinggi tanaman wijen yang mencapai 173,5 cm, lebih tinggi dari tanaman jarak pagar. Tanaman jarak pagar tidak toleran terhadap naungan, faktor cahaya sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jarak pagar. Habitus tanaman wijen yang lebih tinggi menyebabkan kompetisi penggunaan ruang tumbuh dan intersepsi cahaya matahari yang diterima. Hal ini mempengaruhi atau menekan pertumbuhan menyamping tanaman jarak pagar, sehingga lebar kanopi menurun 14% dibanding jika tidak ada tanaman sela.

Keberadaan tanaman sela pada tanaman jarak pagar berpengaruh terhadap komponen produksi (jumlah tandan bunga, tandan buah, dan jumlah buah) pada tanaman jarak pagar tahun ke dua (Tabel 2). Rendahnya jumlah tandan bunga, tandan buah, dan jumlah buah pada tanaman jarak pagar dengan tanaman sela dibanding tanpa tanaman sela diduga adanya tanaman sela mengakibatkan tandan bunga dan buah pada bagian bawah tanaman jarak pagar tidak terbentuk dengan sempurna (tidak optimal) dibanding tanaman jarak pagar tanpa tanaman sela yang lebih leluasa pertumbuhannya (tidak terjadi overlap kanopi daun bagian bawah). Tanaman jarak pagar merupakan tanaman yang menginginkan cahaya penuh dalam proses pertumbuhannya (Allorerung *et al.*, 2007). Hasil observasi Herman *et al.* (2007) menunjukkan bahwa penggunaan tanaman jagung sebagai tanaman sela menyebabkan pertumbuhan jarak pagar terganggu dan produksinya menurun hingga 90%, sedangkan menurut Prasetyo *et al.* (2009), hasil jarak pagar menurun menjadi 57% dibanding monokultur. Hal ini menunjukkan bahwa jarak pagar tidak toleran terhadap naungan.

Tanaman sela dari jenis kacang-kacangan (kedelai dan kacang hijau) di antara tanaman jarak pagar yang sudah direhabilitasi pada tahun kedua memberikan hasil biji kering jarak pagar tidak berbeda nyata dengan hasil monokultur jarak pagar (Tabel 3). Hasil biji kering jarak pagar dengan tanaman sela kedelai diperoleh 980,05 kg/ha dan kacang hijau 974,22 kg/ha dengan penurunan hasil 10-11% terhadap monokultur jarak pagar, sedangkan tanaman jarak pagar monokultur (tanpa tanaman sela) menghasilkan 1.094,84 kg/ha. Dengan populasi 75% sebagai tanaman sela, hasil biji kacang tanah menurun 45% dibanding hasil monokulturnya. Sedangkan hasil tanaman sela kedelai dan kacang hijau dengan populasi yang sama menurun 30% dan 16%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan tanaman sela dari jenis kacang-kacangan khususnya kedelai dan kacang hijau di antara tanaman jarak pagar umur dua tahun setelah rehabilitasi/peremajaan masih sesuai untuk ditumpangсарikan dengan tanaman jarak pagar meskipun hasilnya lebih rendah dari yang

tanpa tanaman sela (monokultur jarak pagar).

Hasil penelitian Prasetyo *et al.* (2009) menunjukkan bahwa tumpangsari jarak pagar dengan kacang tanah pada tahun pertama dengan jarak tanam 3 m x 2 m, hasil kacang tanah menurun 57% dibanding monokultur kacang tanah, sedangkan hasil jarak pagar meningkat 267% dibanding monokultur jarak pagar. Hal ini disebabkan rendahnya kompetisi antara kacang tanah dengan jarak pagar.

Tanaman kacang-kacangan yang mempunyai habitus rendah tidak mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman jarak pagar (terutama dalam penggunaan cahaya matahari yang merupakan faktor pembatas) selain itu penggunaan tanaman jenis kacang-kacangan yang mempunyai bintil akar bersimbiotik dengan bakteri *Rhizobium* yang berfungsi menambat N tersedia (mengikat N dari udara) akan menambah hara N yang sangat menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman jarak pagar disamping meningkatkan kesuburan tanah. Menurut Trustinah (1993) banyaknya nitrogen yang dapat difiksasi berkisar antara 58-107 kg N/ha per jenis tanaman. Prasetyo *et al.* (2009) menyatakan simbiosis kacang tanah dengan *Rhizobium* dapat menyumbang sekitar 30% nitrogen untuk jarak pagar pada tumpangsari jarak pagar (tahun pertama) dengan kacang tanah, sehingga hasil jarak pagar meningkat.

Hasil penelitian Rejila dan Vijayakumar (2011) menyatakan bahwa ekstrak daun jarak pagar dapat merangsang dan mendorong pertumbuhan awal wijen, karenanya disimpulkan bahwa tanaman wijen sesuai untuk tumpangsari dengan jarak pagar. Namun demikian tanaman wijen yang diharapkan pada tahun ke dua ini sudah tidak berpengaruh, ternyata masih berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil jarak pagar. Jarak pagar dengan tanaman sela wijen menghasilkan biji kering lebih rendah (712,92 kg/ha) dan berbeda nyata dengan hasil biji kering jarak pagar monokultur (1.094,84 kg/ha) dengan persen penurunan mencapai 35%. Hasil tanaman wijen sebagai tanaman sela dengan populasi 75% dari normal, menurun 46% dibanding hasil monokulturnya. Persaingan dalam penggunaan cahaya sangat menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman jarak pagar. Hasil penelitian Sahoo *et al.* (2009) menyatakan bahwa tanaman jarak pagar masih dapat tumbuh baik

pada naungan 25%, sedangkan pada naungan 50% pertumbuhan terhambat bahkan pembungaan menurun hingga 50%. Jika naungan mencapai 75% maka tanaman jarak pagar tidak berbunga dan berbuah.

Sinergisme antara tanaman pokok dan tanaman sela didasarkan kepada kompetisi dari kedua jenis tanaman tersebut. Pertumbuhan dua populasi tanaman yang berdekatan tidak akan saling berkompetisi apabila kandungan air tanah, status hara, dan radiasi matahari yang tersedia berada pada taraf yang cukup untuk setiap tanaman (Mangoensoekarjo, 1982).

KESIMPULAN DAN SARAN

Tanaman kedelai dan kacang hijau yang ditanam di antara tanaman jarak pagar tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil jarak pagar, menghasilkan biji kering jarak pagar 980,05 kg/ha dan 974,22 kg/ha tidak berbeda nyata dengan tanaman jarak pagar tanpa tanaman sela (1.094,84 kg/ha). Kedua jenis tanaman sela ini sesuai untuk ditanam di antara tanaman jarak pagar umur dua tahun (khususnya untuk tanaman hasil rehabilitasi/peremajaan dengan cara penyambungan). Penelitian ini perlu ditindaklanjuti dalam skala usaha tani, sehingga kedepan dapat digunakan sebagai alternatif model pengembangan jarak pagar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Kebun Percobaan Muktiharjo, Pati, Jawa Tengah beserta staf yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Prof. (Riset) Dr. Subiyakto yang telah memberikan saran untuk perbaikan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achten WMJ, L Verchot, YJ Franken, E Mathijs, VP Singh, R Aerts and B Muys. 2008. *Jatropha* bio-diesel production and use. *Biomass and Bioenergy* 32, 1063-1084.
- Achten WMJ, WH Maes, R Aerts, L Verchot, A Trabucco, E Mathijs, VP Singh and B Muys. 2010. *Jatropha*: From global hype to local opportunity. *Journal of Arid Environments* 74, 164-165.
- Allorerung D, Z Mahmud, AA Rivaie, DS Effendi dan A Mulyani. 2007. Peta kesesuaian lahan dan iklim jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Prosiding Lokakarya I "Status Teknologi Budidaya Jarak Pagar Jatropha curcas L."*, Jakarta 11-12 April 2006. E Karmawati, A Wahyudi, DS

- Effendi, IM Maya, Sumanto, Yusniarti dan Mukhasim (Penyunting), 24-34. Puslitbang Perkebunan.
- Ariza-Montobbio P and S Lele. 2010.** *Jatropha* plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India: Viability, livelihood trade-offs, and latent conflict. *Ecological Economics* **70**, 189-195.
- Favretto N, LC Stringer and AJ Dougill. 2012.** Cultivating clean energy in Mali: policy analysis and livelihood impacts of *Jatropha curcas*. Centre for Climate Change Economics and Policy. *Working Paper* **84**, 26. Sustainability Research Institute.
- Foltz J. 2010.** *Opportunities and investment strategies to improve food security and reduce poverty in Mali through the diffusion of improved agricultural technologies*, 49. Accelerated Economic Growth Team. USAID-Mali AEG Group.
- Gour VK. 2006.** Production practices including post harvest management of *Jatropha Curcas*. In: *Biodiesel Conference Towards Energy Independence – Focus on Jatropha*. Singh B, R Swaminathan and V Ponraj (Eds.), 223-251. Papers presented at the Conference Rashtrapati Nilayam, Bolaram, Hyderabad on 9-10 June, 2006.
- Hasnam. 2010.** Position paper jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Bagaimana pengembangannya? *Prosiding Lokakarya Nasional V “Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer menuju DME berbasis jarak pagar”*, Malang 4 November 2009. RD Purwati, D Soetopo, T Yulianti, Djumali, B Hariyono, N Asbani, J Hartono dan S Tirtosuprobo (Penyunting), 22-24. Penerbit Tunggal Mandiri.
- Herman M, D Pranowo dan AM Hasibuan. 2007.** Pola tanam berbasis jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Prosiding Lokakarya II “Status Teknologi Jarak Pagar”*, Bogor 29 November 2006. E Karmawati, A Wahyudi, DS Effendi, IN Maya, Sumanto, Yusniarti dan Mukhasim (Penyunting), 66-71. Puslitbang Perkebunan.
- Irianto G. 2010.** Inovasi teknologi dan cluster pioneer menuju Desa Mandiri Energi berbasis jarak pagar. *Prosiding Lokakarya Nasional V “Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer menuju DME berbasis jarak pagar”*, Malang 4 November 2009. RD Purwati, D Soetopo, T Yulianti, Djumali, B Hariyono, N Asbani, J Hartono dan S Tirtosuprobo (Penyunting), xi-xiii. Penerbit Tunggal Mandiri.
- Loos TK. 2009.** Socio-economic impact of a *Jatropha*-Project on smallholder farmers in Mpanda, Tanzania. Case study of a Public-Private-Partnership Project in Tanzania. *Master Thesis*, 157. Institute for Agricultural Economics and Social Sciences in the Tropics and Subtropics. University of Hohenheim.
- Mangoensukardjo S. 1982.** Masalah gulma di perkebunan. *Makalah Penataran Manajemen Gulma di Perkebunan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi Tropika IPB dan HIGI, Bogor.
- Mogaka VM, M Iiyama, OLE Mbatia and N Jonathan. 2010.** Reality or romanticism? Potential of *Jatropha* to solve energy crisis and improve livelihoods. *Poster presented at the Joint 3rd African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference*, Cape Town, South Africa, September 19-23, 2010, 30.
- Mulyaningsih S dan B Hariyono. 2010.** Kesesuaian tanaman sela pada tanaman jarak pagar. *Prosiding Lokakarya Nasional V “Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer menuju DME berbasis jarak pagar”*, Malang 4 November 2009. RD Purwati, D Soetopo, T Yulianti, Djumali, B Hariyono, N Asbani, J Hartono dan S Tirtosuprobo (Penyunting), 137-140. Penerbit Tunggal Mandiri.
- Prasetyo, EI Sukardjo dan H Pujiwati. 2009.** Produktivitas lahan dan NKL pada tumpang sari jarak pagar dengan tanaman pangan. *Jurnal Akta Agrosia* **12(1)**, 51-55.
- Rejila N and S Vijayakumar. 2011.** Allelopathic effect of *Jatropha curcas* on selected intercropping plants (Green Chilli and Sesame). *Journal of Phytology* **3(5)**, 01-03.
- Sahoo NK, A Kumar, S Sharma and SN Naik. 2009.** Interaction of *Jatropha curcas* plantation with ecosystem. *Proceedings of International Conference on Energy and Environment*. March 19-21, 2009, 666-671.
- Shukla A. 2006.** *Jatropha* (Physic Nut) in Research Frame at Pantnagar. In: *Biodiesel Conference Towards Energy Independence – Focus on Jatropha*. Singh B, R Swaminathan and V Ponraj (Eds.), 268-281. Papers presented at the Conference Rashtrapati Nilayam, Bolaram, Hyderabad on 9-10 June, 2006.
- Singh RA, M Kumar and E Haider. 2007.** Synergistic cropping of summer groundnut with *Jatropha curcas* – A new Two-Tier Cropping System for Uttah Pradesh. *Journal of SAT Agricultural Research* **5(1)**, 1-2. ICRISAT.
- Trustinah. 1993.** Biologi tanaman kacang hijau. Dalam T Adisariwanto, Sugiono, Sunardi dan A Winarto (Penyunting), 12-24. *Kacang Hijau. Monograf Balittan Malang No. 9*. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.
- Wahid P. 1992.** Peningkatan intensitas tanaman melalui tanaman sela dan tanaman campuran. *Prosiding Temu Usaha Pengembangan Hasil Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor.
- Widaryanto E. 2008.** Optimalisasi pemanfaatan lahan dengan penanaman rapat dan tumpang sari pada pertanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebelum mencapai kestabilan produksi. *Prosiding Lokakarya Nasional Jarak Pagar III “Inovasi Teknologi Jarak Pagar untuk Mendukung Program Desa Mandiri Energi”*, Malang 5 November 2007. B Heliyanto, D Soetopo, RD Purwati, T Yulianti, R Mardjono, B Hariyono, S Tirtosuprobo, N Asbani dan J Hartono (Penyunting), 160-168. Penerbit Bayumedia.
- Yusniarti dan DS Effendi. 2008.** Tanaman sela pada pertanaman jarak pagar. *Info Tek Jarak Pagar* **3**, 6. Puslitbang Perkebunan.