PERTUMBUHAN PLANTLET BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.) PADA BERBAGAI KONSENTRASI SUKROSA DAN INTENSITAS CAHAYA DALAM KULTUR *IN VITRO* DAN KETAHANANNYA DALAM FASE AKLIMATISASI

Dita Agisimanto[1], Gazali Ismal[2], Kasli[2], Musliar Kasim[2]

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) plantlet growth *in vitro* on sucrose concentration and light intensity and their tolerant in acclimatization was conducted at Laboratory of Plant tissue culture, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture Andalas University in Padang. The experiment was starting from March 9th to August 9th 1998. The objective of the experiment was to find out the effect of sucrose concentration and light intensity on garlic plantlets growth.

Factorial experiment were arranged in a Completely Block Randomized Design with three replication. The first factors was concentration of sucrose i.e 3, 4, and 5%. The second factors was light intensity i.e 4000, 6000, 6000 and 8000 lux. Data were analyzed by analysis of varians and Duncan's Multiple Rang Test.

Light intensity were significant on increase of plant growth in the second and third week, and amount of roots in the second week observation. Increase of height plant, amount of leaves, and diameter were decreased 33.98%, 7.18% and 13% respectively when light intensity increased, however increase of weight plant and amount of roots were increase 19.67% and 16.42% respectively. The increase of sucrose concentration have no effect to the weight and weight of plant, amount of leaf and root and diameter of system.

Light intensity of 4000 lux have shown the best growth of garlic plantlets in increased of height plant, amount of leaf and diameter. Meanwhile the plant weight and the amount of roots have the best growth in 6000 lux of light intensity.

Plantlet growth in light intensity of 4000 lux and concentration of 40 $g.l^{-1}$ sucrose combination have the best perform in acclimatization.

Key Words : *Allium sativum*, sucrose, light intensity, acclimatization

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum* L.) termasuk tanaman hortikultur penting dalam perekonomian Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan bawah putih yang terus meningkat maka usaha peningkatan produksi terus dilakukan.

Usaha peningkatan produksi dilakukan dengan menambah luas areal tanam baik didataran tinggi maupun rendah. Untuk memenuhi tututan tersebut perlu penyediaan bibit berkualitas dalam jumlah banyak dan terus menerus. Untuk menggantikan cara perbanyakan konvensional yang selama ini sudah diterapkan, telah berkembang teknik perbanyakan mikro melalui kultur jaringan.

Kultur jaringan (*kultur in vitro*) merupakan suatu usaha dediferensiasi (*dedifferentiation*) tanaman lengkap dengan cara mengambil bagian yang bersifat meristematik, untuk kemudian ditumbuhkan secara mandiri dengan memanfaatkan sifat totipotensinya. Reaktivitasi pertumbuhan dan diferensiasi sel menjadi tanaman lengkap kembali tergantung pada suplai nutrisi, pengatur tumbuh dan manipulasi lingkungan. Bagian meristem 'embryonic region' tanaman dipilih karena bagian tersebut memiliki aktivitas pembelahan sel tertinggi (George dan Sheriton, 1984; Pierik, 1987). Cara ini menjanjikan berbagai keuntungan konvensional yaitu menghasilkan bibit secara massal, bebas dari patogen, sama dengan induknya, dan pelaksanaannya tidak tergantung pada iklim dan musim. Penggunaan bagian meristematik yang aktif membelah dan terlindung dari pengaruh luar secara langsung, memungkinkan tanaman cepat berkembang dan bebas dari patogen.

Lingkungan merupakan faktor penting dalam perkembangan tanaman. Variasi pada lingkungan akan mengarahkan tanaman pada morfogenesis tertentu, sebagai respon dari adaptasi tanaman. Lingkungan tanaman dalam kultur jaringan dapat dibagi dua yaitu lingkungan di dalam botol dan diluar botol. Lingkungan didalam botol diwakili

[1] Alumni Program Studi Agronomi PPs Unand
[2] Dosen Program Pascasarjana Universitas Andalas

terutama oleh media, sedangkan lingkungan luar lebih kompleks. Manipulasi lingkungan diluar botol dilakukan untuk mengatur dan mempengaruhi perkembangan tanaman di botol.

Diferensiasi planlet selama kultur *in vitro* yang berkembang di dalam kelembaban tinggi dan intensitas cahaya rendah telah menyebabkan terjadinya kelainan anatomi dan fisiologi pada tanaman yang dihasilkan. Daun cenderung memiliki lapisan epikutikular ingin lilin yang tipis (Baker, 1982 *cit.* Wetzstein dan Sommer, 1983), stomata tidak berfungsi normal dan kemampuan fotosintesis rendah (Voyiaziz dan McGranahan, 1984), jumlah stomata lebih banyak dibanding tanaman *ex vitro* (Desjardin, Laforge, Lussier, and Gosselin, 1988 *cit.* Diaz-Perez, Shackel dan Sutter, 1995), dan kandungan klorofil rendah. Diaz-Perez *et al* (1995), menyimpulkan bahwa akar yang dihasilkan dari kultur *in vitro* tidak berfungsi seperti yang dikemukakan oleh (Deberg dan Maene, 1981) pada akar yang tumbuh di dalam tanah, karena rambut-rambut akan sedikit (Ziv, 1986) dan mempunyai hubungan vascular yang belum sempurna dengan bagian atas tanaman yang mengakibatkan translokasi air terbatas dari akar ke batang.

Budidaya tanaman secara *in vitro* menghasilkan tanaman yang memiliki berbagai keterbatasan yang bermuara kepada keragaman kemampuannya untuk bertahan dalam media *ex vitro*. Modifikasi lingkungan perlu dilakukan untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman *in vitro* schingga organ yang dihasilkan lebih tahan dan mampu menyokong perubahan fisiologi dan morfologi selama masa aklimitisasi.

Sukrosa merupakan faktor lingkungan dalam botol yang dimodifikasi dalam media kultur. Sukrosa berfungsi sebagai sumber energi, penyedia kerangka karbon dan stabilisator osmotik (George and Sherington, 1983). Penambahan jumlah sukrosa diharapkan dapat meningkatkan akumulasi bahan kering tanaman selama pertumbuhan.

Cahaya berperan penting dalam mengendalikan pertumbuhan dan diferensiasi tumbuhan. Cahaya berperan mengendalikan wujud tumbuhan, yaitu perkembangan sruktur atau morfogenesisnya (Economou and Read, 1987 dan Salisbury dan Ross, 1995). Cahaya mempengaruhi laju pemanjangan, penebalan batang, jumlah buku dan morfologi tunas mikro (Hussey and Stacey, 1981), perkembangan dan jumlah stomata (Essau, 1977), dan konfigurasi, distribusi dan ukuran kristal epikutikular lilin (Baker, 1982 *cit* Wetzstein and Sommer, 1983). Peningkatan intensitas cahaya diharapkan dapat memperbaiki kualitas organ tanaman yang terbentuk selama periode pemeliharaan dalam kultur *in vitro*.

Tahap akhir dari proses kegiatan kultur jaringan adalah pemindahan tanaman dari kondisi *in vitro* ke *ex vitro* di rumah kaca. Sebelum dilepaskan ke lapangan dibutuhkan suatu masa peralihan atau adaptasi. Masa peralihan diperlukan tanaman untuk untuk melakukan serangkaian perubahan fisiologi dan morfologi untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru. Selama masa peralihan pertumbuhan tanaman selama kondisi *in vitro* dapat dievaluasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan planlet bawang putih pada berbagai konsentrasi sukrosa dan intensitas cahaya selama kultur *in vitro* dan ketahanannya dalam fase aklimatisasi.

METODE PENELITIAN

Percobaan telah dilaksanakan dari tanggal 9 Maret hingga 9 Agustus 1998. Percobaan dilakukan di laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Penelitian ini terdiri dari dua percobaan, yaitu percobaan *in vitro* dan uji aklimatisasi. Percobaan *in vitro* terdiri dari 2 faktor dengan 3 ulangan yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok. Faktor pertama adalah konsentrasi Rancangan Acak Kelompok. Faktor pertama adalah konsentrasi sukrosa 30 $g.L^{-1}$ (3%), 40 $g.L^{-1}$ (4%), dan 50 $g.L^{-1}$ (5%). Faktor kedua adalah intensitas cahaya lampu, yaitu 4000 lux, 6000 lux, dan 8000 lux. Uji aklimatisasi dilakukan terhadap semua kombinasi. Data diuji dengan sidik ragam dan DNMRT pada taraf uji 5%.

Sterilisasi alat menggunakan autoklaf, alkohol 70%, dan formalin, sedangkan aksplan berupa cakram (basal plate) umbi bawang secara berturut di rendam ke dalam 100 ml aquades + tiga tetes tween-80 (20 menit), 100 ml aquades + 0,01 g agrimicin dan 0,01 g Streptomicin (10 menit), larutan clorox 5% (10 menit), dan alkohol (1 menit).

Ekplan ditanam di dalam botol yang mengandung media MS + 5 µM 2,4-D untuk memperoleh kalus dan dipelihara diruang kultur dengan suhu rata-rata 20°C dengan intensitas cahaya 2000 lux. Kalus yang terbentuk segera ditanam kembali pada media dengan komposisi

sama untuk diperbanyak. Regenerasi kalus menjadi plantlet dilakukan pada media MS + 1 μM NAA dan 2 μM BAP dibawah intensitas cahaya 4000 lux.

Plantlet ditanam dalam botol berisi media sekam padi steril mengandung larutan MS dan ZPT NAA dan BAP. Pemeliharaan tanaman dilakukan di dalam ruang kultur di bawah pengaruh penyinaran 8000 lux (1 minggu) dan selanjutnya 10.000 lux (3 minggu). Aklimatisasi tahap kedua tidak dilakukan karena tanaman sudah mati pada tahap pertama aklimatisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Plantlet Pada Konsentrasi Sukrosa dan Intensitas Cahaya yang Berbeda

Pertambahan tinggi tanaman pada intensitas cahaya 4000 lux berbeda nyata dengan intensitas cahaya 6000 dan 8000 lux. Peningkatan intensitas cahaya cendrung menurunkan rata-rata pertambahan tinggi, diameter, dan jumlah daun tanaman, namun peningkatan pertambahan bobot dan jumlah akar. Pemberian intensitas cahaya 6000 lux menurunkan pertambahan tinggi (35.02%), diameter (13%), dan jumlah daun tanaman (7,10%), namun meningkatkan pertambahan bobot (19,67%) dan jumlah akar tanaman (16,42%). Pemberian intensitas cahaya 8000 lux menurunkan diameter (28.32%), pertambahan bobot tanaman (4.3%), sementara jumlah akar tetap (Tabel 1).

Intensitas cahaya dalam penelitian mempengaruhi ukuran daun bawang yang menggambarkan tinggi tanaman. Agaknya pada percobaan ini berlaku seperti yang dikemukakan (Mitchell, 1976) dimana tanaman yang tumbuh pada intensitas cahaya tinggi tumbuh lebih kecil namun daun lebih padat dan berat, sedangkan tanaman yang menerima intensitas cahaya lebih rendah daun lebih besar dan ramping. Ekspansi daun berhubungan positif dengan intensitas cahaya karena daun adalah modifikasi dari batang, oleh karena itu semakin tinggi intensitas cahaya maka akan mengurangi ukuran daun.

Intensitas cahaya akan mempengaruhi suhu di sekitar tanaman. Perbedaan suhu yang diterima oleh tanaman akan memberikan pengaruh yang berbeda pada proses fisiologi dan morfologi tanaman. Hartmann *et al* (1990) menyatakan bahwa setiap proses kimia, fisiologi dan biologi pada tanaman dipengaruhi oleh suhu. Selanjutnya Sitompul dan Guritno (1995), menambahkan bahwa keragaman bentuk pada akhirnya akan terjadi sebagai ekspresi dari interaksi aktivitas fisiologis tanaman dan lingkungan.

Faktor pada lingkungan yang diintroduksikan dapat merugikan pertumbuhan tanaman. Intensitas cahaya yang tinggi akan merusak sel daun, karena cahaya yang diterima daun akan diubah menjadi panas yang bila berlebihan menyebabkan daun terbakar, meskipun menerima suhu tinggi dalam waktu singkat bagian tanaman yang muda dan lunak dapat segera rusak (Hartman, *et al*, 1990). Peningkatan suhu juga meningkatkan aktifitas metabolisme (respirasi) terutama respirasi untuk pemeliharaan. Proses respirasi ini akan menggunakan karbohidrat yang ada dalam sel sehingga mengurangi jumlah akumulasi bahan kering.

Peristiwa ini dapat dilihat pada perlakuan 8000 lux. Rendahnya pertambahan tinggi mungkin disebabkan sel-sel dibagian ujung tanaman, yang merupakan bagian meristematik, mengalami kerusakan setelah menerima panas berlebihan (*primary direct injury*). Oleh karena itu memerlukan pasokan energi untuk memperbaiki kerusakan dan mengganti bagian yang rusak tersebut. Akibatnya pertumbuhan sel menjadi terhambat.

Peningkatan intensitas cahaya meningkatkan rata-rata jumlah akar pada minggu ke-3. Jumlah akar terbanyak diperoleh dari perlakuan sukrosa 40g.L^{-1}. Pembentukan akar dapat terjadi pada kisaran intensitas cahaya yang lebar, namun perlu penyinaran optimal untuk memperoleh pembentukan perakaran maximum. Peningkatan intensitas cahaya nampaknya meningkatkan jumlah akar yang terbentuk, tetapi jika intensitas cahaya berlebihan dapat mengurangi pembentukan perakaran (Economou and Read, 1987).

Kondisi ini disebabkan karena intensitas cahaya mempengaruhi aktifitas auxin. Translokasi auksin dipengaruhi oleh cahaya. Akumulasi auksin cenderung menjauhi sumber cahaya, sehingga aktivitas pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi auksin lebih tinggi pada daerah yang berlawanan dengan sumber cahaya.

Auxin bekerja pada tingkat selular, mempengaruhi aktifitas aliran protoplasma dan enzim (*Hartmann et al. 1988*). Auxin mempengaruhi pembesaran dan pemanjangan sel (*Hartmann, Kofranek, Rubatzky, and Flocker, 1988*). Essau (1977) menyatakan bahwa pembentukan struktur dinding sel juga dipengaruhi oleh aktifitas auxin.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi sukrosa dan intensitas cahaya terhadap rata-rata pertambahan tinggi, diameter pangkal, pertambahan bobot, jumlah akar, jumlah daun tanaman pada minggu ketiga.

Intensitas Cahaya (lux)	Konsentrasi Sukrosa ($g.L^{-1}$)			Pengaruh utama intensitas
	30	40	50	
Pertambahan tinggi tanaman (mm)				
4000	12.67	11.67	10.00	11.45^a
6000	7.33	8.33	6.67	7.44^b
8000	7.33	8.00	6.67	7.33^b
Pengaruh utama sukrosa	9.11	9.33	7.78	
Diameter pangkal tanaman (mm)				
4000	0.37	0.38	0.38	0.38
6000	0.32	0.37	0.30	0.33
8000	0.28	0.35	0.22	0.28
Pengaruh utama sukrosa	0.32	0.37	0.30	
Jumlah daun (helai)				
4000	1.33	1.33	2.00	1.55
6000	1.33	1.67	1.33	1.44
8000	1.00	1.33	1.33	1.22
Pertambahan bobot tanaman (mg)				
4000	20.52	21.96	23.40	21.90
6000	26.84	28.73	23.28	26.20
8000	20.21	23.18	19.63	21.00
Pengaruh utama sukrosa	22.52	24.62	22.10	
Jumlah Akar				
4000	0.00	1.67	0.33	0.67
6000	0.33	0.67	1.33	0.78
8000	1.00	0.67	0.67	0.78
Pengaruh utama sukrosa	0.44	1.00	0.78	

Angka-ngka yang dipilih oleh superskript huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama, adalah berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5%.

Fenomena pertumbuhan tanaman yang merupakan pertambahan ukuran dan volume sel dapat dilihat dari variabel pertambahan bobot. Rata-rata pertambahan bobot tanaman tertinggi pada intensitas cahaya 6000 lux, sementara pertumbuhan terbaik dicapai pada intensitas cahaya 4000 lux (Tabel 1). Tanaman yang tumbuh dalam kultur *in vitro* hanya memperoleh nutrisi dari media tumbuhnya. Peningkatan pertumbuhan akar dengan meningkatnya intensitas cahaya telah meningkatkan jumlah serapan nutrisi sehingga akumulasi bahan kering lebih tinggi. Penurunan pertambahan bobot pada intensitas 8000 lux disebabkan cekaman panas yang lebih tinggi sehingga akumulasi bahan kering berkurang.

Secara umum sukrosa tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel yang diamati setiap minggu, namun pengaruh sukrosa konsisten. Pemberian 40 $g.L^{-1}$ sukrosa, menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Pemberian 50 $g.L^{-1}$ sukrosa berpengaruh negatif karena menurunkan rata-rata pertambahan tinggi, diameter, dan pertambahan bobot tanaman (Tabel 1).

Pemberian sukrosa (karbohidtrat) ke dalam media kultur akan berperan sebagai sumber karbon dan energi, dan pengatur potensial osmotik. Tanaman yang tumbuh dalam kultur *in vitro* bersifat heterotrofik, sehingga sangat membutuhkan ketersediaan nutrisi dalam media. Pertumbuhan yang aktif pada sel meristematik dan proses diferensiasi memerlukan energi dan kerangka karbon. Mitchell (1976) menyatakan bahwa pada proses pembelahan sel dalam membentuk dinding sel baru (cell plate) setelah pembelahan mitosis memerlukan polisakarida (selulosa). Polisakarida akan membentuk dinding sel baru dan menjadi penyusun dan pengisi sel-sel baru yang terbentuk sebagai hasil dari aktivitas pertumbuhan. Tersedianya sukrosa pada media yang banyak akan menjadi sumber energi tersedia yang dapat digunakan dalam waktu lama. Penambahan

sukrosa akan mencukupi kebutuhan substrat untuk pertumbuhan tanaman.

Pemberian sukrosa akan mengatur potensial osmotik media seperti yang sudah dijelaskan George dan Sherington (1988). Penambahan jumlah sukrosa pada media akan menaikkan molaritas/molalitas akibatnya menurunkan potensial air media. Perbedaan tingkat potensial air antara media dan sel tanaman akan menentukan kecepatan dan arah pergerakan air. Semakin tinggi perbedaannya, pergerakan air semakin cepat. Jika sel ditempatkan pada media hipotonik yaitu media yang memiliki tekanan osmotik lebih rendah dari pada sitoplasma sel, maka air akan masuk ke dalam sel, yaitu jumlah energi yang masuk per waktu akan semakin sedikit, dan sebaliknya pada media hipertonik.

Laju transpor larutan makro molekul melalui membran penting dalam proses biologi karena menyangkut penyediaan bahan makanan. Pemberian sukrosa dalam jumlah yang tepat akan memaksimumkan kecepatan aliran dan jumlah nutrisi menuju sel dan berlangsung lama. Pada penelitian ini tampaknya diberikan oleh pemberian 50 $g.L^{-1}$ sukrosa.

Hasil penelitian membuktikan bahwa peningkatan intensitas cahaya menghambat pemanjangan daun, diameter batang, dan membatasi jumlah daun yang terbentuk, namun meningkatkan jumlah akar yang terbentuk. Intensitas cahaya akan menaikkan suhu di sekitar botol sehingga meningkatkan suhu daun. Hal ini akan meningkatkan aktivitas sel sehingga meningkatkan jumlah energi yang digunakan. Aktivitas metabolisme yang aktif akan mengurangi jumlah akumulasi bahan kering sehingga mengurangi bobot tanaman.

Ketahanan Tanaman Dalam Fase Aklimatisasi

Proses peralihan lingkungan tumbuh dari *in vitro* ke *ex vitro* diperlukan tanaman untuk melakukan serangkaian perubahan fisiologi dan morfologi dalam usaha menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru. Peralihan dari satu kondisi kepada kondisi yang lain dilakukan secara bertahap dengan memanipulasi lingkungan untuk menghindari perbedaan lingkungan yang tegas yang dapat berpengaruh buruk terhadap tanaman yang masih lemah. Manipulasi pertumbuhan *in vitro* telah dilaksanakan dengan menambah konsentrasi sukrosa dan intensitas cahaya. Manipulasi lingkungan aklimatisasi dilakukan dalam dua tahap yaitu penumbuhan akar dan pemindahan tanaman ke lapangan.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa tanaman hasil kultur *in vitro* hanya bertahan selama 6-13 hari di dalam media tumbuh alami di dalam botol. Tabel 2 menunjukkan ketahanan tanaman mini di dalam media pertumbuhan akar.

Tanaman yang dipelihara pada intensitas cahaya 4000 lux memiliki ketahanan tertinggi pada saat aklimatisasi yaitu 9,44 hari. Sementara tanaman yang dipelihara pada intensitas cahaya 6000 dan 8000 lux hanya 8,56 dan 8,78 hari. Tanaman yang tumbuh dibawah pengaruh intensitas 4000 lux memiliki rata-rata pertambahan tinggi, jumlah daun, jumlah akar, dan diameter pangkal tanaman lebih tinggi dibanding perlakuan intensitas cahaya yang lain. Organ tanaman (batang, daun, dan akar) menjadi penting dalam fase aklimatisasi. Tanaman yang dipelihara dalam 40 $g.L^{-1}$ sukrosa memiliki rata-rata pertambahan tinggi, pertambahan bobot, jumlah daun, jumlah akar, dan diameter pangkal tanaman lebih tinggi daripada perlakuan sukrosa lainnya.

Organ tanaman merupakan sumber cadang energi selama fase aklimatisasi. Selama fase aklimatisasi akan dibentuk organ-organ baru yang lebih sesuai dengan lingkungan alami. Pembentukan organ baru tersebut memerlukan energi yang disediakan oleh organ-organ yang terbentuk selama masa pertumbuhan *in vitro*. Desjardins *et al.* (1987) menyatakan bahwa daun-daun yang dihasilkan selama kultur *in vitro* akan digunakan sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhan dan perkembangan setelah dipindahkan ke lapangan. Akumulasi energi pada organ tanaman yang terbentuk selama pertumbuhan *in vitro* akan digunakan pada masa aklimatisasi.

Tabel 2. Ketahanan tanaman dalam fase aklimatisasi (hari)

Intensitas Cahaya (lux)	Konsentrasi Sukrosa ($g.L^{-1}$)			Pengaruh utama intensitas
	30	40	50	
4000	6.67	11.33	10.33	9.44
6000	6.00	11.00	8.67	8.56
8000	6.67	8.33	11.33	8.78
Pengaruh utama sukrosa	6.45	10.22	10.11	

Hasil pengamatan selama fase aklimatisasi telah membuktikannya. Tanaman yang memiliki organ dan akumulasi energi yang banyak dapat bertahan lebih lama dalam media aklimatisasi.

Kegagalan tanaman bertahan dalam media aklimatisasi mungkin disebabkan kurangnya energi yang mereka miliki, akibat pertumbuhan yang tidak baik. Energi yang terkandung dalam organnya tidak mencukupi untuk pembentukan organ daun dan akar

baru yang sesuai dengan lingkungan. Tingginya suhu selama pertumbuhan *in vitro* telah membatasi akumulasi bahan kering dan pertumbuhan tanaman secara umum sehingga pembentukan organ dan akumulasi energi di dalam tanaman tidak maksimum.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter pangkal tanaman lebih tinggi dibawah pengaruh intensitas 4000 lux. Pertambahan bobot dan jumlah akar lebih tinggi pada intensitas 6000 lux dibanding perlakuan intensitas cahaya lain. Pertambahan tinggi, jumlah daun, jumlah akar, dan diameter pangkal, pertambahan bobot dan jumlah akar tanaman lebih tinggi pada media mengandung 40 $g.L^{-1}$ sukrosa.

Tanaman mini yang tumbuh dibawah pengaruh intensitas cahaya 4000 lux dan konsentrasi sukrosa 40 $g.L^{-1}$ paling lama bertahan dalam media aklimatisasi. Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan untuk memberikan 40 $g.L^{-1}$ sukrosa pada intensitas cahaya 6000 lux selama pertumbuhan tanaman dapat bertahan hingga fase aklimatisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Desjardin, Y., A. Gosselin, and S. Yelle. 1987. *Acclimatization of ex vitro strawberry plantlets in CO2 enriched environments and supplementery lighting*. J. amer. Soc.Sci. 112 (5) : 846-851

Diaz-Perez, J.C., K.A. Shackel, and E.G. Sutter. 1995. *Effects of In vitro formed roots and acclimatization on water status and gas exchange of tissue cultured apple shoots*. J. Amer. Soc. Sci. 120(3) : 435-440.

Economou, A.S., and P.E. Read 1987. *Light treatment to improve efficiency of in Vitro propagation*. Hortscience 22(5): 751-754.

Essau, E. 1977. *Anatomy of seed Plants*. Jhon Willey and Sons. New York.

George, E.F. and P.D. Sherington. 1984. *Plant propagation by Tissue Culture. Handbook and Directory of Commercial Laboratories*. Exegetics Ltd. England. 709p.

Hartman, H.T., A.M. Kofranek, V.E. Rubatzky, W.J. Flocker. 1988. *Plant Science*. Growth, Development and Utilization of cultivated plant. Prentice Hall. New Jersey. 674 p.

Hussey, G. and N.J. Stacey. 1981. In Vitro *propagation of potato* (Solanum tuberosum). Ann. Bot. 48:787-796.

Mitchell, R.L., 1976. *Crop Growth and Culture*. The land State University Press. Ames-Iowa. 249 p.

Pierik, R.L.M. 1987. In vitro *cultures of higher plants*. Martinus Nijhoff Pub. 344p.

Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi tumbuhan III*. Penerbit ITB Bandung. 343 hal.

Sitompul, SM., dan B. Guritno. 1995. *Analisis pertumbuhan tanaman*. Gajah Mada Universitas Press. 412 p.

Voyiatzia, D.G. and G.H. McGranahan. 1994. *An improved method for aclimatizing tissue-cultures walnut plantlets using an antitranspirant*. Hortscience 29(1):42.

Wetzstein, H.Y. and H.E. Sommer. 1983. *Scaning Electron microscopy of in* vitro-cultured Liquidambar styraciflua *plantlet during acclimatization*. J. Amer.Soc.Sci. 108(3): 475-480