

Pengujian Tiga Paket Teknologi Budi Daya Jarak Pagar di Lahan Kering

Test on Three Packages of Cultivation Techniques for Physic Nut in Dry Land

Prima Diarini Riajaya, Sri Mulyaningsih, dan Budi Hariyono

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Jln. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang, Indonesia

E-mail: primariajaya@yahoo.com

Diterima: 7 Mei 2015; direvisi: 29 Maret 2016; disetujui: 4 April 2016

ABSTRAK

Pengujian teknologi budi daya jarak pagar yang tepat sangat diperlukan untuk meningkatkan produktivitas biji jarak pagar hasil rehabilitasi. Penelitian dilaksanakan tiga tahun (2012–2014) di Kebun Percobaan Asembagus, Situbondo dengan karakter lahan kering, bertujuan untuk menguji tiga paket teknologi budi daya jarak pagar yang dapat meningkatkan produksi biji jarak pagar. Pengujian paket teknologi dilakukan pada sistem tanam baru IP-3A pada populasi rapat, pertanaman hasil rehabilitasi dengan sambung samping IP-3A dan pangkas IP-3A. Tanaman sela kacang tanah ditanam di antara tanaman jarak pagar. Komponen produksi dan produksi biji jarak pagar diamati saat panen dan diakumulasi per tahun. Pengujian paket teknologi budi daya tanaman jarak pagar pada sistem tanam baru menghasilkan produktivitas biji yang meningkat dari tahun pertama sampai tahun ketiga masing-masing 253,6 kg/ha; 1.277,2 kg/ha; dan 1.640,3 kg/ha. Pengujian paket teknologi budi daya jarak pagar hasil rehabilitasi dengan sistem sambung samping menghasilkan produktivitas biji dari tahun pertama sampai tahun ketiga berturut-turut 436,0 kg/ha, 3.434,5 kg/ha, dan 1.409,1 kg/ha dan produktivitas tanaman sela kacang tanah berturut-turut 960,0 kg/ha, 913,6 kg/ha, dan 1.233,3 kg/ha polong kering. Pengujian paket teknologi budi daya jarak pagar hasil rehabilitasi dengan pangkas menghasilkan produktivitas biji dari tahun pertama sampai tahun ketiga berturut-turut 529,8 kg/ha; 2.460,2 kg/ha; dan 1.567,3 kg/ha dan produktivitas tanaman sela kacang tanah berturut-turut 856,5 kg/ha; 300,46 kg/ha; dan 533,30 kg/ha polong kering. Teknologi budi daya tanaman jarak pagar yang diterapkan disesuaikan dengan kondisi tanaman yang ada. Penggunaan varietas yang dianjurkan yang sesuai dengan agroekosistemnya sangat dianjurkan melalui penanaman tanaman baru atau sambung samping. Tanaman yang telah menggunakan varietas baru dan telah melewati umur produktif (tiga tahun) dapat dilakukan pangkas bawah.

Kata kunci: *Jatropha curcas*, jarak pagar, paket teknologi, budi daya

ABSTRACT

Development of physic nut as an alternative energy source requires an optimized cultivation technology support. The field research was done in three consecutive years (2012–2014) in Asembagus Experimental Station, Situbondo to test physic nut cultivation technologies to improve productivity. Testing the cultivation technology package was performed on the new planted physic nut IP-3A, crop rejuvenation by grafting with entres IP-3A and pruning the IP-3A clone. Groundnut was planted as intercrop with physic nut, and after groundnut has been harvested, *Crotalaria juncea* was planted and harvested at the age of 45 days then mulched between physic nut plants. Yield components and yields of physic nut were recorded and accumulated within a year. The application of cultivation technologies on new plating system resulted in a gradually increase in seed yield from the first year to the third year consecutively, 253.6 kg/ha, 1,277.2 kg/ha, and 1,640.3 kg/ha. Physic nut IP-3A rejuvenated with grafting produced seeds 436.0 kg/ha at the first year, 3,434.5 kg/ha at the second year, and 1,409.1 kg/ha at the third year, and groundnut yields from first to third year were 960.0 kg/ha, 913.6 kg/ha, and 1,233.3 kg/ha dry pods respectively. Physic nut IP-3A rejuvenated with pruning system produced seeds 529.8 kg/ha at the first year, 2,460.2 kg/ha at the second year, and 1,567.3 kg/ha at the third year and groundnut yields from first to third year were 856.5 kg/ha, 300.46 kg/ha, and 533.30 kg/ha dry pods consecutively. Thus physic nut cultivation technologies are applied according to the

conditions of existing plants. The use of recommended varieties best fit to agro-ecosystem is highly recommended by planting new plants or grafting. It is ideal to take up pruning activities when the plant is no longer productive.

Keywords: *Jatropha curcas*, physic nut, cultivation, technology package

PENDAHULUAN

Energi alternatif yang terbarukan terutama yang berasal dari minyak nabati terus menjadi perhatian seiring dengan krisis energi yang melanda dunia saat ini. Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan salah satu sumber energi alternatif dan banyak ditanam sebagai tanaman pagar. Minyak jarak pagar dapat diproses menjadi minyak biodisel (pengganti solar) dan minyak bakar (pengganti minyak tanah). Pengembangan jarak pagar merupakan investasi jangka panjang yang dapat dilakukan dalam skala luas agar dapat memenuhi sasaran penggunaan bahan bakar nabati. Oleh karena itu informasi mengenai paket teknologi budi daya sangat diperlukan untuk mendukung pengembangan jarak pagar.

Sampai saat ini tanaman jarak pagar di Indonesia belum dibudidayakan dan diusahakan secara komersial meskipun dapat dikembangkan di daerah dengan ketersediaan air terbatas. Tanaman ini tergolong sukulen yang dapat menyimpan air dan dapat mengatur atau menjaga keseimbangan kehilangan air di daun pada kondisi air terbatas, batang tanaman hanya mengandung kayu $0,26 \text{ g/cm}^3$ (Maes *et al.* 2009) dan dapat menurunkan suhu daun dengan mengatur sudut daun (Maes *et al.* 2011). Pada kondisi kekeringan tanaman jarak pagar mampu bertahan pada kondisi kering dengan tingkat jelajah akar tanaman 150 cm pada tahun kelima (Rao *et al.* 2012).

Untuk menunjang pengembangan jarak pagar di Indonesia, mulai tahun 2005 dilakukan eksplorasi plasma nutfah untuk mengumpulkan genotipe jarak pagar yang ada di Indonesia dan berbagai penelitian dasar dan pengujiannya untuk memperoleh teknologi budi daya yang sesuai dengan kondisi agroekologi

Indonesia. Dalam waktu relatif singkat (2006–2011) telah didapatkan varietas/klon unggul yang didukung teknik budi daya dan teknik penyambungan untuk merehabilitasi tanaman yang sudah tidak produktif. Komponen teknologi tersebut telah diuji pada skala kecil secara parsial dan perlu diuji dalam skala luas yang dirakit dalam satu paket teknologi. Penggunaan bahan tanam unggul yang didukung teknologi budi daya dan pengolahan yang sesuai, diharapkan dapat memberikan kontinuitas produktivitas tanaman yang tinggi.

Tanaman jarak pagar yang ada yang selama ini belum dilakukan peremajaan yang ditandai dengan menurunnya produksi biji dapat dilakukan rehabilitasi atau peremajaan dengan pangkas bawah dan apabila ingin mengganti dengan varietas baru dapat dilakukan dengan teknik sambung samping dengan batang atas yang memiliki sifat yang diinginkan, dan untuk mengganti tanaman dari bahan tanam asalan bisa dilakukan penanaman baru dengan menggunakan varietas unggul. Di antara tanaman jarak pagar dapat ditanami tanaman sela (palawija). Peremajaan dan rehabilitasi ditujukan untuk memulihkan kondisi pertanaman yang lebih baik produktivitasnya dengan penggunaan bahan tanam yang bermutu unggul, pemangkasan, perbaikan jarak tanam, dan penggunaan agro *input* yang tepat. Teknik penyambungan dapat menggabungkan bahan tanam unggul sebagai batang atas yang berproduksi tinggi dengan batang bawah yang mampu beradaptasi pada kondisi kering sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bahan tanam yang mempunyai kompatibilitas tinggi terutama untuk perbaikan produktivitas dan adaptabilitas terhadap kekeringan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji paket teknologi budi daya jarak pagar pada sistem tanam baru (penanaman baru), tanaman hasil

rehabilitasi dengan sambung samping dan pangkas yang dapat menghasilkan produktivitas tanaman yang tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Asembagus, Situbondo selama tiga tahun mulai tahun 2012 sampai 2014. Bahan penelitian terdiri atas benih jarak pagar IP-3A, tanaman kacang tanah, dan *Crotalaria juncea*. Teknologi budi daya jarak pagar dirakit menjadi tiga paket teknologi yaitu A menguji paket teknologi budi daya jarak pagar pada pertanaman baru IP-3A yang tertanam pada tahun 2012 dengan populasi rapat (1 m x 1 m) yang diikuti dengan penerapan teknologi budi daya yang optimum (pemupukan, penyiangan, pemangkasan, pengairan). Pemangkasan pertama dilakukan pada awal musim hujan tahun 2013/2014 (tahun ketiga). Paket teknologi B menguji teknologi budi daya jarak pagar pada pertanaman hasil rehabilitasi/peremajaan dengan sambung samping (batang atas IP-3A, batang bawah IP-2A) yang diikuti dengan penerapan teknologi budi daya yang optimum. Penyambungan dilakukan pada tahun 2012. Pemangkasan pertama setelah sambung dila-

kukan awal musim hujan 2013/ 2014 (tahun ketiga). Paket teknologi C menguji teknologi budi daya jarak pagar pada pertanaman IP-3A hasil peremajaan dengan pangkas dengan populasi normal (2 m x 2 m) yang diikuti dengan penerapan teknologi budi daya yang optimum. Pemangkasan pertama dilakukan pada awal musim hujan 2011/2012 (tahun pertama) dan pemangkasan kedua pada awal musim hujan 2013/2014 (tahun ketiga). Komponen teknologi pada masing-masing paket teknologi tahun pertama–ketiga tersaji pada Tabel 1.

Masing-masing paket teknologi diuji pada lahan seluas 0,3 ha dengan total luas tanah netto 0,9 ha. Teknologi budi daya yang diterapkan meliputi pemupukan, pengairan, pemangkasan, tanaman sela kacang tanah, mulsa, serta pengendalian hama dan penyakit yang optimum. Dosis pupuk tanaman jarak pagar tahun pertama 600 kg Phonska/ha, tahun kedua dan ketiga (setelah pangkas bawah) 750 kg Phonska/ha dan 150 kg Phonska untuk tanaman sela kacang tanah setiap tahun. *Crotalaria juncea* ditanam setelah tanaman sela dan dipanen 45 hari setelah tanam kemudian dimulsakan di antara tanaman jarak pagar.

Tabel 1. Komponen teknologi tanaman jarak pagar pada masing-masing paket teknologi (A tanam baru, B sambung samping, dan C pangkas) pada bulan Desember 2012 (Tahun I), November 2013 (tahun II), dan Desember 2014 (tahun III)

Tahun	Uraian	Paket teknologi		
		A	B	C
	Paket rehabilitasi/peremajaan	- Penanaman baru IP-3A	- Peremajaan IP-2A dengan sambung samping dengan IP-3A	- Peremajaan IP-3A dengan pangkas
	Jarak tanam	- 1 m x 1 m	- 2 m x 2 m	- 2 m x 2 m
	Populasi tanaman/ha	- 10.000	- 2.500	- 2.500
I	Tanaman sela	- Tanpa tanaman sela	- Kacang tanah	- Kacang tanah
	Tanaman sela	- Tanpa tanaman sela	- Kacang tanah	- Kacang tanah
II	Tanaman pengisi setelah tanaman sela dipanen & mulsa	- Tanpa <i>Crotalaria juncea</i>	- <i>C. juncea</i> .	- <i>C. juncea</i> .
	Pemangkasan	- Selektif	- Selektif	- Selektif
	Pemangkasan (pangkas bawah)	- Pemangkasan I	- Pemangkasan I	- Pemangkasan II
III	Tanaman sela	- <i>C. juncea</i>	- Kacang tanah	- Kacang tanah
	Tanaman pengisi setelah tanaman sela dipanen & mulsa	-	- <i>C. juncea</i> .	- <i>C. juncea</i> .

Pengamatan dilakukan terhadap komponen pertumbuhan jarak pagar yang terdiri atas tinggi tanaman, jumlah cabang produktif dan non-produktif yang diamati setiap tiga bulan pada 75 tanaman sampel per paket teknologi. Komponen produksi yang terdiri atas jumlah buah/pohon, bobot 100 biji, produksi biji, dan kadar minyak biji diamati setiap panen. Pada tanaman sela kacang tanah diamati produksi polong kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Komponen pertumbuhan tanaman jarak pagar yang terdiri atas tinggi tanaman, lebar kanopi, dan jumlah cabang tanaman pada setiap akhir tahun tersaji pada Tabel 2. Tinggi tanaman pada sistem tanam baru (paket teknologi A), pada tahun pertama mencapai 118,3 cm dan meningkat menjadi 195,2 cm pada tahun kedua. Pada akhir Desember 2013 (memasuki tahun ketiga) dilakukan pemangkasan (pangkas bawah) pada semua paket teknologi. Tinggi tanaman jarak pagar setelah pangkas pada tahun ketiga lebih rendah dari tahun kedua dan lebih tinggi dibanding tahun pertama pada semua paket teknologi. Pada bulan Desember 2014 (tahun III) tinggi tanaman jarak pagar pada paket teknologi A telah mencapai 164,2 cm dan lebar kanopi 117,3 cm. Tanaman jarak pagar hasil rehabilitasi dengan sambung samping dan pangkas pada tahun pertama masing-masing 145,1 cm dan 156,9 cm dan meningkat menjadi 206,0 cm dan 213,7

cm pada tahun kedua. Setelah pemangkasan pada tahun III masing-masing telah mencapai tinggi tanaman 177,1 cm dan 166,4 cm lebih pendek dibanding tahun II. Tinggi tanaman jarak pagar yang telah melebihi tinggi rata-rata orang dewasa menyulitkan saat panen buah karena buah jarak pagar berada di ujung cabang sehingga menjelang musim hujan 2013/2014 dilakukan pemangkasan.

Pada sistem tanam rapat kanopi tanaman terhambat pertumbuhannya dan paling sempit dibanding kanopi tanaman hasil rehabilitasi dengan sambung samping dan pangkas tahun I–III. Kanopi tanaman tumbuh dan berkembang ke arah atas karena ruang yang tersedia di antara tanaman tidak cukup untuk kanopi tanaman tumbuh ke samping. Rentang kanopi tanaman pada tahun pertama mencapai 65,8 cm dan sebelum pangkas pada tahun II mencapai 146,0 cm dan setelah pangkas mencapai 117,3 cm (tahun III). Rentang kanopi pada tanaman hasil sambung dan pangkas lebih lebar dibanding tanaman baru yaitu 194,6 cm dan 202,9 cm sebelum pangkas (tahun II) dan 169,6 cm dan 163,6 cm sesudah pangkas (tahun III).

Jumlah cabang produktif dan non-produktif yang terbentuk meningkat mulai tahun pertama sampai tahun kedua dan setelah pangkas kembali menurun pada tanaman hasil sambung, pangkas dan tanaman baru. Pada tanaman baru dengan sistem tanam rapat yang telah membentuk tiga cabang primer pada tahun pertama dan meningkat menjadi 21,9 cabang/tanaman, setelah pangkas kembali

Tabel 2. Komponen pertumbuhan tanaman jarak pagar pada tiga paket teknologi budi daya tanaman jarak pagar di KP Asembagus, Situbondo pada bulan Desember 2012 (Tahun I), November 2013 (tahun II), dan Desember 2014 (tahun III)

Paket teknologi	Tinggi tanaman (cm) tahun ke			Lebar kanopi (cm) tahun ke			Jumlah cabang produktif/tanaman tahun ke			Jumlah cabang non produktif/tanaman tahun ke		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
A	118,3	195,2	164,2	65,8	146,0	117,3	3,2	21,9	8,6	2,7	5,4	6,5
B	145,1	206,0	177,1	146,1	194,6	169,6	12,7	95,6	24,9	7,6	32,2	7,7
C	156,9	213,7	166,4	144,4	202,9	163,6	15,1	58,8	20,5	6,2	18,6	9,7

Keterangan:

A = Tanam baru jarak pagar, jarak tanam 1 m x 1 m.

B = Tanaman hasil sambung, jarak pagar + kacang tanah, jarak tanam 2 m x 2 m, jarak pagar hasil sambung dengan IP-3A.

C = Tanaman IP-3A hasil pangkas, jarak pagar + kacang tanah, jarak tanam 2 m X 2 m.

membentuk percabangan lebih banyak dibanding tahun pertama yaitu 8,6 cabang produktif dan 6,5 cabang non produktif, akan tetapi karena sempitnya ruang di antara tanaman sehingga jumlah cabang yang terbentuk lebih rendah dibanding pada populasi normal pada paket teknologi B dan C, hal ini akan berpengaruh terhadap jumlah buah yang terbentuk. Pada tanaman hasil sambung mampu membentuk cabang produktif pada tahun pertama sebanyak 12,7 cabang/tanaman dan meningkat menjadi 95,6 cabang/tanaman pada tahun kedua, dan setelah pangkas kembali membentuk cabang produktif 24,9 cabang/tanaman. Pertautan antara batang bawah dan batang atas pada tanaman hasil sambung mulai tahun kedua telah kokoh/kuat untuk menopang pertumbuhan kanopi tanaman. Pada tanaman hasil pangkas jumlah cabang produktif pada tahun pertama 15,1 cabang/tanaman, meningkat menjadi 58,8 cabang/tanaman pada tahun kedua dan setelah pangkas menjadi 20,5 cabang/tanaman. Dengan demikian pada tanaman hasil rehabilitasi dengan sambung samping mulai tahun kedua telah mampu membentuk cabang produktif lebih banyak dibanding tanaman baru, dan setelah pangkas mampu membentuk cabang lebih banyak dibanding tahun pertama.

Laju pertumbuhan tinggi dan lebar kanopi tanaman dikemukakan pada Tabel 3. Laju pertumbuhan tinggi tanaman baru tahun pertama sebesar 9,86 cm/bulan kemudian menurun pada tahun kedua menjadi 7,06 cm/bulan (kondisi belum dipangkas) dan kembali meningkat (11,57 cm/bulan) setelah dilakukan

pemangkasan pertama (pangkas bawah) melebihi laju pertumbuhan pada tahun pertama. Laju pertumbuhan tinggi tanaman pada tahun kedua menurun karena fotosintat lebih banyak digunakan untuk membentuk komponen produksi. Demikian juga laju pertumbuhan lebar kanopi menurun pada tahun kedua terutama pada tanaman hasil rehabilitasi sambung dan pangkas kemudian meningkat lagi setelah dipangkas. Pada tanaman baru laju pertumbuhan kanopi terus meningkat mulai tahun pertama sampai tahun kedua, dan setelah pangkas kembali meningkat. Proses pembuahan berada di ujung cabang dan sepanjang tahun terus berbunga maka perkembangan kanopi terus bertambah untuk mendukung terbentuknya bunga dan buah. Perkembangan kanopi pada sistem tanam rapat terhambat sehingga laju pertumbuhan kanopi pada sistem tanam rapat lebih rendah dibanding tanaman dengan populasi normal pada paket teknologi B dan C pada tahun ketiga.

Tanaman jarak pagar hasil sambung (paket teknologi B), batang bawah telah berumur lima tahun maka laju pertumbuhan tinggi tanaman tahun pertama telah mencapai 12,09 cm/bulan dan menurun pada tahun kedua menjadi 4,83 cm/bulan, dan setelah pangkas pada tahun ketiga laju pertumbuhan tinggi tanaman kembali meningkat dan melebihi tahun pertama. Demikian juga laju pertumbuhan lebar kanopi sama dengan tinggi tanaman. Pada tanaman hasil pangkas (paket teknologi C), tanaman sudah berumur lima tahun maka laju pertumbuhan tinggi dan lebar kanopi hampir sama dengan hasil sambung

Tabel 3. Laju pertumbuhan tinggi dan lebar kanopi tanaman jarak pagar di KP Asembagus, Situbondo tahun I (Mei–November 2012), tahun II (Januari–Desember 2013), dan tahun III (April–Desember 2014)

Paket teknologi	Laju pertumbuhan tinggi tanaman (cm/bulan) tahun ke			Laju pertumbuhan lebar kanopi (cm/bulan) tahun ke		
	I	II	III	I	II	III
A	9,86	7,06	11,57	5,48	7,15	9,78
B	12,09	4,83	13,01	12,18	2,50	14,14
C	13,08	5,02	11,82	12,03	5,20	13,64

Keterangan:

A = Tanaman baru jarak pagar, jarak tanam 1 m x 1 m

B = Tanaman hasil sambung, jarak pagar + kacang tanah, jarak tanam 2 m x 2 m, jarak pagar hasil sambung dengan IP-3A

C = Tanaman IP-3A hasil pangkas, jarak pagar + kacang tanah, jarak tanam 2 m X 2 m.

(paket teknologi B). Dengan demikian setelah pangkas laju pertumbuhan tanaman meningkat melebihi tahun pertama. Setelah dilakukan pangkas bawah pada tahun ketiga dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman jarak pagar, hal ini sejalan dengan hasil penelitian Samsam (2013) yaitu setelah pemangkasan dapat meningkatkan jumlah cabang, infloresen, tandan buah, buah, dan produksi biji. Salah satu cara untuk meningkatkan produksi biji jarak pagar adalah mengatur pertumbuhan tanaman melalui pemangkasan untuk mengatur keseimbangan antara pertumbuhan vegetatif dan generatif disamping memudahkan pelaksanaan panen. Reddy & Naole (2009) menyatakan bahwa tinggi ideal tanaman jarak pagar setinggi 2 m untuk memudahkan panen selain membentuk arsitektur kanopi.

Komponen Produksi dan Produksi Biji

Komponen produksi jarak pagar terdiri atas jumlah buah/tanaman dan bobot 100 biji (Tabel 4). Jumlah buah terpanen dan bobot 100 biji tanaman jarak pagar meningkat dari tahun pertama sampai tahun kedua pada semua paket teknologi. Jumlah buah terbanyak pada tahun kedua dan setelah pangkas jumlah buah menurun tetapi lebih banyak dibanding tahun pertama. Jumlah buah pada tanaman baru (paket teknologi A) pada tahun pertama sebanyak 22,5 buah/tanaman, meningkat menjadi 163,1 buah/tanaman pada tahun kedua, dan setelah pangkas menghasilkan buah 143,8 buah/tanaman. Pada tanaman hasil sambung (paket teknologi B) jumlah buah pada tahun pertama 123,4 buah/tanaman dan meningkat menjadi 932 buah/tanaman pada

tahun kedua, setelah pangkas jumlah buah menjadi 348,0 buah/ tanaman. Tanaman yang dipangkas (paket teknologi C) menghasilkan buah tahun pertama, kedua, dan ketiga berturut-turut 145,5; 695,5; dan 397,3 buah/ tanaman. Jumlah buah yang terbentuk erat kaitannya dengan jumlah cabang produktif, semakin banyak jumlah cabang produktif semakin banyak jumlah buah yang terbentuk mengingat buah jarak pagar terdapat di ujung cabang. Jumlah cabang mempunyai korelasi yang positif dengan jumlah infloresen dan jumlah buah per tanaman dan lebih dipengaruhi oleh sifat genotipe dibanding fenotipe (Mohapotra & Panda 2010). Rao *et al.* (2008) mendapatkan korelasi 61,2% antara jumlah cabang dan produksi biji. Meningkatnya jumlah cabang pada tahun kedua berkontribusi terhadap meningkatnya jumlah buah per tanaman dan akhirnya meningkatkan produksi biji.

Rata-rata bobot 100 biji dalam periode panen tahun pertama berkisar 54,2–57,5 g kemudian meningkat pada tahun kedua yaitu berkisar 60,3–62,1 g, selanjutnya setelah pemangkasan pada tahun ketiga bobot biji hampir sama dengan tahun pertama yaitu 53,9–58,1 g. Peningkatan bobot biji dan jumlah buah pada tahun kedua meningkatkan produksi biji jarak pagar pada semua paket teknologi. Keragaan tanaman pada tahun II lebih tinggi dan rimbun dibanding tahun ketiga setelah pangkas dengan komponen pertumbuhan maksimum seperti tinggi tanaman, lebar kanopi, dan jumlah cabang produktif (Gambar 1).

Tabel 4 menunjukkan komponen produksi dan produksi biji jarak pagar tahun I-III. Tanaman jarak pagar baru pada paket tekno-

Tabel 4. Komponen produksi dan produksi biji kering jarak pagar pada tiga paket teknologi budi daya tanaman jarak pagar di KP Asembagus, Situbondo tahun I (Mei–November 2012), tahun II (Januari–Desember 2013), dan tahun III (April–Desember 2014).

Paket teknologi	Jumlah buah/tanaman (buah) tahun ke			Bobot 100 biji (g) tahun ke			Produksi biji kering (kg/ha) tahun ke		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
A	22,5	163,1	143,8	54,2	60,3	58,1	253,6	1 277,2	1 640,3
B	123,4	932,0	348,0	57,5	62,1	56,4	436,0	3 434,5	1 409,1
C	145,5	695,5	397,3	54,9	61,0	53,9	529,8	2 460,2	1 567,3

Keterangan:

A = Tanaman baru jarak pagar, jarak tanam 1 m x 1 m

B = Tanaman hasil sambung, jarak pagar + kacang tanah, jarak tanam 2 m x 2 m, jarak pagar hasil sambung dengan IP-3A

C = Tanaman IP-3A hasil pangkas, jarak pagar + kacang tanah, jarak tanam 2 m X 2 m.



Tahun I



Tahun II



Tahun III

Gambar 1. Tanaman jarak pagar IP-3A populasi rapat (kiri), hasil rehabilitasi dengan sambung samping (tengah), dan pangkas (kanan) tahun pertama pada November 2012, tahun kedua pada Desember 2013, dan tahun ketiga pada Desember 2014 di KP Asembagus.

logi A menghasilkan biji 253,6 kg/ha pada tahun pertama, pada tahun berikutnya telah menghasilkan biji 1.277,2 kg/ha atau meningkat empat kali dari tahun pertama dan pada tahun III meningkat menjadi 1.640,3 kg/ha atau meningkat 28% dari tahun sebelumnya. Sampai dengan Desember 2012 pada tahun pertama pada tanaman hasil pangkas pada paket teknologi C telah terakumulasi biji jarak pagar 529,8 kg/ha dan pada tahun kedua meningkat menjadi 2.460,2 kg/ha atau meningkat 3,6 kali akan tetapi pada tahun ketiga setelah pangkas menurun menjadi 1.567,3 kg/ha atau menurun 36% dari tahun sebelumnya. Produksi biji tanaman jarak pagar hasil sambung (paket teknologi B) pada tahun

pertama lebih rendah dibanding hasil pangkas yaitu 436,0 kg/ha, akan tetapi pada tahun kedua menghasilkan produksi tertinggi yaitu 3.434,5 kg/ha atau meningkat 6,8 kali akan tetapi pada tahun ketiga menurun menjadi 1.409,1 atau menurun 59% dari tahun sebelumnya. Pada tahun pertama tanaman hasil sambung (paket teknologi B) masih dalam proses penyesuaian batang atas dan batang bawah menjadi satu tanaman baru sehingga kemampuan membentuk buah masih rendah dibanding tanaman yang dipangkas pada paket teknologi C. Pada tahun kedua tanaman hasil sambung telah menjadi satu tanaman baru yang kokoh sehingga lebih banyak meng-

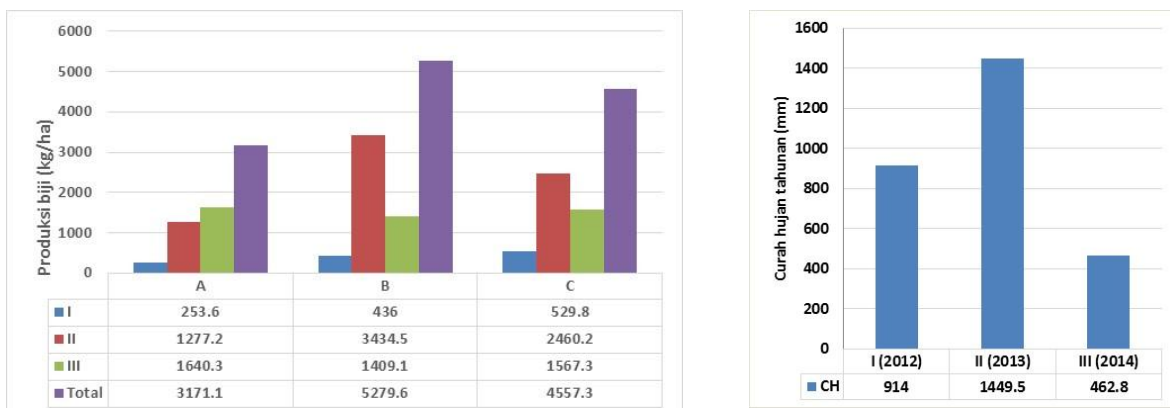
hasilkan buah dan produksi biji kemudian menurun pada tahun ketiga setelah pangkas.

Produksi biji jarak pagar pada tahun pertama pada semua paket teknologi di lahan kering Asembagus berkisar 250–530 kg/ha hampir sama dengan tingkat produksi di beberapa negara lain. Produksi biji jarak pagar di lahan kering India berkisar 400–600 kg/ha dan 2.000–2.600 kg/ha di lahan irigasi (Gmünder *et al.* 2012); 36,60–263,97 g/tanaman (Rao *et al.* 2008); 77,8–348,8 kg/ha di Afrika Selatan (Everson *et al.* 2012); 0–0,1 kg/tanaman di Kenya (Iiyama *et al.* 2013). Singapura mengembangkan *improved variety* jarak pagar (JO S2) yang mampu menghasilkan biji 2,95 ton/ha pada tahun pertama dan 4,25 ton/ha pada tahun kedua dengan beberapa keunggulan yaitu berbunga lebih awal, meningkatnya bunga dan buah per tandan dan keserempakan (Yi *et al.* 2014). Namun demikian tingkat produksi tersebut masih di bawah taksasi produksi yaitu 5 ton/ha atau lebih yang dibuat hanya berdasarkan ekstrapolasi. Tingkat produksi jarak pagar bervariasi di berbagai wilayah di dunia karena pengelolaan, bahan tanam, dan tingkat kesuburan lahan yang berbeda.

Teknik sambung samping yang menggabungkan batang atas (tanaman baru yang diinginkan) dengan tanaman bawah (tanaman lama) dapat diterapkan pada tanaman lama yang ingin direhabilitasi/diremajakan dengan

provenan unggul tanpa harus membongkar tanaman lama. Sedangkan pada tanaman yang sudah menggunakan provenan unggul dan telah melewati umur produktif maka tanaman perlu dipangkas bawah dengan menyisakan batang utama dan tiga cabang primer. Di antara tanaman jarak pagar dapat ditanami tanaman sela kacang tanah.

Total produksi biji jarak pagar tahun I–III tertinggi pada tanaman hasil sambung (paket teknologi B) yaitu 5.279,6 kg/ha (Gambar 2). Tanaman jarak pagar hasil pangkas pada paket teknologi C menghasilkan total produksi biji selama tiga tahun 4.557,3 kg/ha. Tanaman jarak pagar pada paket teknologi A menghasilkan total produksi biji selama tiga tahun 3.171,1 kg/ha. Dengan demikian tanaman jarak pagar hasil rehabilitasi dengan sambung samping mampu menghasilkan produksi biji lebih tinggi dibanding menanam baru. Tren produksi jarak pagar selain dipengaruhi oleh umur tanaman juga sangat dipengaruhi oleh faktor curah hujan baik jumlah maupun sebarannya dalam setahun. Pada tanaman muda (tahun pertama) produksi biji relatif rendah walaupun curah hujan normal dan seiring dengan bertambahnya umur tanaman (mulai tahun kedua) yang diikuti dengan berkembangnya perakaran dan curah hujan yang cukup maka produksi biji akan meningkat.



Gambar 2. Produksi biji jarak pagar pada paket teknologi A (tanam baru), B (rehabilitasi dengan sambung), dan C (rehabilitasi dengan pangkas) tahun I–III dan total produksi, serta curah hujan selama tiga tahun di KP Asembagus, Situbondo

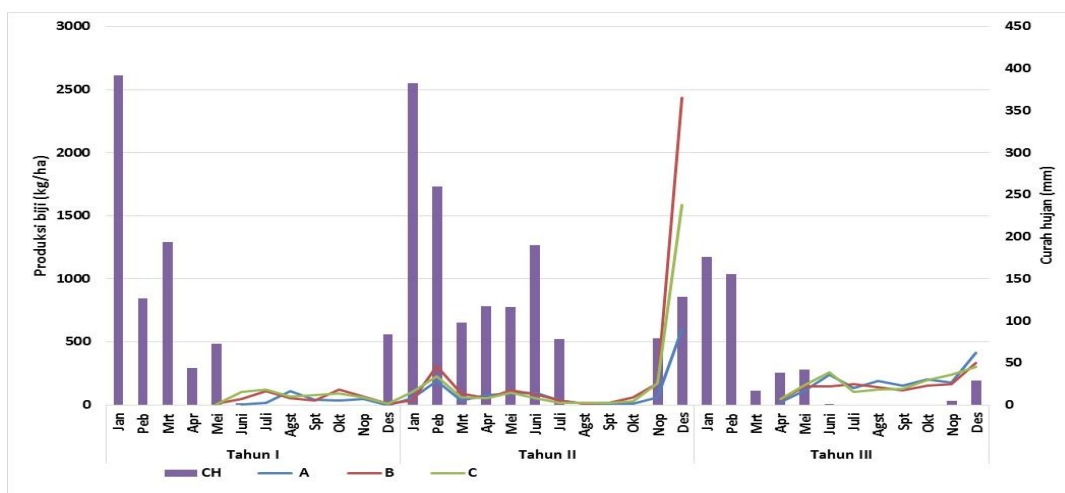
Lebih tingginya produksi jarak pagar pada paket teknologi B dan C dimungkinkan karena perakaran telah berkembang dengan baik. Hasil observasi di KP Asembagus dengan tanah bertekstur pasir, perkembangan perakaran dominan mengarah vertikal ke bawah, karena mengikuti ketersediaan air tanah. Tekstur tanah, kedalaman efektif tanah dan kandungan bahan organik tanah menentukan daya simpan air tanah sehingga dapat mempengaruhi perkembangan perakaran jarak pagar (Hariyono 2010). Krishnamurthy *et al.* (2012) melaporkan bahwa sistem perakaran jarak pagar dapat mencapai kedalaman 1,4 m dengan distribusi terbanyak di lapisan atas tanah. Kondisi ini mendukung konservasi tanah dan membuat jarak pagar mampu bertahan dalam kondisi kering. Perakaran lateral dapat mengurangi erodibilitas tanah karena penambahan kohesi tanah, sedangkan akar tunggang yang menembus ke kedalaman tanah berfungsi untuk menyerap air sehingga meningkatkan penutupan vegetatif (Reubens *et al.* 2011).

Total evapotranspirasi tanaman jarak pagar sebesar 1.352 mm/tahun dan curah hujan yang turun setelah kondisi kering akan memacu pembungaan (FAO 2010); 1.410–1.538 mm/tahun pada kondisi optimal dan 614–930 mm/tahun pada kondisi riil di lapang (Rao *et al.* 2012). Dengan demikian curah hujan tahun II (1.449,5 mm) lebih mendekati total evapotranspirasi sehingga berpengaruh terhadap meningkatnya produksi biji. Namun demikian tanaman jarak pagar mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi kering karena mempunyai mekanisme menghindari dehidrasi dan strategi menyimpan air dengan mengatur regulasi stomata (Sapeta *et al.* 2013) dan menghasilkan enzim yang bersifat antioksidatif yang dapat mengurangi kerusakan sel-sel daun (Pompelli *et al.* 2010). Hal ini juga yang berpengaruh terhadap tingkat produksi biji yang dicapai pada tahun ketiga dengan minimnya total curah hujan (462,8 mm) masih dapat menghasilkan produksi biji lebih tinggi dibanding tahun pertama. Tanaman lama yang telah direhabilitasi dengan pangkas bawah

(paket teknologi C) pada tahun ketiga hampir sama dengan produksi biji tanaman baru (paket teknologi A).

Gambar 3 memperlihatkan fluktuasi produksi biji dan curah hujan setiap musim pada tahun I–III. Pada tahun pertama tanaman hasil peremajaan dengan sambung samping (paket teknologi B) maupun hasil pangkas (paket teknologi C) menghasilkan biji pada bulan Mei atau lebih cepat satu bulan dibanding tanaman baru (paket teknologi A), karena batang bawah pada saat penyambungan sudah berumur 3 tahun yaitu saat perakaran cukup kuat dan luas yang dapat menyerap air lebih dalam dan entres berasal dari cabang produktif. Tanaman hasil pangkas (paket teknologi C) pada tahun pertama menghasilkan biji lebih banyak dibanding paket B, dimana awal panen pada bulan Juni dan mencapai puncaknya pada bulan Juli, selanjutnya menurun pada bulan Agustus dan mencapai puncak kedua pada Oktober 2012. Demikian juga pada tanaman jarak pagar hasil rehabilitasi dengan sambung samping (paket teknologi B) pada tahun pertama puncak produksi biji terjadi pada bulan Juli dan Oktober 2012. Tanaman jarak pagar populasi rapat (paket teknologi A) baru menghasilkan biji pada bulan Juni 2012 dan mencapai puncaknya pada bulan Agustus 2012.

Selanjutnya puncak produksi biji pada tahun II (2013) terjadi pada bulan Februari 2013 dan November/Desember 2013 mengikuti pola curah hujan. Curah hujan di KP Asembagus mulai Januari sampai Juni 2013 telah mencapai 1.163,9 mm lebih tinggi 40% dibanding tahun sebelumnya pada periode yang sama, pada bulan Mei sampai Juni 2013 belum memasuki musim kemarau atau musim hujan lebih panjang dibanding normalnya. Pada kondisi normal mulai April sudah memasuki kemarau. Musim kemarau hanya terjadi tiga bulan yaitu mulai Agustus sampai Oktober 2013, pembungaan yang terjadi selama periode tersebut meningkatkan produksi biji pada tanaman hasil sambung, pangkas, maupun ta-



Gambar 3. Fluktuasi produksi biji jarak pagar mulai Juni 2012 sampai Desember 2014 dan curah hujan bulanan di KP Asembagus (paket teknologi A tanaman baru; B tanaman hasil sambung; dan C tanaman hasil pangkas).

anaman baru pada bulan November dan Desember 2013. Pada tahun III puncak produksi biji terjadi pada bulan Juni 2014 dan Desember 2014. Tren produksi biji tahun ketiga mirip dengan tahun pertama dan setelah pangkas tanaman jarak pagar baru berproduksi bulan April 2014 lebih awal satu bulan dibanding tahun pertama. Dengan demikian pola hujan menentukan produksi biji jarak pagar.

Tanaman jarak pagar IP-3A pada Kebun Induk Jarak Pagar (KIJP) di KP Asembagus pada umur yang sama menghasilkan produksi biji 774 kg/ha pada tahun 2012, 1.209 kg/ha pada tahun 2013, dan 760 kg/ha pada tahun 2014 dengan total produksi selama tiga tahun 2.743 kg/ha. Tingkat produksi tersebut lebih rendah dibanding produksi biji tanaman hasil sambung, pangkas, maupun tanaman baru. Tanaman jarak pagar KIJP tidak dilakukan pangkas bawah dan hanya dilakukan pemangkasan selektif sehingga tanaman tumbuh lebih tinggi dengan percabangan banyak yang tidak produktif dan menyulitkan pelaksanaan panen. Dengan demikian tanaman jarak KIJP dapat direhabilitasi dengan pangkas bawah untuk meningkatkan percabangan dan produksi biji.

Penanaman jarak pagar harus terintegrasi dengan tanaman lain dalam sistem tum-

pang sari untuk memanfaatkan ruang di sekitar tanaman jarak pagar yang baru ditanam. Pemilihan jenis tanaman sela/tumpang sari yang tepat sangat diperlukan untuk meminimalkan efek naungan/kompetisi dari tanaman pokok. Untuk tanaman pokok jarak pagar dengan habitus tanaman yang tinggi maka tanaman sela yang sesuai adalah tanaman dengan habitus rendah (Mulyaningsih 2010). Disamping itu harus memperhatikan kompatibilitas antara tanaman pokok dan sela, tidak ada pengaruh yang saling merugikan, persaingan sumber daya rendah, tidak diserang hama dan penyakit yang sama, memiliki pengaruh yang saling menguntungkan dalam memenuhi kebutuhan hara tanaman (Wahid 1992). Pada penanaman jarak pagar yang rapat (1 m x 1m) tidak memungkinkan untuk tanaman sela dan diharapkan mendapatkan hasil pangkasan yang dapat dipakai sendiri untuk perluasan areal (Widaryanto 2010).

Pada tahun pertama penanaman tanaman sela kacang tanah di antara tanaman jarak pagar IP-3A mengalami kelambatan, menunggu proses penyambungan selesai sehingga tanam tanaman sela baru dapat dilaksanakan pada akhir Februari 2012. Komponen produksi dan produksi polong kering kacang tanah yang ditanam di antara tanaman jarak pagar disajikan pada Tabel 5. Produksi polong kering

Tabel 5. Komponen produksi dan produksi polong kering tanaman sela kacang tanah pada dua paket teknologi budi daya tanaman jarak pagar di KP Asembagus, Situbondo tahun I (Mei–Nopember 2012), tahun II (Januari–Desember 2013), dan tahun III (April–Desember 2014)

Paket teknologi	Jumlah polong/tanaman tahun ke			Hasil polong kering (kg/ha) tahun ke		
	I	II	III	I	II	III
B	6,8	13,97	16,36	960,0	913,66	1 233,33
C	5,4	13,03	11,63	856,5	300,46	533,30

Tabel 6. Tinggi tanaman dan lebar kanopi jarak pagar pada kondisi tumpang sari dengan kacang tanah di KP Asembagus, Situbondo tahun II (Maret 2013) dan tahun III (Maret 2014).

Paket teknologi	Tinggi tanaman (cm) tahun ke		Lebar kanopi (cm) tahun ke	
	II	III	II	III
B	150,94	124,72	193,71	117,92
C	158,33	123,89	213,81	137,60

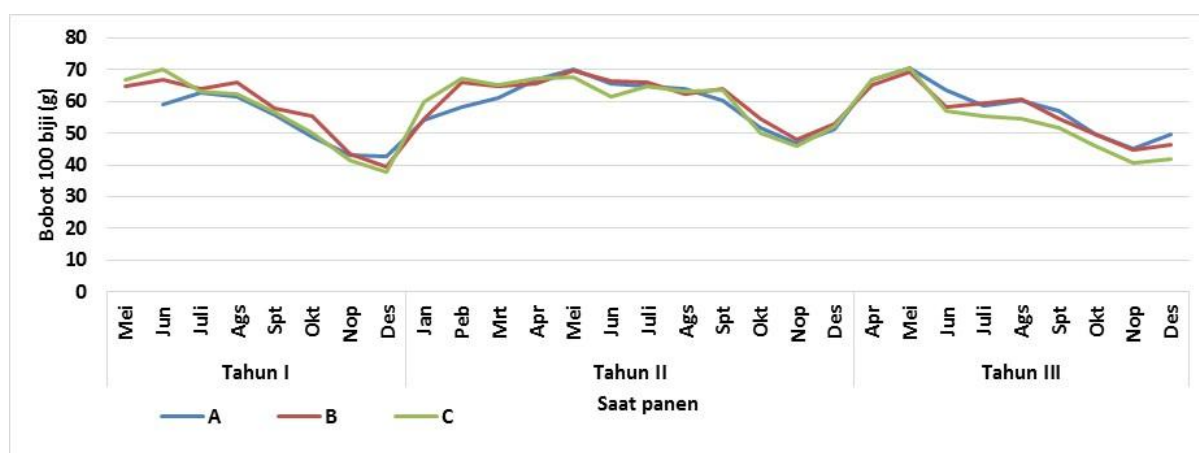
Keterangan: Tahun II: tanaman tidak dipangkas; Tahun III: tanaman dipangkas

kacang tanah mencapai 856 kg/ha yang ditanam di antara tanaman jarak pagar hasil pangkas dan 960 kg/ha di antara tanaman hasil sambung pada tahun pertama. Selanjutnya pada tahun kedua dengan kanopi tanaman hasil pangkas yang lebih lebar maka tanaman sela kacang tanah di bawahnya akan terganggu yang mengakibatkan penurunan produksi kacang tanah 65% dari tahun pertama menjadi 300,46 kg polong kering/ha. Meskipun jumlah polong/tanaman meningkat pada tahun kedua yaitu 13,97 polong/tanaman dibanding tahun pertama (6,8 polong/tanaman), namun demikian populasi tanaman kacang tanah di bawah tanaman jarak pagar hasil pangkas lebih sedikit sehingga dihasilkan produksi kacang tanah lebih rendah dibanding hasil sambung. Singh *et al.* (2007) juga melaporkan hasil tanaman kacang tanah sebagai tanaman pengisi di antara tanaman jarak pagar yaitu 0,72–0,79 ton polong kering/ha.

Produksi kacang tanah di antara tanaman jarak pagar hasil sambung pada tahun kedua mencapai 913,66 kg/ha menurun 5% dibanding tahun pertama, dengan demikian produksi tanaman sela kacang tanah relatif tidak terganggu bila ditanam di antara tanaman jarak pagar hasil sambung sampai tahun kedua. Pada tahun III setelah tanaman dipangkas produksi tanaman sela kacang tanah meningkat menjadi 1.233 kg polong kering/ha dengan jumlah polong 16,36 polong/tanaman

pada paket B dan 533 kg/ha dengan jumlah polong 11,63 polong/tanaman pada paket teknologi C. Perkembangan kanopi tanaman yang lebih cepat pada paket teknologi C pada bulan Maret 2014 saat tanaman sela belum dipanen menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman sela akibat naungan sehingga produksi tanaman sela kacang tanah menurun (Tabel 6).

Setelah tanaman sela kacang tanah dipanen mulai tahun kedua dilakukan penanaman tanaman pengisi *Crotalaria juncea* yang ditanam diantara tanaman jarak pagar pada paket teknologi B (sambung) dan C (pangkas). Pada umur 45 hari dilakukan pemanenan *Crotalaria* kemudian dimulsakan di antara tanaman jarak pagar paket teknologi B dan C yang setara dengan 9 ton/ha pada tahun II dan 15 ton/ha pada tahun III. Djajadi *et al.* (2011) melaporkan bahwa penambahan bahan organik yang bersumber dari *C. juncea* dan liat ke dalam tanah memperbaiki sifat fisika tanah melalui peningkatan porositas total, stabilitas agregat, ketersediaan air tanah dan menurunkan kerapatan isi tanah. Penambahan bahan organik yang bersumber dari *C. juncea* diduga juga mempengaruhi meningkatnya produksi biji pada bulan Nopember dan Desember 2013 setelah musim kemarau (Agustus–Oktober 2013). Pada tahun III penanaman *C. juncea* pada paket teknologi A setelah dipangkas bawah kemudian dimulsakan (setara 20 ton/



Gambar 4. Perkembangan bobot 100 biji tanaman jarak pagar IP-3A pada periode panen tahun I-III di KP. Asembagus (paket teknologi A tanaman baru; B tanaman hasil sambung; dan C tanaman hasil pangkas)

ha ikut berpengaruh terhadap meningkatnya produksi biji pada tahun III. Penanaman *C. juncea* dapat dilakukan di antara tanaman jarak pagar populasi rapat setelah dilakukan pemangkasan.

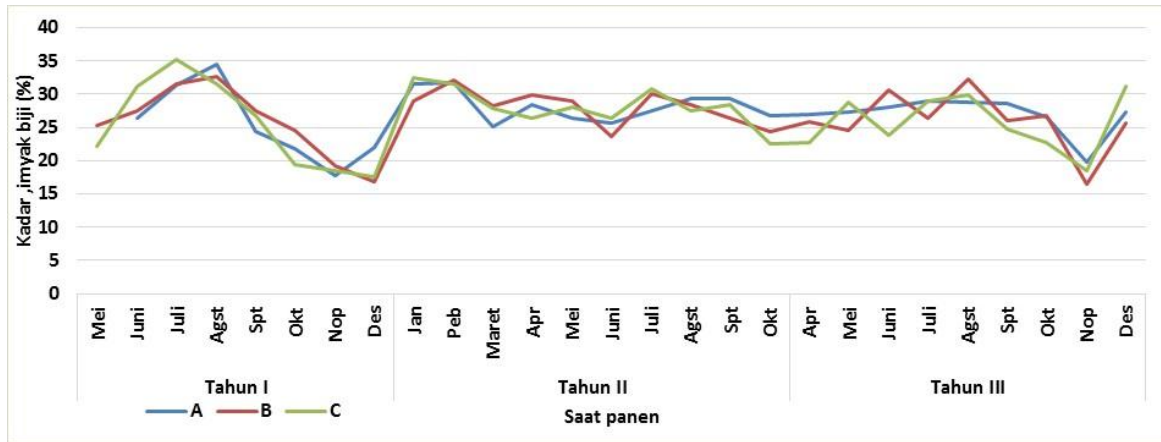
Perkembangan bobot 100 biji jarak pagar pada berbagai waktu panen tahun I-III dapat dilihat pada Gambar 4. Pola perkembangan bobot biji pada berbagai saat panen hampir sama pada tanaman baru, hasil rehabilitasi dengan sambung samping maupun hasil pangkas karena semua perlakuan menggunakan bahan tanam yang sama yaitu IP-3A. Dengan demikian rehabilitasi tanaman tidak mempengaruhi bobot biji. Bobot biji cenderung menurun pada periode musim kemarau. Menurunnya bobot biji berkaitan dengan menurunnya bobot kernel. Rijaya & Hariyono (2011) mendapatkan bahwa persentase bobot kernel terhadap bobot biji pada periode musim hujan 62–64% dan 57–60% pada periode musim kemarau.

Bobot 100 biji pada tahun pertama yaitu periode panen Mei–Agustus 2012 berkisar 60–69 g kemudian menurun hingga 40–43 g pada bulan Nopember 2012. Pada tahun kedua bobot biji dari tanaman baru maupun hasil sambung dan pangkas mencapai rata-rata 60 g mulai Januari sampai September 2013, kemudian menurun sampai 50 g pada bulan Oktober 2013. Selanjutnya pada tahun III pada awal panen bobot 100 biji berkisar 60–70 g

pada bulan April–Agustus 2014 kemudian menurun menjadi 40–50 g mulai September hingga Desember 2014. Kisaran bobot biji yang diperoleh dari penelitian ini hampir sama dengan yang diperoleh dari beberapa penelitian di negara lain. Kisaran bobot 100 biji yaitu 56,98–79,09 g di India (Rao *et al.* 2008); $61,8 \pm 1,7$ g di Argentina dan $60,1 \pm 0,1$ g di Paraguay (Montes *et al.* 2011). Biji dengan bobot lebih berat mempunyai cadangan makanan yang lebih banyak yang sangat bermanfaat sebagai sumber energi pada saat perkecambahan biji (Ghosh & Singh 2011). Dengan demikian biji dengan bobot yang ringan tidak disarankan sebagai sumber benih yaitu biji yang dipanen pada bulan November dan Desember.

Kadar Minyak Biji

Pola perkembangan kadar minyak biji tiap panen mengikuti pola perkembangan bobot biji. Penurunan bobot biji mengakibatkan menurunnya kadar minyak biji jarak pagar (Gambar 5). Kadar minyak biji jarak pagar berbeda pada berbagai saat panen. Pada tahun pertama, awal panen bulan Mei 2012 kadar minyak biji masih rendah (22–25%) kemudian meningkat pada periode panen berikutnya sampai bulan Agustus 2012 mencapai 35%, kemudian menurun mulai September 2012. Menurunnya produksi biji pada bulan September 2012 karena menurunnya bobot



Gambar 5. Perkembangan kadar minyak biji jarak pagar IP-3A tahun I-III di KP Asembagus (paket teknologi A tanaman baru; B tanaman hasil sambung; dan C tanaman hasil pangkas)

biji menyebabkan menurunnya kadar minyak biji jarak pagar. Pada tahun II–III kadar minyak biji relatif sama pada semua paket teknologi, hal ini sejalan dengan bobot biji. Rata-rata kadar minyak biji berkisar 25–30% sampai dengan Oktober 2014, dan menurun pada bulan Nopember 2014 kemudian meningkat lagi mulai Desember 2014 seiring dengan meningkatnya curah hujan pada awal musim hujan 2014/2015.

Kandungan minyak biji jarak pagar berkisar 30–35% (Achten *et al.* 2008; Singh & Padhi 2009; Gmünder *et al.* 2012), 30,03–36,33% (Mohapotra & Panda 2010), 29,85–37,05% (Rao *et al.* 2008). Dengan kandungan minyak 35% dibutuhkan 3,88 kg biji jarak pagar untuk mendapatkan 1 kg minyak dan 2,88 kg bungkil (Gmünder *et al.* 2012). Kandungan minyak biji jarak pagar berkorelasi positif dengan bobot biji, semakin tinggi bobot biji semakin tinggi kandungan minyak. Menurunnya bobot biji karena menurunnya bobot kernel menyebabkan menurunnya kadar minyak biji (Goswami *et al.* 2015; Ginwal *et al.* 2004; Wen *et al.* 2012). Dengan demikian seleksi tanaman yang mempunyai jumlah buah dan bobot biji yang tinggi untuk program pemuliaan tanaman jarak pagar sangat diharapkan untuk mendapatkan produksi biji dan minyak yang tinggi.

KESIMPULAN

Pengujian paket teknologi budi daya jarak pagar pada sistem tanam baru menghasilkan produktivitas biji yang meningkat dari tahun pertama sampai tahun ketiga masing-masing 253,6 kg/ha, 1.277,2 kg/ha, dan 1.640,3 kg/ha. Pengujian teknologi budi daya jarak pagar hasil rehabilitasi dengan sistem sambung samping menghasilkan produktivitas biji dari tahun pertama sampai tahun ketiga berturut-turut 436,0 kg/ha, 3.434,5 kg/ha, dan 1.409,1 kg/ha dan produktivitas tanaman sela kacang tanah berturut-turut 960,0 kg/ha, 913,6 kg/ha, dan 1.233,3 kg/ha polong kering. Pengujian teknologi budi daya jarak pagar hasil rehabilitasi dengan pangkas menghasilkan produktivitas biji dari tahun pertama sampai tahun ketiga berturut-turut 529,8 kg/ha, 2.460,2 kg/ha, dan 1.567,3 kg/ha dan produktivitas tanaman sela kacang tanah berturut-turut 856,5 kg/ha, 300,46 kg/ha, dan 533,30 kg/ha polong kering. Dengan demikian teknologi budi daya jarak pagar yang diterapkan disesuaikan dengan kondisi tanaman yang ada yang selama ini belum pernah dilakukan peremajaan. Penggunaan varietas yang dianjurkan yang sesuai dengan agroekosistemnya sangat dianjurkan melalui penanaman tanaman baru atau sambung samping. Tanaman yang telah menggunakan varietas baru dan telah melewati umur

produktif (tiga tahun) dapat direhabilitasi dengan pangkas bawah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Kebun Percobaan Asembagus dan petugas lapang yang telah membantu pelaksanaan kegiatan dan pengumpulan data pengamatan di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Achten, WMJ, Verchot, L, Franken, YJ, Mathijs, E, Singh, VP, Aerts, R & Muys, B 2008, *Jatropha* bio-diesel production and use, *Biomass Bioenergy*, 32:1063–1084.
- Djajadi, Heliyanto, B & Hidayah, N 2011, Changes of physical properties of sandy soil and growth of physic nut (*Jatropha curcas* L.) due to addition of clay and organic matter, *Agrivita*, 33(3):245–250.
- Everson, CS, Mengistu, MG & Gush, MB 2012, A field assessment of the agronomic performance and water use of *Jatropha curcas* in South Africa, *Biomass and Bioenergy*, 59:59–69.
- FAO 2010, *Jatropha*: A Smallholder bioenergy crop, Chapter 3: *Jatropha cultivation*, 8:27–53.
- Ghosh, L & Singh, L 2011, Variation in seed and seedling characters of *Jatropha curcas* L. with varying zones and provenances, *Tropical Ecology*, 52(1):113–122.
- Ginwal, HS, Rawat, PS & Srivastava, RL 2004, Seed source variation in growth performance and oil yield of *Jatropha curcas* Linn. in Central India, *Silvae Genetica*, 53(4):186–192.
- Gmünder, S, Singh, R, Pfister, S, Adheloaya, A & Zah, R 2012, Environmental Impacts of *Jatropha curcas* biodiesel in India, *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Article ID 623070, 10 pages.
- Goswami, NK, Saharia, D & Kar, A 2015, Role of seed and kernel size, thickness and weight on oil content in *Jatropha curcas* L., A study with Northeast India accessions, Research Paper, *Indian Journal of Research*, (4)1:3 p. (http://thejournal.com/paripex/file.php?val=january_2015, diakses tanggal 21 April 2015).
- Hariyono, B 2010, Sistem perakaran jarak pagar, *Infotek, Perkebunan*, 2(8):30.
- Iiyama, M, Newman, D, Munster, C, Nyabenge, M, Sileshi, GW, Moraa, V, Onchieku, J, Mowo, JG & R Jamnadass, R 2013, Productivity of *Jatropha curcas* under smallholder farm conditions in Kenya, *Agroforest Syst.*, 87:729–746
- Krishnamurthy L, Zaman-Allah, M, Marimuthu, S, Wani SP & Rao, AVRK 2012, Root growth in *Jatropha* and its implications for drought adaptation, *Biomass and Bioenergy*, 39:247–252.
- Maes, WH, Achten, WMJ, Reubens, B, Raes, D, Samson, R & Muys, B 2009, Plant-water relationships and growth strategies of *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress, *Journal of Arid Environments*, 73(10):877–884.
- Maes, WH, Achten, WMJ, Reubens, B & Muys, B 2011, Monitoring stomatal conductance of *Jatropha curcas* seedlings under different levels of water shortage with infrared thermography, *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(5):554–564.
- Mulyaningsih, S 2010, Kesesuaian tanaman sela pada tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) yang direhabilitasi, *Prosiding Lokakarya Nasional V, Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer Menuju DME Berbasis Jarak Pagar*, Tunggal Mandiri Publ., Malang, hlm. 137–140.
- Mohapotra, S & Panda, PK 2010, Genetic variability on growth, phenological and seed characteristics of *Jatropha curcas* L., *Notulae Scientiae Biologicae*, 2(2):127–132.
- Morgan, JM 1984, Osmoregulation and water stress in higher plants, *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 35: 299–319.
- Montes, JM, Aliciardi, MR, Chávez, JV, Guzman, C & Calandri, E 2011, Characterization of *Jatropha curcas* L. seed and its oil, from Argentina and Paraguay, *Journal of the Argentine Chemical Society*, 2011(98):1–9.
- Pompelli, MF, Barata-Luis, R, Vitorino, HS, Goncalves, ER, Rolim, EV, Santos, MG, Almeida-Cortez, JS, Ferreira, VM, Lemos, EE & Endres, L 2010, Photosynthesis, photoprotection and antioxidant activity purging nut under drought deficit and recovery, *Biomass and Bioenergy*, 34:1207–1215.
- Rao, GR, Korwar, GR & Shanker, AK 2008, Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology

- and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions, *Trees*, 22:697–709.
- Rao, AVR, Wani, SP, Singh, P, Srinivas, K & Rao, CS 2012, Water requirement and use by *Jatropha curcas* in a semi-arid tropical location, *Bio-mass and Bioenergy*, 39:175–181.
- Reubens, B, Achten, WMJ, Maes WH, Danjon, F, Aerts, R, Poesen, J & Muys, B 2011, More than biofuel? *Jatropha curcas* root system symmetry and potential for soil erosion control, *Journal of Arid Environments*, 75(2):201–205.
- Reddy, KC & Naole, VV 2009, Enhancing *Jatropha curcas* productivity by canopy management, *Nature Precedings*: doi:10.1038/npre.2009.3700.1. 6 pp.
- Riajaya, PD & Hariyono, B 2011, Pengaruh peng-airan terhadap produksi dan kandungan minyak biji tiga provenan jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 17(2):67–76.
- Samsam, CI 2013, Pruning techniques for *Jatropha curcas* L. to increase seed yield production, *MMSU Science and Technology Journal*, (3):59–68.
- Sapeta, H, Costa, M, Lourenco, T, Maroco, J, van der Linde, P & Olievera, MM 2013, Drought stress response in *Jatropha curcas*, Growth and physiology, *Environmental and Experimental Botany*, 85:76–84.
- Singh, RA, Kumar, M & Haider, E 2007, Synergistic cropping of summer groundnut with *Jatropha curcas*: A new twotier cropping system for Uttar Pradesh, *Journal of SAT Agricultural Research*, 5(1):2 p.
- Singh, RK & Padhi, SK 2009, Characterization of jatropha oil for preparation of biodiesel, Research Paper, *Natural Product Radiance*, 8(2): 127–132.
- 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, hlm. 85-96.
- Wen, Y, Tang, M, Sun, D, Zhu, H, Wei, J, Chen, F & Tang, L 2012, Influence of climatic factors and soil types on seed weight and oil content of *Jatropha curcas* in Guangxi, China, *Procedia Environmental Sciences*, 12:439–444.
- Widaryanto, E 2010, Optimalisasi pemanfaatan lahan dengan penanaman rapat dan tumpang sari pada pertanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*, L.) sebelum mencapai kestabilan produksi, *Prosiding Lokakarya Nasional V. Inovasi Teknologi dan cluster pioneer menuju DME Berbasis Jarak Pagar*, Tunggal Mandiri Publ. Malang, hlm. 160–168.
- Yi, C, Reddy, C, Varghese, K, Bui, TNH, Zhang, S, Kallath, M, Kunjachen, B, Ramachandran, S & Hong, Y 2014, A new *Jatropha curcas* variety (JO S2) with improved seed productivity, *Sustainability*, 6:4355–4368.