Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik Vol. 12, No. 3, November 2010: 169 - 175
ISSN 1411 - 0903

PENINGKATAN KOMPONEN PRODUKSI DAN KANDUNGAN MINYAK BIJI TANAMAN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) MELALUI PEMULIAAN MUTASI

Widiarsih, S., dan Dwimahyani, I.

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Nuklir Nasional
Jl. Cinere-Pasarjumat, Kotak Pos 7002, Jakarta Selatan 12070
E-mail : widiarsih@yahoo.com

ABSTRAK

Tanaman jarak pagar berpotensi menjadi alternatif sumber bioenergi, namun usaha pengembangan tanaman jarak pagar terhambat antara lain akibat belum adanya varietas unggul. Keanekaragaman genetik tanaman jarak pagar di Indonesia dan juga negara lain sangat sempit, sehingga upaya perbaikan sifat secara konvensional kurang optimal. Rekayasa genetik melalui teknik mutasi oleh PATIR-BATAN telah menghasilkan lima galur mutan harapan. Observasi dilakukan terhadap sejumlah komponen produksi (jumlah buah, berat buah, berat biji) dan kandungan minyak biji, bertujuan untuk mempelajari pola produksi sepanjang tahun ketiga serta memprediksi potensi produksi yang diperoleh dibandingkan tetua kontrol. Dalam tahun 2009, pemanenan buah jarak pagar memiliki dua musim panen, dengan puncak pada bulan Mei dan Oktober. Secara keseluruhan, galur mutan G1 menunjukkan produksi jumlah buah, persentase kandungan minyak, dan potensi produksi minyak per pohon tertinggi.

Kata kunci: Jarak pagar, galur mutan, produksi, kandungan minyak biji

ABSTRACT

Jatropha has high potential as an alternative for bioenergy source, but the efforts for developing this species in wide scale have been constrained since no varieties available. Genetic diversity of *Jatropha* in Indonesia and other countries is very narrow; therefore plant improvements through conventional methods were less likely to success. PATIR-BATAN has conducted genetic modification through mutation techniques and so far has resulted in five promising lines. Observation was carried out for several production components (number of fruits, fruit weight, and seed weight) and seed oil content, with purpose to study production pattern in the third year and predict production potency compared to control. In 2009, Jatropha harvesting has two harvest seasons, peaked in May and October. In general, G1 mutant line showed the highest number of fruits, oil content, and oil production potency per plant.

Key words: Jatropha, mutant lines, production, seed oil content

PENDAHULUAN

Tanaman jarak pagar pada awalnya merupakan tanaman liar yang hanya ditanam sebagai tanaman pagar hidup tanpa tindakan budidaya. Secara agronomis, tanaman ini dapat beradaptasi pada lahan maupun agro-klimat di Indonesia. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada kondisi kering (curah hujan di bawah 500 mm per tahun) dan pada lahan dengan kesuburan rendah (Syah, 2006). Walaupun tanaman jarak pagar tergolong kandidat kuat penghasil biofuel, tetapi permasalahan yang dihadapi saat ini yaitu belum adanya varietas atau klon unggul, jumlah ketersediaan benih terbatas, teknik budidaya belum memadai dan sistem pemasaran serta harga yang belum standar (Prihandana & Hendroko, 2006). Banyak ditemui keluhan dari para pengusaha perkebunan jarak pagar mengenai buruknya produksi serta kandungan minyak jarak pagar dari bibit yang beredar di pasaran.

Dalam usaha pengembangan tanaman jarak pagar di Indonesia, diperlukan varietas-varietas unggul yang dapat diperoleh dengan perbaikan sifat varietas tanaman. Berbagai analisis molekuler terhadap DNA plasma nuftah jarak pagar membuktikan bahwa keanekaragaman genetik tanaman jarak pagar di Indonesia (Susantidiana, 2009) negara lain seperti India (Basha & Sujatha

(2007) serta Jubera, (2009), dan bahkan di seluruh dunia (Campa, 2008) pada umumnya sangat sempit dan hampir seragam, sehingga upaya perbaikan sifat secara persilangan konvensional akan kurang optimal. Salah satu cara alternatif yang ditempuh adalah melalui kegiatan rekayasa materi genetik bahan tanaman dengan teknik mutasi (radiasi sinar gamma) seperti yang telah dilakukan oleh PATIR-BATAN pada tanaman padi (Mugiono, 2008).

Kegiatan tersebut diarahkan untuk dapat menghasilkan sejumlah galur mutan tanaman jarak pagar yang berumur genjah, pendek, dan berdaya hasil tinggi. Setelah memperoleh galur-galur hasil teknik mutasi, percobaan di lapangan dilakukan untuk mengetahui tingkat kestabilan genetiknya (Dwimahyani & Ishak, 2004). Langkah terakhir dari program pemuliaan tanaman adalah evaluasi. Untuk mengevaluasi suatu varietas baru, harus diuji terlebih dahulu dengan menggunakan varietas yang sudah diketahui sebagai standar (Mangoendidjojo, 2003). Observasi karakter agronomis ini dilakukan pada tanaman M1V5 yang diperoleh dari pemurnian dan perbanyakan tanaman M1V4 melalui setek batang dari hasil penelitian sebelumnya (Dwimahyani, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pola produksi beberapa galur mutan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sepanjang tahun ketiga serta memprediksi potensi produksi yang diperoleh dibandingkan tetua kontrol.

BAHAN DAN METODE

Material tanaman

Materi tanaman yang digunakan adalah lima galur mutan harapan jarak pagar hasil pemuliaan mutasi PATIR-BATAN generasi M1V5 (kode M1V5 menandakan bahwa populasi ini merupakan tanaman generasi kelima dari mutan yang diperbanyak secara vegetatif). Kelima galur tersebut diberi kode G1 hingga G5, sedangkan sebagai pembanding adalah galur G6 yang merupakan tetua atau materi kontrol bibit jarak pagar yang tidak diberi perlakuan iradiasi.

Persiapan lahan dan penanaman

Pelaksanaan penelitian diawali dengan melakukan analisis tanah untuk mengetahui keasaman dan kandungan hara yang terdapat di dalam tanah. Lahan yang ditanami dibersihkan dari semak belukar. Lahan tersebut terlebih dahulu dilakukan pengolahan tanah dengan menggunakan traktor. Penanaman dilakukan tujuh hari setelah olah tanah. Bibit ditanam satu bibit per lubang dengan jarak tanam 2 m x 2 m.

Pemupukan

Pada prinsipnya pemberian pupuk bertujuan untuk menambah ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Pupuk dasar (kandang) diberikan 3 hari sebelum tanam sebanyak 5 ton/ha atau 2 kg per tanaman. Sedangkan pemberian pupuk N-P-K (15:15:15) sebanyak 125 kg/ha diberikan 3 kali yaitu, pada awal tanam sebanyak 10 g per tanaman, pada fase vegetatif (umur 4-5 mst) 20 g per tanaman, dan pada saat fase reproduktif (awal berbunga) yaitu 20 g per tanaman.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan sepanjang tahun 2009 yang merupakan tahun ketiga pertanaman galur-galur mutan jarak pagar tersebut. Variabel komponen produksi yang diamati yaitu jumlah buah per tanaman (buah), berat buah per tanaman (gram), dan berat biji per tanaman (gram).

Parameter kandungan minyak biji (%), diperoleh dengan mengekstrak minyak dari biji tanaman jarak pagar dengan metode soxlet. Biji jarak pagar seberat 10 g dikupas dan dicacah halus, kemudian dibungkus dengan kertas filter. Bungkusan kertas saring dan cacahan biji jarak ditempatkan dalam labu ukur dan dipasang pada alat soxlet untuk ekstraksi minyak dengan menggunakan pelarut organik heksana. Proses ekstraksi dilakukan dengan suhu *waterbath* 95^{o}C selama kurang lebih 3 hari. Minyak yang diperoleh pada tahap ini masih bercampur dengan pelarut heksana sehingga selanjutnya perlu diuapkan di udara terbuka dan kemudian dilanjutkan dengan pemanasan di oven bertemperatur 65^{o}C hingga mencapai berat yang konstan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

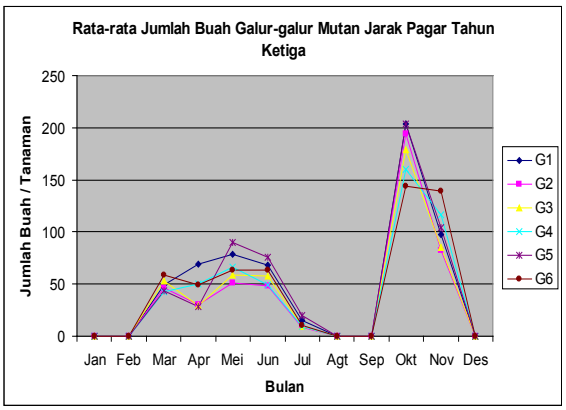
Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) adalah tanaman pohon yang dapat mencapai umur hingga 20 tahun akan tetapi kemampuan produksi tanaman yang optimal dimulai saat tanaman telah berumur 5 tahun. Untuk mendapatkan informasi produktifitas galur mutan tersebut harus dilakukan observasi hingga tanaman berumur 5 tahun untuk mendapatkan kesimpulan daya hasil dari galur mutan. Pada tahun penelitian 2009 telah dilakukan observasi untuk mempelajari karakteristik agronomi beberapa galur mutan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) pada tanaman umur tiga tahun.

Hal ini dilakukan dengan mempelajari sifat fenotipe dari galur mutan pada parameter jumlah buah pertanaman, berat buah pertanaman, berat biji pertanaman yang dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui produktivitas galur tersebut. Galur galur mutan yang diobservasi ini adalah galur unggulan yang telah terpilih dari generasi M1V5.

Keunggulan galur mutan ini adalah mempunyai kandungan minyak biji yang lebih baik dari pada induknya Jarak pagar yang digunakan sebagai tetua mempunyai kandungan minyak biji antara 30-35%. Kelima galur mutan ini terpilih sebagai galur mutan harapan menunjukkan peningkatan pada kandungan minyak bijinya yaitu di atas 40%. Pada uji observasi dipelajari dan diamati apakah pada tahun ketiga ini kelima galur harapan tersebut menunjukkan peningkatan produksi, berkurang atau tidak berubah.

Pada pengamatan jumlah buah per pohon (Gambar 1) sepanjang tahun 2009 menunjukkan masa berbuah yang berbeda setiap bulan. Pada bulan Januari, tanaman mulai berbunga dan dapat dipanen pada bulan Maret hingga Juli, dengan puncak panen terbanyak pada bulan Juni dan panen berakhir bulan Agustus. Menjelang akhir Agustus daun-daun tanaman jarak pagar mulai rontok karena musim kemarau.

Puncak panen berikutnya jatuh pada bulan Oktober hingga Desember. Pada pengamatan jumlah buah pada setiap musim pada galur mutan maupun tetuanya menunjukkan pola yang kurang-lebih sama, kemungkinan besar disebabkan oleh pengaruh musim.



Gambar 1. Rata-rata jumlah buah produksi galur-galur mutan jarak pagar tahun 2009

St. Pierre (2010) menjelaskan bahwa di saat tertentu, jumlah buah yang diproduksi tanaman pohon bisa saja menyusut atau bahkan tidak berbuah sama sekali. Pada penelitian tahun 2009 ini, hal ini terjadi pada periode Agustus-September dan Desember-Februari. Penyebabnya antara lain karena faktor internal seperti kondisi fisiologis pohon, ataupun eksternal seperti kurangnya polinasi atau penyerbukan, kondisi cuaca, serta serangan hama penyakit. Produksi rendah dapat saja terjadi meskipun berbunga lebat; atau bahkan kadang jumlah bunga yang muncul pun sangat sedikit.

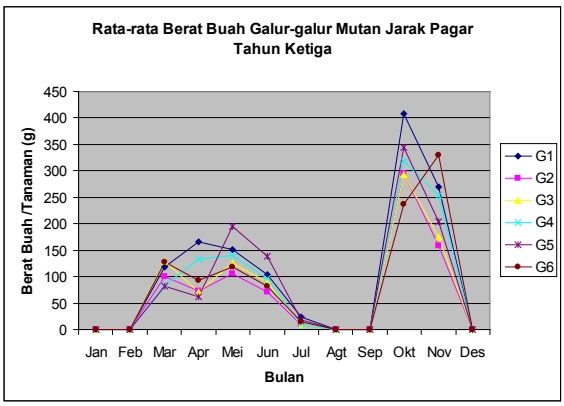
Faktor internal yaitu kondisi fisiologis pohon bisa menjadi penyebabnya. Kuntum bunga yang muncul dan menjadi buah pada musim panen saat ini merupakan hasil simpanan energi pada musim panen sebelumnya. Faktor-faktor yang menurunkan jumlah kuntum bunga menurut St. Pierre (2010) antara lain pemangkasan berat, kerontokan daun, penggunaan pupuk nitrogen berlebihan, terlalu banyak air, atau produksi buah yang sangat lebat pada musim sebelumnya.

Faktor eksternal seperti kondisi cuaca atau musim dapat secara signifikan mempengaruhi produksi. Menurut St. Pierre (2010), suhu tinggi dapat menekan pembentukan kuntum bunga, dan juga menurunkan viabilitas pollen. Sebaliknya bunga yang telah terbentuk juga dapat rontok akibat hujan berlebihan. Puncak produksi adalah bulan

Mei dan bulan Oktober. Galur G1 secara umum mempunyai jumlah buah panen yang tertinggi dibandingkan dengan galur yang lain dan tetuanya, kecuali pada bulan Mei dan Juni dimana galur G5 sedikit lebih tinggi.

Jumlah buah yang diproduksi akan memberikan korelasi positif terhadap komponen berat buah. Seperti juga dalam Gambar 1, berat buah yang diproduksi oleh galur-galur yang diamati (Gambar 2) juga memiliki dua puncak utama dalam satu tahun. Pada musim panen yang pertama, produksi buah tertinggi dihasilkan oleh galur G5 pada bulan Mei. Rata-rata produksi yang dihasilkan mendekati 200 g/pohon, jauh di atas produksi galur-galur mutan yang lain, termasuk kontrol. Walaupun demikian, pola produksi galur G5 ini sangat fluktuatif. Bahkan pada bulan Maret dan April, bobot buah yang dihasilkan galur G5 adalah yang paling rendah.

Galur G1 menunjukkan pola produksi yang lebih stabil. Berat buah rata-rata sepanjang tahun dari galur ini hampir seluruhnya di atas galur-galur yang diujikan, kecuali pada bulan Mei dan Juni dalam musim panen pertama, dimana galur G5 berproduksi lebih tinggi, serta bulan November dalam musim panen kedua, dimana tetua kontrol berproduksi lebih tinggi.

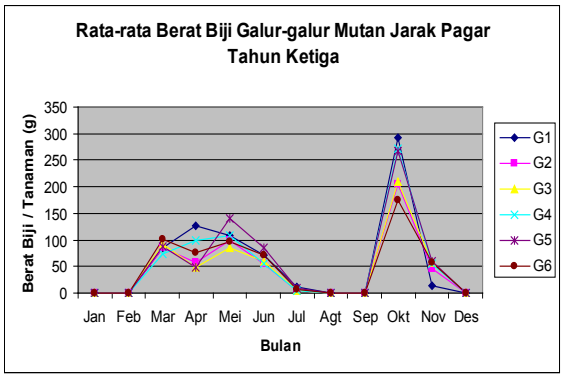


Gambar 2. Rata-rata berat buah produksi galur-galur mutan jarak pagar tahun 2009

Dalam satu buah jarak pagar, pada umumnya terdapat 2-3 polong biji, meskipun kadang ditemui buah yang hampa (tanpa biji). Pada Gambar 3, tampak bahwa meskipun berat biji sangat dipengaruhi oleh berat buah, namun terlihat sejumlah variasi dalam grafik jika dibandingkan dengan Gambar 2. Beberapa faktor seperti jumlah biji dalam satu buah, ukuran biji, ketebalan dan berat kulit buah juga mempengaruhi berat biji sebagai bahan utama penghasil minyak jarak.

Selain pengamatan sifat-sifat agronomis di lapangan, analisis kandungan minyak juga dilakukan terhadap kelima galur mutan harapan dan tetuanya sebagai kontrol, dan datanya disajikan pada Gambar 4.

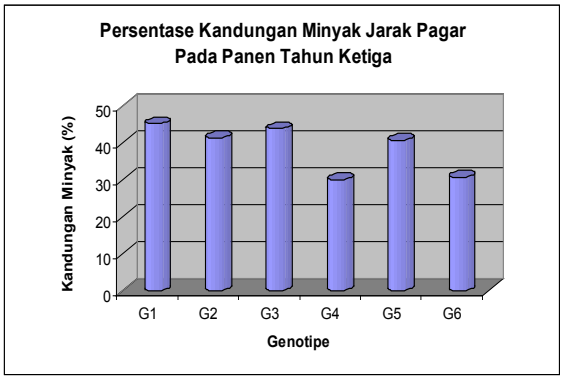
Pada umumnya biji jarak yang diproduksi oleh galur-galur mutan memiliki kandungan minyak yang lebih tinggi dibandingkan tetuanya, terkecuali pada galur G4 yang kandungan minyaknya sedikit di bawah tetua kontrol. Kandungan minyak terbaik ditunjukkan oleh galur mutan G1, yaitu sekitar 45%, jauh di atas produksi kandungan minyak tetua asalnya G1 yang hanya 28%. Galur-galur mutan lainnya yang diujikan memiliki kadar minyak sedikit bervariasi, namun semuanya tak jauh dari kisaran angka 40%.



Gambat 3. Rata-rata berat biji galur-galur mutan jarak pagar tahun 2009

Perlakuan iradiasi pada tanaman jarak pagar dapat mengubah karakter individu tana an tersebut. Perubahan tersebut dapat hanya berupa kerusakan fisiologis yang bersifat sementara, maupun kerusakan pada level kromosom atau gen yang bersifat permanen, artinya perubahan karakter tertentu tersebut akan diwariskan kepada keturunannya. Dalam hal ini, pengujian persentase kandungan minyak biji jarak dilakukan terhadap populasi tanaman galur mutan M1V5 yang dianggap telah stabil secara genetik. Perlu diingat bahwa perubahan karakter akibat perlakuan iradiasi tidak selalu bersifat

positif, dapat saja meningkat dibandingkan tetua asalnya seperti pada galur G1, G2, G3, dan G5, maupun lebih kecil dibandingkan tetuanya seperti yang terjadi pada galur G4.

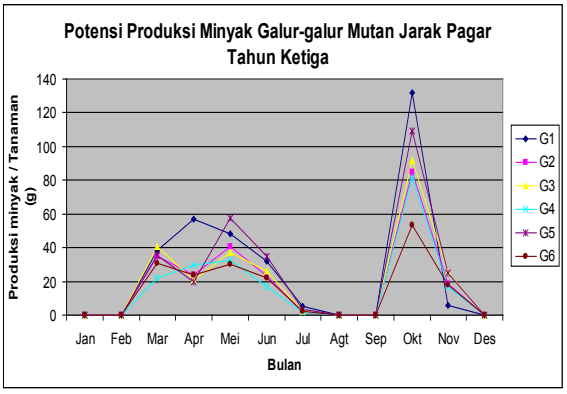


Gambar 4. Persentase Kandungan Minyak Jarak Pagar pada Panen Tahun Ketiga

Peluang terjadinya mutasi adalah random atau acak, dapat terjadi pada tingkat terbesar yaitu ploidi atau set kromosom, tingkat kromosom baik melalui delesi, duplikasi, ataupun translokasi, ataupun pada tingkat terkecil yaitu DNA atau gen. Karakter kandungan minyak pada biji jarak pagar yang merupakan produk metabolit sekunder sampai saat ini belum diketahui jumlah gen yang mengendalikan ekspresinya, dan juga bagaimana mekanisme terekspresinya gen-gen tersebut, protein dan enzim apa saja yang terlibat, hingga pada akhirnya tersandikan pada level individu tanaman.

Vossen (2004) berpendapat bahwa kuantitas minyak dalam buah atau biji merupakan faktor genetik, walaupun dapat bervariasi antar tahun atau musim akibat pengaruh vigor pohon, jumlah panenan, kemasakan buah, dan kadar air biji. Oleh sebab itu dengan menggabungkan data produksi buah per pohon dan kandungan minyak, dilakukan perhitungan potensi produksi minyak jarak pagar yang dapat dihasilkan dari setiap pohonnya. Data tersebut ditampilkan pada Grafik 5. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa galur G1 secara umum menunjukkan potensi hasil minyak tertinggi di sepanjang tahun 2009, kecuali pada bulan Mei, dimana hasil minyak tertinggi dari keenam galur yang diujikan dimiliki oleh galur G5. Potensi hasil minyak yang terendah pada musim panen pertama (Februari-Juni) dimiliki oleh galur G4, sementara pada musim panen kedua (Oktober-November) galur G6 atau tetua kontrol menunjukkan potensi hasil terendah.

Nilai total produksi minyak/pohon dalam satu tahun berasal dari gabungan nilai prediksi produksi minyak bulanan pada Grafik 5 dan ditampilkan pada Tabel 1. Prediksi produksi minyak/pohon/tahun genotipe G1 merupakan yang tertinggi, yaitu 318,27 g, hampir satu setengah kali lipat dibanding tetua kontrol G6 yang hanya 180,22 g. Keempat galur mutan lain yang diuji juga menunjukkan total potensi produksi per tahun yang lebih baik dibandingkan dengan kontrolnya.



Gambar 5. Potensi Produksi Minyak Jarak Pagar Per Pohon Pada Tahun Ketiga

Vossen (2004) menyatakan bahwa pada pohon zaitun, korelasi kandungan minyak dan bobot produksi buah tidak tepat berbanding lurus. Pohon mampu menghasilkan lebih banyak minyak dengan rasio daun dan buah yang meningkat, sehingga dapat sedikit mengimbangi kurangnya bobot panenan. Oleh sebab itu, perlu diingat bahwa potensi hasil yang tercantum dalam Tabel 1 hanyalah merupakan potensi secara teoritis. Dalam proses produksi yang sesungguhnya di lapangan, banyak sekali faktor yang dapat mempengaruhi produksi minyak akhir, antara lain kondisi iklim, kesuburan tanah, teknik budidaya, serta proses pemanenan dan prosesing hingga ekstraksi minyak (Vossen, 2004).

Percobaan ini merupakan bagian dari suatu proses penelitian pemuliaan tanaman yang berkesinambungan. Pada populasi tanaman yang sama perlu dilakukan observasi hingga dua tahun berikutnya hingga diperoleh data lengkap mengenai kestabilan produksi hingga tahun kelima. Minyak jarak pagar yang dihasilkan oleh galur-galur mutan terpilih perlu dianalisis lebih lanjut mengenai kandungan unsur kimianya apakah memenuhi syarat sebagai biodiesel. Diharapkan setelah memenuhi seluruh persyaratan resmi dari Departemen Pertanian, galur-galur mutan jarak pagar terpilih dari BATAN nantinya dapat dilepas secara resmi sebagai varietas ke masyarakat.

Tabel 1. Potensi produksi minyak galur-galur mutan jarak pagar dalam setahun

Genotipe	Total Produksi Minyak/Pohon (g)
G1	318,27
G2	227,78
G3	244,84
G4	200,76
G5	284,55
G6	180,22

SIMPULAN

Dari observasi kelima galur mutan harapan jarak pagar dan tetua kontrol yang dilakukan sepanjang tahun 2009, dapat ditarik kesimpulan sbb: Dalam tahun 2009, pemanenan buah jarak pagar memiliki dua puncak musim panen (*peak season*) yaitu pada bulan Mei dan Oktober. Secara keseluruhan, galur mutan G1 menunjukkan produksi jumlah buah, berat buah, berat biji, persentase kandungan minyak, dan potensi produksi minyak tertinggi. Seluruh galur mutan yang diujikan memiliki total potensi produksi minyak dalam setahun yang lebih besar dibandingkan dengan tetua kontrol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu yulidar atas segala bantuannya baik dalam pengumpulan data agronomis di lapangan maupun proses ekstraksi minyak di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

Syah A. (2006). Biodiesel Jarak Pagar, Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan. Agromedia Pustaka. Jakarta. 116 hal.

Prihandana, R dan R, Hendroko. (2006). Petunjuk Budidaya Jarak Pagar. Agromedia Pustaka. Jakarta. 84 hal.

Susantidiana, A. Wijaya, B. Lakitan dan M. Surahman. (2009). "Identifikasi Beberapa Aksesi Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Melalui Analisis RAPD dan Morfologi", J. Agron. Indonesia, 37 (2), 167– 173.

Basha, S. D. dan Sujatha, M. (2007). "Inter and Intra-population Variability of *Jatropha curcas* (L.) Characterized by RAPD and ISSR Markers and Development of Population Specific SCAR Markers", Euphytica 156, 375-386.

Jubera, M.A., B.S. Janagoudar, D.P. Biradar, R.V. Koti dan S.J. Patil. (2009). "Genetic Diversity Analysis of Elite *Jatropha curcas* (L.) Genotypes Using Randomly Amplified Polymorphic DNA Markers", Karnataka J. Agric. Sci., 22 (2), 293-295.

Campa, C., D. Kuhn, D. Diouf, C. Valentin, dan R. Manlay, 2008. "Taxonomy and Biology of the Tropical Plant *Jatropha curcas* L", VANATROP Workshop, Agropolis International Montpellier, 22-24 Oktober 2008.

Mugiono, Dwimahyani, I. dan Haryanto. (2008). "Pemanfaatan Teknik Nuklir pada Tanaman Padi", Padi Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan, Buku I, hal 337-360.

Dwimahyani, I. dan Ishak. (2004). Mutation Breeding and Biotechnology on Jatropha (*Jatropha curcas* L.) for biodiesel future energy. Risalah Pertemuan Ilmiah Yogyakarta, diselenggarakan

oleh PATIR. Batan. Jakarta. hal. 1-9. Agustus 2004.

Mangoendidjojo. W. (2003). Dasar-dasar Pemuliaan Tanaman. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 182 hal.

Dwimahyani, I., Yulidar, dan S. Widiarsih. (2006). Pemanfaatan Teknik nuklir untuk Program Pengembangan Tanaman Jarak (*Jatropha curcas* L.) sebagai bahan Biodiesel. Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Tahun 2005, Jakarta 12 April 2006, ISBN 978-979-3558-07.

St. Pierre, R. (2010). Factors affecting fruit tree production. Fruit to Grow and Pick. GardenLine website, University of Saskatchewan, Canada. http://gardenline.usask.ca/fruit/producti.html. Diakses tanggal 2 Oktober 2010.

Vossen, P. (2004). Understanding olive oil yield quality (factors affecting crop and extraction). Diupload tanggal 21 Januari 2004. http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/1650/17206.pdf. Diakses tanggal 2 Oktober 2010.