

**PENGARUH INOKULASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA TERHADAP  
PERTUMBUHAN BIBIT JARAK PAGAR DI PESEMAIAN**  
*(Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Inoculation on the Growth of  
Jatropha curcas L Seedlings in Nursery)\**

Oleh/By:  
Ragil S. B. Irianto

Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam  
Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165; Telp. 0251-8633234, 7520067; Fax 0251-8638111 Bogor  
E-mail : Ragilirianto@yahoo.com

\*Diterima : 13 April 2009; Disetujui : 30 September 2009

**ABSTRACT**

*Jatropha curcas L. is perennial crop producing biofuel with oil content 40-60%. This plant has a big potency to be developed in order to facing the rare of fuel recently in Indonesia. The aim of this research is to know the effect of arbuscular mycorrhizal fungal inoculation with Glomus sp1. and Glomus sp2. to the growth of three-month-old J. curcas seedlings in nursery. The experimental design was Completely Randomize Design with three treatments i.e. control, Glomus sp1. and Glomus sp2. Result showed that inoculation with Glomus sp1. and Glomus sp2. to the growth of J. curcas seedlings could improved the height, dry weight, and diameter of three-month-old seedlings by 19%, 27%; 31%, 18%; 153%, 173%, respectively, compared to control. Mycorrhizal dependency of J. curcas seedlings to Glomus sp1. and Glomus sp2. was 60% and 63%.*

*Keywords: Jatropha curcas L., biofuel, arbuscular mycorrhiza fungi, Glomus, nursery, seedling, inoculation, oil*

**ABSTRAK**

Jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) merupakan tanaman tahunan penghasil *biofuel* dengan rendemen 40-60%, sehingga tanaman ini berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia dalam rangka menghadapi kelangkaan minyak akhir-akhir ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) jenis *Glomus sp1.* dan *Glomus sp2.* pada pertumbuhan bibit jarak pagar umur tiga bulan di pesemaian. Penelitian ini didesain dengan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan yaitu kontrol, *Glomus sp1.* dan *Glomus sp2.* Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi *Glomus sp1.* dan *Glomus sp2.* pada bibit jarak pagar dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, dan berat kering bibit umur tiga bulan berturut-turut sebesar 19%, 27%; 31%, 18%; 153%, 173% dibandingkan dengan kontrol. Tingkat ketergantungan bibit jarak pagar terhadap *Glomus sp1.* dan *Glomus sp2.* antara 60% dan 63%.

*Kata kunci: Jarak pagar, Jatropha curcas L., fungi mikoriza arbuskula, Glomus, pesemaian, bibit, inokulasi, biofuel*

## **I. PENDAHULUAN**

Kebutuhan bahan bakar minyak dunia dalam enam tahun terakhir ini meningkat tajam sebesar 5,5%, salah satu pemicu utamanya adalah permintaan minyak yang sangat besar untuk keperluan tiga negara industri besar yaitu India, China, dan Amerika Serikat. Hal ini mengakibatkan kenaikan harga bahan

bakar minyak (BBM) di dunia, karena produksi BBM dari negara-negara penghasil minyak yang tergabung maupun tidak tergabung dalam *Organization of Petroleum Exporter Country* (OPEC) tidak dapat mengimbangi permintaan termasuk masalah keamanan negara penghasil minyak di sekitar Timur Tengah (Kelil, 2008).

Pada tahun 2004 Indonesia mengalami defisit BBM sekitar 17,8 juta KL, hal ini dikarenakan produksi total hanya mencapai 44,5 juta KL sedangkan konsumsinya sekitar 62,3 juta KL (Soedarmo, 2005). Cadangan minyak bumi Indonesia yang sebesar 9 milyar barel dan laju produksi sebesar 500 juta barel per tahun, maka minyak bumi Indonesia hanya akan tersisa untuk jangka waktu 18 tahun. Permasalahan BBM dalam negeri Indonesia harus segera diatasi untuk menjamin pertumbuhan ekonomi Indonesia agar tetap tinggi dan mengurangi dampak sosial ekonomi Indonesia serta untuk mengantisipasi kebutuhan minyak dalam beberapa dekade ke depan. Beberapa cara yang sedang dilakukan saat ini, antara lain: penghematan penggunaan peralatan yang berhubungan langsung maupun tak langsung dengan BBM, peningkatan pencarian sumber-sumber BBM, peningkatan pengawasan distribusi BBM, dan peningkatan pencarian sumber-sumber minyak non fosil lainnya, seperti minyak nabati (*biofuel*) yang dapat dicampur dengan minyak solar atau premium yang dikenal dengan bahan bakar lain (BBL).

Sehubungan dengan upaya peningkatan pencarian sumber-sumber minyak non fosil, Indonesia telah mengelola pemanfaatan tiga jenis tumbuhan yang sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku *biofuel*, karena bijinya mempunyai kandungan minyak yang tinggi, yaitu jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), sawit (*Elaeis guineensis* Jacq), dan nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L). Minyak sawit merupakan tanaman yang potensial untuk digunakan sebagai bahan *biofuel*, namun yang menjadi permasalahan adalah minyak sawit merupakan salah satu bahan pangan yang sangat vital di Indonesia, sehingga kemungkinannya sangat kecil untuk dijadikan sebagai bahan baku *biofuel*. Selain sawit, masih ada jenis tanaman yang sangat potensial untuk diolah menjadi *biofuel*, yaitu jarak pagar dan nyamplung. Kandungan minyak biji nyamplung kering dilaporkan menca-

pai 70,5% (Hayne, 1987), 70% (Anonim, 2009), dan 40-73% (Masyhud, 2008); sedangkan menurut Masyhud (2008) biji jarak pagar mengandung minyak berkisar antara 40-60% dan biji sawit 46-54%.

Tanaman jarak pagar berasal dari daerah tropis di Amerika Tengah dan saat ini telah menyebar di berbagai tempat di Afrika dan Asia. Karena daya adaptasi tanaman ini terhadap daerah kering dan kecepatan tumbuhnya yang tinggi, maka tanaman ini merupakan tanaman serbaguna dan sering digunakan untuk mereklamasi lahan-lahan tererosi atau sebagai pagar hidup di pekarangan dan kebun karena tidak disukai oleh ternak (Mahmud *et al.*, 2006).

Jarak pagar sudah lama dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai penghasil minyak lampu dan tanaman obat, bahkan sewaktu zaman penjajahan Jepang minyaknya diolah untuk bahan bakar pesawat terbang. Minyak jarak juga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan sabun dan industri kosmetik (Mahmud *et al.*, 2006).

Sehubungan dengan tingginya kepentingan pengelolaan penanaman jarak pagar sebagai tanaman penghasil *biofuel*, maka diperlukan penelitian yang dapat mempercepat pertumbuhan dan hasil jarak pagar, di antaranya peranan fungsi mikoriza arbuskula (FMA). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang besarnya pengaruh inokulasi FMA jenis *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. terhadap pertumbuhan bibit jarak pagar umur tiga bulan di pesemaian.

## II. METODOLOGI

### A. Tempat, Waktu, Bahan, dan Alat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan Penelitian (HP) Yanlapa, Jasinga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat pada bulan November 2006-Januari 2007 dan Laboratorium Mikrobiologi Hutan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah: *Glomus* sp1. yang pada awalnya diambil dari rizosfer tanaman *Acacia crassicarpa*, *Glomus* sp2. pada awalnya diambil dari rizosfer tanaman mahoni, kantong plastik hitam (*polybag*, 10 cm x 12 cm), kantong plastik transparan ukuran 100 cm x 140 cm, Basamid<sup>G</sup>, tanah *subsoil* pada kedalaman 20-40 cm dari permukaan tanah. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: kaliper, penggaris, mikroskop, kamera, embrat, dan timbangan analitik.

## B. Metode Penelitian

### 1. Perkecambahan

Biji jarak pagar yang bernas dan seragam besarnya disterilisasi permukaannya dengan natrium hipoklorit 3% selama lima menit untuk mematikan patogen yang menempel pada permukaan biji. Biji yang telah disterilisasi tersebut dikecambahkan pada bak kecambah (ukuran 45 cm x 30 cm x 20 cm) yang berisi media kecambah steril. Media tersebut merupakan campuran antara pasir : tanah = 1 : 3 (v/v).

Bak perkecambahan tersebut disimpan dalam pesemaian yang diberi atap paranet dengan intensitas 45%, kelembaban media tersebut dijaga dengan cara penyiraman air dengan alat embrat pada pagi dan sore hari.

### 2. Inokulasi

Kecambah jarak pagar yang tumbuh pada bak kecambah dipindah ke dalam *polybag* yang telah diisi dengan media steril yang berupa campuran tanah yang dicampur dengan sekam padi dengan perbandingan 19 : 1 (v/v) untuk perbaikan aerasi dalam media. Inokulan FMA diletakkan pada lubang tanam sebanyak 5 g.

### 3. Rancangan Penelitian

Percobaan dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Mattjik dan Sumertajaya, 2002) dengan FMA se-

bagai faktor tunggal dengan tiga taraf, yaitu kontrol, *Glomus* sp1., dan *Glomus* sp2. Jumlah ulangan untuk variabel tinggi dan diameter sebanyak 50 sedangkan untuk variabel biomasa sebanyak 15. Variabel-variabel pertumbuhan bibit yang diamati yaitu tinggi, diameter, biomasa, dan persentase kolonisasi akar. Data dianalisis dengan bantuan program statistika *JMP Start Statistics* (Sall *et al.*, 2005), data yang menunjukkan perbedaan yang nyata diuji lebih lanjut dengan uji Tukey.

### 4. Ketergantungan terhadap Mikoriza

Ketergantungan suatu tanaman terhadap mikoriza dihitung berdasarkan rumus yang dikemukakan oleh Plenchette *et al.* (1983):

$$KTM = \left[ \frac{(\text{Berat kering tanaman bermikoriza} - \text{berat kering tanaman kontrol})}{\text{berat kering tanaman kontrol}} \right] \times 100\%$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Fungi mikoriza arbuskula yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Glomus* sp1. yang pada awalnya diambil dari rizosfer tanaman *Acacia crassicarpa*, sedangkan *Glomus* sp2. pada awalnya diambil dari rizosfer tanaman mahoni (Gambar 1). Hasil analisis sidik ragam (*anova*) pada variabel pengamatan tinggi, diameter, berat akar, berat daun, dan berat total bibit tanaman jarak pagar umur tiga bulan menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf  $p < 0,0001$ .

#### 1. Tinggi Bibit

Pertumbuhan tinggi bibit jarak pagar umur tiga bulan yang diinokulasi dengan *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf  $p < 0,05$  dibandingkan dengan kontrol, sedangkan perlakuan inokulasi antara *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pemberian inokulan FMA jenis *Glomus*

sp1. dan *Glomus* sp2. pada bibit jarak pagar dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi berturut-turut sebesar 19% dan 28% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

## 2. Diameter Bibit

Pertumbuhan diameter bibit jarak pagar umur tiga bulan yang diinokulasi dengan *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf  $p < 0,05$  dibandingkan dengan kontrol, sedangkan perlakuan inokulasi antara *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pertumbuhan diameter bibit jarak pagar yang diinokulasi dengan FMA jenis *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. dapat meningkatkan diameter berturut-turut sebesar

32% dan 18% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

## 3. Berat Kering Total

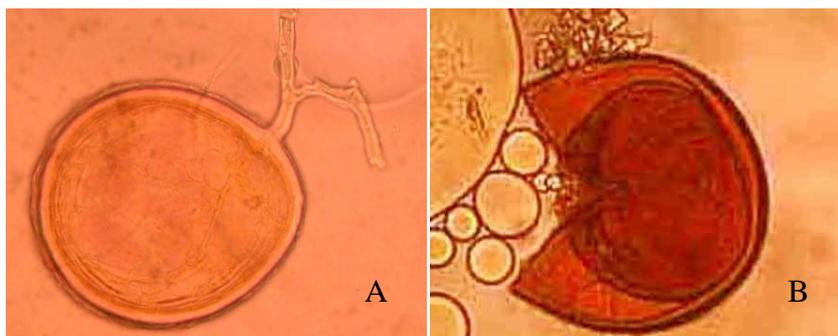
Pertumbuhan berat kering total (akar, batang dan daun) bibit jarak pagar umur tiga bulan yang diinokulasi dengan *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf  $p < 0,05$  dibandingkan dengan kontrol, sedangkan perlakuan inokulasi antara *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Peningkatan pertumbuhan berat kering total bibit jarak pagar umur tiga bulan dapat meningkat sangat drastis dibandingkan dengan variabel tinggi dan diameter berturut-turut sebesar 153% dan 173% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Tabel (Table) 1. Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan bibit jarak pagar umur tiga bulan di pesemaian (*Effect of arbuscular mycorrhizal fungal inoculation to the growth of three-month-old J. curcas seedlings in nursery*)

Perlakuan (Treatment)	Tinggi (Height) cm	Diameter (Diameter) mm	Berat kering akar (Root dry weight) g	Berat kering daun (Leaf dry weight) g	Berat kering total (Total dry weight) g	Kolonisasi (Colonization) %
Kontrol (Control)	21,72 a (0,00)	7,512 a (0,00)	0,0841 a (0,00)	0,6534 a (0,00)	0,7375 a (0,00)	12,07 a (0,00)
<i>Glomus</i> sp1.	25,86 b (19,06)	9,886 b (31,60)	0,2358 b (180,35)	1,6309 b (149,60)	1,8668 b (153,11)	57,75 b (85,17)
<i>Glomus</i> sp2.	27,76 b (27,81)	8,876 b (18,16)	0,2275 b (170,49)	1,7861 b (173,34)	2,0136 b (173,01)	65,14 b (77,47)

Keterangan (Remarks):

1. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf  $p = 0,05$  berdasarkan uji Tukey (*Numeric followed by the same letters are not significantly different at  $p < 0.05$  according to Tukey test*).
2. Angka dalam tanda kurung adalah persentase peningkatan suatu variabel dibandingkan dengan kontrol yang didapat dari persamaan:  $[(\text{perlakuan-kontrol})/\text{kontrol}] \times 100\%$  (*Numerics in the parentheses denote percentage (%) of a variable increase compared to control obtained from equation:  $[(\text{treatment-control})/\text{control} \times 100\%]$* )



Gambar (Figure) 1. Morfologi spora *Glomus* sp1. (A) dan *Glomus* sp2. (B) (*Morphology of spora Glomus sp1. (A) and Glomus sp2. (B)*)

#### 4. Kolonisasi

Bibit jarak pagar yang diinokulasi dengan FMA *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. memiliki tingkat kolonisasi sebesar 85% dan 75% berpengaruh sangat nyata dibandingkan dengan kontrol. Namun demikian pada bibit yang tidak diinokulasi dengan FMA (kontrol) ditemukan adanya infeksi oleh FMA kontaminan.

#### 5. Ketergantungan terhadap Mikoriza

Ketergantungan suatu bibit terhadap jenis FMA merupakan tingkat pertumbuhan bibit yang terinokulasi FMA dibandingkan dengan bibit tanpa perlakuan inokulasi (kontrol). Nilai persentase ketergantungan bibit tanaman jarak pagar terhadap *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. relatif sama dan cukup tinggi, yaitu sebesar 60% dan 63%, tidak terlihat.

#### B. Pembahasan

Bibit jarak pagar pada tingkat persemaian menunjukkan tingkat ketergantungan terhadap FMA jenis *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. (*mycorrhizal dependency*) berturut-turut sebesar 60% dan 63% sesuai dengan peningkatan berat kering (biomassa) pada bibit bermikoriza dibandingkan dengan kontrol. Tingkat ketergantungan FMA sebesar 60% dan 63% termasuk kategori tinggi menurut Cruz *et al.* (1999). Cruz *et al.* (1999) membagi tingkat ketergantungan suatu tanaman terhadap FMA menjadi tiga kategori, yaitu: a) ketergantungan tinggi (> 40%), b) ketergantungan sedang (10%-40%), dan c) tidak ada tingkat ketergantungan (< 10%).

Nilai tingkat ketergantungan FMA yang tinggi pada bibit jarak pagar tersebut di atas mengindikasikan bahwa FMA sangat berperan dalam kesehatan bibit (vigor) di persemaian yang selanjutnya akan memberikan persen tanaman hidup yang lebih baik serta tanaman muda tahan terhadap kekeringan, tahan penyakit, dan tahan hidup pada tanah yang kekurangan nutrisi (Wilson *et al.*, 1991).

Bibit jarak pagar yang diinokulasi, baik dengan *Glomus* sp1. maupun *Glomus* sp2. memberikan hasil yang sangat nyata pada variabel pertumbuhan bibit seperti tinggi, diameter, berat kering akar, berat kering daun, dan berat kering total (Tabel 1). Persentase peningkatan yang cukup besar pada parameter berat kering total (biomassa) bibit jarak pagar yang diinokulasi dengan *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. berturut-turut sebesar 153% dan 173% dibandingkan dengan kontrol.

Peningkatan pertumbuhan yang tinggi tersebut di atas berhubungan dengan peningkatan persentase kolonisasi pada bibit yang tinggi pula, yaitu sebesar 85% dan 77%. Persentase kolonisasi yang cukup besar pada akar tersebut mengindikasikan bahwa pada akar tersebut terdapat banyak hifa eksternal yang muncul dari akar. Hifa eksternal inilah yang berperan dalam meningkatkan volume tanah yang dapat dijadikan sebagai daerah serapan (Hattingh *et al.*, 1973; Rhodes dan Gendemann, 1975). Dengan semakin besarnya volume tanah yang dijadikan sebagai daerah serapan tersebut, maka peluang bibit untuk mengabsorpsi unsur-unsur hara semakin besar dibandingkan dengan bibit tanpa mikoriza.

Bibit jarak pagar yang tidak mendapat perlakuan inokulasi (kontrol) ternyata terinfeksi oleh FMA kontaminan sebesar 12,07%, nilai ini tidak berbeda nyata dengan bibit yang mendapat perlakuan inokulasi FMA. Hal ini dapat terjadi karena beberapa kemungkinan, yaitu: a) air yang digunakan untuk penyiraman tidak steril, b) spora mikoriza dapat disebarkan sangat jauh oleh angin dan air (Marx, 1980 dan Allen, 1988), dan c) spora mikoriza diduga dapat dipencarkan oleh percikan air hujan, di mana percobaan ini dilakukan di pesemai dengan *polybag* ditempatkan di atas lantai tanah. Seperti dilaporkan oleh Ashton dan Macauley (1972) bahwa spora *Ceuthospora innumera* dan *Piggotia substellata* dapat dipencarkan oleh percikan air hujan dari

permukaan tanah maupun serasah ke bibit sampai ketinggian 60 cm dari permukaan tanah. Kolonisasi FMA kontaminan terjadi pada perlakuan kontrol sebesar 12,07 %, namun FMA ini walaupun mempunyai nilai infektivitas sebesar 12,07% tetapi tidak mempunyai tingkat efektivitas yang cukup untuk meningkatkan pertumbuhan bibit pada parameter tinggi, diameter maupun berat kering. FMA kotaminan ini kemungkinan besar juga menginfeksi pada perlakuan yang mendapat inokulasi FMA *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2., namun infeksiya tidak dapat dibedakan dengan FMA jenis lainnya. Tata letak perlakuan yang homogen dalam hal mendapatkan sinar matahari, penyiraman dan naungan dari paranet serta luasan pesemaian yang tidak luas (20 m<sup>2</sup>) memungkinkan FMA kontaminan dapat menginfeksi semua perlakuan.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

1. Inokulasi *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. pada bibit jarak pagar dapat meningkatkan secara nyata pertumbuhan tinggi, diameter, dan berat kering bibit dibandingkan dengan kontrol berturut-turut sebesar 19% dan 27%, 31% dan 18% , 153% dan 173%.
2. Penggunaan inokulan sebanyak 5 gram per bibit sudah cukup untuk mendapatkan kesehatan bibit (vigor) dan pertumbuhan yang optimal bibit jarak pagar di pesemaian.
3. Jarak pagar dapat berasosiasi dengan *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. dan nilai tingkat ketergantungannya tinggi yaitu sebesar 60%-63%.

##### B. Saran

Inokulan *Glomus* sp1. dan *Glomus* sp2. sangat dianjurkan untuk diaplikasikan pada pesemaian-pesemaian yang memproduksi bibit jarak pagar terutama

pada lahan yang marjinal atau kurang subur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Allen, M. F. 1988. Re-establishment of VA Mycorrhizas Following Severe Disturbance: Comparative Patch Dynamics of a Shrub Desert and a Subalpine Volcano. Proceeding of the Royal Society of Edinburgh, 94B: 63-71.
- Anonim. 2009. Biji Nyamplung Sebagai Sumber Energi Alternatif. [http://www.indonesia.go.id/id/index.php?option=com\\_content&task=view&id=6966&Itemid=687](http://www.indonesia.go.id/id/index.php?option=com_content&task=view&id=6966&Itemid=687). Diakses tanggal 26 Februari 2009.
- Anonim. 2009. Nyamplung, Potensi Baru Biofuel. <http://kompas.co.id/read/xml/2008/09/23/%2014552488/nyamplung.potensi.baru.biofuel>. Diakses tanggal 26 Februari 2009.
- Ashton dan Macauley. 1972. Winter Leaf Spot Disease of Seedlings of *Eucalyptus regnans* and Its Relation to Forest Litter. Transaction of the British Mycological Society, 58 (3): 377-386
- Cruz, R. E. De la, J. F. Zarade, N. S. Angganzae, and E. B. Lorilla. 1999. Differential Mycorrhizal Development of Some Agricultural, Horticultural and Forestry Crops to Inoculation of Mycorrhizal Fungi.
- Hattingh, M. J., L. F. Gray, and J. W. Gerdermann. 1973. Uptake and Translocation of 32 P-labelled Phosphate to Onion Roots by Endomycorrhizal Fungi. Soil Sci. 116: 383-387.
- Heyne. 1987. Indonesian Useful Plant. Sarana Wanajaya Foundation. Jakarta.
- Kelil, S. 2008. OPEC: Harga Minyak Naik Karena 3 Negara Diembargo. Detikcom. <http://www.detikfinance.com/read/2008/07/29/133314/979711/4/opec-harga-minyak-naik-karena>

- 3-negara-diembargo. Diakses tanggal 29 Juli 2008.
- Mahmud, Z., A. A. Rivaie, dan D. Alorung. 2006. Petunjuk Teknis Budidaya Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 39 p.
- Marx, D. H. 1980. Ectomycorrhizal Fungus Inoculations: A Tool for Improving Forestaion Practices. *In: Tropical Mycorrhiza Research.* (Ed. Mikola, P.). Oxford University Press, London. pp. 13-71.
- Masyhud. 2008. Tanaman Nyamplung Berpotensi Sebagai Sumber Energi Biofuel. Siaran Pers No. S. 428/II/PIK-1/2008. Departemen Kehutanan. <http://www.dephut.go.id/index.php?q=id/node/4837>. Diakses tanggal 26 Februari 2009.
- Mattjik, A. A. dan I. M. Sumertajaya. 2002. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. IPB Press. 282 p.
- Plenchette, C., J. A. Fortin, and Z. Furlan. 1983. Growth Response of Several Plant Species to Mycorrhiza in Soil of Moderate P fertility. I. Mycorrhizal Development Under Field Conditions. *Plant Soil* 70 (2): 199-209.
- Rhodes, L. H. and J. W. Gendemann. 1975. Phosphorus Uptake Zones of Mycorrhizal and Non-Mycorrhizal Onions. *New Phytol.* 75: 555-561.
- Sall, J., L. Creighton, and A. Lehman. 2005. JMP Start Statistics 3<sup>rd</sup>, A Guide to Statistics and Data Analysis Using JMP and JMP IN Software. 560 p.
- Soedarmo, E. 2005. Peran Ditjen Migas dalam Pemanfaatan Bioenergi. Makalah Disampaikan pada "Focus Group Discussion Potensi Alternatif Sumber Bioenergi" di Jakarta, September 2005.
- Wilson, J., R. C. Munro, K. Ingleby, P. A. Mason, M. P. N. Jefwa, J. M. C. P. Dick, and R. R. B. Leaky. 1991. Tree Establishment in Semi Arid Land of Kenya - Role of Mycorrhizal Inoculation and Water Retaining Polymer. *For. Ecol. Manage.* 45: 153-163.