

ANALISIS KADAR KLOROFIL SETELAH DIINDUKSI *INDOLE ACETIC ACID* (IAA) SECARA *IN VITRO*.

Desti Deria Rahmadani, Endang Nurcahyani, Sri Wahyuningsih, Mahfut

¹Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung

Jalan Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145
Telp. 0721-704625 – Fax. 0721 – 704625 – website: <http://fmipa.unila.ac.id/>

Endang.nurcahyani@fmipa.unila.ac.id

ABSTRAK

Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) adalah salah satu komoditas pangan yang memiliki sumber protein dan aman dikonsumsi. Seiring dengan berjalannya waktu dan perubahan iklim yang tidak menentu, para petani sayuran termasuk Buncis kesulitan dalam memproduksi hasil pertanian dengan baik, sehingga menyebabkan produksi tanaman buncis menurun. *Indole Acetic Acid* (IAA) merupakan hormon auksin yang terdapat pada ujung akar, batang dan pembentukan bunga. Hormon auksin IAA dapat memicu percepatan pertumbuhan pada akar, batang dan perkembangan bunga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek pemberian IAA pada jumlah planlet hidup dan kadar klorofil a, b dan total planlet buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan variasi konsentrasi *Indole Acetic Acid* yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, dan 1,5 ppm. Masing masing konsentrasi dilakukan 5 kali pengulangan dan setiap pengulangan terdiri dari 3 eksplan biji buncis dalam setiap botol kultur. Data dianalisis dengan menggunakan Uji homogenitas dan Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase planlet hidup menunjukkan 100% hidup dan pemberian IAA memberikan pengaruh terhadap kadar klorofil a dan total secara *in vitro*.

Kata kunci: *Indole Acetic Acid*, *in vitro*, Klorofil, Pertumbuhan, *Phaseolus vulgaris* L.

Beans (Phaseolus vulgaris L.) is a food commodity that has a protein source and is safe for consumption. As time goes by and climate change is uncertain, vegetable farmers, including beans, have difficulty in producing agricultural products properly, causing the production of beans to decrease. Indole Acetic Acid (IAA) is an auxin hormone found at the tips of roots, stems and flower formation. IAA auxin hormone can trigger the acceleration of growth in roots, stems and flower development. This study aims to determine the effect of IAA administration on the number of live plantlets and levels of chlorophyll a, b and total plantlets of beans (Phaseolus vulgaris L.) in vitro. This study uses a Completely Randomized Design

with variations in the concentration of Indole Acetic Acid which consists of 4 levels of treatment namely 0 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, and 1.5 ppm. Each concentration was repeated 5 times and each repetition consisted of 3 explants of bean seeds in each culture bottle. Data were analyzed using the Homogeneity Test and the Least Significant Difference Test (LSD) at the 5% significance level. The results showed that the percentage of live plantlets showed 100% life and the provision of IAA had an influence on chlorophyll a and total levels in vitro.

Keywords: Chlorophyll, Indole Acetic Acid, in vitro, Growth, Phaseolus vulgaris L.

PENDAHULUAN

Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) adalah salah satu jenis kacang-kacangan yang tidak asing dikalangan masyarakat karena kandungan gizi yang tinggi dan memiliki nilai ekonomi yang cukup baik serta berguna untuk mempertahankan kesuburan tanah (Gardner, 1991).

Peningkatan produktivitas buncis dapat dilakukan dengan cara teknik kultur jaringan yang menghasilkan tanaman dalam jumlah besar dalam waktu yang singkat, tidak bergantung pada iklim, serta kesehatan tanaman. Munculnya teknik kultur jaringan merupakan upaya untuk maju pada bidang bioteknologi dalam pembibitan tanaman pada saat ini. Dengan adanya teknik ini, maka para pembudidaya tanaman mampu untuk memperoleh tanaman yang memiliki nilai baik secara kualitas maupun kuantitas. Teknik kultur jaringan memerlukan zat pengatur tumbuh atau hormon pertumbuhan seperti hormon sitokinin dan auksin. Zat pengatur tumbuh yang berfungsi untuk pertumbuhan tanaman maupun pembentukan anakan serta perpanjangan akar tergolong kedalam kelompok auksin, diantaranya *Indole Acetic Acid* (IAA). Zat pengatur tumbuh yang berperan dalam menstimulasi pembelahan sel, menginduksi pembentukan tunas dan poliferasi tunas aksiler termasuk golongan sitokinin, contohnya *Benzyl Amino Purin* (BAP) (Suryowinoto, 1996).

Salah satu faktor penentu keberhasilan perbanyak tanaman secara kultur jaringan adalah media kultur. Komponen media yang menentukan keberhasilan kultur jaringan yaitu jenis dan konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang

digunakan. Jenis dan konsentrasi ZPT tergantung pada tujuan dan tahap pengkulturan. Auksin dan sitokinin merupakan zat pengatur tumbuh yang dibutuhkan dalam media budidaya jaringan dan diberikan dalam konsentrasi yang sesuai dengan pertumbuhan yang diinginkan. Konsentrasi hormon pertumbuhan pada medium kultur jaringan sangat berperan dalam morfogenesis (Ali *et al.*, 2007).

Menurut Winarno (2004) klorofil merupakan pigmen berwarna hijau yang terdapat pada kloroplas bersama dengan pigmen xantofil dan karoten. Harbourne (1987) klorofil adalah katalisator penting dalam proses fotosintesis dan terdapat pada kloroplas dalam jumlah banyak. Klorofil memiliki peran dalam proses fotosintesis tumbuhan, dengan menyerap dan mengubah energy 1177 cahaya menjadi energi kimia. Klorofil mempunyai rantai fitil ($C_{20}H_{39}O$) yang akan berubah menjadi fitol ($C_{20}H_{39}OH$), apabila terkena air dengan katalisator klorofilase (Taiz and Zeiger, 1998).

Klorofil yaitu pigmen utama pada tanaman. Pada umumnya terdapat 2 jenis klorofil pada tanaman tingkat tinggi yaitu klorofil a dan klorofil b (Ai dan Banyo, 2011). Ada 2 fotosistem yaitu fotosistem klorofil 1 dan fotosistem klorofil 2. Fotosistem klorofil 1 mengabsorpsi cahaya gelombang panjang (merah), fotosintesis klorofil 2 mengabsorpsi cahaya gelombang pendek yang termasuk fotosistem klorofil 1 yaitu klorofil a, sedangkan yang termasuk fotosistem klorofil 2 yaitu klorofil a dan b. Secara umum klorofil a memiliki rumus kimia $C_{55}H_{72}O_4N_4Mg$ dan klorofil b memiliki rumus kimia $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. pada kedua rumus kimia klorofil tersebut memiliki perbedaan yang terletak pada jumlah atom H dan O. klorofil a mengabsorpsi cahaya gelombang panjang dan sedikit gelombang pendek. Klorofil b hanya mengabsorpsi cahaya gelombang pendek saja (Yatim, 1999) diteruskan atau diserap oleh pigmen tersebut. Pigmen klorofil dapat menyerap lebih banyak cahaya berwarna biru (400-450 nm) dan merah (650-700 nm) dibandingkan hijau (500-600 nm). Tumbuhan dapat memperoleh kebutuhan energy dari spectrum merah dan biru yaitu antara 500-600 nm. Jadi warna hijau pada daun disebabkan karena klorofil menyerap cahaya merah dan biru dan meneruskan dan memantulkan cahaya hijau (Poruka, 2004).

Kandungan klorofil pada daun bervariasi dari satu jenis tanaman dengan tanaman lainnya. Kandungan klorofil bahkan bervariasi antara berbagai varietas tanaman dalam satu spesies. Misalnya pada tanaman puring kandungan klorofil antara varietas tanaman puring bor merah, puring cobra, dan puring lokal memiliki perbedaan kandungan klorofil. Umur daun juga mempengaruhi adanya variasi kandungan klorofil pada tanaman (Gogahu *et al.*, 2016). Selain umur dan varietas daun, kandungan klorofil juga bervariasi dilihat dari posisi daun dalam satu tanaman. Analisis kandungan klorofil pada tanaman kelapa sawit menunjukkan bahwa selain umur daun, ternyata posisi daun yang berbeda pada umur daun yang sama, juga menunjukkan adanya variasi jumlah kandungan klorofil pada daun tersebut (Mustafa *et al.*, 2015).

Fotosintesis, yang terjadi di daun membutuhkan dua bahan utama yaitu CO₂ dan H₂O. Reaksi utama fotosintesis terjadi di kloroplas dengan agen utamanya yakni klorofil. Pembentukan klorofil pada daun paling banyak dipengaruhi oleh cahaya matahari. Namun umur daun juga mempengaruhi kadar klorofil yang terdapat pada suatu daun. Padahal pada awal perkembangan daun, aktivitas meristem daun menyebabkan terjadinya perpanjangan daun. Perpanjangan daun berikutnya terjadi sebagai akibat aktivitas meristem interkalar (Hidayat, 2008). Berarti, bagian pangkal daun seharusnya lebih tua dibanding ujung daun yang berakibat juga pada klorofil yang dikandungnya. Pada tumbuhan tingkat tinggi, klorofil a dan klorofil b merupakan pigmen utama fotosintetik, yang berperan menyerap cahaya violet, biru, merah dan memantulkan cahaya hijau (Salaki, 2000).

Molekul klorofil adalah suatu derivat porfirin yang mempunyai struktur tetrapirrol siklis dengan satu cincin pirol yang sebagian tereduksi. Inti tetrapirrol mengandung atom Mg non-ionik yang diikat oleh dua ikatan kovalen, dan memiliki rantai samping. Sintesis klorofil terjadi melalui fotoreduksi protoklorofilid menjadi klorofilid a dan diikuti dengan esterifikasi fitol untuk membentuk klorofil a yang dikatalisis enzim klorofilase. Perubahan protoklorofilid menjadi klorofilid a pada

tumbuhan angiospermae mutlak membutuhkan cahaya. Selanjutnya klorofil jenis yang lain disintesis dari klorofil a (Pandey dan Sinha, 1979).

Kandungan klorofil pada daun akan mempengaruhi reaksi fotosintesis. Kadar klorofil yang sedikit tentu tidak akan menjadikan reaksi fotosintesis maksimal. Ketika reaksi fotosintesis tidak maksimal, senyawa karbohidrat yang dihasilkan juga tidak bisa maksimal. Yohanis (2009) menyatakan pada tumbuhan karbohidrat terdapat selulosa, yaitu senyawa yang membentuk dinding sel tumbuhan. Serat kapas dapat dikatakan seluruhnya terdiri atas selulosa.

METODE

Alat dan Bahan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah *autoclave*, *Laminar Air Flow* (LAF), spektrofotometer, oven, botol kultur, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas ukur bervolume 10ml, *Erlenmeyer*, *Beaker glass*, pH meter, bunsen, batang pengaduk, mortar dan pastel, panci, kompor, timbangan analitik, Ohaus, pinset, tisu steril, *hand sprayer*, alat tulis, *plastic wrap*, *aluminium foil* dan kertas label. biji buncis (*Phaseolus vulgaris* L.), alkohol 70% dan 96% untuk sterilisasi alat sukrosa, agar-agar, Kalium Hidroksida (KOH), Asam Chlorida (HCl), akuades, *Indole Acetic Acid*, bahan dasar medium *Murashige and Skoog* (MS) medium yang digunakan untuk penanaman eksplan, agar-agar, larutan stok organik yaitu vitamin, sukrosa, asam amino, dan *baycline* (digunakan untuk sterilisasi eksplan).

PROSEDUR

Medium yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Murashige & Skoog* (MS) “*use ready*”. Cara pembuatan medium tanam MS 1 liter yaitu dengan medium dasar *Murashige & Skoog* (MS) “*use ready*” sebanyak 4,43g ditimbang, lalu dimasukkan ke dalam beaker *glass* 1 liter. Setelah itu ditambahkan akuades sampai 1 liter sesuai batas pada beaker *glass*, lalu dilarutkan. Setelah itu diukur pH larutan

sampai 5,5. Jika pH terlalu basa ditambahkan HCL 1 N, jika pH terlalu asam maka ditambahkan KOH 1 N.

Setelah di ukur ph lalu medium dipindahkan ke dalam panci dan ditambah agar-agar sebanyak 7g/l dan sukrosa 30g/l. Selanjutnya larutan medium dipanaskan sampai mendidih di atas kompor sambil diaduk untuk melarutkan agar-agar dan sukrosa, kemudian dituangkan ke dalam botol kultur sebanyak 20 ml/botol. Lalu di tetesi ditetesi *Indole Acetic Acid* dengan taraf konsentrasi 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm dan 1,5 ppm. Setelah itu medium disterilisasi menggunakan *autoclave* pada tekanan 1 atm dan suhu 121 °C selama 15 menit.

Setelah medium disterilisasi, medium di inkubasi selama 1 minggu pada suhu kamar (25 °C) untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi pada medium tanam, sehingga medium siap digunakan, setelah 1 minggu medium dibawa ke *Laminar Air Flow* untuk ditanam biji buncis. Sterilisasi Eksplan berupa biji buncis direndam dalam akuades steril selama 15 menit. Setelah itu biji direndam dengan *bayclean* 10% selama 5 menit. Setelah itu biji dibilas dengan akuades steril selama 5 menit dan dilakukan sebanyak 3 kali. Semua kegiatan ini dilakukan dalam ruang steril di dalam *Laminar Air Flow* (LAF). Penanaman biji buncis dilakukan dalam *Laminar Air Flow* (LAF), setiap botol kultur ditanami 3 biji buncis sehingga total biji buncis yaitu 60 biji dalam 20 botol kultur. Biji buncis lalu ditumbuhkan menjadi planlet.

Analisis kandungan klorofil dilakukan pada hari terakhir pengamatan. Penentu kandungan klorofil dilakukan menurut Miazek (2002), bahan analisis klorofil menggunakan daun planlet buncis yang sudah diberi *Indole Acetic Acid* dengan menggunakan Spektrofotometer. Analisis kandungan klorofil dapat dilakukan dengan cara mengambil daun planlet buncis yang sama sebanyak 0,1 g lalu dihilangkan tulang daunnya, kemudian dihaluskan dengan mortar dan ditambahkan alkohol. Setelah itu larutan disaring dengan kertas saring dan dimasukkan ke dalam flakon lalu ditutup rapat. Larutan sampel dan larutan standar

(alkohol) diambil sebanyak 1 ml dimasukkan dalam kuvet. Setelah itu dilakukan pembacaan serapan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang (λ) 648 nm dan 664 nm dengan 3 kali ulangan setiap sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

1. Persentase Jumlah Planlet Hidup

Pada pengamatan persentase planlet hidup buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan perlakuan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) *Indole Acetic Acid* (IAA) secara *in vitro* menunjukkan pertumbuhan yang sangat baik pada minggu ke 2 sampai dengan minggu ke 4. Eksplan tersebut membutuhkan waktu rata-rata dua minggu setelah tanam (MST) untuk merespon nutrisi yang terdapat pada medium tanam. Persentase planlet hidup buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) pada minggu ke-4 disajikan pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Persentase Jumlah Planlet Hidup Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) secara *in vitro*.

Perlakuan IAA (ppm)	Persentase Jumlah Planlet Hidup pada Minggu (%)			
	I	II	III	IV
0 ppm	100	100	100	100
0,5 ppm	100	100	100	100
1 ppm	100	100	100	100
1,5 ppm	100	100	100	100

Keterangan: Angka 100% menandakan bahwa planlet hidup dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5 .

Berdasarkan **Tabel 1** diketahui bahwa hasil persentase jumlah planlet hidup selama 4 minggu setelah tanam pada perlakuan IAA menunjukkan hasil 100% planlet

hidup, yang berarti bahwa hasilnya tidak berbeda pada setiap perlakuan selama 4 minggu setelah tanam.

Pada kultur jaringan, medium *Murashige and Skoog* (MS) yaitu medium dasar yang digunakan untuk penanaman planlet atau eksplan. Medium MS memiliki komposisi yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi untuk banyak jenis tumbuhan karena mengandung unsur hara makro dan mikro, sumber energi, serta vitamin (Gunawan, 1987).

Pertumbuhan eksplan buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) diberikan perlakuan IAA dengan berbagai konsentrasi menunjukkan respon yang baik terhadap parameter persentase jumlah planlet hidup, jumlah daun dan tinggi tanaman. Pada jumlah planlet hidup, ciri-ciri yang ditunjukkan pada pertumbuhan planlet yang hidup dapat dilihat dari jumlah daun, jumlah tunas dan akar yang tumbuh.

2. Kandungan Klorofil.

a. Kandungan Klorofil a.

Kandungan klorofil a pada daun buncis yang diberi perlakuan penambahan IAA dengan berbagai konsentrasi disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rata-rata kandungan klorofil a planlet buncis (*Phaseolus vulgaris* L.)

Konsentrasi IAA (ppm)	Klorofil a.
0	6,98 ± 0,57 ^a
0,5	4,60 ± 1,63 ^b
1	3,30 ± 0,60 ^b
1,5	3,18 ± 0,41 ^b

Keterangan:

Klorofil a = $\bar{Y} \pm SE$

\bar{Y} = rata-rata klorofil a tanaman

SE = standar error

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Berdasarkan **Tabel 2**. Analisis ragam pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa interaksi hormon auksin IAA terhadap kandungan klorofil a pada planlet buncis memberikan hasil yang berbeda nyata [p-value 0,005>0,05]. Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi 0 ppm berpengaruh nyata dengan nilai tertinggi 6,98. Hal ini diduga pada konsentrasi 0 ppm pada medium MS tanpa penambahan IAA sudah memiliki kandungan nutrisi yang cukup bagi kandungan klorofil a. Menurut Yuliarti (2010) medium MS memiliki kandungan meliputi nitrat, kalium dan ammonium yang tinggi, serta kandungan unsur hara anorganik yang cukup seperti N, Mg dan Fe sebagai pembentuk dan katalis dalam sintesis protein (Subandi, 2008).

b. Kandungan Klorofil b

Kandungan klorofil b pada daun buncis yang diberi perlakuan penambahan hormon auksin IAA dengan berbagai konsentrasi disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rata-rata kandungan klorofil b planlet buncis (*Phaseolus vulgaris* L.)

Konsentrasi IAA (ppm)	Klorofil b.
0	3,31 ± 0,30
0,5	3,25 ± 0,78
1	1,74 ± 0,19
1,5	3,74 ± 1,29

Keterangan:

Klorofil b = $\bar{Y} \pm SE$

\bar{Y} = rata-rata klorofil b tanaman

SE = standar error

Homogenitas ragam menggunakan uji levene pada taraf 5% menunjukkan bahwa interaksi hormon auksin IAA terhadap kandungan klorofil b yaitu tidak homogen. Setelah dilakukan uji statistik analisis varians menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyaa [p-value 0,321>0,05] terhadap

kandungan klorofil b planlet buncis. Hal ini diduga karena konsentrasi IAA yang diberikan tidak sesuai maka menghambat produksi kandungan klorofil b. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan medium MS dengan penambahan IAA dengan konsentrasi yang cukup dapat meningkatkan kandungan klorofil b pada planlet buncis.

c. Kandungan Klorofil Total.

Kandungan klorofil b pada daun buncis yang diberi perlakuan penambahan hormon auksin IAA dengan berbagai konsentrasi disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rata-rata kandungan klorofil total planlet buncis (*Phaseolus vulgaris* L.)

Konsentrasi IAA (ppm)	Klorofil Total.
0	16,72 ± 1,39 ^a
0,5	12,28 ± 1,78 ^{ab}
1	8,12 ± 1,35 ^b
1,5	10,21 ± 1,65 ^b

Keterangan:

Klorofil total = $\bar{Y} \pm SE$

\bar{Y} = rata-rata klorofil total tanaman

SE = standar error

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Homogenitas ragam menggunakan uji levene pada taraf 5% menunjukkan bahwa interaksi hormon auksin IAA terhadap kandungan klorofil total yaitu homogen. Berdasarkan Tabel 4 uji statistik analisis varian memberikan hasil yang berbeda nyata [p-value 0,008<0,05] yang artinya penambahan IAA ke dalam medium MS terdapat perbedaan yang nyata dari parameter kandungan klorofil total tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian IAA pada jumlah planlet yang hidup memberikan hasil 100% hidup. Pada kandungan klorofil a dan total yang telah diinduksi IAA memberikan hasil yang berbeda nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali S. K., Elhassan A. A., Ehiwaris, O. S., Maki, E. H. 2007. Regeneration Via immature Mak Flower Culture of Banana (Musa sp) cv. Grand Nain. *Journal of forest products & Industries*. 2 (3) : 48-52.
- Amin, M. N. 2014. *Sukses Bertani Buncis: Sayuran Obat Kaya Manfaat*. Garudhawacana. Yogyakarta.
- BPS Republik Indonesia. 2011. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia 2010. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Dwidjoseputro, D. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., dan Mitchell, R. L. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerjemah: H. Susilo. Universitas Indonesia Press. Jakarta. Hal. 112-113.
- Gogahu, Y. N. S. Ai. Dan P. Siahaan. 2016. Konsentrasi Klorofil pada Beberapa Varietas Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum* L.) *jurnal MIPA UNSRAT Online*. 5:76-80.
- Gunawan, B. dan Azhari, C. D. 2010. *Karakterisasi Spektrofotometri dan Scanning Electron Microcopy (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer Poly-Etilene Glycol (PEG)*. *Jurnal science* ISSN :1979-6870.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia dan Penurunan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Diterjemahkan Oleh Padmawinata K. dan Joediro I. Cetakan ke 2. Penerbit ITB. Bandung, Hlm.234-244.
- Hidayat, E. B. 2008. *Anatomi Tumbuhan*. Bandung. Indonesia: Penerbit ITB.
- Mustafa, N. N. Ya'acob., Z. A. Latif., and A. L. Yusof. 2015. Quantification of oil palm tree leaf pigment (Chlorophyll A) concentration Based on Their Age. *Jurnal Teknologi*. 75:129-134.

- Norman, J. R., and Hooker, J. E. 2017. Sporulation of *Phytophthora fragariae* show greater stimulation exudates of non-mycorrhizal than by mycorrhizal strawberry roots. *Mycol.* 104: 1069-1073.
- Pandey, S. N., Sinha, B. X. 1979. *Plant Physiology*. New Delhi: Vikas Publishing House FVT Ltd.
- Poruka. 2004. Chlorophyll. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e24/3.htm>. Diakses pada 11 oktober 2018 pukul 15:05 WIB.
- Salaki, M. 2000. *Biologi Sel*. Proyek Pengembangan Perguruan Tinggi Indonesia Development Agency Simon Fraser University.
- Sartika, Y., Nurbaity, A., Sofyan, E. 2008. Efek Sterilisasi dan Komposisi Media Inokulan Konsorsium Mikoriza Arbuskular dan Mycorrhizal helper bacteria Terhadap Jumlah Spora MA, Populasi MHB, dan Nisbah Pupus Akar Sorgum. *Agric Sci Jurnal*. 1(4):262-268.
- Subandi, A. 2008. *Metabolisme*. Retrieved from <http://metabolisme.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 11 oktober 2019 pukul 19:00 WIB.
- Suryowinoto, M. 1996. *Pemuliaan Tanaman Secara in vitro*. Yogyakarta. Kanisius.
- Taiz, L., dan Zieger, E. 1998. *Plant physiology 2nd ed*. Sinauer Associates, Inc. Pub. Sunderland.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia pangan dan Gizi*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Yatim, W. 1999. *Kamus Biologi*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Yuliarti, N. 2010. *Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Yohanis, N. 2009. *Biokimia: Struktur dan Fungsi Biomolekul*. Graha Ilmu. Yogyakarta.