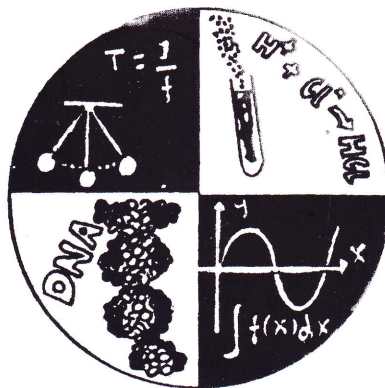


ISSN 1412-3770

JURNAL ILMIAH
SAINS

Volume 10 Nomor 1, April 2010



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SAM RATULANGI
MANADO**

JURNAL ILMIAH S A I N S

ISI/CONTENTS

- | | | | |
|---|---|---|---------|
| 1 | Perubahan Luas Daerah Jelajah Monyet Hitam Sulawesi (<i>Macaca nigra</i>) di Daerah Cagar Alam Tangkoko-Batuangus, Sulawesi Utara (<i>Home Range Wide Change of Sulawesi Crested Black Macaques (Macaca nigra) at Tangkoko-Batuangus Nature Reserve, North Sulawesi</i>) | <u>Saroyo</u> | 1 – 5 |
| 2 | Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Mata Menggunakan Fuzzy Logic (<i>Expert System for Eyes Disease Diagnosed Using Fuzzy Logic</i>) | <u>Jullia Titaley dan
Luther Latumakulita</u> | 6 – 12 |
| 3 | Analisis Spesiasi Asam Berbasis Tiga (<i>Analysis of Triprotic Acid Speciation</i>) | <u>Harry S.J. Koleangan</u> | 13 – 19 |
| 4 | Kualitas Es Krim Probiotik Ubi Jalar (<i>Ipomea batatas, L.</i>) Menggunakan <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , dan <i>Bifidobacterium logum</i> (<i>Quality of Ice Cream Probiotic Sweet Potato (Ipomea batatas, L.) Using Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus rhamnosus, and Bifidobacterium logum</i>) | <u>Afriza Yelnetty</u> | 20 – 27 |
| 5 | Daya Tahan Spermatozoa dalam Serum Darah Sapi Pasca Pematangan (<i>The Spermatozoa Survival Rate in the Cow Blood Serum after Slaughtered</i>) | <u>Lalu Wahyudi</u> | 28 – 35 |
| 6 | Pengaruh Paparan Debu Silika Terhadap Volume dan Kapasitas Paru Pekerja Pemecah Batu di Desa Tateli Kabupaten Minahasa (<i>The Effects of Exposure to Silica Debris on the Lung Volumes and Capacities Stone Crusher Workers at Tateli Village Minahasa Regency</i>) | <u>Harry Lengkong</u> | 36 – 41 |
| 7 | <i>Pagenumber of Products $C_m \times C_n$ of Cycles</i> | <u>Christie E.J.C. Montolalu</u> | 42 – 49 |

- 8 Analisis Vegetasi di Cagar Alam Tangkoko-Batuangus Bitung Sulawesi Utara
(*Analysis of Vegetation at Tangkoko-Batuangus, Bitung North Sulawesi*)
Hanny H. Pontororing 50 – 54
- 9 Tinjauan Teoritik Efek Termal pada Perambatan Gelombang Elektromagnet dalam Bahan Dielektrik
Seni H.J. Tongkukut 55 – 60
- 10 Kualitas Air Sumur Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah di Sumopmo Manado
Audy D. Wuntu,
Jemmy Abidjulu dan
Yurike Lensun 61 – 65
- 11 Analisis Kebijakan Pengelolaan Ekosistem Hutan Mangrove Berkelanjutan di Kabupaten Seram Bagian Barat Maluku (*The Policy Analysis of Sustainable Mangrove Forest Ecosystem Management in Western Part of Seram Regency, Maluku*)
Debby V. Pattimahu,
Cecep Kusmana, Hartrisari
Harjomidjojo dan Dudung
Darusman 66 – 74
- 12 Optimisasi Rute Distribusi Barang dengan Menggunakan Metode Heuristik (*Optimization of Commodities Distribution Routes Using Heuristic Methods*)
Deiby T. Salaki dan
Altien J. Rindengan 75 – 80
- 13 Analisis Tingkat Keracunan Petani dalam Menggunakan Pestisida di Kecamatan Modinding Kabupaten Minahasa Selatan (*Level of Poisoning in Farmers that used Pesticide in Modinding, South Minahasa*)
Stella Deiby Umboh 81 – 85
- 14 Pengujian Kandungan Klorofil Total, Klorofil A dan B sebagai Indikator Cekaman Kekeringan pada Padi (*Oryza sativa L.*) (*Evaluation of Concentration of Total Chlorophyll, Chlorophyll A and B in Leave as Indicators of Water Deficit in Rice (Oryza sativa L.)*)
Nio Song Ai 86 – 90
- 15 Tingkat Pencemaran *Escherichia coli* di Danau Tondano Kabupaten Minahasa (*Pollution Rate of Escherichia coli at Tondano Lake Minahasa*)
Oksfriani Jufri Sumampouw 91 – 98
- 16 Program Aplikasi untuk Penentuan Parameter Persamaan Van Deemter Menggunakan VB.NET 2008 (*An Application Program to Determine Parameters in Van Deemter Equation Using VB.NET 2008*)
Harry S.J. Koleangan 99 – 105

- 17 Penentuan Kanal pada Trafik Telepon dengan Menggunakan Distribusi Erlang-B
Mans L. Mananohas 106 – 111
- 18 Evaluasi Penambangan Emas PT. ABM di Lanut Kabupaen Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara (*The Evaluation of Gold Mining PT. Avocet Bolaang Mongondow (ABM) in Lanut Bolaang Mongondow District, North Sulawesi*)
Martha H.M. Kawatu 112 – 116
- 19 Isolasi Gingerol pada Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale Roscoe*) (*Isolation Gingerol from Red Ginger Rhizome (Zingiber officinale Roscoe)*)
Meiske S. Sangi 117 – 125
- 20 Pengaruh Penambahan Sukrosa dan Lama Penyimpanan dingin Terhadap Kualitas Sosis Sapi Terfermentasi oleh *Lactobacillus plantarum* (*The Effect of Sucrose Addition and Storage Period at Low Temperature on Beef Meat Sausage Fermented by Lactobacillus plantarum*)
Rahmawaty Hadju dan
Afriza Yelnetty 126 – 131
- 21 Analisis Perilaku Monyet Hitam Sulawesi (*Macaca nigra*) di Cagar Alam Tangkoko-Batuangus Bitung Sulawesi Utara (*Analysis of Black Macaques (Macaca nigra) Behavior at Tangkoko-Batuangus Nature Reserve, Bitung North Sulawesi*)
Hanny H. Pontororing 132 – 135
- 22 Efikasi Residu Kubis dan Solarisasi Tanah Terhadap Penyakit Layu Sklerotium pada Kedelai (*Efficacy of Cabbage Residu and Soil Solarization to Sclerotium Wilt Disease*)
Stella Deiby Umboh, dan
Guntur S.J. Manengkey 136 – 140
- 23 Kandungan Klorofil dan Lilin Epikutikular Daun Kelapa (*Cocos nucifera L.*) di Daerah Lahan Kering Iklim Kering dan Iklim Basah (*The Chlorophyll and Epicuticular Wax Content of Coconut Leaves (Cocos nucifera L.) from Dry Land with Dry Climate and Dry Land with Wet Climate*)
Maureen Kumaunang 141 – 145
- 24 Kajian Nutrisi dari Minyak Kelapa Mengandung Karotenoid Wortel (*Nutritional Study of Coconut Oil Containing Carotenoid of Carrot*)
Lidya I. Momuat 146 – 151
- 25 Pemetaan Kualitas SMA-SMA di Kota Manado dengan Menggunakan Analisis Biplot (*Mapping of Quality Senior High Schools in Manado Using Biplot Analysis*)
Djoni Hatidja, 152 – 159

**PENGUJIAN KANDUNGAN KLOOROFIL TOTAL, KLOOROFIL A DAN B
SEBAGAI INDIKATOR CEKAMAN KEKERINGAN
PADA PADI (*Oryza sativa* L.)¹⁾**

Nio Song Ai²⁾

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh cekaman kekeringan pada kandungan klorofil total, klorofil a dan klorofil b pada daun padi (*Oryza sativa* L.). Polietilen glikol (PEG) 1000 digunakan untuk cekaman kekeringan dengan potensial air 0 (hanya akuades dan tanpa PEG); -0,25; -0,50; -0,75 dan -1,0 atm. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kandungan klorofil total, klorofil a dan klorofil b pada daun padi yang ditumbuhkan pada media tanah dan disirami dengan larutan PEG 0; -0,25; -0,50; -0,75 dan -1,0 atm. Kecambah padi yang berumur 4 minggu ditanam pada pot yang berisi tanah yang sudah dikeringanginkan dan disirami dengan akuades sampai kapasitas lapang selama seminggu. Tanaman padi kontrol disirami dengan PEG 0 atm, sedangkan cekaman kekeringan diberikan dengan menyiram tanaman padi dengan larutan PEG -0,25; -0,50; -0,75 dan -1,0 atm selama 3 minggu. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan kandungan klorofil total dan klorofil a antara daun tanaman kontrol dan daun tanaman yang tercekam kekeringan. Kandungan klorofil total dan klorofil a pada daun padi yang disiram dengan larutan PEG 0 atm adalah tertinggi, sedangkan kandungan terendah terdapat pada daun padi yang disirami dengan larutan PEG -1,0 atm. Dengan demikian kandungan klorofil total dan klorofil a pada daun potensial dipakai sebagai indikator cekaman kekeringan pada padi.

Kata kunci: klorofil a dan b, polietilen glikol, klorofil total, cekaman kekeringan

**EVALUATION OF CONCENTRATION OF TOTAL CHLOROPHYLL,
CHLOROPHYLL A AND B IN LEAVE AS INDICATORS OF WATER DEFICIT
IN RICE (*Oryza sativa* L.)**

ABSTRACT

The effect of water deficit on concentrations of total chlorophyll, chlorophyll a and b in leaves was studied on rice (*Oryza sativa* L.). Polyethylene glycol (PEG) 1000, a non penetrating osmotic agent, was used for water deficit treatments, i.e. PEG 0, -0.25, -0.50, -0.75 and -1.0 atm. PEG 0 atm was aquadest only without PEG 1000. The objective of this research was to compare concentrations of total chlorophyll, chlorophyll a and b in leaves among the rice plants grown in soil and watered with PEG 0, -0.25, -0.50, -0.75 and -1.0 atm. The 4-week seedlings were planted on dried soil in containers and watered with aquadest until field capacity for a week. Well-watered plants were watered with PEG 0 atm and water-deficit plants were watered with PEG -0.25, -0.50, -0.75 and -1.0 atm for 3 weeks. The results showed differences in concentrations of total chlorophyll and chlorophyll a in leaves of well-watered and water-deficit plants. The highest concentrations of total chlorophyll and chlorophyll a in leaves were on plants watered with PEG 0 atm and the lowest were on water-deficit plants treated with PEG -1.0 atm. Total chlorophyll and chlorophyll a in leaves could be used as indicators of water deficit in rice.

Keywords: chlorophyll a and b, polyethylene glycol, total chlorophyll, water-deficit

PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini banyak diberitakan tentang bencana kekeringan di berbagai lahan beserta semua kerugian yang ditimbulkannya. Penyebab utama terjadinya kekeringan di musim kemarau ini adalah makin terbatasnya

daya dukung daerah, yaitu kemampuan lahan untuk menahan air akibat pesatnya perkembangan penduduk. Keadaan ini menyebabkan penurunan produksi padi yang merupakan bahan makanan pokok di Indonesia. Kekeringan menyebabkan 11-25%

1) Penelitian Dosen Muda Tahun 2004

2) Program Studi Biologi FMIPA UNSRAT, Manado

kerugian produksi padi di Asia Timur dan Asia Tenggara (Upadhyaya, 1994).

Lingkungan yang ekstrim ialah lingkungan yang dapat menimbulkan cekaman pada tumbuhan. Penyebab cekaman dapat berupa berbagai bahan kimia dan faktor-faktor fisik yang bersifat permanen maupun dapat balik. Kekeringan dapat merupakan cekaman primer maupun cekaman sekunder. Cekaman primer disebabkan oleh kekurangan air di lingkungan sekitar tumbuhan, sedangkan cekaman sekunder diinduksi oleh keadaan dingin, pembekuan, panas atau kadar garam. Sel tumbuhan yang telah kehilangan air dan mempunyai tekanan turgor yang lebih rendah daripada nilai maksimumnya dikatakan mengalami cekaman air (Darusman *et al.*, 1991; Tal, 1983; Fitter dan Hay, 1994).

Cekaman air dapat dibedakan dalam 3 kelas, yaitu cekaman ringan, sedang dan berat. Cekaman air dari tingkat rendah sampai tinggi dapat mempengaruhi beberapa proses maupun parameter pada tumbuhan, seperti pertumbuhan sel, sintesis dinding sel, pembentukan protoklorofil, kandungan nitrat reduktase, akumulasi asam absisat, kandungan sitokinin, membuka menutupnya stomata, asimilasi CO₂, respirasi, akumulasi prolin dan akumulasi gula (Salisbury dan Ross, 1992; Fitter dan Hay, 1994).

Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan untuk mempelajari respons padi (*Oryza sativa* L.) terhadap cekaman kekeringan adalah protein 18 kDa yang dapat dikaitkan dengan toleransi kalus padi terhadap kekeringan (Nio, 1996); lebih tingginya kandungan protein kalus padi yang dikultur pada medium dengan potensial air -2 atm dibandingkan dengan 0 atm atau tidak mengalami cekaman kekeringan (Nio *et al.*, 2001); penambahan berat basah tanaman padi yang tercekam kekeringan lebih kecil daripada yang tidak tercekam (Nio dan Kandou, 2001). Selanjutnya kekeringan merupakan salah satu faktor lingkungan yang menghambat fotosintesis (Ju dan Zhang 1999). Untuk lebih memperkaya wawasan tentang respons padi terhadap kekeringan, perlu diungkapkan lebih lanjut dapat tidaknya kandungan klorofil total, klorofil a dan b dipakai sebagai indikator cekaman kekeringan pada padi.

Penelitian ini berkaitan dengan masalah pengaruh cekaman kekeringan

terhadap kandungan klorofil total, klorofil a dan b pada daun padi. Cekaman kekeringan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pengurangan potensial air (PA) dengan menambahkan polietilen glikol (PEG) sesuai dengan PA yang diinginkan. Dalam penelitian ini akan diuji 5 macam medium, yaitu medium dengan PA 0 atm (kontrol); -0,25; -0,5; -0,75 dan -1,0 atm. Cekaman kekeringan yang diaplikasikan termasuk kategori ringan. Hipotesis yang diuji dalam penelitian ini ialah adanya perbedaan kandungan klorofil total, klorofil a dan b pada daun padi yang ditumbuhkan pada medium dengan PA 0; -0,25; -0,5; -0,75 dan -1,0 atm.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 3 kali ulangan di kebun percobaan Tingkulu Lk. 1 Wanea, Manado selama 6 bulan. Bahan penelitian yang digunakan ialah biji padi kultivar IR 64. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi cekaman kekeringan pada medium dengan menambahkan larutan PEG 1000 yang mempunyai PA 0; -0,25; -0,5; -0,75 dan -1,0 atm (modifikasi dari Dewi, 1992). Sedangkan variabel terikatnya adalah kandungan klorofil total, klorofil a dan b pada daun padi yang diamati setelah 1 bulan perlakuan. Tahapan kerja dalam penelitian ini meliputi perkecambahan biji padi, pemberian cekaman kekeringan, penentuan kandungan klorofil total, klorofil a dan b pada daun padi.

Biji padi dikecambahkan pada tanah yang digenangi air dalam bak plastik yang tidak dilubangi, sehingga air yang disiramkan hanya hilang karena evapotranspirasi. Perkecambahan dilakukan selama sebulan dan tumbuhan muda hasil perkecambahan akan diberi perlakuan kekeringan untuk ditentukan kandungan klorofil total, klorofil a dan b-nya.

Medium yang digunakan adalah tanah yang sudah dikeringanginkan selama 2 minggu dan dihaluskan, lalu ditimbang sekitar 300 g untuk ditempatkan dalam tiap pot plastik dengan diameter 13 cm dan tinggi 10 cm. Tanah dalam pot disiram dengan akuades sampai kapasitas lapang, lalu ditanami dengan tumbuhan padi muda, yaitu 1 tanaman untuk tiap pot yang dibiarkan

tumbuh selama seminggu. Cekaman kekeringan dilakukan dengan memberikan larutan PEG 1000 yang mempunyai PA 0; -0,25; -0,5; -0,75 dan -1,0 atm selama 3 minggu. Larutan PEG dengan PA 0 atm adalah akuades tanpa penambahan PEG. Jumlah PEG 1000 yang dipakai untuk membuat larutan PEG dihitung menurut persamaan van't Hoff (Salisbury dan Ross, 1992). Pemberian akuades dan larutan PEG diberikan sesuai dengan kebutuhan tumbuhan dalam volume yang sama.

Kandungan klorofil total, klorofil a dan b ditentukan dengan spektrofotometer (modifikasi dari Sasmitamihardja, 1990). Data dianalisis dengan ANAVA dan bila ada perbedaan nyata akan diuji lanjut dengan BNT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu fungsi air bagi tumbuhan adalah sebagai medium yang memberikan turgor pada sel. Di dalam sel tumbuhan air berperan untuk menekan membran sel ke arah dinding sel, sehingga sel tumbuhan menjadi turgid. Sel tumbuhan yang telah kehilangan air dan mempunyai tekanan turgor yang lebih rendah daripada nilai maksimumnya dikatakan mengalami cekaman kekeringan (Devlin, 1975; Gardner, *et al.*, 1991; Fitter dan Hay, 1994). Tingkat kerugian yang dialami oleh tumbuhan akibat kekeringan tergantung pada beberapa faktor, antara lain saat tumbuhan mengalami kekurangan air, intensitas kekurangan air dan lamanya kekurangan air (Srivastata *et al.*, 1994; Upadhyaya, 1994).

PEG berperan sebagai "non-penetrating osmotic agent" yang menurunkan

PA medium. Ukuran polimer PEG yang besar dan viskositas larutan yang tinggi menghambat transpor air ke dalam sel. Senyawa ini mengakibatkan hambatan secara fisik dan dapat balik dalam pengambilan air secara apoplastik. Karena air tidak diambil oleh sel dengan cepat, maka PEG mengurangi konsentrasi air bebas tanpa mengubah komposisi ion dalam sel (Bressan *et al.*, 1981; Chazen dan Neuman, 1994).

Padi IR 64 merupakan padi gogo rancah, tidak digenangi air di awal pertumbuhannya dan kemudian digenangi air 5-25 cm pada periode pertengahan sampai akhir pertumbuhannya. Selain jenis padi ini, ada juga padi gogo, padi sawah, padi pasang surut, dan padi rawa atau padi lebak (Taslim dan Fagi, 1988).

Klorofil merupakan sebagian besar pigmen yang ditemukan dalam membran tilakoid kloroplas. Ada dua macam klorofil yang dikenal, yaitu klorofil a dan klorofil b. Struktur klorofil terdiri dari empat cincin pirol yang memberikan warna hijau dan ekor fitol ($C_{20}H_{39}$) yang hidrofobik. Klorofil a berwarna hijau kebiruan, sedangkan klorofil b berwarna hijau kekuningan (Salisbury dan Ross, 1992).

Kandungan klorofil total dan klorofil a pada daun padi berbeda antara yang ditumbuhkan pada medium dengan PA 0 atm (kontrol) dan PA -0,25; -0,5; -0,75 dan -1,0 atm. Kandungan klorofil yang terbesar adalah daun padi pada medium dengan PA 0 atm dan yang terkecil adalah pada medium dengan PA -1,0 atm (Table 1). Sedangkan kandungan klorofil b tidak berbeda nyata (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan klorofil total, klorofil a dan klorofil b (mg/L) daun padi kontrol dan tercekam kekeringan dalam waktu 3 minggu

Medium dengan PA (atm)	Klorofil total (mg/L)	Klorofil a (mg/L)	Klorofil b (mg/L)
0,00	24,7 ± 2,3 c	13,2 ± 0,8 c	11,4 ± 1,6
-0,25	18,9 ± 2,5 abc	12,4 ± 1,5 bc	9,6 ± 0,5
-0,50	17,4 ± 1,1 ab	9,5 ± 0,1 ab	6,3 ± 1
-0,75	23,5 ± 4,0 bc	12,7 ± 1,5 bc	10,7 ± 2,4
-1,00	13,0 ± 0,8 a	6,9 ± 0,2 a	5,8 ± 0,8

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama adalah berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Berdasarkan hasil penelitian dapat dikatakan bahwa kandungan klorofil total dan klorofil a dapat dipakai sebagai indikator cekaman kekeringan. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Fitter dan Hay (1994) bahwa cekaman air dari tingkat paling ringan sampai paling berat mempengaruhi proses-proses biokimia yang berlangsung dalam sel. Kekeringan mempengaruhi reaksi-reaksi biokimia fotosintesis, sehingga laju fotosintesis menurun. Salah satu aspek fotosintesis yang sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan adalah biosintesis klorofil dan pembentukan protoklorofil terhambat pada PA sedikit di bawah 0 atm (Salisbury dan Ross, 1992). Selanjutnya laju fotosintesis pada kondisi kekeringan menurun akibat terganggunya proses biokimia (Ju dan Zhang 1999). Kandungan klorofil total, klorofil a dan b serta rasio klorofil a dan b dapat dipakai sebagai indikator toleransi kekeringan pada beberapa kultivar kentang (van der Mescht *et al.*, 1999).

KESIMPULAN

1. Kandungan klorofil total dan klorofil a yang terbesar adalah daun padi pada medium dengan PA 0 atm dan yang terkecil adalah pada medium dengan PA -1,0 atm.
2. Kandungan klorofil total dan klorofil a dapat dipakai sebagai indikator cekaman kekeringan pada padi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Karya tulis ini merupakan hasil penelitian yang dibiayai dengan dana Penelitian Dosen Muda tahun anggaran 2003/2004. Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Dirjen Dikti Depdiknas yang telah menyediakan dana tersebut, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bressan, R.A., P.M. Hasegawa dan A.K. Handa. 1981. Resistance of higher plants cells to polyethylene glycol-induced water stress. *Plant Sci Letters* 21:23-30.
- Chazen, O. dan P.M. Neumann. 1994. What causes the inhibitory effects of roots applied polyethylene glycol 6000 on leaf development? *Abstr. Suppl. Plant Physiol.* 105 (1):99
- Darusman, L.K., O. Koswara, J. Wiroatmodjo dan S. Arsjad. 1991. Pengaruh stress air dan pH tanah terhadap kemungkinan timbulnya senyawaan stress pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Forum Pascasarjana* 14 (1):13-23
- Devlin, R.M. 1975. *Plant Physiology*. 3rd Ed. Litton Educational Publishing, Inc. USA.
- Dewi, A.P. 1992. Pengaruh Stress Air terhadap Perkembangan Dua Kultivar Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) Wilis dan Lompobatang. Tesis Sarjana Biologi. ITB.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1994. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gardner, F.O., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya* (terjemahan). UI Press. Jakarta.
- Ju, C. dan J. Zhang. 1999. Effect of water stress on photosystem II photochemistry and its thermostability in wheat plants. *J. Exp. Bot.* 50 (336):1196-1206
- Nio, S.A. 1996. Aktivitas Peroksidase dan Profil Protein Lini Kalus Padi (*Oryza sativa* L.) Toleran Kekeringan. Tesis Magister Sains (Biologi). ITB.
- Nio, S.A., W. Tilaar dan J. Assa. 2001. Analisis pertumbuhan dan kandungan protein pada kalus padi sawah yang mengalami cekaman kekeringan. *Eugenia* 7 (3):208-212
- Nio, S.A. dan F.E.F. Kandou. 2001. Pertambahan berat basah tanaman dan kandungan klorofil daun padi yang mengalami cekaman kekeringan. Laporan Penelitian. FMIPA UNSRAT.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. 4rd Ed. Wadsworth Publishing Comapny. California.

- Sasmitamihardja, D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.
- Srivastata, D.K., V.K. Grupta dan D.R. Sharma. 1994. Regeneration in water stress tolerant callus cultures of tomato (*Lycopersicon esculentum* L. cv. Solan gol.). *Abstr. VIIIth Int. Cong. Plant Tiss and Cell Cult.* p. 124.
- Taslim, H. dan A.M. Fagi. 1988. Ragam Budidaya Padi. Dalam: Padi Buku 1. M. Ismunadji, S. Partohardjono, M. Syam, A. Widjono (Eds.). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian-Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Upadhyaya, H.K. 1994. Rice production constraints: The importance of water-limiting factors in east and South-East Asia. *Abstr. 7th Meeting of The Int. Prog. Rice Biotech.* p.74.
- Van der Mescht, A., J.A. de Ronde, F.T. Rossouw. 1999. Chlorophyll fluorescence and chlorophyll content as a measure of drought tolerance in potato. *South Africa J. of Sci.* 95 (9).