

Korelasi Aktivitas Enzim Nitrat Reduktase dan Pertumbuhan Beberapa Genotipe Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) yang Diperlakukan dengan Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D

*Correlation Between Enzyme Nitrate Reductase Activity and Growth of Physic Nut (*Jatropha curcas* Linn) Genotypes as Treated with Growth Regulator 2,4-D*

Krisna Delita, Evriani Mareza dan Ummi Kalsum

Fakultas Pertanian Universitas IBA, Palembang

Jln. Mayor Ruslan

krisna_delita@telkom.net

ABSTRACT

Objective of this study was to observe the correlation between enzyme nitrate reductase activity and growth performances of five physic nut genotypes when treated with 2,4-D. Study was conducted at Faculty of Agriculture IBA University, Palembang from August to November 2007. Experiment was set up in a randomized complete block design with factorial arrangement of the treatments. Five physic nut genotypes (Lampung, Palembang, Lahat, Muara dua, and Curup) were treated with different concentrations of 2,4-D (0, 0,72, 0,96, and 1,44 ppm). The collected data were analyzed using simple correlation analysis with t test at 5% significant level. Results indicated that nitrate reductase activity was positively correlated to plant height, stem circumference, root length, shoot fresh weight, root fresh weight, and root dry weight, but it was negatively correlated to shoot-root ratio. Concentration of 2,4-D affected nitrate reductase activity and correlated to the growth of physic nut.

Keyword : correlation, nitrate reductase activity, growth, physic nut, and growth regulator 2,4-D

PENDAHULUAN

Hasil penelitian pada sejumlah tanaman menunjukkan korelasi positif yang nyata antara kegiatan nitrat reduktase dengan daya hasil. Korelasi positif antara nitrat reduktase pada fase pertumbuhan akan berdampak pada daya hasil yang tinggi. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian pada tanaman jagung, gandum, teh, kakao dan karet menunjukkan aktivitas nitrat reduktase pada fase pertumbuhan awal berkorelasi positif terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman (Kurniawati, 1989). Penelitian Ariefin (1983), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan aktivitas nitrat reduktase pada berbagai klon karet, karena aktivitas enzim nitrat reduktase dipengaruhi oleh faktor genetik yang merupakan hasil sandi dari DNA dan RNA.

Aktivitas nitrat reduktase memberikan indikasi untuk digunakan sebagai kriteria seleksi

pohon induk kopi robusta pada fase awal, karena aktivitas enzim nitrat reduktase sejalan dengan koefisien keragaman genetik, nilai heretabilitas dalam arti luas, kemajuan genetik dan nilai harapan kemajuan genetik. Fenomena tersebut memberikan indikasi bahwa seleksi menggunakan aktivitas enzim nitrat reduktase dapat langsung dilakukan pada populasi awal generasi dan menunjukkan kemajuan genetik yang tinggi.

Aktivitas nitrat reduktase berkorelasi positif dengan daya hasil karena enzim ini merupakan enzim pertama mengkatalis asimilasi nitrogen pada tanaman yang dikendalikan oleh gen, sehingga dapat digunakan untuk menduga metabolisme suatu genotipe. Menurut Nurhayati (2006), pada genotipe padi gogo yang memiliki aktivitas enzim nitrat reduktase tinggi, dihasilkan pertumbuhan yang lebih baik dan produksi yang tinggi. Aktivitas enzim nitrat reduktase diharapkan dapat menduga produksi dan kualitas biji tanaman

jarak pagar, mengingat tanaman ini merupakan tanaman tahunan yang berproduksi pada tahun ketiga. Tanaman jarak pagar perlu mendapat perhatian karena merupakan tanaman masa depan penghasil biodiesel. Menurut Prihandana dan Hendroko (2005), jarak pagar dapat menggantikan bahan bakar minyak (BBM) solar sebesar 10 % untuk transportasi sebesar 12.487.000 kl tahun⁻¹. Selanjutnya dijelaskan oleh Sudradjat (2006), hambatan teknis dalam pengembangan tanaman jarak pagar adalah belum tersedianya klon atau varietas unggul.

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) memiliki banyak sekali genotipe yang tersebar di seluruh Indonesia, termasuk Sumatera bagian Selatan. Diantaranya adalah genotipe Palembang, genotipe Lahat, genotipe Muara Dua, genotipe Lampung dan genotipe Curup. Genotipe tersebut berpotensi untuk menjadi varietas unggul yang menghasilkan kandungan minyak yang tinggi. Masing-masing genotipe dan varietas yang berbeda akan berbeda pula dalam hal kandungan minyak sebagai sumber biodiesel. Kandungan minyak jarak bervariasi antara 28–60%.

Penampilan tanaman merupakan ekspresi dan interaksi antara faktor genetik dan lingkungan. Proses fisiologi yang terjadi diatur oleh kerja enzim di dalam sel. Aktivitas enzim diarahkan oleh kerja hormon tumbuh, salah satunya adalah auksin. Menurut Wattimena (2001), salah satu zat pengatur tumbuh yang mempunyai aktivitas seperti auksin adalah ZPT 2,4-D. Senyawa ini memiliki keunggulan aktivitas sama seperti auksin alami, tidak mudah terdegradasi dan tinggal lama dalam jaringan. Hasil penelitian Delita (2006), pemberian ZPT 2,4-D dengan konsentrasi 1 ppm meningkatkan serapan N pada tanaman kedelai. Hasil Penelitian Podesta (1997), pemberian ZPT 2,4-D dengan konsentrasi 1,22-1,44 ppm berhasil meningkatkan kandungan lemak, protein dan produksi tanaman kedelai hingga 36 %.

Podesta (2005) menyatakan bahwa ZPT 2,4-D pada beberapa tanaman antara lain pada kedelai dan karet berpengaruh baik terhadap pertumbuhan dan produksi.

Penelitian bertujuan untuk melihat korelasi antara aktivitas enzim nitrat reduktase dengan pertumbuhan pada lima genotipe tanaman jarak pagar yang diperlakukan dengan lima taraf

konsentrasi ZPT 2,4-D untuk memprediksi produksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di rumah bayang Fakultas Pertanian Universitas IBA Palembang, dengan ketinggian tempat lebih kurang 5 m dpl. Pelaksanaan dari bulan Agustus – November 2007.

Benih tanaman jarak pagar diambil dari tanaman induk yang terdapat di Agro Techno Park (ATP) di Kecamatan Gelumbang Kabupaten Muara Enim. Tanaman ditanam di dalam polybag ukuran 1 kg dengan media tanah : pupuk kandang 1: 1. Aplikasi ZPT 2,4-D disemprotkan melalui daun pada saat tanaman jarak berumur 14 hst, dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan. Analisis enzim nitrat reduktase dilakukan pada saat tanaman berumur 60 hst pada daun muda yang telah berkembang sempurna menggunakan prosedur baku secara invivo.

Tata letak percobaan di lapangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama yang diteliti adalah lima genotipe jarak pagar yaitu (g_1 = genotipe Lampung, g_2 = genotipe Palembang, g_3 = genotipe Lahat, g_4 = genotipe Muara Dua, dan g_5 = genotipe Curup). Faktor yang kedua adalah empat taraf konsentrasi ZPT 2,4-D (d_1 = tanpa ZPT 2,4-D, d_2 = 0,72 ppm, d_3 = 0,96 ppm, d_4 = 1,20 ppm dan d_5 = 1,44 ppm).

Data dianalisis korelasi untuk melihat keeratan hubungan antara aktivitas nitrat reduktase dengan peubah pertumbuhan tanaman jarak yaitu pertambahan tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), lingkaran batang (cm), panjang akar (cm), berat basah pucuk (g), berat basah akar (g), berat kering pucuk (g), berat kering akar (g) dan ratio pucuk akar tanaman. Menurut Gomez and Gomez (1984) serta Steel and Torrie (1989), untuk melihat keeratan hubungan antara dua parameter adalah dengan menghitung koefisien korelasi dengan rumus:

$$r = \frac{\sum (X-X) \times \sum (Y-Y)}{\sqrt{\sum (X-X)^2 \times \sum (Y-Y)^2}}$$

Dimana:

r = koefisien korelasi

X = data aktivitas nitrat reduktase

Y = data pertumbuhan

Untuk melihat apakah berkorelasi nyata dilakukan dengan uji P dengan menghitung nilai T. Apabila nilai T hitung lebih besar dari T tabel dikatakan berkorelasi nyata dengan rumus:

$$T \text{ hitung} = \frac{r}{S_r} \quad S_r^2 = \frac{1-r^2}{n-2}$$

Dimana:

r = koefisien korelasi

n = jumlah sampel

n-2 = derajat bebas X dan Y

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan koefisien korelasi antara aktivitas nitrat reduktase (X) dan parameter pertumbuhan jarak pagar, yang meliputi penambahan tinggi tanaman, penambahan jumlah

daun, lingkaran batang, panjang akar, berat basah pucuk, berat basah akar, berat kering pucuk, berat kering akar (Y) akibat pengaruh genotipe, konsentrasi ZPT 2,4-D dan interaksi kedua parameter berkorelasi positif.

Berdasarkan hasil perhitungan koefisien korelasi antara aktivitas nitrat reduktase dan parameter pertumbuhan semuanya berkorelasi positif, kecuali ratio pucuk akar berkorelasi negatif (Tabel 1). Aktivitas nitrat reduktase dan penambahan tinggi tanaman berkorelasi positif nyata dengan koefisien korelasi 0,81. Hal ini berarti apabila aktivitas nitrat reduktase tinggi penambahan tinggi tanaman juga meningkat. Hal ini dikarenakan dengan aktivitas nitrat reduktase yang tinggi, diduga metabolisme dan serapan nitrogen meningkat, sehingga asam amino banyak diangkut ke meristem batang dan terbentuk protoplasma sel-sel baru, pada akhirnya terbentuk organ baru berupa batang. Menurut Nurhayati (2006), tingginya aktivitas nitrat reduktase mengakibatkan serapan nitrogen meningkat.

Tabel 1. Koefisien korelasi aktivitas nitrat reduktase dan peubah pertumbuhan akibat pengaruh genotipe tanaman

Aktivitas nitrat reduktase (X)	Peubah yang diamati (Y)	Koefisien korelasi (r)	T hitung
Aktivitas nitrat reduktase	Pertambahan tinggi tanaman	0,81	5,06 n
Aktivitas nitrat reduktase	Pertambahan jumlah daun	0,38	1,46 tn
Aktivitas nitrat reduktase	Lingkaran batang	0,62	2,80 n
Aktivitas nitrat reduktase	Panjang akar	0,73	3,84 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat basah pucuk	0,67	3,35 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat basah akar	0,68	3,40 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat kering pucuk	0,66	3,14 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat kering akar	0,41	1,64 tn
Aktivitas nitrat reduktase	Ratio bagian pucuk akar	-0,51	2,13 n

Keterangan: T_{0,05} (13) = 1,771, tn = tidak nyata, n = nyata

Tabel 2. Koefisien korelasi aktivitas nitrat reduktase dan peubah pertumbuhan akibat pengaruh ZPT 2,4-D

Aktivitas nitrat reduktase (X)	Peubah yang Diamati (Y)	Koefisien korelasi (r)	T hitung
Aktivitas nitrat reduktase	Pertambahan tinggi tanaman	0,64	3,05 n
Aktivitas nitrat reduktase	Pertambahan jumlah daun	0,40	1,60 tn
Aktivitas nitrat reduktase	Lingkaran batang	0,55	2,39 n
Aktivitas nitrat reduktase	Panjang akar	0,35	1,35 tn
Aktivitas nitrat reduktase	Berat basah pucuk	0,65	3,09 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat basah akar	0,72	3,79 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat kering pucuk	0,59	2,68 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat kering akar	0,69	3,45 tn
Aktivitas nitrat reduktase	Ratio bagian pucuk akar	-0,68	3,40 n

Keterangan: T_{0,05} (13) = 1,771, tn = tidak nyata, n = nyata

Tabel 3. Koefisien korelasi aktivitas nitrat reduktase dan pertumbuhan akibat kombinasi perlakuan genotipe dan konsentrasi ZPT 2,4-D

Aktivitas nitrat reduktase (X)	Peubah yang Diamati (Y)	Koefisien korelasi (r)	T hitung
Aktivitas nitrat reduktase	Pertambahan tinggi tanaman	0,49	4,8 n
Aktivitas nitrat reduktase	Pertambahan jumlah daun	0,35	3,18 n
Aktivitas nitrat reduktase	Lingkar batang	0,52	5,22 n
Aktivitas nitrat reduktase	Panjang akar	0,74	9,49 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat basah pucuk	0,61	6,56 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat basah akar	0,73	9,14 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat kering pucuk	0,55	7,05 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat kering akar	0,49	4,8 n
Aktivitas nitrat reduktase	Ratio bagian pucuk akar	-0,40	3,6 n

Keterangan: $T_{0,05}(73) = 1,645$, n = nyata

Tabel 4. Koefisien korelasi antara aktivitas nitrat reduktase dan pertumbuhan tanaman jarak pagar pada masing-masing genotipe

Aktivitas nitrat reduktase (X)	Peubah yang diamati (Y)	Genotipe	Koefisien korelasi (r)	T hitung
Aktivitas nitrat reduktase	Pertambahan tinggi tanaman	g ₁	0,66	3,14 n
		g ₂	0,52	2,17 n
		g ₃	0,55	2,39 n
		g ₄	0,76	4,22 n
		g ₅	0,61	2,77 n
Aktivitas nitrat reduktase	Lingkar batang	g ₁	0,57	2,47 tn
		g ₂	0,45	1,80 tn
		g ₃	0,37	1,42 tn
		g ₄	0,68	3,4 n
		g ₅	0,65	3,09 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat kering pucuk	g ₁	0,62	2,82 n
		g ₂	0,53	2,21 n
		g ₃	0,41	1,64 tn
		g ₄	0,78	4,59 n
		g ₅	0,66	3,14 n
Aktivitas nitrat reduktase	Berat kering akar	g ₁	0,59	2,68 n
		g ₂	0,36	1,38 tn
		g ₃	0,39	1,50 tn
		g ₄	0,75	4,17 n
		g ₅	0,71	3,55 n

Keterangan: $T_{0,05}(13) = 1,711$, n = nyata, tn = tidak nyata

Aktivitas nitrat reduktase juga berkorelasi positif nyata dengan panjang akar dengan koefisien korelasi 0,73. Hal ini dikarenakan meningkatnya aktivitas nitrat reduktase dapat meningkatkan metabolisme dan pembelahan sel di ujung akar sehingga akar memanjang. Menurut Lakitan (2000), daerah ujung akar merupakan daerah meristematik yang aktif membelah akibatnya terjadi pertambahan tinggi tanaman dan akar memanjang.

Aktivitas nitrat reduktase juga berkorelasi positif nyata terhadap berat basah pucuk, berat basah akar, dan berat kering pucuk, hal ini

dikarenakan sel-sel aktif membelah akibatnya penyerapan air meningkat sehingga meningkatkan berat basah tanaman karena tersedianya air yang dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis. Akibatnya akumulasi asimilat juga meningkat yang berdampak pada meningkatnya berat kering pucuk. Menurut Gardner *et al.* (1999), akumulasi asimilat terjadi di daerah source atau sumber dan diangkut ke daerah sink atau pemakai.

Korelasi antara aktivitas nitrat reduktase dan ratio pucuk akar adalah negatif dan nyata dengan koefisien korelasi -0,51. Hal ini dikarenakan peningkatan aktivitas nitrat reduktase

justru menurunkan ratio pucuk akar. Artinya dengan meningkatnya aktivitas nitrat reduktase ratio pucuk akar semakin seimbang. Ratio pucuk akar yang terlalu tinggi menunjukkan ketidakseimbangan pertumbuhan tanaman. Menurut Gardner *et al.* (1999), untuk bibit tanaman tahunan, ratio pucuk akar yang baik berkisar antara 2,5 – 3,5.

Aktivitas nitrat reduktase berpengaruh positif nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman dengan koefisien korelasi 0,64 dan lingkaran batang dengan koefisien korelasi 0,55 (Tabel 2). Koefisien korelasi diatas 0,5 menunjukkan hubungan yang semakin erat. Hal ini menunjukkan peningkatan aktivitas nitrat reduktase dapat meningkatkan tinggi tanaman dan lingkaran batang, karena nitrat reduktase merupakan enzim pertama yang mereduksi nitrat menjadi amonium dalam sintesis protein. Menurut Kurniawati (1989), reduksi nitrat merupakan gatra penting dalam metabolisme pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dengan demikian diawali dengan aktivitas nitrat reduktase membentuk asam amino, protein, sel-sel baru dan organ-organ baru yang pada akhirnya meningkatkan tinggi tanaman dan lingkaran batang.

Aktivitas nitrat reduktase akibat pengaruh perlakuan ZPT 2,4-D berkorelasi positif nyata terhadap berat basah pucuk dengan koefisien korelasi 0,65, berat basah akar (0,72), berat kering pucuk (0,59) dan berat kering akar (0,69). Hal ini dikarenakan pengaruh ZPT 2,4-D pada konsentrasi rendah (0,72 ppm) meningkatkan aktivitas nitrat reduktase sehingga meningkatkan penyerapan air dan laju fotosintesis akibatnya berat basah dan berat kering tanaman meningkat. Menurut Lakitan (2000), hormon tumbuh yang salah satunya auksin, merupakan sarana bagi tumbuhan untuk berkomunikasi antara organ-organnya atau jaringan-jaringannya dalam mengendalikan dan mengkoordinasikan pertumbuhan dan perkembangannya.

Aktivitas nitrat reduktase berkorelasi negatif dengan ratio pucuk akar dengan koefisien korelasi -0,68. Hal ini menunjukkan peningkatan aktivitas nitrat reduktase berarti menurunkan ratio pucuk akar. Menurut Marschner (1999), pertumbuhan pucuk akar diarahkan oleh hormon tumbuh dan ketersediaan nutrisi tanaman. Dalam

hal ini pemberian ZPT 2,4-D pada konsentrasi yang rendah mengarahkan ratio pucuk akar berada dalam keadaan seimbang, sehingga penurunan ratio pucuk akar akibat peningkatan aktivitas nitrat reduktase berdampak baik terhadap pertumbuhan tanaman jarak pagar.

Pada kombinasi perlakuan genotipe dan konsentrasi ZPT 2,4-D, aktivitas nitrat reduktase berkorelasi positif nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman, pertambahan jumlah daun, lingkaran batang, panjang akar, berat basah pucuk, berat basah akar, berat kering pucuk dan berat kering akar (Tabel 3). Hal ini menunjukkan hubungan yang sangat erat antara aktivitas nitrat reduktase dan pertumbuhan tanaman jarak. Genotipe yang memiliki aktivitas nitrat reduktase tinggi akan menghasilkan respon pertumbuhan yang lebih baik. Menurut Alnopri (1999), bahwa nilai heretabilitas aktivitas nitrat reduktase pada tanaman kopi robusta adalah tinggi, artinya aktivitas nitrat reduktase dikendalikan oleh gen yang sederhana sehingga dapat digunakan untuk memprediksikan produksi di awal pertumbuhan. Pada penelitian ini genotipe yang mempunyai aktivitas nitrat reduktase tinggi respon pertumbuhannya juga tinggi, diharapkan produksi dan kandungan minyaknya tinggi.

Aktivitas nitrat reduktase dan pertumbuhan tanaman jarak pagar genotipe Muara Dua (G4) dan genotipe Curup (g₁) berkorelasi positif nyata, yaitu antara aktivitas nitrat reduktase dan tinggi tanaman dengan koefisien korelasi 0,76. Koefisien korelasi diameter batang (0,68), berat kering pucuk (0,78) dan berat kering akar adalah 0,75 (Tabel 4). Koefisien korelasi yang dihasilkan lebih tinggi jika dibandingkan dengan genotipe yang lain, hal ini menunjukkan bahwa aktivitas nitrat reduktase dipengaruhi oleh faktor genetik, sehingga terdapat perbedaan pada masing-masing genotipe. Penelitian Nurhayati (2006), pada kakao juga menunjukkan perbedaan aktivitas nitrat reduktase antara hibrida yang dikendalikan oleh gen.

Pada varietas unggul Lampung (g₁) hubungan antara aktivitas nitrat reduktase dan pertumbuhan juga berkorelasi positif nyata, terkecuali pada peubah lingkaran batang berkorelasi positif tidak nyata. Hal ini diduga karena tanaman jarak pagar merupakan tanaman tahunan sehingga

pada genotipe tertentu respon pertumbuhannya lebih lambat. Gallagher *et al.* (1980) melaporkan bahwa aktivitas nitrat reduktase dikendalikan oleh suatu gen yang dominan.

KESIMPULAN

Aktivitas nitrat reduktase berkorelasi positif nyata terhadap peubah pertumbuhan pertambahan tinggi tanaman, lingkaran batang, panjang akar, berat basah pucuk, berat basah akar, berat kering pucuk, berat kering akar tanaman dan berkorelasi negatif nyata dengan ratio pucuk akar tanaman.

Dari lima genotipe yang diuji, aktivitas nitrat reduktase berkorelasi positif tidak nyata dengan pertumbuhan, akan tetapi genotipe Muara Dua dan Genotipe Curup berkorelasi positif nyata untuk semua peubah pertumbuhan.

Konsentrasi ZPT 2,4-D mempengaruhi aktivitas nitrat reduktase dan pertumbuhan tanaman jarak pagar.

SANWACANA

Kepada Direktur Agro Techno Park yang terletak di Kecamatan Gelumbang Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan, yang telah memberikan bantuan berupa benih tanaman jarak pagar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alnopri. 1999. Studi parametrik genetik sifat aktivitas nitrat reduktase kopi robusta budidaya organik propinsi Bengkulu. *Dalam* Delita, K., K. Agustina, R. J. Purwanto, E. Mareza, U. Kalsum, N. Kesmayanti, Holda dan Lismarlina (Eds.) p. 133-135. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*. Palembang: Fakultas Pertanian Universitas IBA.
- Ariefin. 1997. Kajian kegiatan nitrat reduktase daun karet dan penyakit kulit dalam coklat hubungannya dengan daya hasil. Thesis. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Delita, K. 2006. Pengaruh pemberian 2,4-D terhadap peningkatan penyerapan nitrogen dan produksi kedelai. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian Universitas IBA, Palembang
- Gallagher, L.W., K.M. Saliman, C. Qualsel, R.C. Huffaker and D.W. Rains. 1980. Major gene control of nitrate reductase activity in common wheat. *Crop Sc.* 20(7): 717-721.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1999. *Fisiologi Tanaman Budidaya* (Susilo, H. Ed.). Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research* (2nd ed.). Jhon Wiley and Sons Inc, Canada
- Kurniawati, L. 1989. Kajian kegiatan nitrat reduktase daun berbagai hibrida kakao (*Theobroma cacao L.*). Thesis. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Lakitan, B. 2000. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo, Jakarta
- Marschner, H. 1999. *Mineral Nutrition in Higher Plant*. Academic Press Inc, London
- Nurhayati. 2006. Kajian aktivitas enzim nitrat reduktase pertumbuhan dan hasil beberapa genotipe padi gogo pada tingkat naungan yang berbeda. Laptunilapp, Universitas Lampung, Bandar Lampung
- Podesta, F. 1997. Masukan energi jumlah panas dan konsentrasi 2,4-D terhadap hasil mutu benih dan kualitas gizi kedelai (*Glycine max L.*). Thesis. Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang
- Podesta, F. 2005. 2,4-D serta masa depannya di bidang pertanian. *Majalah Ilmiah Inovasi*, 2(1): 39-48. Universitas IB, Palembang
- Prihandana, R. dan R. Hendroko. 2005. *Petunjuk Budidaya Jarak Pagar*. Agromedia Pustaka, Jakarta
- Silaban, A. 1998. Regresi dan Korelasi. *Dalam* Lakitan, B., E.S. Halim, A. Silaban, Ch.D.Diem, D. Ihsan, E. Rostartina. D.P. Priadi dan D. Tahyudin (Eds.). *Metodologi Penelitian*. Universitas Sriwijaya, Palembang

- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1989. Prinsip dan
Prosedur Statistika suatu Pendekatan
Biometrik (Eds dua).PT. Gramedia,
Jakarta
- Sudradjat, H.R. 2006. Memproduksi Biodiesel
Jarak Pagar. Penebar Swadaya, Jakarta
- Wattimena, G.A. 2001. Zat Pengaruh Tumbuh
Tanaman. Institut Pertanian Bogor, Bogor