

**HASIL JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) GENOTIPE LOMBOK BARAT PADA TAHUN PERTAMA SIKLUS PRODUKSI DI LAHAN KERING LOMBOK UTARA, NUSA TENGGARA BARAT**

***YIELD OF PHYSIC NUT (*Jatropha curcas* L.) OF NORTH LOMBOK GENOTYPE AT THE FIRST PRODUCTION CYCLE ON DRY LAND OF WEST LOMBOK, WEST NUSA TENGGARA***

**Bambang B. Santoso**

Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian UNRAM

Email: bbs\_jatropha@yahoo.com

**ABSTRAK**

Produksi biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) tergantung pada kondisi lingkungan dan intensitas budidaya selain faktor genetik. Penelitian ini mengevaluasi potensi hasil tahun pertama siklus produksi tanaman jarak pagar yang ditanam di lahan kering (tipe tanah Entisol) Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan tiga macam bahan tanam, yaitu bibit asal stek batang, bibit asal biji, dan bibit asal biji yang dipangkas. Percobaan dirancang menurut Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan selama November 2006 sampai dengan November 2007. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa hasil biji sebesar 880.78 kg/ha (352.31 g/tanaman) diperoleh dari tanaman asal stek batang, sebanyak 749.81 kg/ha (299.92 g/tanaman) dari tanaman asal biji, dan sebanyak 484.11 kg/ha (193.64 g/tanaman) dari tanaman asal biji yang kemudian dipangkas setelah dua minggu penanaman.

Kata kunci : produktivitas, pemangkasan, biji, stek batang, bahan perbanyakan

**ABSTRACT**

*Productivity of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) depends on environment and culture intensities beside genetic factors. This research was evaluated the first yield potential of *Jatropha curcas* L at dry land (sandy Entisol soil type) of North Lombok, West Nusa Tenggara using three types of propagules, i.e., stem cutting, seed, and seed after pruning. Experiment was designed with Randomized Block Design in three replications during November 2006 until November 2007. Result showed that productivity of nut is 880.78 kg/ha (352.31 g/plant) from stem cutting, 749.81 kg/ha (299.92 g/plant) from seed, and 484.11 kg/ha (193.64 g/plant) from seed followed by pruning after 2 weeks planting.*

*Key words : productivity, pruning, seed, stem cutting, type of propagule*

**PENDAHULUAN**

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn) termasuk famili *Euphorbiaceae*, merupakan tanaman tahunan toleran kekeringan yang memiliki nilai ekonomis tinggi karena dapat sebagai sumber energi alternatif (Dwary dan Pramanick, 2006; Kadiman, 2006; Manurung, 2006). Banyak orang beranggapan bahwa jarak pagar adalah tanaman yang dapat ditanam dimana saja tanpa memerlukan pemeliharaan. Padahal tingkat produktivitas tanaman dipengaruhi oleh potensi genetik, kondisi lingkungan, dan tingkat pengelolaan tanaman (Wolf, 1996; Ratre, 2004; Hasnam dan Mahmud, 2006).

Jarak pagar dapat tumbuh mulai dari daerah beriklim sangat kering hingga sangat basah dan lahan marginal (Foidl *et al.*, 1996; Heller, 1996; Gubitz *et al.*, 1999; Openshaw, 2000), namun demikian untuk dapat berproduksi baik, tanaman tetap membutuhkan batas-batas kondisi ekosistem tertentu. Budidaya tanaman jarak pagar pada lokasi yang sesuai akan memberikan tingkat produksi yang optimal. Produktivitas tanaman yang tinggi ditentukan oleh bahan perbanyakan yang digunakan. Perbanyakan tanaman melalui biji bagi tanaman bersifat heterozigot jarang dilakukan kecuali untuk tujuan tertentu (Hartmann *et al.*, 2002).

Namun pada jarak pagar perbanyak dengan biji lebih baik digunakan untuk memperoleh periode produktivitas yang panjang sedangkan untuk keperluan konservasi digunakan bibit asal perbanyak stek batang (Heller, 1996). Selain itu, jumlah percabangan produktif menentukan produktivitas tanaman jarak pagar (Ratree, 2004) yang dapat dirangsang melalui pemangkasan (Ryugo, 1988) selain pemangkasan awal pada saat pindah tanam akan mengurangi transpirasi sehingga persen hidup tanaman di lapang semakin meningkat.

Produksi biji tanaman jarak pagar pada tahun pertama dapat mencapai 794 kg/ha atau 318 g/pohon (Heller, 1996) atau 0.4 t/ha/tahun (Jones dan Miller, 1992). Di India jarak pagar mulai berproduksi pada tahun kedua dan mampu menghasilkan biji berkisar 0.4 – 12 ton/ha (Lele, 2005). Jika ditanam sebagai tanaman pagar, produksi biji berkisar antara 0.8 -1.0 kg biji/m atau setara dengan 2.5 – 3.5 t/ha/tahun (Henning, 1996).

Berdasarkan potensi produksi 1,590 kg minyak/ha/tahun yang diperoleh dari biji jarak pagar (Kandpal dan Madan, 1995), maka produksi tersebut lebih rendah dibandingkan produksi minyak kelapa sawit (Hadipermata *et al.*, 2006). Namun karena jarak pagar merupakan tanaman lahan kering, maka dapat dikembangkan pada daerah yang tidak cocok bagi pengembangan kelapa sawit. Selain itu, informasi produksi jarak pagar di lahan kering dengan desain percobaan yang baik masih belum tersedia memadai. Artikel ini memaparkan produksi tanaman jarak pagar pada satu tahun pertama budidaya di daerah kering Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat (NTB). Pertanaman mendapatkan masukan teknologi budidaya berupa pemupukan N-P-K dengan pengairan mengandalkan air hujan.

## METODE PENELITIAN

Percobaan dilakukan di Dusun Amor-Amor, Desa Gumantar daerah Utara Kabupaten Lombok Barat, NTB (25-75 m dpl) pada November 2006 – November 2007. Wilayah penanaman jarak pagar dalam penelitian ini merupakan lahan kering. Kondisi iklim selama dua tahun (2006 – 2007) dijelaskan dalam Tabel 1. Curah hujan terus menurun selama kurun waktu dua tahun tersebut dari 905 mm pada 2006 menjadi 589 mm pada 2007. Curah hujan pada 2007 terdistribusi selama 4 bulan, sedangkan pada tahun sebelumnya

terdistribusi selama 5 bulan. Pengujian potensi produksi menggunakan tiga bahan tanaman (bibit) yaitu bibit asal stek batang, bibit asal biji, dan bibit asal biji yang dipangkas dua minggu setelah pindah tanam. Percobaan didesain menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan dan masing-masing ulangan berupa petak berukuran 8 m x 12 m (24 tanaman).

Bahan tanaman (biji dan stek batang) diperoleh dari pertanaman (10 tegakan) jarak pagar asal Lombok Barat berumur 4 tahun milik Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Kering, Mataram. Bahan stek merupakan stek tidak berdaun diperoleh dengan memotong cabang dengan ciri berwarna abu-abu berdiameter antara 2.5 - 3 cm dengan panjang 30 cm. Biji diperoleh dengan memanen buah telah berwarna kuning kemudian dikeringanginkan selama satu hari dan dikupas untuk diambil bijinya. Biji-biji dikeringanginkan selama dua hari dan kemudian siap digunakan dalam pembibitan. Penanaman di lapang dilakukan terhadap bibit siap pindah tanam, yaitu telah berumur 2.5 bulan di persemaian dengan jarak tanam 2 m x 2 m. Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan, penyiangan gulma, dan pemangkasan. Pupuk dasar diberikan saat penanaman yaitu 5,000 kg pupuk kandang/ha (2 kg/tanaman) dan 25 kg urea/ha (10 g/tanaman), 150 kg SP-36/ha (60 g/tanaman), dan 30 kg KCl/ha (12 g/tanaman). Pupuk urea kedua diberikan pada satu bulan setelah tanam sebanyak 25 kg urea/ha (10 g/tanaman) (Mahmud *et al.*, 2006).

Penyiangan dilakukan melingkar radius satu meter dari tanaman. Pemangkasan terhadap tunas-tunas tidak produktif (wiwilan) dilakukan dua minggu sekali. Pengairan dilakukan teratur setiap seminggu selama satu bulan pertama setelah penanaman, dan selanjutnya mengandalkan curah hujan.

Tabel 1. Kondisi iklim wilayah penelitian selama tahun 2006 – 2007

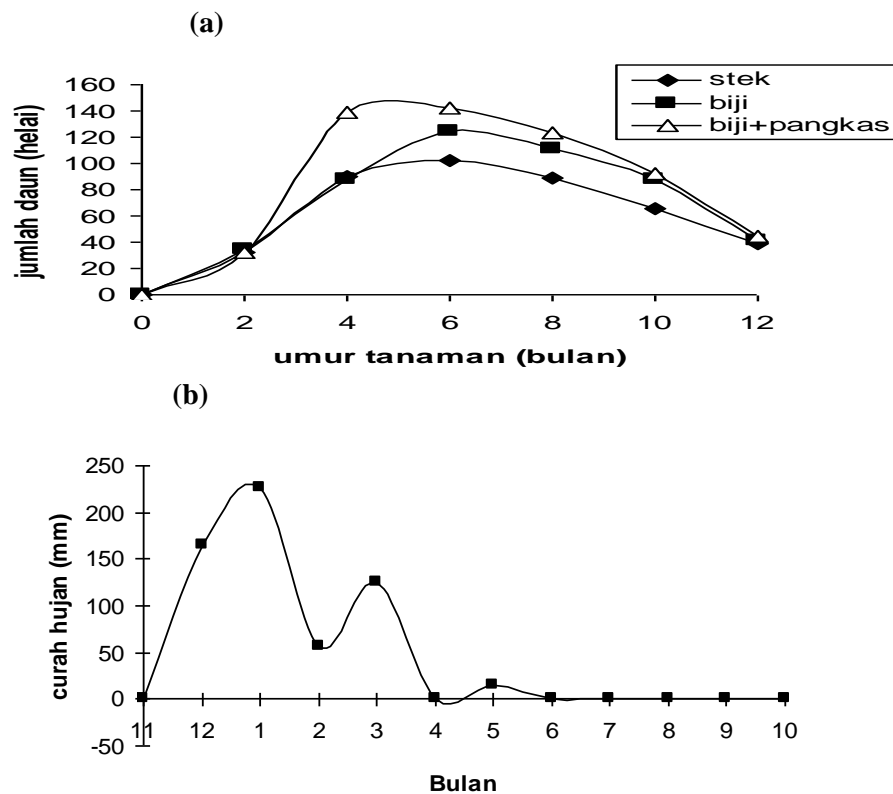
Unsur Iklim	2006	2007
Curah hujan (mm)	905	589
Bulan Hujan (bulan)	5	4
Hari Hujan (hari)	56	60
Suhu Udara (°C) minimum	24.7	25.6
Suhu Udara (°C) maksimum	31	32
Kelembaban Udara (%)	90	90

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Peubah yang menjadi tolak ukur pertumbuhan dan produksi diamati hingga tanaman berumur satu tahun, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, umur tanaman berbunga, jumlah tandan, jumlah buah per tanaman, karakter fisik buah, bobot biji, dan kandungan minyak biji. Analisis kandungan minyak dilakukan dengan metode ekstraksi Folch *et al.* (1957) dalam Sudarmadji *et al.* (1997) berdasarkan bobot kernel sampel seluruh biji tanaman tiap petak ulangan perlakuan. Analisis keragaman terhadap data kemudian dilakukan dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (LSD) pada taraf nyata 5% dengan menggunakan program Minitab-14.

### Hasil

Tanaman mengalami periode menggugurkan daun selama musim kering sehingga jumlah daun total menurun seiring dengan bertambahnya umur (Tabel 2). Jumlah daun pada saat tanaman berumur 12 bulan berkisar 38 - 45 lembar yang merupakan daun-daun yang baru terbentuk setelah melewati masa kering. Gambar 1 merupakan grafik yang menjelaskan perkembangan jumlah daun terkait curah hujan selama periode pertumbuhan dan perkembangan satu tahun.



Gambar 1. Perkembangan jumlah daun (a) selama periode pertumbuhan satu tahun. Sebaran curah hujan di wilayah penelitian selama tahun 2007 (b).

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar baik yang berasal dari stek batang, biji yang dipangkas, maupun tidak, memiliki pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang sekunder) tidak berbeda nyata (Tabel 2). Namun ketiga bahan perbanyakan tersebut berpengaruh nyata pada jumlah cabang primer (Tabel 3). Tabel 3 juga memperlihatkan bahwa jumlah cabang primer meningkat seiring dengan umur tanaman.

Jumlah cabang sekunder pada tanaman berumur satu tahun berbeda tidak nyata antara yang berasal dari stek, biji yang dipangkas, dan biji yang tidak dipangkas. Cabang sekunder tersebut terbentuk setelah tanaman berumur 4 bulan, yaitu setelah tanaman membentuk bunga pada cabang primer. Gambar 2 memperlihatkan sosok tanaman jarak genotipe Lombok Barat tersebut saat berumur satu tahun.

Tabel 2. Tinggi dan jumlah daun tanaman jarak pagar pada berbagai asal bahan tanaman

Asal Bahan Tanaman	Tinggi Tanaman (cm)			Jumlah Daun		
	4 bst	8 bst	12 bst	4 bst	8 bst	12 bst
Stek	90.2	110.4	129.7	90.1	88.7	38.5
Biji	94.7	115.7	166.4	88.2	111.2	41.2
Biji+pangkas	86.4	107.8	150.8	138.9	122.8	45.0
	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn = tidak nyata bst = bulan setelah tanam

Tabel 3. Jumlah cabang primer dan cabang sekunder tanaman jarak pagar dari tiga bahan tanam

Asal Bahan Tanaman	Total Jumlah Cabang Primer			Total Jumlah Cabang Sekunder		
	4 bst	8 bst	12 bst	4 bst	8 bst	12 bst
Stek	2.9 b	3.4 b	3.8 b	2.4	3.8	3.9
Biji	2.3 b	3.9 ab	3.9 ab	2.3	3.7	3.9
Biji+pangkas	4.4 a	5.2 a	5.7 a	1.1	2.2	2.6
LSD 5%	1.45	1.36	1.34	tn	tn	tn

Keterangan: Angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut LSD 5%. tn = tidak nyata bst = bulan setelah tanam

Tabel 4. Umur tanaman jarak pagar saat berbunga dan periode perkembangan buah dari tiga bahan tanam

Asal Bahan Tanaman	Umur berbunga (hst)		Periode perkembangan buah (hari)	
	Panen 1	Panen 2	Panen 1	Panen 2
Stek	80.4 c	190.4 b	72.5	69.4 a
Biji	104.8 b	207.6 a	74.1	66.1 ab
Biji+pangkas	121.4 a	218.9 a	70.4	62.9 b
LSD 5%	6.89	12.05	tn	5.25

Keterangan: Angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut LSD 5%. tn = tidak nyata, hst = hari setelah tanam

Tabel 4 menjelaskan terdapat pengaruh nyata asal bahan tanaman terhadap umur tanaman saat berbunga, baik pada umur berbunga panen pertama maupun kedua. Namun, asal bahan tanaman hanya berpengaruh nyata pada periode perkembangan buah pada panen kedua. Tanaman jarak pagar memasuki fase perkembangan generatif setelah berumur 80.4 hari untuk tanaman berasal dari stek, sedangkan tanaman berasal dari biji pada umur 104.8 hari, dan tanaman berasal dari biji yang dipangkas pada umur 121.4 hari. Saat puncak berbunga berikutnya yaitu pembungaan bagi panen kedua terjadi pada saat tanaman berumur 190.4 hari pada tanaman asal stek, lebih cepat dibandingkan tanaman asal biji maupun biji yang dipangkas, yaitu 207.6 hari dan 218.9 hari.

Asal bahan tanam menyebabkan perbedaan periode perkembangan buah. Bahan tanam biji yang kemudian dipangkas menghasilkan periode perkembangan buah yang lebih singkat, khususnya pada periode panen kedua (Tabel 4).

Tabel 5 memperlihatkan bahwa bahan tanam yang berbeda tidak menyebabkan perbedaan yang nyata pada komponen produksi kecuali pada jumlah buah/tanaman panen kedua. Tabel 6 menunjukkan bahwa diameter dan bobot buah individu berbeda tidak nyata dengan perbedaan asal bahan tanam. Bahan tanam berupa biji yang kemudian dipangkas menghasilkan bobot buah/tanaman nyata lebih rendah dibandingkan dari bahan tanam lainnya. Bahan tanaman berupa biji yang diikuti dengan pemangkasan menyebabkan bobot biji nyata lebih rendah dari tanaman yang berasal dari stek dan biji tanpa pemangkasan. Kondisi tersebut mempengaruhi produktivitas masing-masing tanaman (Tabel 7).

Kandungan minyak biji dari masing-masing asal bahan tanaman berbeda tidak nyata baik pada panen pertama maupun panen kedua. Namun nampak ada peningkatan kandungan minyak biji pada panen kedua (Tabel 8).

Tabel 5. Jumlah tandan per tanaman, jumlah buah per tandan, dan buah per tanaman dari tiga bahan tanam

Asal Bahan Tanaman	Jumlah tandan/tanaman		Jumlah buah/tandan		Jumlah buah/tanaman	
	Panen 1	Panen 2	Panen 1	Panen 2	Panen 1	Panen 2
Stek	5.2	2.2	12.7	7.3	64.8	14.1 b
Biji	4.9	2.7	13.4	7.7	59.7	17.2 a
Biji+pangkas	4.5	1.5	11.9	7.9	50.4	12.9 b
LSD 5%	tn	tn	tn	tn	tn	2.59

Keterangan : Angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut LSD 5%. tn = tidak nyata

Tabel 6. Diameter buah, bobot buah individu, dan bobot buah/tanaman dari tiga bahan tanam

Asal Bahan Tanaman	Diameter buah (cm)		Bobot buah individu (g)		Bobot buah/tanaman (g)	
	Panen 1	Panen 2	Panen 1	Panen 2	Panen 1	Panen 2
Stek	2.9	2.6	11.42	9.67	747.5 a	133.0 a
Biji	2.9	2.7	11.27	8.56	660.0 b	144.5 a
Biji+pangkas	2.9	2.7	11.03	8.27	404.0 c	104.0 b
LSD 5%	tn	tn	tn	tn	42.15	21.56

Keterangan : Angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut LSD 5%. tn = tidak nyata

Tabel 7. Pengaruh asal bahan tanaman terhadap bobot biji jarak pagar

Asal Bahan Tanaman	Bobot biji segar/tanaman (g)		Bobot biji kering/tanaman (g)		Total bobot biji kering/tanaman (g)	Total bobot biji kering/ha (kg)
	Panen 1	Panen 2	Panen 1	Panen 2		
Stek	209.84 a	162.51 a	189.86 a	138.09 a	352.31 a	880.78 a
Biji	191.19 a	133.56 a	170.75 a	107.28 a	299.92 a	749.81 ab
Biji+pangkas	140.59 b	68.82 b	125.36 b	51.93 b	193.64 b	484.11 b
LSD 5%	20.06	47.11	22.13	37.16	93.93	133.26

Keterangan: Angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut LSD 5%.

Tabel 8. Kandungan minyak (% b/b) biji jarak pagar dari tanaman umur 1 tahun.

Asal Bahan Tanaman	Panen	
	Pertama – musim penghujan	Kedua – musim kemarau
Stek	46.3	47.3
Biji	46.4	47.2
Biji+pangkas	44.4	45.8
	tn	tn

Keterangan: kandungan minyak per satuan berat kernel dari biji kering dengan metode Ekstraksi (Folch *et al.* 1957 dalam Sudarmadji *et al.* 1997). tn = tidak nyata



Gambar 2. Sosok tanaman jarak pagar genotipe Lombok Barat asal biji (kiri), stek (tengah), dan biji yang kemudian dipangkas (kanan) saat berumur satu tahun setelah pindah tanam.

## Pembahasan

Tanaman berasal dari stek lebih cepat berbunga dibandingkan tanaman dari biji baik yang dipangkas maupun tidak. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Hartmann *et al.* (2002) bahwa tanaman berasal dari perbanyakan vegetatif memasuki fase generatif lebih cepat dibandingkan tanaman hasil perbanyakan biji, dikarenakan dengan stek tanaman telah melewati fase *juvenile*. Berbunganya tanaman asal biji yang dipangkas paling lambat dikarenakan dampak pemangkasan menyebabkan perpanjangan masa atau periode vegetatif.

Periode perkembangan buah pada tanaman berasal biji yang dipangkas khususnya pada panen kedua yang terjadi pada musim kemarau (kering) lebih singkat dibandingkan yang terjadi pada tanaman asal biji dan asal stek. Pemangkasan pada awal pertumbuhan akan menyebabkan perubahan perbandingan karbon dan nitrogen pada tajuk dan akar yang menyebabkan hambatan pertumbuhan pada kedua bagian tersebut (Coombs *et al.*, 1994) sehingga terjadi perpanjangan masa periode vegetatif (*late juvenile*) (Ryugo, 1988) selain itu kompleksitas protein tersimpan lebih sederhana yang menandakan lebih mudanya tanaman dibandingkan tanaman yang tidak dipangkas (Simon *et al.*, 2003; Allen *et al.*, 2007). Akibat dari itu tanaman yang dipangkas pada tahun pertama akan lebih peka terhadap musim kering (Allen *et al.*, 2007). Buah yang diperoleh pada panen kedua merupakan hasil dari perkembangan buah yang terjadi di musim kemarau (ada cekaman kekeringan) akan berimplikasi pada mempercepat periode pengisian buah (Tabel 4) dan juga menurunkan jumlah buah yang dapat dipanen (Tabel 5) maupun berat buah (Tabel 6) dan biji (Tabel 7). Menurunnya secara kuantitatif komponen buah dan biji dikarenakan pada periode perkembangan buah panen kedua jumlah daun menurun akibat gugur (Tabel 2).

Rendahnya komponen hasil pada tanaman yang berasal dari biji yang kemudian dipangkas karena mengalami perlambatan memasuki fase generatif (Tabel 4). Tingginya komponen hasil pada tanaman asal biji diduga dikarenakan adanya sistem perakaran yang dalam dari akar tunggang memungkinkan untuk dapat memanfaatkan kelembaban tanah lebih tinggi sehingga masih dapat menjamin

perkembangan buah dan biji lebih baik dibandingkan tanaman asal biji yang dipangkas. Coombs *et al.* (1994) menyatakan terdapat penundaan perpanjangan akar pada tanaman yang dipangkas dibandingkan tanaman tidak dipangkas. Pada tanaman jamu mete Lubis (1996) menyatakan bahwa tanaman berakar tunjang panjang memiliki potensi hasil biji yang tinggi dan menunjukkan pertumbuhan yang baik pada kondisi musim kemarau. Selain itu, periode perkembangan buah yang panjang terlebih bila terjadi pada kondisi lingkungan yang baik akan menambah bobot biji dan meningkatkan persentase bunga jadi buah pada jarak pagar (Foidl *et al.*, 1996). Tanaman asal stek memiliki potensi hasil biji yang lebih besar pada tahun pertama produksi dikarenakan tanaman cepat berbunga sehingga memiliki periode pengisian biji yang lebih panjang dan juga percabangan, serta jumlah tandan yang lebih banyak dibandingkan tanaman asal biji maupun asal biji yang kemudian dipangkas.

Hasil tanaman sebesar 880.78 kg/ha diperoleh dari pertanaman asal perbanyakan stek, sedangkan dari pertanaman asal perbanyakan biji diperoleh produksi sebesar 749.81 kg/ha dan sebesar 484.11 kg/ha dari pertanaman asal biji yang kemudian dipangkas saat berumur dua minggu setelah pindah tanam. Produksi sebesar 880.79 kg/ha mengungguli produksi sebesar 400 kg/ha yang dilaporkan Jones dan Miller (1992) dan sebesar 794 kg/ha yang dilaporkan Heller (1996). Namun lebih rendah dari produksi jarak pagar pertama di Zulu-Afrika sebesar 6,250 kg/ha (Schmidt, 2003).

Kandungan minyak biji yang diperoleh dari tanaman asal stek, biji, dan biji yang kemudian dipangkas berkisar 46.4 – 48.5%. Kandungan minyak tersebut diperoleh dari biji-biji yang berkembang dan dipanen pada musim penghujan, sedangkan kandungan minyak dari biji yang berkembang dan dipanen pada musim kemarau berkisar 47.1 – 51.2%. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan yang kering dapat meningkatkan kandungan minyak biji jarak pagar. Aguirrezabal *et al.* (2003) menyatakan bahwa kandungan

minyak biji bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) bervariasi bergantung pada intensitas dan lama radiasi matahari, tingkat kekeringan, dan periode pengisian biji.

## KESIMPULAN

Potensi produksi biji kering pada tahun pertama tanaman jarak pagar genotipe Lombok Barat yang diperbanyak dengan stek sebesar 880.78 kg/ha (352.31 g/tanaman), sedangkan tanaman asal biji, 749.81 kg/ha (299.92 g/tanaman), dan 484.11 kg/ha (193.64 g/tanaman) dari tanaman asal biji yang kemudian dipangkas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguirrezabal, L.A.N., Y. Lavaud, G.A.A. Dosio, N.G. Izquierdo, F.H. Andrade, L.M. Gonzalez. 2003. Intercepted solar radiation during seed filling determines sunflower weight per seed and oil concentration. *Crop Sci.* 43:152-161.
- Allen, M.T., P. Prusinkiewics, R.R. Favreau, T.M. Dejong. 2007. L-peach and L-system-based model for simulating architecture, carbohydrate source-sink interactions and physiological responses of growing trees. *In* Vos, J., L.F.M. Marcelis, P.H.B de Visser, P.C. Struik, J.B. Evers (eds). *Functional Structural Plant Modelling in Crop Production*, Springer, Netherlands. p:139-150.
- Coombs, D., P. Blackburne-Maze, M. Cracknell, R. Bentley. 1994. *The Complete Book of Pruning*. Ward Lock. 224p.
- Dwary, A., M. Pramanick. 2006. *Jatropha – a biodisel for future*. *Everyman's Sci.* XL(6):430-432.
- Foidl, N., G. Foidl, M. Sanchez, M. Mittelbach, S. Hackel. 1996. *Jatropha curcas* as a source for production of biofuel in Nicaragua. *Biores. Technol.* 58:77-82.
- Gubitz, G. M., M. Mittelbach, M. Trabi. 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Biores. Technol.* 67:73-82.
- Hadipermata, M., D. Sumangat, W. Broto. 2006. Pemanfaatan minyak jarak pagar (*Jatropha curcas*) sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah. *Lokakarya Jarak Pagar (Jatropha curcas)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor, 29 November. 13-hal.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies, Jr., R.L. Geneve. 2002. *Plant Propagation : Principles and Practices*. 7<sup>th</sup> edition. Printice Hall Inc. 770p.
- Hasnam, Z. Mahmud. 2006. *Pedoman Umum Perbenihan Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. 26-hal.
- Heller, J. 1996. *Physic Nut. Jatropha curcas L. promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resource Institute, Rome. 48p.
- Henning, R. 1996. *Combating Desertification : The Jatropha Project of Mali, West Africa*. *Aridland No.40, Fall/Winter 1996. The CCD, Part I : Africa and The Mediterranean*. <http://ag.arizona.edu/OALS/ALN/aln40/jatropha.html> [Januari 2006]. 74p.
- Jones, N., J.H. Miller. 1992. *Jatropha curcas*. A multipurpose spesies for problematic sites. *The World Banks Report. Asia Technical Department. Agriculture Division*. 33p.
- Kadiman, K. 2006. Pengembangan teknologi bioenergi di Indonesia. *Seminar Nasional Pengembangan dan Pemanfaatan Jarak Pagar sebagai Bio-Energi di Indonesia*. Hotel Shangri-La, Jakarta, 25 Februari 2006. 18-hal.
- Kandpal, J.B., M. Madan. 1995. *Jatropha curcas* : a renewable source of energy for meeting future energy need. *Renewable Energy* 6(2):159-160.
- Lele, S. 2005. The cultivation of *Jatropha curcas*. Strategies and institutional mechanisms for large scale cultivation of *Jatropha curcas* under agroforestry in the context of the proposed biofuel policy of India. [www.svlele.com](http://www.svlele.com) [Januari 2006]. 15p.
- Lubis, M.Y. 1996. Penelitian teknologi budidaya tanaman jambu mente - Kasus Pulau Muna di Sulawesi Tenggara. *Prosiding Forum Komunikasi Ilmiah Komoditas Jambu Mente*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. p:86-95.



- Mahmud, Z., A. Arivin Rivaie, D. Allorerung. 2006. *Petunjuk Teknis Budidaya Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Edisi-2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan. Jakarta. 35hal.
- Manurung, R. 2006. Minyak jarak pagar murni (*Pure Jatropha Oil*) bahan baku pengganti bahan bakar minyak. Seminar Nasional Pengembangan dan Pemanfaatan Jarak Pagar sebagai Bio-energi di Indonesia. Hotel Shangri-La, Jakarta, 25 Februari 2006.19-hal.
- Openshaw, K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass and Bioenergy* 19:1-15.
- Ratree, S. 2004. A preliminary study on Physic Nut (*Jatropha curcas L.*) in Thailand. *Pakistan J. of Biological Sciences* 7:1620-1623.
- Ryugo, K. 1988. *Fruit Culture : Its Science and Art*. John Willey and Son, New York, 344p.
- Schmidt, B. 2003. *Jatropha* Kwa-Zulu-Natal, Exploratory Mission. In DOVE-Biotech (Ed). *Jatropha curcas* - An International Botanical Answer to Biodiesel Production and Renewable Energy. DOVE Biotech LTD, Sathorn, Bangkok, Thailand. [www.Dovebiotech.com](http://www.Dovebiotech.com). [November 2006].98p.
- Simon, J.C., A. Jacquet, M.L. Decau, E.Goulas, F. Le-Dily. 2003. Influence of cutting frequency on the morphology and the C and N reserve status of two cultivars of white clover (*Trifolium repens L.*). *Europ. J. Agronomy* 20:341-350.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, Suhardi. 1997. *Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian*. Edisi 4. Liberty, Yogyakarta.112-hal.
- Wolf, B. 1996. *Diagnostic Techniques for Improving Crop Production*. Food Products Press, an imprint of The Haworth Press, Inc., NY. 426p.