

**PENGARUH NAUNGAN PARANET TERHADAP SIFAT
TOLERANSI TANAMAN TALAS (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)**

***EFFECT OF PARANETS SHADE TO TOLERANCE
CHARACTERS OF TARO (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)***

Djukri¹ dan Bambang Sapta Purwoko²

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of paranet shading on physiological characters of taro. Two factors namely shade and clone were used. An experiment was carried out according to split plot design procedure. Shade as main plot consisted of four levels, i.e without shade (0%), shade of 25%, 50%, and 75%, whereas clone as sub plot consisted of 20 taro clones. Result of the experiment showed that under 25% of shading 16, tolerant clones and 4 sensitive clones were obtained, while in 50% of shading, 9 tolerant clones and 11 sensitive clones were obtained, whereas in 75% of shading, 7 tolerant clones and 13 sensitive clones were obtained. Increase of leaf areas and levels of chlorophyll a and b in tolerant clones was higher than those of sensitive clones. Decrease of chlorophyll a and b ratio, corm fresh weight, corm dry weight, corm starch content and leaf nitrogen content of sensitive clones was higher than those of tolerant clones.

Key words: Taro, paranet shade, tolerance characters

INTISARI

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh naungan paranet terhadap karakter fisiologi tanaman talas. Penelitian ini terdiri atas dua faktor yaitu naungan dan klon dengan menggunakan Rancangan Petak Terpisah. Naungan sebagai petak utama terdiri atas naungan paranet 0%, 25%, 50%, dan 75%, sedangkan klon sebagai anak petak terdiri atas 20 klon talas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada naungan 25% terdapat 16 klon talas toleran dan 4 klon peka. Pada naungan 50% terdapat 9 klon toleran dan 11 klon peka, sedangkan pada naungan 75% terdapat 7 klon toleran dan 13 klon peka. Peningkatan luas daun dan kadar klorofil a dan b klon toleran lebih tinggi dibandingkan klon peka. Penurunan rasio klorofil a/b, bobot basah umbi, bobot kering umbi, kadar pati umbi, dan kadar nitrogen daun klon peka lebih tinggi dibandingkan klon toleran.

Kata kunci: Talas, naungan paranet, sifat toleran

¹ Staf Pengajar Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

² Staf Pengajar Departemen Budi Daya Pertanian, Faperta, IPB

PENDAHULUAN

Petani di Indonesia sudah biasa menanam talas di sawah atau di pekarangan. Kendala budidaya talas di pekarangan antara lain kanopi rapat, sehingga intensitas cahaya yang diterima tanaman rendah. Unsur radiasi matahari yang penting bagi tanaman ialah intensitas cahaya, kualitas cahaya, dan lamanya penyinaran. Bila intensitas cahaya yang diterima rendah, maka jumlah cahaya yang diterima oleh setiap luasan permukaan daun dalam jangka waktu tertentu rendah (Gardner *et al.*, 1991). Kondisi kekurangan cahaya berakibat terganggunya metabolisme, sehingga menyebabkan menurunnya laju fotosintesis dan sintesis karbohidrat (Chowdury *et al.*, 1994 ; Sopandie *et al.*, 2003).

Pada kondisi kekurangan cahaya, tanaman berupaya untuk mempertahankan agar fotosintesis tetap berlangsung dalam kondisi intensitas cahaya rendah. Keadaan ini dapat dicapai apabila respirasi juga efisien (Sopandie *et al.*, 2003). Mohr dan Schopfer (1995) menyatakan kemampuan tanaman untuk beradaptasi terhadap lingkungan ditentukan oleh sifat genetik tanaman. Secara genetik, tanaman yang toleran terhadap naungan mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan.

Taiz dan Zeiger (1991) menyatakan distribusi spektrum cahaya matahari yang diterima oleh daun di permukaan tajuk ($1900 \text{ umol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) lebih besar dibanding dengan daun di bawah naungan ($17.7 \text{ umol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Pada kondisi ternaungi cahaya yang dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis sangat sedikit. Cruz (1997) menyatakan naungan dapat mengurangi enzim fotosintetik yang berfungsi sebagai katalisator dalam fiksasi CO_2 dan menurunkan titik kompensasi cahaya.

Pengaruh intensitas cahaya rendah terhadap hasil pada berbagai komoditi sudah banyak dilaporkan. Naungan 50% pada padi genotipe peka menyebabkan jumlah gabah/malai kecil serta persentase gabah hampa yang tinggi, sehingga produksi biji rendah (Sopandie *et al.*, 2003). Intensitas cahaya rendah pada saat pembungaan padi dapat menurunkan karbohidrat yang terbentuk, sehingga menyebabkan meningkatnya gabah hampa (Chaturvedi *et al.*, 1994). Intensitas cahaya rendah menurunkan hasil kedelai (Asadi *et al.*, 1997), jagung (Andre *et al.*, 1993), padi gogo (Supriyono *et al.*, 2000), ubi jalar (Nurhayati *et al.*, 1985), dan talas (Caiger, 1986 ; Wirawati *et al.*, 2002). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang mekanisme adaptasi tanaman talas terhadap intensitas cahaya rendah.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan ialah tanaman talas sebanyak 20 klon yaitu klon-klon T5, T14, T17, T21, T160, T169, T176, T395, T397, T417, T500, T571, T583, T603, T606, T607, T608, T610, T621, dan T638. Bahan-bahan lainnya ialah paranet 25%, 50%, dan 75%, pupuk kandang dengan dosis 200 g/tanaman yang diberikan pada saat sebelum tanam. Pupuk N, P, K dengan dosis 90 kg urea/ha, 100 kg SP_{36} /ha, dan 100 kg KCl/ha yang diberikan pada saat tanaman talas berumur empat bulan setelah tanam, insektisida, bambu, dan bahan pembantu untuk penanaman. Bahan kimia yang digunakan antara lain bahan kimia untuk analisis klorofil, N daun, dan pati umbi.

Percobaan ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah dengan tiga blok sebagai ulangan dengan jarak tanam 80 cm x 80 cm. Faktor naungan sebagai petak utama adalah

empat taraf naungan, masing-masing: N_0 = tanpa naungan, N_1 = naungan 25%, N_2 = naungan 50%, dan N_3 = naungan 75%. Faktor ke dua sebagai anak petak terdiri atas 20 klon talas. Pemberian naungan paranet dilakukan pada saat talas umur dua bulan setelah tanam. Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis varian. Apabila terdapat perbedaan, dilanjutkan dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dan DMRT dengan taraf nyata 5% (Gomez dan Gomez, 1995).

Pengamatan dilakukan terhadap luas daun (Sitompul dan Guritno, 1995), kandungan klorofil a dan b (Arnon, 1949), nitrogen daun (Yoshida *et al.*, 1976), pati umbi (Apriyantono *et al.*, 1989), dan bobot kering umbi pada saat panen (umur 28 minggu setelah tanam).

Cara menentukan kriteria toleransi talas terhadap naungan dilakukan dengan mengukur bobot kering umbi. Pengujian dilakukan menggunakan uji t dari penurunan bobot kering umbi talas ternaungi terhadap kontrol. Langkah pertama pengujian dengan melakukan uji t pengaruh naungan terhadap bobot kering umbi tanpa memperhatikan tingkat persentase naungan. Selanjutnya dilakukan uji t terhadap masing-masing klon dengan menghitung kuadrat tengah sisa dan nilai t hitung. Hasil penghitungan t hitung dibandingkan dengan t tabel pada taraf nyata 5% dan 1%. Bila t hitung lebih besar dari pada t tabel artinya berbeda nyata (termasuk kelompok peka) dan bila lebih kecil dari t tabel artinya tidak berbeda nyata (termasuk kelompok toleran).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa naungan paranet berpengaruh nyata terhadap penurunan bobot kering umbi (Tabel 1). Berdasarkan penurunan bobot kering umbi (Tabel 1), hasil uji toleransi terhadap 20 klon talas yang diteliti terdapat klon-klon toleran dan peka pada naungan paranet 25%, 50%, dan 75%. Hasil relatif (persen terhadap kontrol) bobot kering umbi pada naungan 25% berkisar antara 36.7-102.1%, yang keragamannya lebih tinggi dibandingkan dengan hasil relatif pada naungan 50% (28.1-87.9%) dan naungan 75% (24.5-91.7%). Sahardi (2000) menyatakan bahwa penyaringan genotipe toleran padi gogo berdasarkan penurunan hasil relatif yang mempunyai keragaman tinggi yaitu naungan karet 3 tahun yang setara dengan naungan 50%.

Berdasarkan hasil penentuan kriteria toleransi, sebaran klon toleran ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan 16 klon toleran dan 4 klon peka pada naungan paranet 25%. Pada naungan 50% diperoleh 9 klon toleran dan 11 klon peka, sedangkan pada naungan 75% diperoleh 7 klon toleran dan 13 klon peka. Gambar 1 juga menunjukkan 7 klon yang toleran pada tiga tingkat naungan ialah klon T14, T21, T583, T606, T607, T608, dan T638.

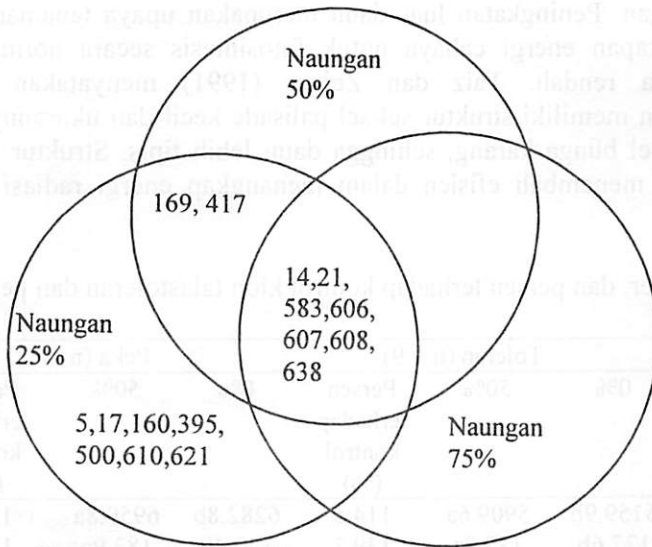
Pada penelitian ini keragaman tertinggi penurunan hasil relatif bobot kering umbi ialah naungan 25%, tetapi bila memperhatikan jumlah klon talas toleran pada naungan 25% diperoleh 16 klon yang lebih banyak dibandingkan naungan 50% (9 klon toleran) dan 7 klon toleran pada naungan 75%. Atas dasar klon toleran yang diperoleh, naungan 25% masih terlalu kasar untuk menyaring klon talas toleran dan naungan 75% terlalu halus. Dengan pertimbangan perolehan klon toleran pada ke tiga tingkat naungan tersebut, maka pada penelitian ini dipilih naungan 50% untuk menyaring talas toleran. Elfarsna (2000) menyatakan bahwa untuk verifikasi hasil kedelai toleran naungan digunakan naungan buatan 50%.

Tabel 1. Pengaruh naungan terhadap bobot kering (g) umbi pada umur 28 MST

Klon Talas	Tingkat Naungan (%)			
	0	25	50	75
Talas (5)	121.4	77.6(63.9)	50.7(41.8)	52.8(43.5)
Talas Sutra (14)	116.9	94.6(80.9)	71.9(61.6)	95.3(81.5)
Talas (17)	88.5	66.8(75.4)	41.8(47.2)	36.1(40.8)
Talas (21)	96.3	76.8 (79.8)	70.2(72.9)	64.2(66.7)
T.Lompong (160)	57.1	51.3(89.9)	27.7(48.6)	29.1(50.8)
Talas Bogor (169)	189.8	136.0(71.7)	157.4(82.9)	111.2(60.2)
Talas Balong Bodas (176)	73.9	27.1(36.7)	20.7(28.1)	26.0(35.2)
Talas (395)	33.9	29.9(88.4)	20.0(59.2)	18.5(54.6)
Talas Gatal (397)	29.3	14.4(49.2)	12.0(41.1)	11.2(38.1)
TalasSalak (417)	227.1	161.0(70.9)	145.3(64.0)	136.9(60.3)
Talas Amargo(500)	65.9	45.4(68.8)	27.8(42.1)	27.5(41.6)
Talas Hijau Bergaris (571)	132.2	72.3(54.7)	41.0(31.0)	44.3(33.5)
Talas Hijau Ungu (583)	78.2	53.5(68.4)	52.1(66.5)	48.7(62.2)
Talas (603)	120.3	60.2(50.0)	40.6(33.7)	30.1(24.9)
Talas (606)	271.3	250.6(92.4)	193.8(71.4)	215.6(79.5)
Talas (607)	284.1	254.3(89.5)	249.8(87.9)	260.5(91.7)
Talas (608)	256.1	209.9(81.9)	194.0(75.8)	160.8(62.8)
Talas (610)	217.7	145.4(66.8)	120.6(55.4)	123.3(56.6)
Talas (621)	167.4	113.5(67.8)	65.7(39.3)	86.3(51.6)
T.Kelintingan(638)	171.7	175.3(102.1)	132.4(77.1)	130.9(76.2)
Rata-rata	140.0A	97.4(69.6)B	85.9(61.4)C	84.9(60.7)C

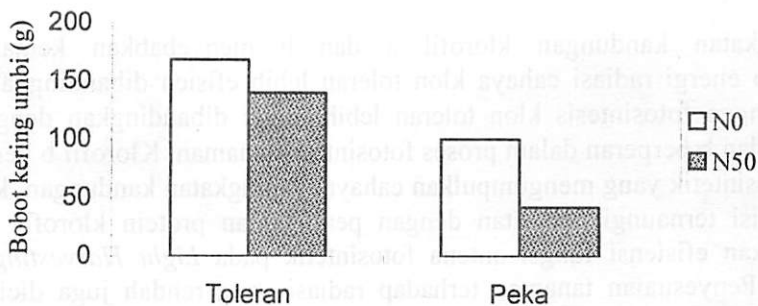
Keterangan: -Huruf yang sama pada baris menunjukkan pengaruh yang tidak nyata dengan DMRT pada taraf 5%.

-Angka dalam tanda kurung menunjukkan persentase relatif terhadap control (%).



Gambar 1. Sebaran klon toleran pada naungan 25%, 50%, dan 75%

Pada naungan 50%, penurunan bobot kering umbi klon toleran dan peka bila dibandingkan dengan naungan 0% tersaji pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa penurunan bobot kering umbi pada naungan paranet 50% lebih tinggi klon peka dibandingkan dengan klon toleran. Naungan 50% dipilih karena dapat menyeleksi lebih baik dibandingkan naungan 25% dan 75%.



Gambar 2. Penurunan bobot kering umbi (g) klon toleran dan peka pada naungan paranet 50%

Perubahan berbagai karakter klon talas toleran dan peka pada naungan 50% disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa talas yang tumbuh di bawah naungan memperlihatkan karakter yang berbeda dengan talas tanpa naungan. Pada naungan 50% karakter luas daun, kadar klorofil a dan b meningkat lebih tinggi pada klon toleran dibandingkan dengan klon peka. Karakter rasio klorofil a/b, kadar nitrogen daun, kadar

pati umbi, bobot basah umbi, dan bobot kering umbi menurun lebih banyak pada klon peka dibandingkan dengan klon toleran.

Peningkatan luas daun pada dasarnya merupakan kemampuan tanaman dalam mengatasi cekaman naungan. Peningkatan luas daun merupakan upaya tanaman dalam mengefisienkan penangkapan energi cahaya untuk fotosintesis secara normal pada kondisi intensitas cahaya rendah. Taiz dan Zeiger (1991) menyatakan daun tanaman toleran naungan memiliki struktur sel-sel palisade kecil dan ukurannya tidak jauh berbeda dengan sel-sel bunga karang, sehingga daun lebih tipis. Struktur tersebut lebih berongga dan akan menambah efisien dalam menangkap energi radiasi cahaya untuk proses fotosintesis.

Tabel 2. Perubahan karakter, dan persen terhadap kontrol klon talastoleran dan peka pada naungan 50%

Karakter	Toleran (n = 9)			Peka (n = 11)		
	0%	50%	Persen terhadap kontrol (%)	0%	50%	Persen terhadap kontrol (%)
Luas daun (cm ²)	5159.9b	5909.6a	114.5	6282.8b	6959.8a	110.8
Kadar klorofil a (mg/g)	127.6b	177.8a	139.3	140.4b	183.9a	131.0
Kadar klorofil b (mg/g)	46.8b	69.8a	149.1	53.7b	74.0a	137.8
Rasio klorofil a/b	2.76a	2.56a	92.8	2.94a	2.49b	84.7
Kadar N daun (mg/g)	16.1a	12.3b	76.4	16.8a	12.6b	75.0
Kadar pati umbi (%)	45.0a	32.3b	71.8	46.2a	27.9b	60.4
Bobot basah umbi (g)	554.3a	517.6b	93.4	548.0a	271.8b	49.6
Bobot kering umbi (g)	187.9a	140.8b	74.5	180.7a	72.6b	40.2

Keterangan: Huruf yang sama pada baris menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji t ($\alpha = 0.05$)

Peningkatan kandungan klorofil a dan b menyebabkan kemampuan dalam menangkap energi radiasi cahaya klon toleran lebih efisien dibandingkan dengan klon peka, sehingga fotosintesis klon toleran lebih tinggi dibandingkan dengan klon peka. Klorofil a dan b berperan dalam proses fotosintesis tanaman. Klorofil b berfungsi sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan cahaya. Peningkatan kandungan klorofil b yang pada kondisi ternaungi berkaitan dengan peningkatan protein klorofil sehingga akan meningkatkan efisiensi fungsi antena fotosintetik pada *Light Harvesting Complex II* (LHC II). Penyesuaian tanaman terhadap radiasi yang rendah juga dicirikan dengan membesarnya antena untuk fotosistem II. Membesarnya antena untuk fotosistem II akan meningkatkan efisiensi pemanenan cahaya (Hidema *et al.*, 1992).

Klorofil b berfungsi sebagai antena yang mengumpulkan cahaya untuk kemudian ditransfer ke pusat reaksi. Pusat reaksi tersusun dari klorofil a. Energi cahaya akan diubah menjadi energi kimia di pusat reaksi yang kemudian dapat digunakan untuk proses reduksi dalam fotosintesis (Taiz dan Zeiger, 1991). Peningkatan kadar klorofil a dan b merupakan bukti kemampuan tanaman talas untuk tumbuh di bawah kondisi cahaya rendah (Johnston dan Onwueme, 1996), dan menurut Sahardi (2000) bukti ini merupakan salah satu bentuk mekanisme toleransi terhadap naungan.

Tabel 2 menunjukkan bahwa peningkatan kadar klorofil b pada klon peka cukup drastis dengan indikator penurunan rasio klorofil a/b (15.3%) lebih tinggi dibandingkan dengan klon toleran (7.2%). Peningkatan kadar klorofil b yang lebih tinggi dibandingkan klorofil a pada klon peka, merupakan upaya tanaman untuk meningkatkan antenna dalam penangkapan energi cahaya untuk fotosintesis. Fotosintat dalam bentuk pati akan tersimpan antara lain dalam umbi, yang pada klon peka kadarnya lebih kecil dibandingkan dengan klon toleran. Peningkatan kadar klorofil b tersebut rupanya belum mampu mengatasi penurunan hasil.

Penurunan hasil dalam bentuk bobot basah umbi klon peka (50.4%) lebih tinggi dibandingkan dengan klon toleran (6.6%), dan penurunan bobot kering umbi klon peka (59.8%) juga lebih tinggi dibandingkan dengan klon toleran (25.5%). Naungan mengurangi radiasi sinar utama yang aktif pada fotosintesis yang berakibat menurunnya asimilasi neto (Lambers *et al.*, 1998), sehingga fotosintat yang disimpan di dalam organ penyimpanan seperti umbi menurun (Schaffer, 1996), akibatnya terjadi penurunan kadar pati umbi, bobot basah umbi, dan bobot kering umbi.

Pertumbuhan tanaman erat kaitannya dengan hara yang diserap dari dalam tanah, termasuk unsur nitrogen. Tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan yang nyata kadar nitrogen daun klon peka (25.0%) sedikit lebih besar dibandingkan dengan klon toleran (23.6%). Klon toleran dalam menggunakan nitrogen kemungkinan difokuskan pada sintesis klorofil a dan b, sehingga kadar klorofil a dan b meningkat lebih banyak pada klon toleran (39.3% dan 49.1%) dibandingkan dengan klon peka (31.0% dan 37.8%). Nitrogen erat kaitannya dengan sintesis klorofil (Salisbury dan Ross, 1992) dan sintesis protein maupun enzim (Schaffer, 1996). Enzim (rubisco) berperan sebagai katalisator dalam fiksasi CO₂ yang dibutuhkan tanaman untuk fotosintesis (Salisbury dan Ross, 1992 ; Schaffer, 1996). Penurunan kadar nitrogen tanaman berpengaruh terhadap fotosintesis baik lewat kandungan klorofil maupun enzim fotosintetik sehingga menurunkan fotosintat (pati) yang terbentuk, selanjutnya akan menurunkan bobot basah umbi dan bobot kering umbi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan:

1. Peningkatan luas daun, kadar klorofil a, dan kadar klorofil b klon toleran lebih tinggi dibandingkan klon peka. Penurunan rasio klorofil a/b, bobot basah umbi, bobot kering umbi, kadar pati umbi, kadar nitrogen daun klon peka lebih tinggi dibandingkan klon toleran.
2. Pada naungan paranet naungan 50% dapat dipisahkan 9 klon toleran dan 11 klon peka.
3. Naungan 50 % digunakan dapat digunakan untuk seleksi karena didasarkan atas perolehan klon toleran yang lebih baik dibanding naungan 25% dan 75%.

SARAN

Perlu dilakukan verifikasi lebih lanjut dalam kondisi naungan alami, misalnya di bawah tegakan karet umur 3 tahun yang tingkat naungannya kurang lebih 50%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andre FH, Uhart SH, Frugone MI. 1993. Intercepted Radiation at Flowering and Kernel Number in Maize: Shade versus Plant Density Effects. *Crop Sci* 33: 482-485.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyo S. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor. IPB Press.
- Arnon DI. 1949. Copper Enzymes in Isolated Chloroplast, Poliphenol Oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol* 24:1-15
- Asadi D, Arsyad M, Zahara H, Darmijati. 1997. Pemuliaan Kedelai untuk Toleran Naungan dan Tumpangsari. *Buletin Agrobio*. Vol. 1. No. 2. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor. hal:15-20
- Caiger S. 1986. Effect of Shade on Yield of Taro Cultivars in Tuvalu. *Agric. Bulletin* 11(2):66-68.
- Chaturvedi GS, Ram PC, Singh AK, Ram P, Ingram KT, Singh BB, Singh RK, Singh VK. 1994. Carbohydrate Status of Rainfed Lowland Rice in Relation to Submergence, Drought and Shade Tolerance. In Proceeding: *Physiology of Stress Tolerance in Rice*. Los Banos: IRRI Philippines. hal:104-122.
- Chowdury PK, Thangaraj M, and Jayapragasam. 1994. Biochemical Changes in Low Irradiance Tolerant and Susceptible Rice Cultivars. *Biol. Plantarum*. 36(2): 237-242.
- Cruz P. 1997. Effect of Shade on the Growth and Mineral Nutrition of C₄ Perennial Grass Under Field Conditions. *Plant and Soil* 188:227-237
- Elfarisna. 2000. *Adaptasi Kedelai terhadap Naungan : Studi Morfologi dan Anatomi*. Tesis S₂. Program Pascasarjana. IPB Bogor.
- Gardner FP, Pearce RB, and Mitchell RL. 1991. *Physiology of Crop Plants*. Diterjemahkan oleh H.Susilo. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Gomez KA, Gomez AA. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Edisi Kedua. (Diterjemahkan oleh Endang Sjamsuddin dan Yustika S Baharsjah). Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Hidema J, Makino A, Kurita Y, Mae T, Ohjima K. 1992. Changes in the Level of Chlorophyll and Light-harvesting Chlorophyll a/b Protein PS II in Rice Leaves Agent Under Different Irradiances from Full Expansion Through Senescence. *Plant Cell Physiol* 33(8): 1209-1214.
- Johnston M, Onwueme IC. 1998. Effect of Shade on Photosynthetic Pigments in the Tropical Root Crops: Yam, Taro, Tannia, Cassava and Sweet Potato. *Exp Agric* 34:301-312.
- Lambers H, Chapin FS, Pons TL. 1998. *Plant Physiological Ecology*. New York. Springer Verlag New York Inc. pp:299-321
- Mohr H, Schopfer P. 1995. *Plant Physiology*. Translated by Gudrun and D.W. Lawlor. Springer.
- Nurhayati AP, Lontoh, Koswara J. 1985. Pengaruh Intensitas dan Saat Pemberian Naungan terhadap Produksi Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lamp.). *Bul. Agr* 16:28-38.

- Sahardi. 2000. *Studi Karakteristik Anatomi dan Morfologi serta Pewarisan Sifat Toleransi terhadap Naungan pada Padi Gogo (Oryza sativa L)*. Disertasi. IPB Bogor. hal:1-3.
- Salisbury FB and Ross CW. 1992. *Plant Physiology*. 4th Edition. California. Wadsworth Publ. Co.
- Schaffer AA. 1996. *Photoassimilate Distribution in Plant and Crops*. New York. Marcel Dekker, Inc. pp: 1-16
- Sitompul SM dan Guritno B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. hal:412.
- Sopandie D, Chozin MA, Sastrosumarjo S, Juhaeti T, dan Sahardi. 2003. Toleransi Padi Gogo terhadap Naungan. *Hayati*. 10(2): 71-75.
- Supriyono B, Chozin MA, Sopandie D, dan Darusman LK. 2000. Perimbangan Pati-Sukrosa dan Aktivitas Enzim Sukrosa Fosfat Sintase pada Padi Gogo yang Toleran dan Peka terhadap Naungan. *Hayati*. 7(2):31-34.
- Taiz L and Zeiger E. 1991. *Plant Physiology*. Tokyo. The Benyamin/Cumming Publishing Company Inc. p: 219-247.
- Wirawati T, B. S. Purwoko, D. Sopandie, I.Hanarida. 2002. *Studi Fisiologi Adaptasi Talas terhadap Kondisi Naungan*. Seminar Program Pasca Sarjana. Program Pascasarjana, IPB. Bogor.
- Yoshida S, Forno D, Cock J and Gomez KA. 1976. *Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice*. The IRRI. Philippines.