

ANALISIS KARBOHIDRAT PADA PLANLET BUNCIS (*Phaseolus vulgaris* L.) SECARA *IN VITRO* HASIL INDUKSI KALIUM DALAM CEKAMAN KEKERINGAN

Dian Alfiah, 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.) merupakan tanaman semusim berbentuk perdu. Tanaman ini termasuk dalam kelompok kacang-kacangan yang digemari masyarakat. Selain itu, buncis menjadi salah satu sumber protein nabati, vitamin A, B dan C yang terdapat pada bijinya. Pada tahun 2017 produktivitas buncis mengalami penurunan karena minimnya lahan produksi. Selain itu, luasnya lahan kering di Indonesia menjadi kendala dalam pengembangan lahan pertanian. Kendala yang dihadapi dalam memproduksi buncis antara lain musim kemarau yang berkepanjangan. Kalium dapat membantu penyerapan unsur hara dan air pada tumbuhan. *Poly Ethylene Glycol* (PEG 6000) diberikan pada medium kultur jaringan untuk menstimulasi cekaman kekeringan. Penelitian ini menggunakan medium *Murashige and Skoog* (MS) dengan pemberian kalium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek pemberian kalium pada planlet buncis yang tahan serta untuk mengetahui kandungan karbohidrat pada planlet buncis secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu konsentrasi kalium dengan 4 taraf perlakuan: 0%, 0,5%, 0,15%, dan 0,25% dengan 6 ulangan. Data dianalisis dengan menggunakan ANOVA pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase planlet hidup menunjukkan 100% hidup dan pemberian kalium dan PEG 6000 belum memberikan pengaruh terhadap kadar karbohidrat terlarut total secara *in vitro*.

Kata kunci: *in vitro*, Kalium, Karbohidrat, *Phaseolus vulgaris* L. *Poly Ethylene Glycol*

Beans (Phaseolus vulgaris L.) is a shrub shaped annual plants and included in the group of nuts that are popular with the community. Beans become a source of vegetable protein, vitamins A, B and C, which are found in the seeds. In 2017 bean productivity decreased due to lack of production land. The extent of dry land in Indonesia is an obstacle in developing agricultural land. The obstacles faced in producing beans include a prolonged dry season. Potassium can help the absorption of nutrients and water in plants. Poly Ethylene Glycol (PEG 6000) applied to tissue culture medium to stimulate drought stress. This research uses medium Murashige and Skoog (MS) by giving potassium. This study to purpose determine the effect of potassium to green beans resistant and knows the total dissolved carbohydrate content 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%, 0.5%, 0.15%, and 0.25%. Each concentration

was repeated 6 times and each repetition consisted of 3 explants of bean seeds in each culture bottle. Data were analyzed using the Homogeneity Test at the 5% significance level. The results showed that the percentage of live plantlets showed 100% life and the provision of potassium and Poly Ethylene Glycol (PEG 6000) hasn affected the total dissolved carbohydrate levels in vitro.

Keywords: Carbohydrate, in vitro, Phaseolus vulgaris L. Potassium, Poly Ethylene Glycol

PENDAHULUAN

Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan tanaman semusim berbentuk perdu. Tanaman ini merupakan salah satu kelompok kacang-kacangan yang digemari masyarakat. Selain itu, buncis menjadi salah satu sumber protein nabati, vitamin A, B dan C yang terdapat pada bijinya (Zulkarnain, 2013). Buncis juga memiliki beberapa khasiat untuk kesehatan, salah satunya dapat menurunkan kadar gula darah karena mengandung gum dan pectin. Peningkatan produksi buncis memiliki arti penting dalam menunjang gizi masyarakat, sekaligus berdaya guna bagi usaha mempertahankan kesuburan dan produktivitas tanah. Buncis merupakan salah satu sumber protein yang murah dan mudah dikembangkan (Saparinto, 2013).

BPS (2017), menyatakan bahwa pada tahun 2017 produktivitas buncis mencapai 318.214 ton/tahun. Tahun 2018 produktivitas buncis mengalami penurunan menjadi 291.314 ton/tahun. Penurunan produksi buncis ini dikarenakan sedikitnya lahan produksi buncis dan pengembanagn in dustri benih buncis masih minim. Dengan demikian, kondisi tersebut mengakibatkan harga buncis menjadi melambung dan mendorong petani untuk meningkatkan produktivitas buncis.

Buncis adalah sayuran polong yang rendah kalori. Setiap gram buncis mengandung kalori sebanyak 35 kkal. Semakin tua, kalornya akan semakin besar karena ada biji yang mengandung karbohidrat dan lemak. Tidak hanya itu saja, buncis juga dapat menekan kolesterol jahat karena lemak nabati yang dikandung buncis merupakan lemak baik seperti kedelai. Buncis juga mengandung serat yang baik untuk menjaga sistem pencernaan. Dengan memakan buncis, perut akan kenyang tetapi kalori yang masuk kedalam tubuh tidak besar (Lingga, 2010).

Solusi untuk mengatasi permasalahan lahan kering yaitu menggunakan unsur kalium. Fungsi kalium adalah untuk memacu pertumbuhan tanaman, memperlancar proses fotosintesis, memperkuat batang sehingga dapat mengurangi resiko rebah. Kalium sangat berperan dalam menekan proses penguapan sehingga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan tahan terhadap penyakit (Suriatana, 1987).

Menurut Fauzy *et al.*, (2016), tanaman dapat dikembangbiakkan secara generatif dan vegetatif. Salah satu teknik pembiakan tanaman vegetatif yaitu dengan cara kultur jaringan tanaman. Kultur jaringan merupakan salah satu teknik perbanyakan tanaman dengan menggunakan potongan kecil jaringan atau sel yang dipelihara dalam satu media dan dikerjakan seluruhnya dalam kondisi aseptis. Teknik kultur *in vitro* ini dapat dimanfaatkan untuk membantu program pemuliaan sehingga akan dihasilkan tanaman yang lebih baik.

Medium kultur merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan perbanyakan tanaman secara kultur jaringan. Berbagai komposisi medium kultur telah diformulasikan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dikulturkan. Beberapa jenis formulasi medium bahkan digunakan secara umum untuk berbagai jenis eksplan dan varietas tanaman, seperti medium *Murashige & Skoog* (MS) yang digunakan untuk perkecambahan biji, medium *Vacin Went* (VW) untuk anggrek, dan medium *Woody Plant Medium* (WPM) untuk tanaman berkayu (Yusnita, 2003).

Keberhasilan kultur jaringan ditentukan oleh medium kultur jaringan yang merupakan tempat tumbuh bagi eksplan. Media tersebut harus mengandung semua zat yang diperlukan eksplan untuk menjamin pertumbuhan eksplan yang ditanam. Salah satunya medium dasar *Murashige and skoog* (MS) yang paling banyak digunakan dalam kultur jaringan. Saat ini sudah banyak penelitian dengan menggunakan medium MS yang dimodifikasi. Modifikasi medium dimaksudkan untuk mengetahui kebutuhan hara yang tepat bagi eksplan untuk tumbuh dan berkembang pada medium kultur jaringan dan terbebas dari kontaminan (Fauzy *et al.*, 2016).

Azzamy (2010), menyatakan bahwa unsur hara kalium terdapat dalam tanah, namun hanya sebagian kecil diserap oleh tanaman dalam bentuk larutan yang larut dalam air atau yang

dapat dipertukarkan (dalam koloid tanah), koloid liat dan humus dapat melakukan pertukaran ion, yaitu pertukaran kation yang terjerap dengan kation yang terbebas di dalam tanah.

Menurut Winangun (2005), klorin berbeda dengan nitrogen dan karbon. Kalium berperan penting dalam metabolisme pada sel tanaman. Kalium mempunyai peranan penting dalam mensintesis asam amino dan protein dari ion ammonium dan juga menyintesis lemak. Unsur hara yang lain banyak terdapat di dalam bagian tanaman yang aktif dalam pembelahan sel dan proses pertumbuhan. Kalium juga penting dalam proses fotosintesis. Jika tanaman kekurangan unsur K pada daun, maka akan menurunkan kemampuan asimilasi CO₂.

Poly Ethylene Glycol (PEG) dapat menstimulasi cekaman kekeringan karena sifatnya dapat menyerap air. Penggunaan PEG 6000 dalam medium *in vitro* diharapkan dapat menciptakan potensi osmotik yang setara dengan kondisi lapangan kelembaban tanah dan titik kritis pada air sehingga eksplan memberikan respon yang sama dengan respon tanaman yang mengalami cekaman kekeringan. (Mariska dan Lestari, 2006).

Cekaman kekeringan merupakan kondisi dimana keterbatasan kadar air dalam tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi suatu tanaman. Selain itu, cekaman kekeringan dapat menyebabkan rendahnya laju fotosintesis, penutupan stomata, penurunan pertumbuhan daun serta perubahan indeks luas daun serta menghambat fotosintesis. Dengan demikian integritas dinding sel dan kandungan pigmen serta kandungan osmotik dalam tumbuhan akan terhambat dan menyebabkan ukuran tanaman menjadi lebih kecil dibandingkan tanaman yang tumbuh normal (Kurniasari *et al.*, 2010).

Karbohidrat merupakan senyawa yang memiliki peran penting bagi kehidupan tanaman. Tanpa karbohidrat tanaman tidak mampu tumbuh, berkembang dan melakukan kegiatan fisiologis lainnya secara normal yang disebabkan sumber energi dari karbohidrat yang menurun. Karbohidrat dapat berperan penting sebagai sumber energi utama bagi tanaman untuk melangsungkan kehidupannya (Salisbury dan Ross, 1992).

Pada saat cekaman kekeringan, tanaman akan mengurangi penggunaan karbohidrat untuk mempertahankan proses metabolismenya, dan hal ini memicu berkurangnya karbon sehingga tanaman akan mengalami penurunan dan akan mengalami kematian (Liu *et al.*, 2007).

Kandungan karbohidrat terlarut total merupakan parameter yang tepat untuk digunakan dalam cekaman kekeringan. Kandungan karbohidrat berperan dalam mengatur tekanan potensial air pada cekaman kekeringan dan dapat diamati dari batang yang merupakan organ tanaman yang banyak mengandung konsentrasi gula dan menunjukkan karakterisasi perubahan genotip pada kondisi tercekam (Kerepesi dan Galiba, 2000).

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Laminar Air Flow (LAF) Cabinet* merk Esco sebagai meja steril yang dilengkapi dengan blower dan lampu UV untuk penanaman eksplan atau subkultur tunas pada medium dalam botol, *autoclave* digunakan sebagai sterilisasi basah, *plastic wrap*, *scalpel*, *magnetic stirrer*, *hot plate* atau kompor, aluminium foil, label, bunsen, *beaker glass*, gelas ukur, batang pengaduk, botol kultur, pipet tetes, cawan petri, pinset, gunting, neraca analitik, pH meter, kertas Whatman No 1, spektrofotometer, mortar, karet gelang, mistar, lemari kultur, *tissue*, tabung gas, panci, korek api, kamera hp, masker dan sarung tangan. Bahan-bahan yang digunakan adalah eksplan buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) medium *Murashige and Skoog (MS)* “*use ready*” diproduksi oleh *Caisson Laboratories*, agar-agar 7g/L, gula 30g/L, KOH 1 N, HCL 1 N, PPM 0,5 ml/L, kalium dengan konsentrasi 0%, 0,5%, 0,15%, dan 0,25%, alkohol 70% dan 96%, aquades dan spiritus dan PEG 6000 (*Poly Ethylene Glycol*) H₂SO₄ dan Fenol sebanyak 2 ml.

PROSEDUR

Medium tanam dibuat sebanyak 1 L. Pembuatan medium *Murashige and Skoog (MS)* dilakukan dengan cara medium MS “*use ready*” ditimbang sebanyak 4,43 g/L, lalu dicampurkan dengan gula 30 g/L, kemudian dilarutkan menggunakan aquades secukupnya ke dalam *beaker glass* dengan menggunakan *magnetic stirrer* dan diletakkan di atas *hotplate*. Medium MS yang sudah dilarutkan dimasukkan ke dalam gelas ukur, kemudian ditambah *aquades* mencapai volume 1000 ml. Larutan medium dimasukkan ke dalam panci dan diukur pH-nya hingga mencapai 5,7 dalam kondisi netral (apabila medium terlalu asam maka ditambahkan KOH 1 N dan apabila medium terlalu basa maka ditambahkan HCL 1 N). Agar sebanyak 7 gr/L dan PPM

0,5 ml/L dimasukkan ke dalam panci, lalu dimasak dan diaduk hingga mendidih. Selanjutnya, medium tersebut dituangkan ke dalam botol masing-masing sebanyak 20 ml/botol kultur. Konsentrasi 0% (kontrol) tidak diberi perlakuan, kemudian kalium diencerkan dengan 4 konsentrasi (0,5%, 0,15%, dan 0,25%) dan selanjutnya dilakukan perendaman planlet buncis selama 30 menit, PEG 6000 diencerkan dengan konsentrasi 20% diteteskan sebanyak 20 tetes ke dalam masing-masing botol kultur, tutup menggunakan aluminium foil, dan diberi label menggunakan pensil pada masing-masing perlakuan.

Penanaman eksplan dilakukan di dalam LAF Cabinet. Langkah pertama buncis direndam dalam bayclean selama 5 menit lalu dibilas dengan air mengalir sebanyak 3 kali. Setelah itu direndam dalam larutan bayclin 20% selama 2-3 menit. Buncis dibilas dengan *aquades*, pembilasan dilakukan sebanyak dua kali. Setelah itu dipindahkan ke dalam cawan petri selanjutnya direndam dengan kalium selama 30 menit lalu benih ditanam pada medium seleksi dengan PEG 6000. Setiap botol kultur ditanami 3 eksplan, sehingga total eksplan yang ditanam sebanyak 72 dalam 24 botol kultur. Buncis tersebut di tumbuhkan hingga menjadi planlet pada medium MS.

Analisis kandungan karbohidrat menggunakan batang planlet buncis yang sudah diberikan perlakuan kombinasi medium MS dengan PEG 6000, menggunakan metode fenol-sulfur Witham *et al.*,(1993) dengan spektrofotometer yang dilakukan pada akhir pengamatan. Batang planlet *Phaseolus vulgaris* sebanyak 0,1 g, digerus dengan mortar, ditambahkan 10 mL *aquades* lalu di sentrifus selama 30 menit. Kemudian filtrat diambil sebanyak 1 ml dan ditambah 1ml H₂SO₄ kemudian ditambah fenol sebanyak 2 ml, kemudian larutan disaring dengan kertas *Whatman* No.1 dan dimasukkan ke dalam flakon lalu ditutup rapat. Larutan sampel dan larutan standar diambil sebanyak 1 mL dimasukkan dalam kuvet. Setelah itu dilakukan pembacaan serapan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 490 nm, dengan tiga kali ulangan sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persentase Jumlah planlet yang hidup

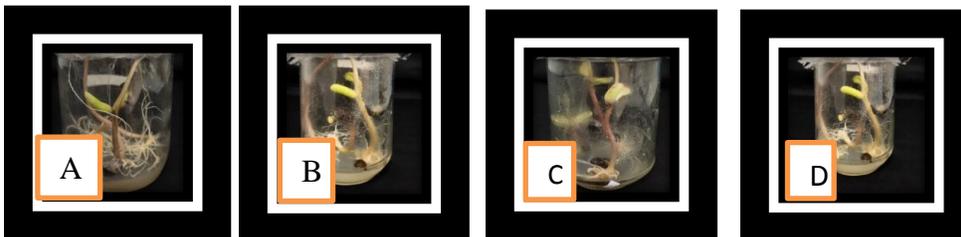
Planlet yang steril dihitung sebagai eksplan yang mampu merespon kalium dan PEG 6000 hingga 3 MST dan selama masa perlakuan dilakukan pengamatan pertumbuhan dalam medium tanam yang memiliki ciri morfologi yang seragam (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase jumlah planlet buncis yang hidup setelah di induksi kalium dan PEG 6000 per konsentrasi pada pengamatan minggu ke-3 kultur *in vitro*.

| PEG 6000 Konsentrasi (%) | Konsentrasi Kalium (%) | Persentase Jumlah Planlet Hidup pada Minggu (%) | | |
|--------------------------------|---------------------------|--|-----|-----|
| | | I | II | III |
| 20 % | 0 | 100 | 100 | 100 |
| | 0,5 | 100 | 100 | 100 |
| | 0,15 | 100 | 100 | 100 |
| | 0,25 | 100 | 100 | 100 |

Keterangan: Angka 100% menandakan bahwa planlet hidup dari minggu ke-1 sampai minggu ke-3 .

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa perlakuan dengan penambahan kalium pada berbagai konsentrasi yaitu 0%, 0,5%, 0,10%, dan 0,25% terhadap planlet buncis pada minggu ke-I sampai minggu ke-III didapatkan 100% planlet hidup dan tidak ada yang mati. Planlet yang hidup ditunjukkan dengan bertambahnya tinggi planlet, bertambahnya daun, dan munculnya tunas pada planlet. Jumlah sampel per perlakuan yang dicobakan sebanyak 3 sampel buncis pada setiap botol kultur. Selanjutnya eksplan buncis ditanam pada medium perlakuan, kemudian diamati hingga eksplan berumur 3 minggu setelah perlakuan.



Keterangan

- A. Pertumbuhan planlet 0%
- B. Pertumbuhan planlet 0,5%
- C. Pertumbuhan planlet 0,10%
- D. Pertumbuhan planlet 0,25%

B. Kandungan Karbohidrat

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kandungan karbohidrat yang terdapat pada planlet buncis yang telah ditanam di medium MS dan di induksi kalium dengan berbagai konsentrasi. Analisis kandungan karbohidrat yang dilakukan ini terdiri dari analisis kandungan karbohidrat total yang diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 490 nm.

1. Kandungan Karbohidrat

Kandungan karbohidrat pada batang buncis yang di induksi kalium dan PEG 6000 dengan berbagai konsentrasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata kandungan karbohidrat terlarut total pada batang buncis yang di induksi kalium dan PEG 6000 per konsentrasi pada pengamatan minggu ke-3 kultur *in vitro*.

| | | Kalium (%) | | | |
|----------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| PEG 6000 | | 0% | 0,5% | 0,15% | 0,25% |
| 20% | | $0,17 \pm 0,01$ | $0,19 \pm 0,22$ | $0,16 \pm 0,01$ | $1,10 \pm 0,02$ |

Keterangan :

Karbohidrat= $\bar{Y} \pm SE$

\bar{Y} = Rata-rata karbohidrat

SE = Standar error

Hasil analisis ragam pada taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian kalium ke dalam medium MS dengan PEG 6000 tidak berpengaruh nyata ($0,810 > 0,05$) terhadap kandungan karbohidrat total buncis. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian kalium tidak memberikan pengaruh nyata dalam meningkatkan kandungan karbohidrat total, hal ini diduga karena konsentrasi kalium yang diberikan terlalu rendah. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan

bahwa penggunaan medium MS dengan penambahan PEG 6000 serta kalium yang sesuai belum meningkatkan kandungan karbohidrat pada planlet buncis.

Pemberian kalium belum memberikan respon dalam meningkatkan kandungan, karbohidrat terlarut total. Hal ini terjadi karena planlet buncis belum mampu menstimulasi karbohidrat terlarut total dengan baik, terbukti dengan adanya kotiledon yang menempel pada planlet, ini menunjukkan bahwa planlet buncis belum maksimal dalam melakukan fotosintesis dan masih menggunakan cadangan makanan pada kotiledon dalam pertumbuhannya. Penurunan kandungan karbohidrat pada saat tanaman kekurangan air akan berkaitan dengan aktivitasnya dan menghambat pembentukan karbohidrat (Song, 2011).

Menurut Sazilly, (2019) menyatakan bahwa tidak berpengaruh nyata terhadap karbohidrat terlarut total pada planlet kacang panjang. Berdasarkan analisis ragam PEG 6000 tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat terlarut total pada kacang panjang. Pemberian PEG 6000 dan inokulasi *R. solanii* tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat terlarut total pada kacang panjang dalam cekaman kekeringan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian kalium pada persentase planlet yang hidup menunjukkan 100% hidup, tetapi belum memberikan reaksi terhadap kandungan karbohidrat terlarut total.

DAFTAR PUSTAKA

Azzamy, 2015. Mitalom.com/unsur-hara-kalium-dan-fungsinya/ . Diakses pada tanggal 28 Agustus 2019 pukul 13.20 WIB.

Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. Pendapatan Non Migas-Holtikultura 2011. Badan Pusat Statistik. Jakarta

Fauzy, E., Mansyur dan Husni, A. 2016. *Pengaruh Media Murashige and Skoog (MS) dan Vitamin Terhadap Tekstur, Warna dan Berat Kalus Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) CV. Hawaii Pasca Radiasi Sinar Gamma Pada Dosis Ld50 (In Vitro)*. Universitas Padjadjaran. Bandung. Halaman 1-17.

- Kerepesi, I., dan G. Galiba. 2000. *Osmotic and Salt Stress-Induced Alteration in Soluble Carbohydrate Content in Wheat Seedlings*. *Crop Science* 40(2000): 482-487.
- Kurniasari, A.M., Adisyahputra, dan R. Rosman. 2010. Pengaruh Kekeringan pada Tanag Beragam NaCl Terhadap Pertumbuhan Tanaman Nilam. *Bull. Littro* 21 (1) : 3.
- Lingga, 2010. *Cerdas Memilih Sayuran*. PT. Agro Media Pustaka : Jakarta.
- Liu, H.Y., J.Y. Li, Y. Zhao dan K.K. Huang. 2007. Influence of Drought Stress On Gas Exchange and Water Use Efficiency of *Salix psammophilia* Growing In Five Places. *Ari. Zone*. Hal 815 – 820.
- Mariska, I., dan E.G. Lestari. 2006. Seleksi In Vitro untuk Toleransi terhadap Faktor Abiotik pada Tanaman Padi dan Kedelai. *Seminar Nasional Pemanfaatan Bioteknologi untuk Mengatasi Cekaman Abiotik Pada Tanaman*:28-41.
- Nurcahyani, E., Sazilly. R.M., Farisi. S., Agustrina, R., Efek Inokulasi *Rhizoctonia solanii* Terhadap Kandungan Karbohidrat Terlarut Total Planlet Kacang Panjang (*Vigna unguiculata* (L.)Walp.) Secara *In Vitro Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. Universitas Lampung Vol (4):81-90.
- Salisbury, F.B. and Ross, C. W. 1992. *Plant Physiology*. 4rd Ed. Wadsworth Publishing Company. California.
- Saparinto, C. 2013. *Grow Your Own Vegetables – Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Song, N. A. dan Banyo, Y. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11(2): 171.
- Suriatana. 1987. Pupuk dan Pemupukan. Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Winangun, W. 2005. *Membangun Karakter Petani Organik Sukses dalam EraGlobalisasi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Witham, Gille, K. A., Hamilton, J.K., Rebers PA dan Smith, F. 1993. Colometri method for Determination of Sugars and Related Substance. *Anal. Biochemistry* Vol 143 .
- Yusnita. 2003. *Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Zulkarnain, 2013. *Budidaya Sayuran Tropis*. Bumi Aksara. Jakarta.

