

PENGARUH FOTOSINTESIS TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KENTANG (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) DALAM LINGKUNGAN FOTOAUTOTROF SECARA *INVITRO*

(*The responses of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) explant in vitro
growth in photoautotrof condition*)

Pertamawati

Pusat TFM - BPP Teknologi

BPPP Gd. II Lt. 15- Jl MH. Thamrin no 8 Jakarta 10340

Abstract

The growth responses of potato explant (var. Atlantic), under different temperatures (10°C) between photoperiod and dark period air temperatures in culture room, in high intensity of light (7000 lux) and low intensity of light (3000 lux), cultured in 18 h light/dark cycle and incubated for 21 and 28 days was observed. The result shown that photoautotroph condition influence the explant growth to be planlet. After 28 days incubation the planlets growth better than in 21 days. Its because the photosynthesis process during 28 days incubation were more effective than in 21 days incubation. The dry weight per planlet, number of leaves, leaf area and dry weight per leaf were enhanced in photoautotroph condition with 7000 lux light intensity in all treatments. In 3000 lux light intensity, the high planlet with small diameter was performed. The study indicates that the photoautotroph condition affect further growth of the *in vitro* potato planlet.

Kata kunci : potato, *in vitro*, photoautotroph, photosynthesis

1. PENDAHULUAN

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) menghasilkan umbi sebagai komoditas sayuran dan bahan makanan olahan. Umbi kentang kultivar Atlantic yang merupakan salah satu kultivar kentang terseleksi di Amerika Serikat, mempunyai beberapa keunggulan seperti produktivitas tinggi, kadar air rendah, mudah dalam pengolahan hasil umbi, tidak mengalami perubahan setelah diproses dan mempunyai kualitas umbi *chip and fried* walaupun juga mengandung kelemahan, yaitu tidak tahan terhadap penyakit dan hama (Wattimena 2000).

Metode perbanyakan tanaman secara *in-vitro* sudah sangat berkembang dan digunakan dalam berbagai penelitian mutakhir maupun secara komersial, terutama di bidang hortikultur, agrikultur maupun kehutanan. Bila dibandingkan dengan pengadaan bibit kentang secara teknik konvensional yang hasilnya kadang tidak stabil dan tidak seragam, maka dengan penerapan metode perbanyakan tanaman secara *in-vitro* akan diperoleh bibit dalam jumlah yang banyak, dalam waktu yang singkat, seragam, bebas penyakit, serupa dengan induknya dan bermutu tinggi (Gunawan 1987).

Fotoautotrof

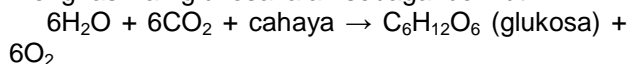
Autotrof adalah organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi seperti matahari dan kimia. Komponen autotrof berfungsi sebagai produsen. Bila sumber energi berasal dari matahari maka disebut fotoautotrof. Diketahui bahwa kentang merupakan tanaman tinggi yang bersifat autotrof, yaitu mampu mensintesis semua komponen molekuler dari hara anorganik yang berasal dari lingkungan di sekitarnya untuk pertumbuhannya. Hal ini terjadi juga pada tanaman yang dikulturkan secara *in-vitro*, karena semua bahan yang menunjang kehidupan tanaman tersebut tersedia, sehingga tanaman dapat melakukan proses kehidupannya sama seperti halnya bila tanaman tumbuh di tanah. (Kozai *et al* 1992a).

Dalam kondisi lingkungan fotoautotrof, pertumbuhan dan perkembangan eksplan sangat dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan seperti adanya intensitas cahaya, konsentrasi karbon dioksida (CO_2), kelembaban (kadar air), suhu, kadar fotosintat (hasil fotosintesis) dan sebagainya, sehingga proses fotosintesis eksplan

berlangsung optimal. menghasilkan gula dan oksigen yang diperlukan sebagai makanannya.

Fotosintesis

Salah satu proses kehidupan tanaman ialah fotosintesis yang merupakan proses biokimia untuk memproduksi energi terpakai (nutrisi), dimana karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O) dibawah pengaruh cahaya diubah ke dalam persenyawaan organik yang berisi karbon dan kaya energi. Fotosintesis merupakan salah satu cara asimilasi karbon karena dalam fotosintesis karbon bebas dari CO₂ diikat (difiksasi) menjadi gula sebagai molekul penyimpan energi. Reaksi dalam fotosintesis yang menghasilkan glukosa ialah sebagai berikut :



Glukosa digunakan untuk membentuk senyawa organik lain seperti selulosa dan dapat pula digunakan sebagai bahan bakar. Proses ini berlangsung melalui respirasi seluler. Secara umum reaksi yang terjadi pada respirasi seluler berkebalikan dengan persamaan di atas. Pada respirasi, gula (glukosa) dan senyawa lain akan bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan karbon dioksida, air, dan energi kimia.

Organ utama tumbuhan tempat berlangsungnya fotosintesis adalah daun. Tumbuhan menangkap cahaya menggunakan pigmen yang disebut klorofil yang memberi warna hijau pada tumbuhan. Klorofil terdapat dalam organel yang disebut kloroplas, dimana fotosintesis berlangsung tepatnya pada bagian stroma. Meskipun seluruh bagian tubuh tumbuhan yang berwarna hijau mengandung kloroplas, namun sebagian besar energi dihasilkan di daun.

Pada dasarnya, rangkaian reaksi fotosintesis dapat dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu reaksi terang (karena memerlukan cahaya) dan reaksi gelap (tidak memerlukan cahaya tetapi memerlukan karbon dioksida) (Salisbury & Ross 1995).

Reaksi terang

Reaksi terang adalah proses untuk menghasilkan ATP dan reduksi NADPH₂. Reaksi ini memerlukan molekul air. Proses diawali dengan penangkapan foton oleh pigmen sebagai antena.

Pigmen klorofil menyerap lebih banyak cahaya terlihat pada warna biru (400-450 nanometer) dan merah (650-700 nanometer) dibandingkan hijau (500-600 nanometer). Cahaya hijau akan dipantulkan dan ditangkap oleh mata kita sehingga menimbulkan sensasi bahwa daun berwarna hijau. Fotosintesis akan menghasilkan lebih banyak energi pada gelombang cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Hal ini karena panjang

gelombang yang pendek menyimpan lebih banyak energi.

Di dalam daun, cahaya akan diserap oleh molekul klorofil untuk dikumpulkan pada pusat reaksi. Tumbuhan memiliki dua jenis pigmen yang berfungsi aktif sebagai pusat reaksi atau fotosistem yaitu fotosistem II dan fotosistem I. Fotosistem II terdiri dari molekul klorofil yang menyerap cahaya dengan panjang gelombang 680 nanometer, sedangkan fotosistem I 700 nanometer. Kedua fotosistem ini akan bekerja secara simultan dalam fotosintesis.

Fotosintesis dimulai ketika cahaya mengionisasi molekul klorofil pada fotosistem II, membuatnya melepaskan elektron yang akan ditransfer sepanjang rantai transpor elektron. Energi dari elektron digunakan untuk fotofosforilasi yang menghasilkan ATP, yaitu satuan pertukaran energi dalam sel. Reaksi ini menyebabkan fotosistem II mengalami defisit atau kekurangan elektron yang harus segera diganti. Pada tumbuhan kekurangan elektron dipenuhi oleh elektron dari hasil ionisasi air yang terjadi bersamaan dengan ionisasi klorofil. Hasil ionisasi air adalah elektron dan oksigen. Oksigen dari proses fotosintesis hanya dihasilkan dari air, bukan dari karbon dioksida.

Pada saat yang bersamaan dengan ionisasi fotosistem II, cahaya juga mengionisasi fotosistem I, melepaskan elektron yang ditransfer sepanjang rantai transpor elektron yang akhirnya mereduksi NADP menjadi NADPH.

Reaksi gelap

ATP dan NADPH yang dihasilkan dalam proses fotosintesis memicu berbagai proses biokimia. Pada tumbuhan proses biokimia yang terpicu adalah siklus Calvin yang mengikat karbon dioksida untuk membentuk ribulosa (dan kemudian menjadi gula seperti glukosa). Reaksi ini disebut reaksi gelap karena tidak bergantung pada ada tidaknya cahaya sehingga dapat terjadi meskipun dalam keadaan gelap (tanpa cahaya).

Beberapa faktor yang menentukan laju fotosintesis ialah intensitas cahaya, konsentrasi karbon dioksida, suhu, kadar air, kadar fotosintat (hasil foto sintesis), dan tahap pertumbuhan tanaman.

Perbanyak tanaman dalam lingkungan fotoautotrof secara *invitro* mempunyai berbagai keuntungan, antara lain kemudahan dalam pengawasan lingkungan fisik, meningkatkan multiplikasi, meningkatkan persentase planlet yang hidup, menekan kontaminasi, dapat diterapkan pada wadah kultur yang besar dan dapat mengurangi biaya produksi (bahan-bahan kimia).

Dalam masa aklimatisasi, planlet hasil perbanyak dalam keadaan autotrof atau

fotoautotrof lebih mampu bertahan hidup, karena sejak dalam botol kultur tanaman sudah mulai menjalankan fungsinya, antara lain dalam proses fotosintesis dan respirasi, sehingga lebih mudah beradaptasi dengan lingkungan hidup tanaman yang sebenarnya.

Bagian tanaman (*eksplan*) kentang yang dikulturkan secara *in-vitro* ialah pucuk ketiak dan tanaman lengkap hasil regenerasi dalam kultur *in-vitro* disebut *planlet*. Perlakuan yang diberikan ialah perbedaan suhu pada periode terang dan periode gelap serta intensitas cahaya tinggi (7000 lux) dan intensitas cahaya rendah (3000 lux)

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari dan mengetahui respon pertumbuhan tanaman (*eksplan*) kentang yang dikulturkan secara *in-vitro* dalam kondisi lingkungan fotoautotrof. terhadap proses fotosintesis yang terjadi.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan tanaman (*eksplan*) yang digunakan adalah batang kentang kultivar Atlantic *in-vitro* berukuran 1 ruas (\pm 1 cm). Media yang digunakan adalah media dasar MS (Murashige & Skoog) tanpa penambahan sukrosa.

Perlakuan yang diberikan ialah perbedaan suhu pada periode terang dan gelap dengan intensitas cahaya yang berbeda, tiap perlakuan diulang 5 kali dan tiap ulangan terdiri dari 1 botol kultur yang berisi 10 *eksplan*. Penelitian ini dirancang secara acak lengkap (RAL) sebagai berikut :

Tabel 1. Perlakuan suhu dan intensitas cahaya dalam percobaan

Perlakuan	Suhu udara dalam ruang kultur ($^{\circ}$ C)		Perbedaan suhu ($^{\circ}$ C)	Intensitas cahaya (lux)
	Period terang	Period gelap		
A	25	15	10	7000
B	20	20	0	7000
C	15	25	- 10	7000
D	25	15	10	3000
E	20	20	0	3000
F	15	25	- 10	3000

Keterangan :

- A : Perbedaan suhu periode terang & gelap positif (10° C), intensitas cahaya 7000 lux
- B : Tidak ada perbedaan suhu periode terang & gelap, intensitas cahaya 7000 lux
- C : Perbedaan suhu periode terang & gelap negatif (-10° C), intensitas cahaya 7000 lux
- D : Perbedaan suhu periode terang & gelap positif (10° C), intensitas cahaya 3000 lux
- E : Tidak ada perbedaan suhu periode terang & gelap dalam intensitas cahaya 3000 lux
- F : Perbedaan suhu periode terang & gelap negatif ($- 10^{\circ}$ C), intensitas cahaya 3000 lux

Pelaksanaan

Penyediaan eksplan. Sebanyak 10 mata tunas dari umbi kentang kultivar Atlantic ditanam (dikulturkan) dalam wadah kultur yang berisi 20 ml media dasar MS untuk pertumbuhan tunas, diinkubasikan dalam ruang kultur dengan suhu 20° C , kelembaban udara relatif $65\pm 5\%$ dengan penyinaran dari lampu TL 40 watt selama 18 jam/hari. Lama inkubasi ialah 8 minggu atau sampai tumbuh menjadi *planlet*. Hasil yang diperoleh berupa *planlet*, selanjutnya ruas-ruas batang *planlet* kentang tersebut digunakan sebagai *eksplan* dalam percobaan. Penyediaan *eksplan* ini dilakukan dalam 10 wadah kultur.

Perlakuan percobaan. Dilakukan dengan meng-kulturkan 10 ruas *eksplan* kentang dalam 20 ml media MS tanpa penambahan sukrosa dalam wadah kultur (250 ml), kemudian diinkubasikan dalam inkubator dengan kelembaban udara relatif $65\pm 5\%$, suhu dan intensitas cahaya disesuaikan dengan perlakuan yang diberikan. Lama inkubasi ialah 21 dan 28 hari.

Pengamatan. Dilakukan setiap minggu selama percobaan berlangsung. Peubah yang diukur pada akhir masa pengamatan meliputi tinggi *planlet*, diameter batang, jumlah daun, berat basah daun, diameter daun dan penimbangan berat segar dan kering *planlet*.

Perhitungan. Meliputi persentase berat kering *planlet* dan ratio berat segar batang (pucuk) / akar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas cahaya

Laju fotosintesis akan berjalan maksimum ketika banyak cahaya. Dalam percobaan terlihat bahwa *eksplan* yang ditumbuhkan dalam intensitas cahaya yang tinggi daunnya berwarna lebih hijau daripada *eksplan* yang ditumbuhkan dalam intensitas cahaya yang rendah, selain itu daun *eksplan* yang ditumbuhkan dalam intensitas cahaya tinggi lebih berat daripada daun *eksplan* yang ditumbuhkan dalam intensitas cahaya rendah.

Tabel 2. Pengaruh intensitas cahaya terhadap rata-rata berat daun *eksplan* kentang

No.	Intensitas cahaya (lux)	Berat daun (g)
1.	7000	13,17
2.	3000	8,65

Di dalam daun terdapat lapisan sel yang disebut mesofil yang mengandung setengah juta kloroplas setiap milimeter persegi. Cahaya akan melewati lapisan epidermis tanpa warna dan yang transparan, menuju mesofil, tempat terjadinya

sebagian besar proses fotosintesis. Permukaan daun biasanya dilapisi oleh kutikula dari lilin yang bersifat anti air untuk mencegah terjadinya penyerapan sinar matahari ataupun penguapan air yang berlebihan.

Konsentrasi karbon dioksida

Semakin banyak karbon dioksida di udara, semakin banyak jumlah bahan yang dapat digunakan tumbuhan untuk melangsungkan fotosintesis. Jika kadar CO_2 dalam sel rendah (misalnya karena meningkatnya penyinaran dan suhu sehingga laju produksi oksigen sangat tinggi dan stomata menutup), maka fotosintesis akan menurun. Sebaliknya bila intensitas cahaya tinggi dan suhu rendah atau bila intensitas cahaya rendah dan suhu tinggi atau intensitas cahaya rendah dan suhu rendah, maka proses fotosintesis tidak akan berjalan optimal, bahkan tidak terjadi proses fotosintesis.

Tabel 3. Pengaruh intensitas cahaya dan suhu ruang terhadap berat kering planlet (mg)

No.	Perlakuan	Berat kering (mg)
1.	Intensitas cahaya tinggi, suhu tinggi	23,65
2.	Intensitas cahaya tinggi, suhu rendah	20,25
3.	Intensitas cahaya rendah, suhu tinggi	18,75
4.	Intensitas cahaya rendah, suhu rendah	14,10

Dalam percobaan tidak dilakukan penambahan CO_2 , jadi CO_2 dalam wadah kultur adalah benar-benar berasal dari eksplan, suhu yang dalam perlakuan juga tidak setinggi suhu di luar (lapangan). Walaupun demikian, terlihat bahwa dalam suhu dan intensitas cahaya yang tinggi memberikan hasil (berat kering planlet) yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, seperti terlihat dalam Tabel 3.

Suhu

Enzim-enzim yang bekerja dalam proses fotosintesis hanya dapat bekerja pada suhu optimalnya. Umumnya laju fotosintesis meningkat seiring dengan meningkatnya suhu hingga batas toleransi enzim.

Dalam percobaan dengan perlakuan perbedaan suhu antara periode terang dan periode gelap sebesar $+10^{\circ}C$, $-10^{\circ}C$ dan tanpa perbedaan suhu, memperlihatkan perbedaan berat planlet yang dihasilkan. Persentase berat kering planlet dalam perlakuan perbedaan suhu $+10^{\circ}C$ adalah yang terbesar, diikuti oleh perlakuan tanpa perbedaan suhu dan perbedaan suhu.

Tabel 4. Pengaruh perbedaan suhu terhadap % berat kering planlet

No.	Perbedaan Suhu	% berat kering
1.	$+10^{\circ}C$	7,72
2.	Tanpa perbedaan	6,32
3.	$-10^{\circ}C$	5,98

Persen (%) berat kering planlet yang lebih tinggi dalam perlakuan perbedaan suhu $+10^{\circ}C$ memperlihatkan planlet dalam kultur *in vitro* juga melakukan proses metabolisme, yaitu proses pembentukan dan penguraian bahan makanan menjadi unsur organik yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman, hasil yang terlihat ialah planlet menjadi lebih tinggi, jumlah daunnya lebih banyak dan lebih lebar.

Kadar air

Persentase berat kering planlet berhubungan dengan kadar air planlet. Kekurangan air menyebabkan stomata menutup, menghambat penyerapan karbon dioksida sehingga mengurangi laju fotosintesis. Akibatnya fotosintat yang dihasilkan menurun jumlahnya, selain itu kadar oksigen (O_2) yang dibebaskan juga berkurang sehingga planlet yang dihasilkan akan lebih rendah persentase berat keringnya.

Tabel 5. Pengaruh kadar air terhadap tinggi dan berat kering batang

Perlakuan	Tinggi (mm)	% Berat kering
A	104	2,6
B	78	1,95
C	59,5	1,5
D	112	2,24
E	98	1,96
F	80	1,6

Planlet pada perlakuan intensitas cahaya rendah dalam ketiga perlakuan suhu antara periode terang dan periode gelap terlihat pucat dan batangnya lebih berair dan juga terlihat lebih tinggi, tetapi berat keringnya lebih ringan daripada perlakuan lainnya (Tabel 5). Intensitas cahaya yang rendah dan tingginya kadar air dalam tubuh planlet mengakibatkan fotosintesis tidak berjalan normal.

Terdapat dua strategi pertumbuhan suatu tanaman, yaitu tumbuh dalam keadaan gelap (stokomorfogenesis) dan dalam keadaan terang (fotomorfogenesis). Dalam keadaan gelap, tanaman mengalami etiolasi, tanaman tumbuh tinggi dengan diameter batang yang lebih kecil dan tanpa pertumbuhan daun, sehingga tidak terjadi proses fotosintesis, hal ini merupakan strategi tanaman untuk menghemat energi. Bila tanaman dikembalikan ke kondisi terang maka segera terjadi perubahan ekspresi gen dan

tanaman tumbuh normal kembali (George & Davies 2008).

Kadar fotosintat (hasil fotosintesis)

Dalam percobaan, media MS yang digunakan tidak diberi tambahan sukrosa, artinya dalam percobaan ini karbohidrat sebagai bahan baku energi untuk pertumbuhan eksplan benar-benar berasal dari hasil fotosintesis.

Fotosintat sebagai hasil fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan eksplan sampai menjadi planlet, sisanya biasanya disimpan di daun dan batang, biasanya dikirim ke jaringan-jaringan terdekat terlebih dahulu. Jika kadar fotosintat berkurang, laju fotosintesis akan naik. Bila kadar fotosintat bertambah atau bahkan sampai jenuh, laju fotosintesis akan berkurang. Peningkatan massa tumbuhan bukan hanya karena penyerapan karbon dioksida, tetapi juga oleh pemberian air atau adanya kandungan air dalam media tumbuhnya. Fotosintat sebagai hasil fotosintesis lebih mudah terlihat dalam tahap pertumbuhan.

Tahap pertumbuhan

Penelitian menunjukkan bahwa laju fotosintesis jauh lebih tinggi pada tumbuhan yang sedang berkecambah daripada tumbuhan dewasa. Hal ini mungkin dikarenakan tumbuhan berkecambah memerlukan lebih banyak energi dan hara nutrisi untuk tumbuh.

Fotosintesis terdiri dari dua reaksi, yaitu reaksi oksidasi (oksidasi air) dimana terjadi pemindahan elektron disertai pelepasan O₂ sebagai hasil samping dan reaksi reduksi (reduksi CO₂) untuk membentuk senyawa organik, misalnya karbohidrat (Gardner *et al* 1991).

Berat planlet

Penambahan fotosintat sebagai hasil proses fotosintesis terhadap pertumbuhan eksplan sampai menjadi planlet dalam masa inkubasi selama 21 dan 28 hari memperlihatkan berat planlet yang meningkat untuk semua perlakuan yang diberikan dalam percobaan

Tabel 6. Berat planlet kentang

Perlakuan	Masa inkubasi (hari)	Berat segar (mg)	Berat kering (mg)	% berat kering (%)
A	21	272.2	19.6	7.2
	28	466.1	27.5 c	5.9
B	21	223.2	15.4	6.9
	28	401.7	23.7 bc	5.9
C	21	258.7	16.3	6.3
	28	396.7	24.2 bc	6.1
D	21	214.9	14.4	6.7
	28	412.5	23.1 b	5.6
E	21	168.1	11.6	6.9
	28	280.3	17.1 a	6.1
F	21	172.6	10.7	6.2

28 324.1 17.5 a 5.4

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 1%.

Perlakuan A dengan masa inkubasi selama 28 hari menghasilkan planlet kentang terbesar, tetapi persentase berat kering planlet kentang terbesar (7,2%) diperoleh selama masa inkubasi 21 hari. Persentase berat kering planlet dalam masa inkubasi selama 28 hari yang lebih rendah daripada dalam masa inkubasi selama 21 hari memperlihatkan bahwa planlet dalam kultur *in vitro* juga melakukan proses metabolisme, yaitu proses pembentukan dan penguraian bahan makanan menjadi unsur organik yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman, hasil yang terlihat ialah planlet menjadi lebih tinggi, jumlah daunnya lebih banyak dan lebih lebar (Kozai *et al* 1992b). Perhitungan data secara statistik dalam Tabel 6 hanya dilakukan terhadap berat kering saja, karena data berat kering planlet lebih akurat daripada data berat segarnya, dan dianalisis setelah % kadar air kurang dari 3%.

Jumlah, berat dan luas daun

Daun merupakan komponen utama suatu tumbuhan dalam proses fotosintesis. Perlakuan suhu dan intensitas cahaya yang diberikan dalam percobaan berpengaruh terhadap pertumbuhan daun, baik jumlah, luas area maupun berat segarnya. Dalam Tabel 7 tertulis rata-rata jumlah daun, berat segar daun serta luas area daun planlet kentang pada akhir masa percobaan selama 21 dan 28 hari.

Tabel 7. Jumlah, berat segar dan luas area daun planlet kentang

Perlakuan	Masa inkubasi (hari)	Jml daun	Berat segar daun (mg)	Luas area daun (cm ²)
A	21	8.6	9.3	2.6
	28	8.7 a	17.8 e	5.5 b
B	21	7.8	10.6	3.6
	28	9.6 cd	16.2 de	6.8 c
C	21	9.1	10.5	4.1
	28	11.0 e	14.5 cd	6.9 c
D	21	8.3	7.7	2.3
	28	8.9 ab	13.0 bc	4.3 ab
E	21	8.1	6.0	2.2
	28	9.4 bc	8.3 a	3.7 a
F	21	8.8	6.1	2.3
	28	10.1 d	10.7 b	5.2 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 1%.

Proses fotosintesis akan optimal apabila daun yang menjadi tempat utama proses fotosintesis

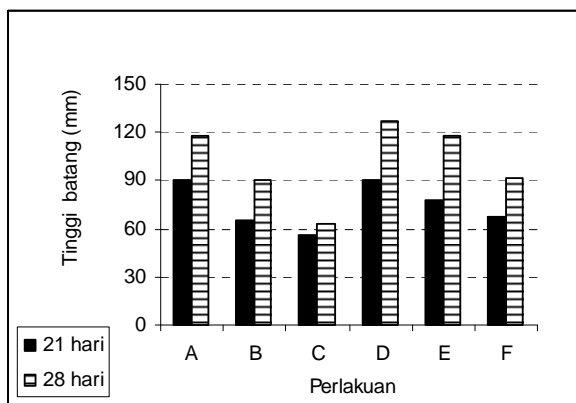
berlangsung semakin banyak jumlahnya dan semakin besar ukurannya, adanya sinar yang lebih tinggi intensitasnya lebih baik daripada sinar dengan intensitas yang lebih rendah.

Dalam Tabel 7 terlihat bahwa daun planlet yang dikulturkan pada suhu rendah dalam periode terang (perlakuan C) tumbuh lebih lebar dan tipis, walaupun lebarnya (luas areal daun) tidak berbeda dengan daun dalam perlakuan B setelah masa inkubasi selama 28 hari. Hal ini merupakan sifat genetik tanaman bahwa daun yang tumbuh dalam tempat dengan suhu rendah pada periode terang (siang hari) lebih tipis sebagai usaha untuk menangkap sinar lebih banyak agar fotosintesis dapat berlangsung. Hal yang sama juga terlihat pada planlet dalam perlakuan F.

Kondisi ini sama dengan kondisi intensitas cahaya yang lebih tinggi, planlet dalam intensitas cahaya rendah dengan suhu rendah pada periode terang (perlakuan F) menyebabkan pertumbuhan daun yang lebih lebar tetapi lebih tipis. Perlakuan tersebut (C dan F) juga menyebabkan pertumbuhan daun yang relatif lebih banyak, relatif lebih berat dan relatif lebih lebar. Diketahui bahwa daun di bagian bawah tanaman mempunyai luas yang lebih kecil dan lebih tipis serta menua sebelum tanaman dewasa (Gardner, Pearche & Mitchell, 1991, Salisbury & Ross 1995).

Tinggi dan diameter batang planlet

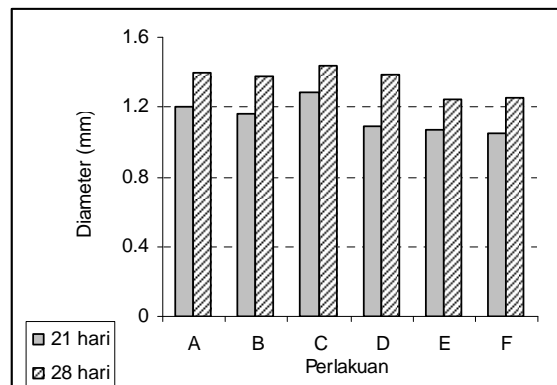
Hasil percobaan yang diperoleh memperlihatkan bahwa semua kombinasi perlakuan dapat merangsang pertumbuhan planlet (tinggi) dan diameter batang seperti yang terlihat dalam Grafik 1 dan Grafik 2.



Grafik 1. Tinggi (mm) planlet kentang pada semua kombinasi perlakuan pada usia kultur 21 dan 28 hari.

Semakin lama masa kultur semakin banyak fotosintat yang diperoleh, selanjutnya fotosintat tersebut digunakan untuk menambah jumlah sel di seluruh tubuh planlet, hasilnya planlet bertambah tinggi dan diameter batangnya. Dalam Grafik 1. terlihat bahwa perbedaan suhu 10⁰C (positif) dalam

masa periode terang maupun gelap (A dan D), menghasilkan planlet yang lebih tinggi, demikian pula halnya dengan planlet yang dihasilkan dalam perlakuan E. Dalam Grafik 1. juga terlihat bahwa pada intensitas cahaya yang lebih tinggi relatif menghasilkan planlet dengan batang yang lebih pendek.



Grafik 2. Diameter batang (mm) planlet kentang pada semua kombinasi perlakuan pada usia kultur 21 dan 28 hari.

Dari Grafik 2 terlihat bahwa diameter planlet kentang setelah masa inkubasi selama 21 hari dalam perlakuan intensitas cahaya 3000 lux lebih kecil ukurannya, tetapi setelah masa inkubasi selama 28 hari ukuran diameter batang planlet kentang relatif tidak berbeda satu dengan lainnya. Intensitas cahaya yang lebih rendah memacu pembentukan zat pengatur tumbuh auksin dan auksin merupakan senyawa yang merangsang pertumbuhan sel menjadi panjang dan ramping (Machakova *et al.* 2008). Dalam percobaan terlihat pada planlet yang dikulturkan dalam perlakuan dengan intensitas cahaya yang lebih rendah (3000 lux), tumbuh relatif lebih tinggi dengan diameter batang yang relatif lebih kecil ukurannya.

4. KESIMPULAN

Kondisi lingkungan *in vitro* fotoautotrof berpengaruh positif terhadap pertumbuhan planlet kentang varietas Atlantic. Semakin lama masa kultur semakin meningkat fotosintat yang dihasilkan dalam proses fotosintesis, terlihat dari semakin meningkatnya pertumbuhan planlet

Proses fotosintesis dalam kondisi suhu dan intensitas cahaya yang lebih tinggi berjalan lebih baik sehingga menghasilkan planlet yang lebih berat, daun yang lebih berat tetapi batang planlet lebih pendek.

DAFTAR PUSTAKA

- Gardner, F.P. *et al.* 1991. Fisiologi tanaman budidaya. Terjemahan H. Susilo. Penerbit Universitas Indonesia. 427p.
- George, E.F. and W. Davies. 2008. Effects of the Physical Environment. In Plant Propagation by Tissue Culture 3rd Ed. Vol. 1. The Background. Edited by E. F. George, M. A. Hall & Geert-Jan De Klerk. Published by Springer, Dordrecht, The Netherlands. p. 423-464.
- Gunawan, L.W. 1987. Teknik kultur jaringan. PAU Bioteknologi. IPB-Bogor. 252p.
- Kozai, T. *et al.* 1992a. Effect of the difference between photoperiod and darkperiod temperatures, and photosynthetic photon flux density on the shoot length and growth of potato plantlets *in vitro*. J. Japan Soc. Hort. Sci. J. 61 (1): p. 93-98.
- Kozai, T. *et al.* 1992b. The *in vitro* environment and its control in micropropagation. K. Kurata & T. Kozai (eds.). Transplant Production System. Kluwer Academic Publisher, Netherland. p. 247-282.
- Machakova, I. *t al.* 2008. Plant Growth Regulators I: Introduction; Auxins, their Analogues and Inhibitors. In Plant Propagation by Tissue Culture 3rd Ed. Vol. 1. The Background. Edited by E. F. George, M. A. Hall & Geert-Jan De Klerk. Published by Springer, Dordrecht, The Netherlands. p.175-204.
- Salisbury, F.B. & C.W. Ross. 1995. Fisiologi tumbuhan (terjemahan Diah R. Lukman). Jilid 3. Penerbit ITB Bandung.
- Wattimena, G. A. 2000. Pengembangan Propagul Kentang Bermutu dan Kultivar Kentang Unggul dalam Mendukung Peningkatan Produksi Kentang di Indonesia. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu Hortikultura. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. 86p.