

LAPORAN PENELITIAN



**PERTUMBUHAN ANGGREK BOTOL *Phalaenopsis* PADA PERIODE AWAL
SETELAH TRANSPLANTASI KE LINGKUNGAN YANG ALAMI**

Oleh

Dr. I Gede Ketut Adiputra



**FAKULTAS MIPA, JURUSAN BIOLOGI
UNIVERSITAS HINDU INDONESIA,
DENPASAR**

DESEMBER 2009

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN

1. Judul Penelitian: Pertumbuhan anggrek botol *phalaenopsis* pada periode awal setelah transplantasi ke lingkungan yang alami.
2. Peneliti
 - a. Nama lengkap : Dr. I Gede Ketut Adiputra
 - b. Jenis kelamin : Laki-laki
 - c. NIP : 131652189
 - d. Pangkat/golongan : Penata muda/IIIa
 - e. Jabatan fungsional : Lektor
 - f. Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi
 - g. Perguruan Tinggi : Universitas Hindu Indonesia, Denpasar.
 - h. Pusat penelitian : Universitas Hindu Indonesia
3. Jumlah Peneliti : 1 orang
4. Lokasi Penelitian : Universitas Hindu Indonesia, Denpasar
5. Kerja sama dengan Institusi lain
 - a. Nama Instansi : -
 - b. Alamat : -
6. Masa Penelitian : 1 Tahun
7. Biaya yang diperlukan : Penelitian mandiri

Mengetahui
Dekan Fakultas MIPA

Denpasar,
Ketua Peneliti,

Drs. Gde Rimaya, DMM
NIP: 140158414

Dr. I Gede Ketut Adiputra
NIP:131652189

Menyetujui:
Ketua Lembaga Penelitian

Drs. I Gusti Bagus Wirawan, M.Si.
NIP:131582870

RINGKASAN

Budidaya anggrek terutama anggrek *phalaenopsis* merupakan bidang usaha yang cukup menarik, baik dari segi ekonomi, estetika maupun ekologi. Anggrek merupakan tanaman yang dapat menghasilkan uang, disenangi untuk memperindah halaman rumah. Untuk daerah perkotaan yang memiliki lahan sempit, anggrek juga dapat dibudidayakan untuk memperbaiki ekosistem. Permasalahan yang sering dihadapi untuk maksud budidaya tersebut adalah perbanyakan tanaman anggrek merupakan pekerjaan yang memerlukan kesabaran. Berbeda dengan tanaman lain, tanaman anggrek ini perkembangbiakannya sangat lambat. Untuk mengatasi hal ini, teknologi modern telah dilibatkan yaitu pembiakan biji anggrek dengan metode kultur jaringan. Upaya ini telah berhasil sehingga bibit anggrek telah banyak tersedia dan dapat diperoleh dengan mudah berupa bibit anggrek botol. Walaupun bibit botol telah banyak tersedia, penyediaan bibit ini belum dapat meningkatkan produksi anggrek. Anggrek masih harus diimport, walaupun secara alami Indonesia merupakan negara yang kaya dengan sumber alam nabati. Untuk dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan bila perlu menjadi negara pengekspor, pengkajian terhadap masalah yang dialami dalam budidaya tanaman ini masih banyak yang perlu dilakukan, terutama pemeliharaan bibit botol sampai menjadi tanaman dewasa yang produktif.

Salah satu ciri penting yang dimiliki oleh tanaman botol ini adalah aktivitas autotrofik yang rendah, yaitu rendahnya pengubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik yang diperlukan untuk pertumbuhan. Oleh karena itu, tanaman ini tidak dapat berkembang cepat seperti misalnya padi-padian. Aktivitas autotrofik yang rendah dapat juga berakibat pada rendahnya kemampuan untuk menghadapi perubahan kondisi lingkungan yang keras, seperti kekeringan, sinar, temperatur atau faktor-faktor lingkungan lainnya. Untuk dapat memelihara tanaman ini menjadi tanaman dewasa yang produktif maka diperlukan stabilitas kondisi lingkungan. Penelitian yang dilaporkan ini berupaya mengkaji faktor lingkungan yang paling dominan yang diperlukan oleh tanaman botol untuk dapat tumbuh secara normal pada lingkungan alami. Untuk tujuan itu dilakukanlah manipulasi iklim mikro yaitu melakukan variasi media tanam, pupuk, tempat tumbuh dan metode aklimatisasi.

Eksperimen 1 dilakukan dengan menggunakan media tanam kompos yang dibandingkan dengan media pakis. Eksperimen ini dimaksudkan untuk menguji apakah akar tanaman epifit ini memiliki kemampuan adaptasi struktur untuk memperoleh nutrisi pada medium kompos. Pada kondisi eksperimen yang dilakukan, tanaman botol tumbuh lebih baik pada media pakis. Hal ini menunjukkan bahwa adaptasi struktur tidak terjadi apabila tanaman ini ditumbuhkan pada media kompos. Eksperimen 2 kemudian dilakukan untuk menguji apakah tanaman ini memerlukan penyesuaian iklim (aklimatisasi) sebelum ditransplantasi ke individual pots. Tanaman botol ditransplantasi ke media tanam moss dalam tray berlubang dalam bentuk kompot. Pertumbuhan tanaman kemudian ditemukan sangat baik setelah transplantasi ke individual pot. Hal ini menunjukkan bahwa aklimatisasi diperlukan oleh tanaman botol sebelum ditransplantasi ke individual pot. Eksperimen berikutnya (Eksp.3) dilakukan untuk menguji apakah kompot merupakan faktor dominan untuk pertumbuhan yang normal. Pada eksperimen ini tanaman ditransplantasi langsung (tanpa aklimatisasi dalam kompot) tetapi

menggunakan media tanam dan tempat tumbuh yang sama. Pada eksperiment ini ditemukan bahwa tanaman juga dapat tumbuh dengan baik, sehingga disimpulkan bahwa kompot bukanlah faktor dominan. Eksperiment 4 kemudian dilakukan untuk menguji apakah aklimatisasi memerlukan media tanam. Hal ini dilakukan karena pada lingkungannya yang alami, bagian akar atau daun anggrek epifit ini memperoleh kondisi lingkungan yang hampir sama, baik sinar matahari, air maupun lingkungan atmosferik lain. Pada kondisi percobaan yang dilakukan, aklimatisasi dengan metode ini ditemukan dapat meningkatkan pertumbuhan yaitu tanaman menghasilkan daun baru pada HST 17, berbeda dengan metode lain dimana daun baru ditemukan tumbuh pada HST 35. Setelah diketahui bahwa kompot bukan merupakan faktor dominan dan aklimatisasi ternyata lebih baik dilakukan tanpa media, maka dilakukanlah eksperiment 5 dengan membandingkan media tanam moss, pakis sabut kelapa dan tanpa media. Eksperiment 5 ini dilakukan didalam ruang lab yang memiliki sirkulasi udara yang rendah. Hampir sama dengan eksp.1, tanaman yang ditumbuhkan pada kondisi ini tidak dapat memelihara aktivitas autotrofiknya. Eksperiment 6 kemudian dilakukan pada kondisi lingkungan yang memiliki sirkulasi udara yang cukup baik, tetapi masih menguji faktor media tanam yaitu moss, pakis dan sabut kelapa. Pada kondisi sirkulasi udara yang tinggi, tanaman dapat tumbuh dengan baik pada semua media tanam yang diuji.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa faktor dominan yang menentukan terpeliharanya aktivitas autotrofik adalah terpeliharanya kadar air melalui sirkulasi udara yang lancar. Kemungkinan penyebabnya adalah karena udara membawa molekul-molekul air yang sangat bermanfaat bagi pemeliharaan stabilitas kadar air bagi tanaman. Kemungkinan lain adalah sirkulasi udara mempercepat terjadinya penguapan pada daun sehingga potensial air yang rendah pada daun akan menarik air yang terdapat pada akar dan memaksa akar untuk menyerap air dan unsur hara. Hal ini kemudian berakibat pada terjadinya peningkatan fungsi akar sebagai organ penyerap air dan peningkatan fungsi daun sebagai organ fotosintesis.

SUMMARY

Orchids has become a fascinating plants for a long time, grown to increase satisfaction of living at home. These plants is also attractice commercially, seedling was about Rp.1000 at the time it is transplanted and can be sold at Rp 3000 per pot 4 months after transplantation (Trubus 415-Jun 2004/XXXV, p. 134). However, these highly attractive plants has rarely be found in the wild, not only because it is collected for economical reason, the plants has a low ability to cope the harst environment condition. In order to incresed population, a modern techniques has been employed to enhance the number of seeds to grow. This tissues culture method has successfully increased the number of seeddling available. However, to grow this plants until reproductive phase, it is remains facing a lot of problems, particularly because the plants has a very low autotrophic activity. The low ability to produce organic compound require for growth, from inorganic compound, make this plants has a low ability to survive under a harst environmental condition, such as drought, light, nutrition and other environmental factors. Experiments describes in this report examined the most dominant factors requires by bottled-seedling to grow under non aseptic environments. Experiment 1 was performed to examine whether root system of this plants has structural adaptation for scavenging nutrient in the soil. These seeddling were transplanted directly into pots containing manure growth medium and the other seedling were transplanted into "pakis" growth medium. At the termination of observation, most plants grown in the manure growth medium was underwent a severe stress but plant grown using "pakis" growth medium was remain growing although at a very low growth rate. This experiment indicated that epiphit Phalaenopsis has no structural adaptation after grown in soils. Experiment 2 was then performed to examined an indirect transplantation of bottled-seeddling via aclimatitaiton using "kompot". The bottled-seedling was transplanted into tray containing moss growth medium in group of about 20 seedling in one tray and was put in the out door environment. After 14 days, the plants was then transferred into individual pots containing moss and charcoal. At the termination of observation at day 135, this plants has produced 3-4 new leaves which indicating that micro climates provided in this experiment favour a normal growth for this seedling, unlike microclimates provided in exp.1. Further experiment was then conducted to examined whether acclimatitaiton via "compot" is a dominant factors require by the seedling to grow (Exp. 3). Bottled-seedling were transplanted directly into individual pots containing moss growth mediums, one seedling per pot. The pots was also mounted in an outdoor environment, similar to that for Exp.2, which has a high air circulation. The seedling was found to grow normally, i.e has produce 3-4 leaves at about similar period where expt. 2 was terminated. This experiment indicated that acclimatitaiton via compot was not a dominant factors require by the seedling to grow. Expt. 4 was then conducted to examined whether growth medium was an important factor require by the seeddling during the period of acclimatitaiton. Seedling was mounted vertically in a trays as such without growth medium for 5 days, before the seeddling then transplanted into individual pots. These pots was also mounted in a placed which has a high air circulation (outdoors environment). These plants was found to produce a first new leaf at day 17, much earlier than plant in the previous experiment. Indicating that microclimate generated using this system favour a high autotrphic activity during the early stage of growth outside the

bottle. In other to examined whether outdoor environment is particularly important for the plant to grow, further indoors experiment was then performed (Expt. 5). Seedling from bottles was transplanted directly into individual transparent plastic pot using 3 different growth medium; moss, pakis, sabut kelapa and without growth medium as control plants. This plant was found underwent a severe stress and about 75% of this plants was not growing after day 57 of transplantation. This stress was found in all experimental condition, whether using moss, sabut kelapa, pakis or control plants. This indicated that air circulation was one of the most important factors require by the seedling to grow. Experiment 6 was then performed to reexamined the important of outdoor environmental conditions. Seedling from bottles was transplanted indirectly into individual pots containing moss, pakis, sabut kelapa. The pots was mounted in a placed which has a high air circulation (outdoor environments). After 6 months of transplantations, these plants has produced at least 3 new leaves which indicating that the environmental condition favor the normal growth.

This research concluded that water content in plant obtained via air circulation is one of the most dominant factors require by bottled-seedling to grow in an aseptic environment. It is speculated that circulation of air containing water require by the seedling to stabilized water content in the plants and enable the autotrophic activity proceed at a normal level. The other possibilities is that air has enhanced evaporation in the leaves and the very low water potential in the leaves strongly attract water in the root to flow into the leaves. This process subsequently increased the ability of the root system to absorb solutes from the environments and so photosynthetic activity in the leaves.

PRAKATA

Atas asung wara kerta nugraha Ida Sang Hyang Widhi Wasa (Tuhan Yang Maha Esa), laporan penelitian dengan judul “**PERTUMBUHAN ANGGREK BOTOL *Phalaenopsis* PADA PERIODE AWAL SETELAH TRANSPLANTASI KE LINGKUNGAN YANG ALAMI**” dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Penelitian ini adalah upaya perbaikan teknik budidaya bibit anggrek botol yang didapat dari penyemaian biji menggunakan metode kultur jaringan.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa saat ini banyak terjadi permasalahan alih fungsi lahan, penyempitan lahan pertanian dan sedikitnya lapangan pekerjaan yang tersedia bagi lulusan sekolah maupun perguruan tinggi. Tanpa mengurangi penghargaan terhadap upaya pengurangan alih fungsi dan penyempitan lahan pertanian, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan produk kultur jaringan berupa bibit anggrek botol untuk dibudidayakan pada lahan sempit di pekarangan rumah.

Budidaya tanaman anggrek, yang dihasilkan dari kultur jaringan ini, masih relatif sedikit mungkin diakibatkan oleh karena teknik kultur jaringan memerlukan teknologi tinggi, ketrampilan dan pengetahuan yang banyak tentang fisiologi tumbuhan dan biokimia. Pandangan ini sebenarnya kurang tepat karena budidaya bibit anggrek tidak harus menggunakan teknik, ketrampilan ataupun biaya tinggi, walaupun tidak dapat dipungkiri bahwa dalam proses penghasilan bibit ini diperlukan ketrampilan yang tinggi. Akan tetapi, untuk meningkatkan hasil budidaya anggrek ini, diperlukan perhatian yang lebih banyak terutama pada periode sensitif awal pertumbuhan setelah transplantasi dari botol ke lingkungan yang alami. Untuk mengatasi masalah ini berbagai metode telah dikembangkan akan tetapi karena adanya perbedaan kondisi yang diperlukan oleh spesies yang berbeda maka metode yang telah dikembangkan masih dapat dikaji agar metode penyesuaian dengan alam secara alami dapat terjadi secara optimum.

Permasalahan dasar yang dikaji pada penelitian ini adalah bahwa bibit tanaman botol memerlukan berbagai tahapan adaptasi sebagai respon terhadap perubahan lingkungan dari kultur jaringan dalam botol ke lingkungannya yang alami. Tahapan adaptasi ini dapat berupa adaptasi fungsional maupun adaptasi struktural. Oleh karena mekanisme ini melibatkan aktivitas enzimatik, maka perubahan iklim mikro pada awal pertumbuhannya diluar botol menjadi sangat penting.

Pada penelitian ini pengkajian terhadap metode penyesuaian tersebut dilakukan dengan transplantasi bibit botol baik secara langsung ke individual pot maupun melalui pertumbuhan dalam kompot. Media tanam yang digunakan divariasikan, pakis, moss atau sabut kelapa. Pengujian ini menemukan bahwa kondisi lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap viabilitas bibit adalah; air atau kelembaban media yang stabil, aliran udara yang lancar, dan penyinaran secara tidak langsung. Persyaratan tumbuh ini nampaknya sangat dominan dibandingkan dengan jenis media tanam yang diuji yaitu pakis, moss dan sabut kelapa. Perbedaan metode aklimatisasi yang diuji, pada awal pertumbuhan diluar kultur, juga kurang dominan dibandingkan dengan 3 persyaratan utama diatas. Keperluan akan sirkulasi udara yang tinggi untuk pertumbuhan yang normal menjadi cukup menarik karena tanaman ini hampir tidak mengalami gangguan oleh angin ketika masih berada di dalam botol. Spekulasi yang dapat diajukan untuk permasalahan ini adalah bahwa dalam keadaan aseptik, tanaman tidak memerlukan

mobilitas nutrisi yang tinggi. Akan tetapi dalam kondisi non aseptik, tanaman memerlukan mobilitas nutrisi dan hasil fotosintesis yang tinggi untuk menanggulangi kerusakan baik oleh faktor fisik maupun faktor kimia setelah berada pada situasi lingkungan yang sangat keras relatif terhadap situasi dalam botol. Metode aklimatisasi yang digunakan untuk eksp. 2,3,4 mampu memelihara pertumbuhan anggrek botol dalam lingkungan alami sampai pada fase generatif. Tanaman yang ditransplantasi mulai tanggal 14 Desember 2008, 28 Desember 2008 dan 11 Januari 2009 telah mulai ditemukan memperlihatkan fase generatif tanggal 25 September 2010. Dengan metode aklimatisasi dan pemeliharaan lanjutan yang digunakan, anggrek botol memerlukan waktu sekitar 2 tahun untuk memulai fase generatif.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memungkinkan penelitian ini dapat terlaksana. Untuk menguji pertumbuhan anggrek botol pada kondisi ruang dengan sirkulasi udara rendah, peneliti melibatkan 2 orang mahasiswa pada waktu transplantasi. Mahasiswa tersebut adalah Dwi Wahyudi dan Kadek Dewi Rustini. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Kepada staf dan dosen Fak. MIPA yang telah mendorong kegiatan penelitian diucapkan terima kasih. Ucapakan terimakasih juga disampaikan kepada semua rekan-rekan dosen yang telah menyemangati penelitian ini. Kepada Bapak Dekan Ekonomi juga disampaikan terima kasih atas bibit botolnya yang digunakan untuk uji pertumbuhan pada eksperiment 1.

Peneliti

Dr. I Gede Ketut Adiputra

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	9
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN.....	2
RINGKASAN	3
SUMMARY	5
PRAKATA.....	7
DAFTAR GAMBAR DAN TABEL	11
BAB I. PENDAHULUAN.....	14
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	22
2.1 Batas kritis (environmental extremes)	22
2.2. Keperluan unsur hara mikro dan unsur hara makro dalam tumbuhan	24
2.3 Metode diagnostik untuk mengetahui unsur hara yang diperlukan tanaman.....	26
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	31
3.1 Tujuan Penelitian	31
3.2 Manfaat penelitian.....	31
BAB IV. DESAIN DAN METODE PENELITIAN.....	32
4.1 Disain penelitian	32
4.2 Metode penelitian.....	32
Eksperimen 1. Transplantasi langsung bibit botol ke media tanam dalam pot.....	32
Eksperimen 2. Transplantasi tidak langsung bibit botol melalui kompot.....	33
Eksperimen 3. Transplantasi langsung bibit botol kedalam media tanam moss – arang dalam pot.....	35
Eksperimen 4. Transplantasi tidak langsung bibit botol ke media moss-arang setelah 5 hari aklimatisasi tanpa media tanam	36
Eksperimen 5. Transplantasi langsung bibit botol kedalam 3 jenis media; moss, pakis dan sabut kelapa.....	37
Eksperimen 6. Transplantasi tidak langsung bibit botol kedalam 3 jenis media tanam: Sabut kelapa, moss dan pakis.....	38
BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
5.1 Hasil Penelitian	39
5.1.1. Transplantasi langsung bibit botol ke individual pot (Eks. 1, 3, 5)	39
Experiment 1	39
Eksperimen 3	41
Eksperimen 5.	47
5.1.2. Transplantasi tidak langsung melalui kompot (Eks. 2, 4, 6).....	48
Eksperimen 2	48
Eksperimen 4	54
Eksperimen 6.	56
5.2 Pembahasan.....	60
5.2.1 Pertumbuhan tanaman botol diluar kultur.....	60
5.2.2 Viabilitas tanaman	70
5.2.3. Perkembangan fisiologis dan biokimia.....	73
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN	75
6.1. Kesimpulan:	75
6.2. Saran-saran:.....	75

DAFTAR PUSTAKA 76

DAFTAR GAMBAR DAN TABEL

Gambar

- Gambar 4. 1. Transplantasi langsung bibit tanaman botol kedalam 3 jenis media tanaman; pakis, kompos, pakis-kompos 33
- Gambar 4. 2. Transplantasi tanaman secara tidak langsung melalui penanaman dalam kompot 33
- Gambar 4. 3. Penempatan bibit dalam kompot pada fase aklimatisasi sehingga akar memperoleh kesempatan untuk mendapatkan CO₂, air maupun sinar matahari..... 34
- Gambar 4. 4. Tanaman anggrek yang telah ditumbuhkan dalam individual pot dan ditempatkan dalam tempat pembibitan 34
- Gambar 4. 5. Transplantasi langsung bibit botol ke media tanam arang-moss dalam pot..... 35
- Gambar 4. 6. Bibit anggrek setelah dibilas dengan air untuk membersihkan media agar yang masih menempel pada akar (A). Bibit yang telah dibilas ditempatkan diatas tali dalam tray tanpa media tanam selama 5 hari (B). Setelah berada pada kondisi tanpa media tanam selama 5 hari, bibit ditransplantasi ke media tanam arang-moss. Sebagian dari bibit tersebut ditumbuhkan dalam individual pot dan sebagian lagi dalam kompot (C). Tanaman dalam kompot ditumbuhkan menggunakan media arang-moss dalam pot gerabah. Sebagian dari tanaman ini selanjutnya dipindahkan ke individual pot pada hari ke 21 HST.(D) 36
- Gambar 4.7. Transplantasi anggrek botol Phalaenopsis kedalam 3 jenis media tanam secara langsung ke individual pot. Selama pengamatan, tanaman ini ditempatkan dalam ruangan laboratorium. 37
- Gambar 4.8. Bibit anggrek botol setelah transplantasi ke dalam 3 jenis media tanam yaitu moss, pakis dan sabut kelapa. Transplantasi bibit pada eksperimen 5 ini dilakukan pada awal bulan Juni yaitu tanggal 3 dan 4 Juni 2009 38
- Gambar 5. 1. Expt. 1. Transplantasi langsung planlet kedalam media tanam dalam pot. 39
- Gambar 5. 2 . Penyakit layu yang ditunjukkan oleh bibit anggrek setelah transplantasi ke medium kompos dan medium campuran antara kompos dan pakis..... 40
- Gambar 5. 3. Pertumbuhan anggrek phalaenopsis 73 hari setelah transplantasi langsung ke 3 jenis media tanam; kompos (1), campuran kompos-pakis (2) dan pakis (3)..... 40

Gambar 5. 4a-e. Tanaman botol setelah transplantasi secara langsung ke individual pot. Gambar a-e menunjukkan kondisi pertumbuhan berturut-turut pada HST 1 sampai HST 126.....	43
Gambar 5. 5. Tanaman anggrek yang ditransplantasi langsung ke media tanam dalam pot tanpa melalui pertumbuhan dalam kompot.	43
Gambar 5. 6. Tanaman yang ditransplantasi langsung ke individual pot ini tidak menunjukkan gejala kekurangan unsure hara sampai hari ke 10 (HST).....	43
Gambar 5. 7. Daun baru yang dihasilkan tanaman 30 hari setelah dipindahkan dari botol.	44
Gambar 5. 8. Tanaman botol pada H1 setelah ditransplantasi langsung ke 4 jenis media tanam.....	47
Gambar 5. 9. Tanaman botol pada H58 setelah ditransplantasi langsung ke 4 jenis media tanam.....	47
Gambar 5.10. Tanaman botol pada HST57 setelah ditransplantasi langsung ke 4 jenis media tanam. Tanaman ini dipelihara pada kondisi ruangan.....	48
Gambar 5.11 a-g. Pertumbuhan anggrek bulan selama 10 bulan observasi.	50
Gambar 5.12. Gejala kekurangan fosfor yang ditunjukkan oleh tanaman dalam kompot 4 hari setelah transplantasi.....	51
Gambar 5.13. Gejala kekurangan unsure hara N pada tanaman kompot.....	51
Gambar 5.14. Gejala kekurangan P dan N tidak nampak setelah diberi pupuk Hyponex. Akan tetapi daun nampak seperti dilapisi oleh material yang berwarna putih.	52
Gambar 5.15a, b. Pembentukan daun baru pada bibit anggrek yang sudah dipindahkan ke individual pot.	52
Gambar 5.16. Pembentukan daun baru pada bibit anggrek yang sudah dipindahkan ke individual pot.	52
Gambar 5.17. Daun baru yang tumbuh pada tanaman kompot pada hari ke 17 HST (A), Daun baru yang tumbuh pada tanaman individual pot pada hari ke 17 HST (B).....	55
Gambar 5.18. Perbedaan ukuran daun dari tanaman phalaenopsis setelah 17, 30 dan 44 HST,masing-masing untuk eksp. 4, 3 dan 2. Ukuran daun ini diambil dari salah satu tanaman yang memiliki ukuran paling besar dari masing-masing experiment.....	55

Gambar 5.19a-f. Pertumbuhan anggrek bulan yang ditransplantasi melalui metode aklimatisasi kering	56
Gambar 5.20 a,b. Aklimatisasi bibit botol pada 3 jenis media, sabut kelapa-Moss dan Pakis-Moss.....	57
Gambar 5.20 c,d. Aklimatisasi tanaman dengan menempatkannya diatas media tanam pakis, moss, sabut kelapa selama 16-17 hari	58
Gambar 5.20 e,f. Pertumbuhan tanaman setelah dipindahkan ke individual pot setelah ditumbuhkan selama 2 minggu dalam kompots.....	58
Gambar 5.20 g. Perkembangan tanaman setelah 6 bulan ditransplantasi melalui aklimatisasi pada 3 jenis media tanam; pakis, moss dan sabut kelapa.	59
Gambar 5.20h. Pertumbuhan anggrek bulan yang ditransplantasi melalui aklimatisasi dalam kompot.....	59
Gambar 5.21. Penyerapan air dan zat terlarut melalui akar (Gardner et al. 1991, h.143)	62
Gambar 5.22. Sistem penyerapan CO ₂ pada daun (Gardner et al 1991, h. 16).....	63
Gambar 5.23. Penampang melintang akar yang menunjukkan secara skematis lokasi kloroplast pada akar udara anggrek Phalaenopsis.....	66
Gambar 5.24. Anggrek phalaenopsis, 10 hari setelah transplantasi dari botol. Tumbuhan ini terdiri sebagian besar dari daun dan akar. Batang tanaman ini terlalu pendek untuk dapat menjadi tempat penyimpanan hasil fotosintesis.....	68
Tabel 2.1. Matrik gejala kekurangan unsur dan lokasinya pada daun, untuk melakukan deskripsi terhadap unsur hara yang kurang.....	27
Tabel 5.1. Jumlah tanaman yang tumbuh pada akhir observasi pada masing-masing eksperimen.	71

BAB I. PENDAHULUAN

Pemindahan planlet (tanaman kecil) *Phalaenopsis* dari lingkungan aseptik dalam botol ke lingkungan non aseptik dalam pot sering menemui banyak permasalahan (Daisy P dan Ari Wijayani 1994, h. 134). Viabilitas tanaman tersebut sangat rendah yaitu hanya sekitar 50% (Trubus 415, XXXV 2004, h. 46). Rendahnya viabilitas planlet setelah transplantasi dapat diakibatkan oleh beberapa faktor seperti nutrisi, cahaya, temperatur, sirkulasi udara, air, disamping adanya serangan berbagai penyakit seperti bakteri dan cendawan.

Secara teori, penanggulangan terhadap rendahnya viabilitas ini dapat dilakukan dengan tidak mengubah faktor lingkungan melewati batas kritis (environmental extremes). Akan tetapi, batas kritis untuk setiap faktor lingkungan seperti ketersediaan air, media tanam dan nutrisi pada setiap tahap pertumbuhan masih belum banyak dimengerti. Akibat fisiologis dari ketidaksesuaian faktor lingkungan tersebut adalah rendahnya biosintesis makromolekul baik struktural maupun fungsional yang pada akhirnya menyebabkan hambatan pertumbuhan.

Pada lingkungan yang alami, senyawa organik seperti asam amino, hormon dan vitamin disintesa oleh tumbuhan itu sendiri untuk memenuhi keperluan bagi biosintesis makromolekul yang diperlukan untuk pertumbuhan. Sebagai bahan utama pertumbuhan, karbohidrat merupakan produk utama yang disintesa oleh tumbuhan dan ditranslokasi dalam bentuk sukrosa. Oleh karena itu, faktor lingkungan yang dapat memperbaiki biosintesis sukrosa adalah faktor lingkungan yang dapat meningkatkan aktivitas autotrofik tumbuhan tersebut. Berbeda dengan lingkungan yang alami, tanaman yang dikembangkan dengan teknik kultur jaringan memperoleh senyawa organik secara eksogenous, sehingga tanaman tersebut mungkin masih tergantung pada senyawa organik ini walaupun telah ditransplantasi ke lingkungan diluar kultur jaringan. Oleh karena itu, rendahnya viabilitas bibit tanaman anggrek *Phalaenopsis* sp., setelah transplantasi juga dapat diakibatkan oleh ketidaksesuaian struktur penyerapan nutrisi dengan nutrisi yang tersedia. Sensitivitas kerja enzim terhadap perubahan pH dan temperatur pada lingkungan yang baru selanjutnya dapat mempengaruhi jalur metabolisme yang memerlukan lingkungan mikro tertentu. Jika media tanam tidak mampu menyediakan iklim mikro sesuai kebutuhan kerja enzim, maka aktivitas enzim

akan terhambat demikian juga dengan aktivitas fotosintesis. Besar kemungkinan, fase sensitif pada awal pertumbuhan diluar botol diakibatkan terutama oleh sensitivitas kerja enzim dalam melakukan adaptasi struktur terhadap perubahan sistem penyerapan unsur hara anorganik dan redistribusi hasil fotosintesis dari daun.

Pada awal pertumbuhan di dalam botol, redistribusi senyawa organik eksogenous berlangsung pada jarak yang sangat pendek karena biji anggrek ukurannya sangat kecil dan beratnya hanya 5 μg (Ayub S. Parnata, 2007, h. 111). Dalam biji ini terdapat protocorm yang akan tumbuh menjadi kecambah tetapi tidak memiliki cadangan makanan. Protocorm ini merupakan jaringan tumbuhan yang tidak dapat dibedakan antara bagian tunas, akar maupun batangnya. Menurut Tjitrosomo (1983, h. 247), bibit anggrek tergantung pada sumber makanan dari luar sampai beberapa bulan setelah perkecambahan yaitu setelah daun pertama muncul. Oleh karena itu, pada awal pertumbuhannya anggrek bersifat heterotrofik. Embrio yang terdapat pada biji tanaman anggrek ini tidak mengalami spesialisasi dalam bentuk daun lembaga, poros atau radikula, sehingga seluruh permukaan embrio kemungkinan dapat berfungsi sebagai penyerap senyawa organik eksogenous yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Akan tetapi, setelah sel berkembang menjadi tanaman baru, bagian tanaman yang berfungsi sebagai alat penyerapan senyawa organik menjadi semakin kecil relatif terhadap organ baru yang dihasilkan yaitu daun dan akar. Pada periode selanjutnya, ketika daun dan akar semakin besar, fungsi penyerapan materi organik ini akan semakin tinggi terutama apabila daun belum dapat menyediakan hasil fotosintesis yang cukup bagi perkembangan tanaman secara keseluruhan. Pada situasi ini, embrio tetap berfungsi sebagai penyedia senyawa organik, akan tetapi berbeda dengan biji yang memiliki cadangan makanan, senyawa organik yang disediakan oleh embrio didapat dari import senyawa organik eksogenous. Akan tetapi karena luas permukaan dari embrio sebagai pengimport senyawa organik sangat kecil relatif terhadap jumlah sel yang harus disediakan senyawa organik maka tanaman dapat mengalami defisiensi senyawa organik. Kesulitan ini terutama terjadi karena daun biasanya tidak memiliki sistem penyerapan senyawa organik. Daun umumnya hanya mengambil senyawa anorganik CO_2 melalui pengikatan dengan bantuan RUBISCO dan setelah diubah menjadi sukrosa daun kemudian mengeksport ke bagian tanaman lain. Oleh karena itu, senyawa organik eksogenous,

tidak dapat ditranslokasi melalui berkas pembuluh floem yang menghubungkan antara daun dan bagian tanaman lainnya. Pada tahap perkembangan ini fungsi penyerapan mungkin dilakukan oleh akar yang baru dibuat, akan tetapi sama dengan daun, akar biasanya tidak menyerap senyawa organik. Apabila tanaman harus menyerap senyawa organik eksogenous karena tingginya keperluan senyawa ini untuk tumbuh maka jalur yang dilalui kemungkinan tidak sama dengan jalur transportasi senyawa anorganik, baik melalui daun atau melalui akar.

Mekanisme yang digunakan oleh tumbuhan, sebelum penghasilan klorofil, untuk mengimport senyawa organik eksogenous dapat menyerupai mekanisme floem loading. Mekanisme ini dimungkinkan karena individu baru ini memiliki kebutuhan senyawa organik yang tinggi yang mengakibatkan tingginya sink strength, disamping itu dinding sel dari tanaman heterotrophik ini kemungkinan masih cukup tipis untuk dapat dilalui oleh molekul gula. Pada saat pertumbuhan sangat cepat, aliran air ke dalam sel sangat diperlukan untuk memelihara turgor. Aliran ini terjadi karena potensial air sangat rendah pada individu baru tersebut dan dapat menyebabkan tertariknya air ke dalam jaringan tanaman. Kemungkinan, senyawa organik eksogenous memasuki sel secara kotransport, bersama aliran air. Senyawa organik yang masuk melalui mekanisme ini selanjutnya dapat melakukan floem loading, apabila difusi terjadi melewati daun. Tetapi jika difusi terjadi melewati akar, maka senyawa organik eksogenous itu hanya dapat memanfaatkan jaringan atau sel melalui jalur simplast.

Pada perkembangan selanjutnya, ketika perangkat fotosintesis telah terbentuk sintesa senyawa organik endogenous telah dapat dilakukan. Akan tetapi, dengan adanya difusi senyawa organik eksogenous ini maka dapat terjadi hambatan umpan balik pada daun yaitu rendahnya produksi sukrosa endogenous akibat tingginya import sukrosa eksogenous. Keadaan ini dapat berlangsung sangat lama dan mungkin masih terjadi ketika tanaman telah ditransplantasi ke lingkungan yang alami. Hal ini sesuai dengan pendapat Daisy dan Ari Wijayani 1994, bahwa aktivitas autotrofik bibit tanaman setelah transplantasi adalah sangat rendah. Oleh karena itu, iklim mikro yang dihasilkan oleh medium pertumbuhan tanaman menjadi sangat penting.

Perubahan kondisi lingkungan dari penyediaan sukrosa secara eksogenous dalam kultur jaringan ke penyediaan sukrosa secara endogenous pada lingkungan yang alami

memerlukan perubahan struktur. Pada awal pembentukannya dalam lingkungan medium kultur, sebagian besar sel dapat bersentuhan dengan sumber nutrisi yang terdapat pada media tanam. Akan tetapi setelah terbentuknya organ tanaman baik akar maupun daun, nutrisi eksogenous ini hanya dapat bersentuhan dengan sebagian kecil sel-sel penyusun organ tersebut. Pada individu baru ini, bagian tanaman yang berhubungan dengan dunia luar biasanya dilindungi oleh lapisan pelindung, kecuali bagian tanaman yang memang dimaksudkan untuk menyerap unsur hara seperti akar tanaman teresterial. Pada organ ini, lapisan pelindung yaitu jaringan epidermis mengalami modifikasi menjadi struktur khusus yang memungkinkan terjadinya penyerapan unsur hara yang dikenal dengan rambut akar atau bulu akar. Epidermis yang telah mengalami modifikasi ini mempunyai dinding sel yang tipis dan vakuola yang besar yang memfasilitasi penyerapan unsur hara anorganik. Akan tetapi pada individu tanaman yang ditumbuhkan dalam kultur jaringan, epidermis yang mengalami modifikasi ini mungkin melakukan fungsi yang mirip dengan epithelium pada saluran pencernaan pada hewan yaitu digunakan sebagai tempat penyerapan nutrisi organik termasuk glukosa.

Pada akar udara, bulu akar telah mengalami modifikasi dan dapat terdiri dari beberapa sel (Fahn 1991, h. 293). Dengan modifikasi ini maka fungsi akar sebagai alat penyerapan dapat menjadi lebih besar. Pada akar udara ini juga terjadi modifikasi struktur subepidermis yaitu terjadinya pertumbuhan lapisan yang memisahkan epidermis dengan korteks yaitu lapisan velamen. Lapisan ini, oleh beberapa peneliti dikatakan impermeabel terhadap air dan tidak memungkinkan terjadinya penyerapan zat terlarut melalui lapisan ini. Akan tetapi peneliti tersebut kemudian mengemukakan bahwa lapisan ini dapat menjadi saluran bahan terlarut jika akar udara bersentuhan dengan benda padat atau bila ditumbuhkan didalam pot (Fahn 1991, h.479). Adanya perubahan struktur akar ini ketika bersentuhan dengan benda padat atau dengan pots merupakan fasilitas penting bagi tanaman yang dikembangkan dengan teknik kultur jaringan. Pada media kultur jaringan, akar udara ini kemungkinan berada pada suatu struktur sehingga difusi bahan organik, yang disediakan seperti glukosa, sukrosa atau saccharosa, dapat terjadi. Oleh karena itu, ketika masih berada dalam kultur jaringan, senyawa organik eksogenous yang disediakan dalam media kultur dapat dimanfaatkan. Permasalahan struktur penyerapan ini menjadi masalah yang sangat krusial (vital) karena antara senyawa organik yang

terdapat dalam medium kultur dengan organ-organ tumbuhan tidak terdapat saluran yang khusus, seperti berkas pembuluh yang mengangkut hasil fotosintesis di daun ke bagian tanaman lainnya. Hal ini berbeda dengan penyediaan senyawa organik bagi pertumbuhan embrio yang terdapat pada biji yang memiliki bahan makanan cadangan. Pada tanaman biji ini, struktur khusus penyerapan bahan makanan cadangan telah tersedia sebelum embrio berkembang. Struktur ini masih berfungsi untuk menyalurkan bahan makanan dari biji ke embrio sampai tanaman dapat menghasilkan senyawa organik secara autotrof. Akan tetapi struktur ini tidak ada pada biji tanaman yang tidak memiliki cadangan makanan. Oleh karena itu, biji angrek yang dikembangkan dengan kultur jaringan kemungkinan menggunakan organ yang baru terbentuk seperti akar dan daun untuk melakukan fungsi sebagai alat penyerapan nutrisi.

Kemampuan tanaman untuk menggunakan senyawa organik eksogenous ini semasih berada dalam kultur jaringan selanjutnya menjadi permasalahan setelah berada diluar kultur. Apabila bibit botol ditransplantasi ke lingkungan yang alami, tanaman dihadapkan pada lingkungan yang dapat berubah setiap saat karena perubahan tekanan udara disekitar tanaman, kelembaban, temperatur, kekeringan dll. Bagian tanaman yang sebelumnya sangat penting sebagai alat penyerapan senyawa organik, kemudian sulit berfungsi oleh karena kondisi yang ada pada lingkungannya yang baru. Pada lingkungan yang alami ini sumber nutrisi yang berupa senyawa organik sukrosa, vitamin, atau senyawa organik lainnya tidak tersedia secara eksogenous dan tanaman hanya dapat memperolehnya secara endogenous. Perubahan sifat fisik maupun kimiawi lingkungan yang baru ini memungkinkan terjadinya aliran nutrisi keluar sel disamping karena perbedaan gradient elektrokimia, juga karena epidermis akar ini memiliki struktur yang menyerupai jaringan sekretoris. Pada kondisi lingkungan dalam botol, perbedaan konsentrasi senyawa organik antara sel dan lingkungannya memungkinkan terjadinya aliran masuk (influx) senyawa organik. Akan tetapi setelah berada diluar botol, perbandingan konsentrasi senyawa organik antara sel dan lingkungannya menjadi terbalik. Pada kondisi ini sel memiliki konsentrasi yang jauh lebih tinggi dari lingkungannya sehingga apabila tidak terjadi adaptasi struktur, alat penyerapan yang digunakan pada waktu berada dalam botol akan dapat menjadi struktur sekretoris setelah transplantasi ke lingkungan yang alami. Apabila hal ini yang terjadi maka tanaman akan

sangat dirugikan karena hilangnya material sel baik organik maupun anorganik. Untuk mengatasi masalah ini, maka tanaman besar kemungkinan mengadakan perubahan struktur sebagai respon terhadap perubahan lingkungan sehingga kehilangan materi selluler tersebut tidak terjadi. Untuk tidak terjadinya efflux materi selluler, struktur protektif sangat diperlukan. Hal ini disebabkan karena tanpa lapisan pelindung, udara dapat sangat berbahaya dan merusak. Menurut Thorpe (1984, h. 26), bahaya yang paling besar yang disebabkan oleh udara terhadap sel adalah terjadinya penurunan kadar air sampai pada suatu tingkat yang tidak memungkinkan terjadinya metabolisme. Akan tetapi perubahan struktur ini akan mengakibatkan tertutupnya kemungkinan tanaman untuk mendapatkan nutrisi organik eksogenous. Oleh karena itu tanaman harus meningkatkan aktivitas autotrofiknya untuk mengimbangi jumlah nutrisi organik eksogenous yang tidak dapat dimanfaatkan.

Untuk tujuan ini, tanaman tentu harus meningkatkan jumlah perangkat fotosintesis melalui biosintesis makromolekul baik struktural maupun fungsional. Oleh karena kerja biosintesis terutama terjadi apabila aktivitas enzim dapat aktif, maka kondisi yang diperlukan untuk aktivitas ini adalah kondisi yang sesuai bagi aktivitas enzim yang disediakan oleh media tanam. Dengan demikian peningkatan aktivitas autotrofik menjadi tergantung pada kondisi media tanam untuk menyediakan iklim mikro yang sesuai bagi aktivitas enzim. Setelah perangkat fotosintesis cukup tersedia maka penyediaan nutrisi endogenous melalui biosintesis sukrosa dapat dilakukan sendiri dari senyawa anorganik oleh tumbuhan itu sendiri.

Mekanisme perubahan struktur tanaman yang diperlukan agar terjadi biosintesis autotrofik merupakan faktor penting yang perlu dikaji agar hasil kultur jaringan yang banyak dipasarkan saat ini, planlet atau tanaman kecil yang terdapat dalam lingkungan aseptik didalam botol, dapat dibudidayakan secara luas. Pada saat ini, walaupun pengembangan tanaman ini sangat menguntungkan baik dari segi ekonomi maupun dari segi ekologi, budidaya ini baru dapat dilakukan pada kalangan yang terbatas. Kemungkinan kesulitan utama dalam pengembangan ini adalah karena batas kritis faktor lingkungan belum banyak yang dimengerti terutama kondisi media tanam dan penyediaan unsur hara yang cukup untuk aktivitas autotrofik.

Oleh karena pada tahap awal pertumbuhannya diluar botol, planlet ini kemungkinan masih bersifat heterotrofil, yaitu lebih menyukai senyawa organik yang didapat secara eksogenous dari pada memproduksi sendiri secara autotrof, maka upaya yang penting adalah mengetahui batas kritis lingkungan bagi kerja enzim autotrofik. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Daisy dan Ari Wijayani (1994, h. 133) bahwa planlet perlu didorong untuk tumbuh secara autotrof. Akan tetapi, penulis tersebut tidak menyebutkan perlakuan khusus yang diperlukan agar planlet dapat meningkatkan laju aktivitas autotrofiknya.

Sifat heterotrofil yang dimiliki oleh planlet ini tidak terlepas dari perlakuan yang diberikan ketika masih berada dalam lingkungan kultur jaringan. Mulai dari menabur eksplan sampai terbentuknya planlet, media tanam selalu mengandung senyawa organik yang seharusnya diproduksi oleh tumbuhan itu sendiri secara autotrofik. Senyawa organik tersebut a.l. vitamin, hormon, mioinositol dan sukrosa (Daisy dan Ari Wijayani 1994, h. 75). Oleh karena itu, setelah transplantasi, planlet akan sangat sulit berubah menjadi organisme yang autotrofik, karena menyangkut perubahan struktural alat penyerapan nutrisi dan perubahan fungsional perangkat fotosintesis. Masalah ini nampaknya masih cukup banyak untuk dapat dikaji untuk pengembangan bibit invitro dari botol.

Salah satu upaya penanggulangan masalah ini tampak pada salah satu metode aklimatisasi. Pada metode ini, bibit anggrek disemprot setiap hari dengan air selama minggu pertama setelah transplantasi dan pada minggu berikutnya diberi 3 jenis unsur hara yaitu N:P:K= 21:21:21 (<http://lcnursery>, word press). Pada metode ini, akar mungkin masih tetap dapat memelihara struktur yang berfungsi untuk penyerapan senyawa organik eksogenous, tetapi karena tidak disediakan dalam larutan maka tanaman akan menaikkan fungsi autotrofiknya karena berkurangnya hambatan umpan balik pada perangkat fotosintesis. Struktur yang tetap ada tersebut justru dapat bermanfaat untuk melepaskan kelebihan senyawa organik yang menjadi penghambat kerja floem yang menyalurkan senyawa organik dari daun. Dengan demikian kenaikan sink strength pada bagian tanaman yang sedang tumbuh akan secara langsung dapat meningkatkan aktivitas autotrofik. Namun demikian, metode tersebut belum banyak memperlihatkan fungsi

media tanam sebagai pengatur iklim mikro dan fungsi pemberian unsur hara sebagai bahan pembangun perangkat autotrofik.

Oleh karena itu, pada penelitian ini, hipotesis yang diajukan adalah sbb:

H0, Bahwa media tanam dan pupuk tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan anggrek botol pada periode awal setelah transplantasi.

H1, Bahwa media tanam dan pupuk dapat meningkatkan pertumbuhan anggrek botol pada periode awal setelah transplantasi.

Apabila pada penelitian ini ternyata H0 yang diterima maka besar kemungkinan bahwa tanaman botol masih heterotrofil atau sebaliknya jika H0 ditolak maka berarti bahwa aktivitas autotrofik dapat diperbaiki dengan menaikkan penyediaan unsur hara mineral. Oleh karena itu, pada penelitian ini, aklimatisasi bibit botol *Phalaenopsis* dilakukan dengan transplantasi langsung atau tidak langsung, menggunakan media tanam atau tanpa media tanam. Penelitian ini menemukan bahwa pemeliharaan stabilitas kadar air merupakan faktor dominan dalam memelihara aktivitas autotrofik, media tanam dan transplantasi melalui kompot tidak ditemukan sebagai faktor yang paling dominan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batas kritis (environmental extremes)

Setiap spesies memiliki batas toleransi terhadap kondisi lingkungan, sehingga habitat dari suatu spesies dapat sangat bervariasi. Suatu spesies dapat hidup optimal pada suatu kondisi, sedangkan spesies lain sangat sulit melangsungkan metabolisme pada kondisi tersebut sehingga tidak dapat tumbuh. Variasi ini nampaknya juga dapat terjadi pada spesies yang sama, terutama terhadap ketersediaan nutrisi. Menurut Berry (on line), tumbuhan yang berasal dari spesies yang sama akan memberi respon yang sama terhadap kekurangan unsur hara. Akan tetapi, pemakaian nutrisi dapat sangat berbeda karena laju pertumbuhan, penyebaran akar, fase pertumbuhan serta efisiensi penyerapan dan pemakaian nutrisi.

Perbedaan yang terjadi dalam satu spesies tersebut menunjukkan adanya perbedaan ekspresi genetik yang berlangsung karena kondisi fisiologis yang berbeda. Seperti dikemukakan oleh Thorpe (1984), bahwa kemampuan organisme untuk beradaptasi tergantung pada mekanisme genetik dan kemampuan untuk berubah. Hal ini sangat diperlukan terutama karena setiap lingkungan memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda yang mungkin sangat berbahaya bagi tanaman tersebut. Untuk menangani masalah ini (Menurut Thorpe 1984), tanaman mungkin melakukan modifikasi dinding sel, membran sel atau mekanisme transport. Dengan demikian, tanaman anggrek yang dikembangkan dengan teknik kultur jaringan sangat mungkin telah memodifikasi salah satu atau beberapa sistem didalam sel dan modifikasi ini selanjutnya tidak dapat berfungsi setelah berada pada lingkungan diluar kultur jaringan.

Selama pertumbuhan didalam kultur, nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan tidak didapat melalui mekanisme penyerapan oleh akar. Nutrisi yang diberikan, baik unsur hara mineral maupun senyawa organik diserap melalui suatu sistem yang berbeda karena akar dan daunnya memang belum ada. Pada perkembangan selanjutnya, ketika akar dan daun telah terbentuk tetapi kloroplast belum ada, tanaman kecil tetap memerlukan senyawa organik eksogenous yang seharusnya disintesa oleh tumbuhan itu sendiri. Pada

kondisi ini, fungsi akar sebagai organ penyerapan unsur hara mungkin tidak aktif karena molekul yang diserapnya adalah senyawa organik eksogenous dan tidak disalurkan ke daun karena pada saat yang sama daun juga menyerap molekul organik eksogenous. Pada situasi ini terjadi hambatan umpan balik, yaitu akar tidak menyerap unsur hara karena status nutrisinya sangat tinggi (Clarkson et al. 1983). Hal yang sama juga dapat terjadi pada daun walaupun daun telah memiliki kloroplast. Organ ini seharusnya sudah berfungsi sebagai organ fotosintesis. Akan tetapi, oleh karena tanaman ini diberikan sukrosa secara eksogenous, maka sukrosa pada daun tidak dapat disalurkan ke akar karena akar juga melakukan penyerapan bahan yang sama. Pada situasi ini juga dapat terjadi hambatan umpan balik, yaitu daun tidak dapat mengambil CO₂ untuk disintesa menjadi gula karena bagian tanaman lain telah menyerap sukrosa secara eksogenous. Akibat selanjutnya adalah daun tidak dapat melakukan fiksasi energi matahari melalui penyusunan gula sukrosa. Dengan demikian, pada tahap awal pertumbuhannya diluar botol, tanaman kecil ini mungkin masih heterofil, yaitu lebih menyukai senyawa organik yang didapat secara eksogenous. Jika hal ini yang terjadi, maka transplantasi anggrek botol ke lingkungan alami diluar kultur akan sangat sulit berhasil tanpa adanya senyawa organik sukrosa sebagai sumber nutrisi. Atau sebaliknya, jika fungsi daun dan akar dapat diaktifkan dengan tidak menyediakan sukrosa, maka aktivitas autotrofik dapat dinaikkan dengan menaikkan faktor-faktor yang dapat meningkatkan fotosintesis. Faktor tersebut meliputi kualitas sinar, temperatur, air, CO₂ dan unsur hara yang berfungsi untuk membangun perangkat fotosintesis yaitu makromolekul yang berperan dalam fiksasi energi matahari menjadi energi kimia. Kondisi optimal faktor-faktor tersebut, untuk anggrek Phalaenopsis sebagian telah diketahui. Misalnya, penyinaran 30%, kelembaban 85%, temperatur 28°C (<http://www.anggrek.org>). Akan tetapi, batas kritis untuk faktor-faktor tersebut masih belum jelas. Oleh karena itu pada penelitian ini, masalah yang akan dikaji adalah faktor-faktor yang paling dominan yang menentukan pertumbuhan anggrek botol phalaenopsis pada periode awal setelah transplantasi pada lingkungan yang alami. Kajian ini dilakukan dengan variasi metode aklimatisasi, media tanam dan kondisi lingkungan terutama sirkulasi udara.

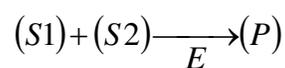
Untuk tujuan tersebut, dilakukanlah eksperimen untuk menguji viabilitas bibit Phalaenopsis pada media tanam yang kaya dan miskin unsur hara mineral yaitu kompos

dan pakis (Expt.1), transplantasi bibit botol secara tidak langsung melalui kompot dengan pemberian tambahan pupuk (Expt. 2), transplantasi langsung ke media tanam arang dan moss dengan pemberian tambahan unsur hara berupa pupuk (Expt. 3) dan pengujian viabilitas tanaman pada metode transplantasi langsung (Eksp. 1,3,5) dan transplantasi tidak langsung melalui aklimatisasi (Eksp. 2,4,6). Penelitian ini menunjukkan bahwa transplantasi tidak langsung melalui kompot nampaknya lebih baik terutama aklimatisasi tanpa media tanam dan tanpa pupuk. Pada metode ini tanaman hanya disiram dengan air. Hasil yang didapat ini masih perlu diuji kembali untuk mengetahui apakah hasil ini memang valid dan reliabel. Jika pada pengujian kembali didapat hasil yang sama maka pertanyaan selanjutnya yang perlu pengujian adalah kapan unsur hara tambahan mulai diperlukan agar aktifitas autotrofik tanaman dapat ditingkatkan.

2.2. Keperluan unsur hara mikro dan unsur hara makro dalam tumbuhan

Unsur hara makro sebagian besar merupakan penyusun bahan organik yang dihasilkan tumbuhan, sedangkan unsur hara mikro biasanya bukan merupakan penyusun senyawa organik. Senyawa mikro ini berfungsi terutama sebagai kofaktor dalam jalur metabolisme. Oleh karena itu unsur ini diperlukan jauh lebih sedikit dibanding dengan unsur yang menjadi penyusun senyawa organik. Perbandingan konsentrasi unsur hara mikro relatif terhadap unsur hara makro terletak pada kisaran 0.001 sd 3 berbanding 30 sd 60000 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (Gardner et al 1991, h. 130). Untuk unsur hara Fe dan N, perbandingannya adalah 2: 1000. Sedangkan unsur hara Ca dan N perbandingannya adalah 125:1000. Sedikitnya jumlah unsur hara mikro yang diperlukan tanaman dapat dimengerti karena jumlah kofaktor yang diperlukan dalam reaksi tidak berhubungan dengan jumlah produk yang dihasilkan dalam reaksi tersebut. Menurut Lehninger (1988, h.239), enzim meningkatkan kecepatan reaksi tetapi tidak habis dipakai oleh reaksi tersebut.

Contoh:



Pada contoh reaksi ini, jumlah kuantitatif produk yang dihasilkan (P) tergantung dari jumlah kuantitatif substrat (S1 dan S2) yang diubah. Jumlah substrat ini akan berkurang

sebanyak senyawa tersebut berubah menjadi produk. Sementara itu, jumlah enzim atau kofaktor (E) biasanya tidak berkurang berapapun produk yang dihasilkan dari S. Dari contoh ini jelas nampak bahwa relatif terhadap unsur hara makro yang menjadi komponen S, unsur hara mikro sebagai komponen E ini diperlukan tumbuhan dalam jumlah yang jauh lebih sedikit.

Penambahan jumlah unsur mikro kemudian diperlukan terutama karena bertambahnya jumlah organel yang melaksanakan jalur reaksi yang sama. Pada tumbuhan yang hanya memiliki satu helai daun, jumlah reaksi fotosintesis hanya berlangsung pada daun tersebut. Akan tetapi setelah tumbuhan menjadi lebih besar, jumlah daun yang dimiliki lebih banyak maka jumlah unsur hara mikro yang diperlukan juga menjadi lebih banyak. Pada perkembangan selanjutnya ketika tumbuhan mulai memproduksi dan produknya kemudian dipindahkan melalui pemanenan maka jumlah unsur hara mikro yang tersedia akan berkurang dan mengurangi kemampuan tumbuhan untuk menyelenggarakan reaksi metabolisme walaupun jumlah daun yang ada relatif tidak berubah. Pada kondisi ini, pemberian unsur hara tambahan sangat diperlukan agar produktivitas tumbuhan dapat terpelihara.

Dalam hubungannya dengan pertumbuhan, jumlah kuantitatif unsur hara yang diberikan biasanya meningkat apabila tumbuhan semakin besar. Menurut Berry (on line) makronutrient akan sangat cepat habis pada tanaman yang tumbuh dengan cepat. Pada pertumbuhan yang cepat ini, keperluan akan hasil fotosintesis juga sangat tinggi. Oleh karena itu terdapat hubungan yang linear antara aktivitas fotosintesis pada daun dengan kandungan unsur N (Gastal and Lemaire 2002). Disamping unsur hara N, unsur hara fosfat juga sangat diperlukan dalam fotosintesis terutama untuk mengubah energi sinar menjadi energi kimia (ATP). Menurut Sawada et al. (1982), apabila tanaman buncis ditumbuhkan pada kondisi defisiensi fosfat, maka pertumbuhan daun akan terhenti. Penghentian pertumbuhan ini kemungkinan berhubungan dengan menurunnya aktivitas fotosintesis, sesuai dengan pendapat Terry dan Ulrich (1973), bahwa tanaman yang ditumbuhkan dengan fosfat yang rendah akan menurunkan aktivitas fotosintesis sampai 1/3 nya. Oleh karena itu, apabila proses adaptasi struktur telah terjadi pada fase aklimatisasi pemberian unsur hara anorganik dapat dilakukan. Permasalahan yang kemudian dapat terjadi adalah unsur hara apa yang paling diperlukan tanaman pada tahap

awal pertumbuhannya diluar botol setelah aklimatisasi. Menurut Sicher dan Kremer (1992), unsur hara fosfat sangat diperlukan dalam biosintesis sukrosa terutama berfungsi untuk memelihara laju fotosintesis.

2.3 Metode diagnostik untuk mengetahui unsur hara yang diperlukan tanaman

Tanpa adanya pengetahuan tentang unsur hara yang kurang maka sulit diharapkan dapat memberikan unsure hara yang sesuai dengan keperluan tumbuhan. Oleh karena itu beberapa metode telah dikembangkan untuk mengetahui unsur hara yang perlu ditambahkan untuk meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman pada suatu lahan, diagnosa gejala secara visual, studi mikroskopik, analisis spektral, analisis tanah dan jaringan. Metode yang paling sederhana yang telah digunakan adalah gejala kekurangan unsur hara secara visual (Lakitan 1993), yaitu melakukan observasi secara visual terjadinya penyimpangan pertumbuhan karena gangguan metabolisme. Untuk melakukan deskripsi terhadap gejala yang ditemukan pada observasi ini, maka digunakan beberapa istilah: Chlorotik, istilah umum terhadap daun yang mengalami kehilangan klorofil sehingga menunjukkan warna kekuningan. Klorotik ini ada beberapa jenis yaitu chlorosis pada keseluruhan helaian daun karena kekurangan N, klorosis interveinal karena kekurangan Fe dan klorosis marginal karena kekurangan Ca. Istilah lainnya adalah nekrotik yaitu istilah umum bagi daun yang menunjukkan warna coklat atau jaringan mati. Gejala ini juga bervariasi seperti pada klorosis. Menurut Berry (UCLA), gejala defisiensi dapat sama untuk beberapa tanaman tetapi karena banyaknya keanekaragaman tumbuhan dan lingkungannya, maka tampilan gejala dapat bervariasi. Misalnya pada monokotil yang memiliki tulang daun sejajar, klorosis nampak seperti kumpulan garis-garis. Akan tetapi pada dikotil, klorosis nampak terjadi secara interveinal. Perbedaan juga dapat terjadi antara chlorosis dan nekrosis marginal pada dikotil dan tip burn pada monokotil.

Dengan melihat jenis gejala dan lokasinya pada daun, maka tabulasi data kualitatif dapat dilakukan menggunakan matrik berikut ini (Tabel 2.1). Dengan matrik ini, maka interpretasi terhadap kemungkinan unsur hara yang kurang akan dapat dilakukan lebih mudah.

Tabel 2.1. Matrik gejala kekurangan unsur dan lokasinya pada daun, untuk melakukan deskripsi terhadap unsur hara yang kurang.

Gejala	Lokasi		
	Umum	Interveinal	Marginal
Klorosis			
Nekrotik			

Metode diagnostik unsur hara visual ini memiliki keunggulan yang tinggi yaitu dapat memberi evaluasi yang cepat tentang status nutrisi. Akan tetapi, gejala ini baru nampak setelah tanaman mengalami gangguan pada hasil, pertumbuhan atau perkembangan, sehingga penanggulangannya dapat sangat terlambat. Namun demikian metode gejala kekurangan unsur ini dapat digunakan sebagai peringatan tentang adanya kekurangan unsur hara tetapi tidak dapat memberi informasi yang akurat karena faktor-faktor seperti: perbedaan gejala pada spesies yang berbeda untuk unsur yang sama, tingkat defisiensi dan fase pertumbuhan.

Apabila kekurangan unsur hara dapat diidentifikasi, maka pemberian unsur hara tambahan kemudian dapat dilakukan secara proporsional untuk mengatasi kekurangan unsur tersebut pada tanaman. Namun demikian kesesuaian antara gejala dan unsur yang kurang pada tanaman ini masih memerlukan evaluasi. Misalnya, tanaman yang menunjukkan kekurangan klorofil secara umum pada helaian daun dapat disebabkan oleh kekurangan beberapa unsur seperti N, P atau Mg. Jika pada kasus ini tanaman hanya diberikan N maka kenaikan aktivitas fotosintesis mungkin tidak diperbaiki secara berarti. Untuk mengetahui efektivitas penanggulangan kekurangan unsur ini, maka observasi terhadap aktivitas fotosintesis perlu dilakukan misalnya dengan uji diagnostik sukrosa sehingga kekeliruan pemberian unsur hara tambahan dapat diketahui lebih awal. Apabila penambahan unsur N pada kasus di atas menaikkan aktivitas fotosintesis secara signifikan maka dapat disimpulkan bahwa tanaman mengalami defisiensi N yang sangat berat. Akan tetapi jika hasilnya adalah sebaliknya, maka kemungkinan tanaman bukan kekurangan unsur N, tetapi mungkin unsur lainnya seperti Mg atau P.

Pada kasus yang lain, tanaman mungkin menunjukkan gejala yang tidak jelas terhadap unsur hara yang kurang. Tanaman justru lebih banyak menunjukkan gangguan ekologis dari pada penyimpangan pertumbuhan karena gangguan metabolisme. Kasus ini misalnya ditemukan pada penelitian pendahuluan yang dilakukan menggunakan planlet *Phalaenopsis* cv. *Brother princes* dan cv. *Mushashino* (Expt.1). Pada penelitian ini

planlet yang jumlahnya sekitar 72 pohonyang diambil dari 2 botol kultur, ditransplantasi langsung kedalam pots yang memiliki 3 jenis media tanam yaitu kompos, kompos-pakis dan pakis. Pada masing-masing pot ditempatkan 2 sd 3 pohon planlet. Tanaman ini tidak menunjukkan gejala kekurangan unsur yang jelas, tetapi pertumbuhannya sangat lambat. Gejala fisiologis yang ditunjukkan tanaman ini a.l. tidak lancarnya penguapan pada daun (gejala kebanyakan air), layu dan lama kelamaan menjadi mengering. Penanggulangan terhadap unsur hara yang kurang bagi tanaman ini menjadi agak sulit, terutama karena tidak secara nyata menunjukkan gejala tentang unsur yang kurang. Pada penelitian pendahuluan ini, penyediaan nutrisi diperbaiki dengan penyemprotan pupuk cair berupa multitonik yang mengandung senyawa organik dan anorganik. Akan tetapi tambahan pupuk ini nampaknya tidak banyak berpengaruh. Pada kasus yang kedua ini uji diagnostik sukripsi juga menjadi sangat penting terutama untuk menguji kesesuaian lingkungan ekologis bagi tanaman tersebut. Misalnya tanaman ini ditempatkan dalam ruangan laboratorium yang memiliki sirkulasi udara yang rendah, penyinaran relatif sedikit dan temperatur dapat naik sangat tinggi melebihi 30°C. Pada tanaman yang mengalami gangguan ekologis ini, perbaikan nutrisi nampaknya menjadi tidak penting.

Penelitian pendahuluan 2 kemudian dilakukan dengan transplantasi planlet *Phalaenopsis* ke lingkungan ekologis yang memiliki sirkulasi udara yang lebih lancar. Tanaman ini ditempatkan diatas moss yang telah dibasahi dalam wadah tray berlubang. Tray dengan tanaman yang berjumlah 21 pohon ini ditempatkan diluar ruangan dengan penyinaran tidak langsung dan tray digantungkan setinggi 1.5 m dari permukaan tanah sehingga drainase terhadap kelebihan air sangat lancar. Pada hari ketiga setelah transplantasi, tanaman menunjukkan gejala defisiensi unsur hara yang cukup jelas. Daun yang terletak lebih rendah berwarna kuning yang dimulai pada pangkal helaian daun. Gejala ini menyerupai gejala kekurangan unsur hara N. Pada daun yang lebih muda muncul warna ungu pada bagian pinggir daun. Warna ini biasanya khas sebagai gejala kekurangan unsur hara fosfat (Foto 2.1, 2.2, 2.3). Dari dua penelitian pendahuluan ini dapat dibuat kesimpulan sementara bahwa gejala kekurangan unsur hara akan nampak apabila tanaman ditempatkan dalam lingkungan ekologis yang sesuai bagi pertumbuhan. Adanya gejala kekurangan unsur yang jelas ini memudahkan pemberian tambahan unsur hara yang lebih sesuai. Misalnya pada penelitian pendahuluan 2 ini, tanaman kemudian

diberikan tambahan unsur hara berupa pupuk yang memiliki komposisi N= 10%, P=40% dan K=15% (The hyponex company, INC., Compey, OHIO 49321). Untuk memperoleh informasi yang lebih akurat, pada penelitian pendahuluan 2 inipun diperlukan uji diagnostik, misalnya uji diagnostik sukrosa (Adiputra et al. 2007, 2008).

Kesulitan pemakaian metode gejala kekurangan unsur ini mengharuskan dilakukannya pemakaian metode lain yang memiliki akurasi yang lebih baik terhadap unsur hara yang kurang. Salah satu metode yang tersedia untuk melakukan diagnosis unsur hara adalah metode Critical nutrient level (CNL). Pada metode ini, unsur hara yang kurang diestimasi menggunakan batas kritis yaitu konsentrasi unsur hara pada tanaman yang mengakibatkan penurunan pertumbuhan sebesar 20% (Lakitan 1993, Campbell 2000). Untuk mengetahui batas kritis tersebut, analisa yang diperlukan adalah konsentrasi unsur hara pada tanaman yang kemudian dibandingkan dengan pertumbuhan yang terjadi pada konsentrasi unsur hara tersebut. Akan tetapi, karena pertumbuhan adalah penambahan volume atau biomas pada suatu periode, maka metode ini akan memerlukan sampel tumbuhan yang lebih yaitu minimal 2 x pengukuran. Disamping itu, untuk mengetahui kadar suatu unsur pada tanaman memerlukan teknik yang relatif agak rumit sehingga memerlukan biaya yang relatif besar.

Kesulitan yang ditemukan dalam pemakaian metode CNL tersebut menghendaki adanya metode lain yang lebih sederhana. Salah satu upaya penyederhanaan metode estimasi adalah dengan menggunakan indikator sukrosa sebagai faktor pertumbuhan dan tambahan unsur hara sebagai indikator unsur hara yang kurang. Dengan melihat hubungan antara perubahan biosintesis sukrosa dan konsentrasi unsur hara tambahan yang diberikan maka unsur hara yang diperlukan akan dapat diketahui. Untuk penelitian yang menggunakan bibit anggrek sebagai subjek penelitian, metode uji diagnostik sukrosa ini nampaknya cukup memadai karena tidak harus melakukan pengukuran terhadap tanaman yang sama lebih dari 2 x. Hal ini cukup penting karena bibit tanaman anggrek yang dikembangkan secara kultur jaringan biasanya memiliki viabilitas yang cukup rendah. Metode ini telah diteliti selama 2 tahun dan diyakini cukup memadai untuk diterapkan.

Walaupun uji diagnostik sukrosa tersebut nampaknya cukup baik untuk mengevaluasi aktivitas autotrofik tanaman, tetapi penelitian yang dilaporkan ini hanya bertujuan untuk

mengetahui faktor dominan yang paling diperlukan oleh tanaman botol untuk dapat tumbuh. Setelah faktor ini diketahui maka efektivitas pemberian unsur hara dapat kemudian diuji atau dievaluasi menggunakan metode diagnostik yang manageable.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menemukan faktor lingkungan yang sesuai bagi bibit anggrek *Phalaenopsis* dalam meningkatkan biosintesis autotrofik, terutama faktor media tanam dan unsur hara tambahan yang diperlukan. Biosintesis autotrofik yaitu asimilasi zat organik sukrosa dari zat anorganik, sangat penting karena pertumbuhan sebagian besar tergantung dari penyediaan hasil asimilasi ini.

3.2 Manfaat penelitian

Bibit anggrek yang dikembangkan dengan teknik kultur jaringan memiliki aktivitas autotrofik yang rendah (Daisy dan Ari Wijayani 1994, h. 133). Hal ini dapat menjadi salah satu faktor penyebab rendahnya viabilitas bibit anggrek botol, terutama anggrek *Phalaenopsis*. Penelitian yang dilaporkan ini dimaksudkan untuk mengkaji masalah-masalah yang ditemukan dalam budidaya anggrek botol serta upaya-upaya yang dapat mengatasi permasalahan tersebut.

Ketidak sesuaian faktor lingkungan bagi tumbuhan akan mengubah laju metabolisme dan perubahan ini sangat berpengaruh terhadap viabilitas bibit yang ditransplantasi. Rentangan faktor lingkungan diyakini sangat bervariasi pada spesies yang berbeda, demikian juga pada tingkat pertumbuhan yang berbeda walaupun spesiesnya sama.

Bibit tanaman anggrek *Phalaenopsis*, yang dikembangkan menggunakan teknik kultur jaringan, sering tidak dapat tumbuh baik setelah transplantasi diakibatkan terutama oleh ketidak sesuaian antara faktor lingkungan yang ada dengan faktor lingkungan yang diperlukan. Faktor-faktor lingkungan yang sesuai bagi tanaman kecil tersebut masih banyak yang belum dimengerti terutama media tanam dan unsur hara tambahan yang diperlukan. Oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan tanaman anggrek, yang tidak memerlukan lahan yang luas, tetapi menguntungkan baik dari segi estetika, ekonomi maupun ekologi.

BAB IV. DESAIN DAN METODE PENELITIAN

4.1 Disain penelitian

Untuk mengetahui kondisi lingkungan yang diperlukan agar tanaman botol dapat tumbuh optimal setelah transplantasi, maka dilakukan beberapa eksperimen sederhana berupa manipulasi iklim mikro sehingga diketahui kondisi minimal yang diperlukan tanaman botol ini untuk bisa tumbuh. Manipulasi iklim mikro dilakukan dengan pemakaian media tanam yang bervariasi. Pada penelitian ini, media tanam yang diuji adalah moss, pakis dan sabut kelapa. Disamping media tanam, metode aklimatisasi juga divariasikan dan variasi ini diuraikan secara lebih lengkap pada masing-masing eksperimen.

4.2 Metode penelitian.

Untuk mendapatkan data tentang pertumbuhan anggrek botol setelah transplantasi dari botol kultur ke lingkungan diluar kultur maka digunakan metode long term study yaitu pengamatan pertumbuhan selama beberapa bulan (10 bulan). Tanaman yang telah ditransplantasi tersebut diberikan pupuk, penyiraman dan media tanam yang bervariasi. Data tentang pertumbuhan yang terjadi setelah pemberian perlakuan ini disajikan dalam bentuk gambar foto.

Pada penelitian yang dilaporkan ini dilakukan 6 x experiment menggunakan metode aklimatisasi dan media tanam yang bervariasi.

Eksperimen 1. Transplantasi langsung bibit botol ke media tanam dalam pot

Planlet yang jumlahnya sekitar 72 pohon yang diambil dari 2 botol kultur, ditransplantasi langsung ke dalam pot yang memiliki 3 jenis media tanam yaitu kompos, kompos-pakis dan pakis, pada tanggal 21 November 2008. Pada masing-masing pot ditempatkan 2-3 pohon planlet (Gambar 4.1). Tanaman ini ditumbuhkan dalam ruangan laboratorium dengan suhu berkisar antara 25-29°C dan intensitas sinar sekitar 250-400 lux. Tanaman ini diberi tambahan unsur hara berupa pupuk cair, multitonik (produksi

CV. Mekar sari Jaya). Pupuk ini mengandung baik senyawa anorganik maupun senyawa organik. Kadar senyawa anorganik pada pupuk ini adalah: N, P₂O₅, K₂O masing-masing adalah 9.61, 1.38 dan 3.00%. Sedangkan senyawa organik yang terdapat pada pupuk ini adalah protein, lemak dan zat organik lainnya. Pupuk ini diberikan selama 2 minggu dengan frekuensi pemberian adalah setiap 3 hari. Akan tetapi mulai pada minggu ketiga, tanaman kemudian diberi pupuk anorganik saja (The Hyponex company, INC. Compley, OHIO 49321) yang terdiri dari unsur N, P dan K = 10, 40 dan 15% dan unsur lainnya dalam jumlah yang sedikit.



Gambar 4. 1. Transplantasi langsung bibit tanaman botol kedalam 3 jenis media tanaman; pakis, kompos, pakis-kompos

Eksperimen 2. Transplantasi tidak langsung bibit botol melalui kompot.

Planlet Phalaenopsis dikeluarkan dari botol dengan cara memecahkan botol setelah dibungkus dengan kertas. Bibit ini, yang merupakan silangan dari Ph. Burton X Ph. Ruey, ditempatkan dalam moss yang telah dibasahi didalam tray berlubang dan dilapisi alas telonet (shading net) pada tanggal 14 Desember 2008 (Gambar 4.2).



Gambar 4. 2. Transplantasi tanaman secara tidak langsung melalui penanaman dalam kompot

Jumlah keseluruhan planlet adalah 21 pohon yang ditanam secara berjajar diatas moss tersebut. Tanaman ini ditempatkan diluar ruangan, sehingga memiliki sirkulasi udara yang jauh lebih baik dari expt.1, dengan penyinaran tidak langsung (ditempatkan dibawah atap) dan tray digantungkan setinggi 1.5 m dari permukaan tanah sehingga drainase terhadap kelebihan air cukup lancar. Dengan kondisi lingkungan seperti ini maka akar memiliki kesempatan baik untuk mendapatkan CO₂ dari udara, air dan sinar matahari (Gambar 4.3).



Gambar 4. 3. Penempatan bibit dalam kompot pada fase aklimatisasi sehingga akar memperoleh kesempatan untuk mendapatkan CO₂, air maupun sinar matahari.

Mulai hari ketiga setelah transplantasi, tanaman ini dipupuk dengan pupuk anorganik (Hyponex menggunakan hand sprayer dengan dosis sesuai dengan anjuran. Setelah 2 minggu, tanaman kompot dalam tray kemudian dipindahkan kedalam pot yang berisi arang dan moss. Masing-masing pot ditanam satu bibit. Bibit dalam pot ini selanjutnya ditempatkan dalam tempat pembibitan yang terbuat dari dexion, tinggi sekitar 1.25 m dan diberi atap shading net (Gambar 4.4). Setelah dalam pot, tanaman diberi tambahan unsur hara (Hyponex) setiap hari menggunakan hand sprayer.



Gambar 4. 4. Tanaman anggrek yang telah ditumbuhkan dalam individual pot dan ditempatkan dalam tempat pembibitan

Eksperiment 3. Transplantasi langsung bibit botol kedalam media tanam moss -arang dalam pot.

Planlet Phalanopsis, hasil persilangan antara Ph. Pulcra X Ph. Hieroglyphyca dipindahkan dari botol ke media pot pada tanggal 28 Desember 2008 (Gambar 4.5).

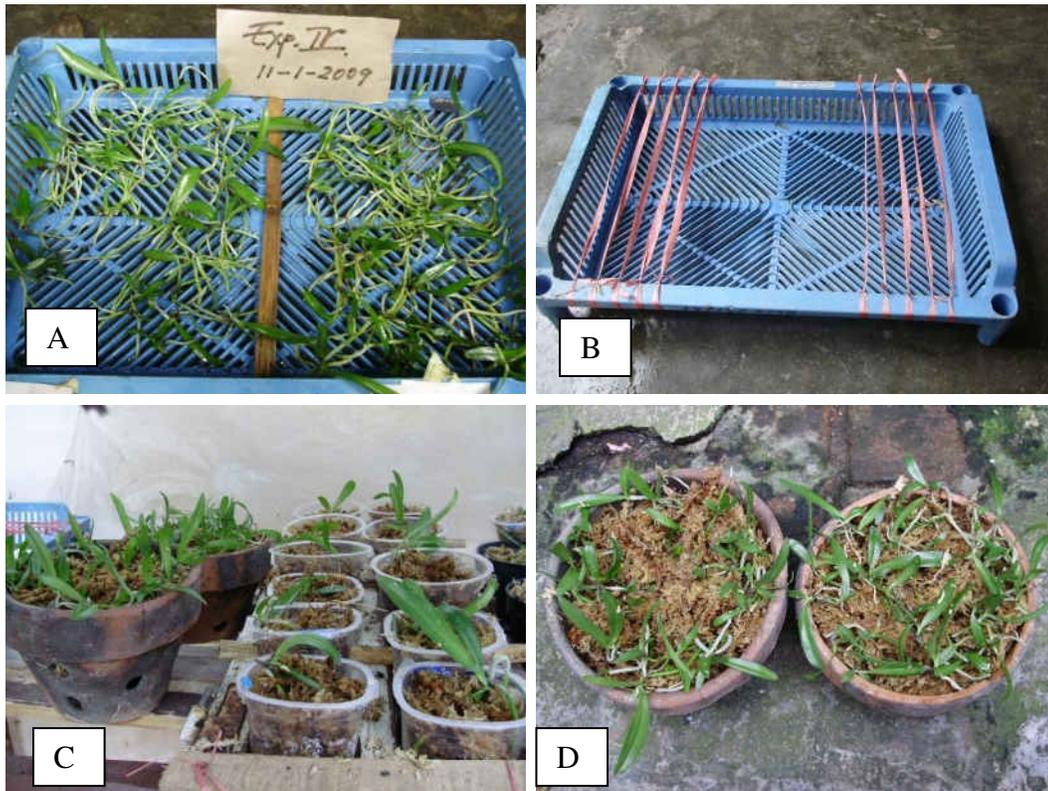


Gambar 4. 5. Transplantasi langsung bibit botol ke media tanam arang-moss dalam pot

Bibit tersebut ditransplantasi langsung ke media tanam yang terdiri dari arang dan moss. Media tanam ini ditempatkan dalam pot berwarna hitam yang diberi lubang vertical pada bagian dinding. Didalam pot ini, moss ditempatkan pada bagian atas arang dan tanaman selanjutnya ditempatkan sedemikian rupa sehingga sebagian akarnya masih dapat terkena sinar matahari. Tanaman pot ini ditempatkan pada tempat pembibitan yang sama dengan bibit Expt. 2. Unsur hara tambahan yang diberikan adalah sama dengan expt. 2, yaitu Hyponex dengan dosis 1 g/l, diberikan setiap hari menggunakan hand sprayer. Pupuk ini diberikan sejak tanaman ditransplantasi dari botol ke dalam pot. Untuk menghindari kadar air yang terlalu tinggi pada musim hujan, maka telonet (shading net) yang digunakan sebagai atap diberi lapisan plastic transparan. Kadar air yang terdapat pada media tanam tersebut dikurangi menjadi sesedikit mungkin. Hal ini dilakukan dengan pemberian air hanya dengan sprayer pada saat pemupukan yaitu sebagai pelarut. Disamping itu, atap dari tempat pembibitan ini diberi lapisan plastik sehingga air hujan tidak dapat meningkatkan kadar air pada media tanam.

Eksperimen 4. Transplantasi tidak langsung bibit botol ke media moss-arang setelah 5 hari aklimatisasi tanpa media tanam

Bibit *Phalaenopsis* hasil persilangan antara *Ph. Pulcra* dengan *Ph. Hieroglyphica* dikeluarkan dari botol dengan memecahkan botol yang dibungkus dengan kertas. Transplantasi ini dilakukan pada tgl. 11 Januari 2009. Bibit kemudian ditempatkan dalam tray berlubang, setelah dibilas dengan air untuk membersihkan medium kultur yang masih menempel (Gambar 4.6A).



Gambar 4. 6. Bibit angrek setelah dibilas dengan air untuk membersihkan media agar yang masih menempel pada akar (A). Bibit yang telah dibilas ditempatkan diatas tali dalam tray tanpa media tanam selama 5 hari (B). Setelah berada pada kondisi tanpa media tanam selama 5 hari, bibit ditransplantasi ke media tanam arang-moss. Sebagian dari bibit tersebut ditumbuhkan dalam individual pot dan sebagian lagi dalam kompot (C). Tanaman dalam kompot ditumbuhkan menggunakan media arang-moss dalam pot gerabah. Sebagian dari tanaman ini selanjutnya dipindahkan ke individual pot pada hari ke 21 HST.(D)

Bibit kemudian ditempatkan diatas tali pada tray (Gambar 4.6B), sedemikian rupa sehingga keseluruhan akar terekspos ke udara dan tidak tertutup oleh media tanam. Bibit ini ditempatkan pada tempat pembibitan seperti pada eksp.2, yang memiliki sirkulasi udara yang cukup baik. Pemberian pupuk dilakukan sejak transplantasi (HST:0)

menggunakan Hyponex dengan kadar N:P:K = 10:40:15%. Setelah lima hari berada pada kondisi ini, bibit kemudian dipindahkan kedalam pot yang berisi media tanam arang dan moss. Pada kondisi ini, sebagian akar tanaman tertutup oleh media tanam tersebut. Pada hari kelima ini, bibit yang sudah besar di transplantasi masing-masing ke sebuah pot (satu bibit satu pot, Gambar 4.6C) sedangkan tanaman yang lebih kecil ditumbuhkan dalam kompot menggunakan media tanam yang sama yaitu arang dan moss (Gambar 4.6D). Tanaman dalam kompot ini dipindahkan secara bertahap ke individual pot. Sebagian tanaman dalam kompot ini dipindahkan pada tanggal 1 Februari 2009 (21 HST), dan sebagian lagi dipindahkan pada tanggal 4 Februari 2009 (24 HST). Pemberian pupuk terus dilakukan setiap hari menggunakan hand sprayer, baik pada tanaman yang ditumbuhkan dalam kompot maupun pada tanaman yang ditumbuhkan dalam individual pot.

Eksperimen 5. Transplantasi langsung bibit botol kedalam 3 jenis media; moss, pakis dan sabut kelapa.

Setelah dikeluarkan dari botol, bibit angrek dibersihkan dari media tanam menggunakan air ledeng (Gambar 4.7 a). Bibit kemudian ditiriskan diatas kertas (Gambar 4.7 b) sebelum disemaikan diatas 3 media tanam yaitu moss, pakis dan sabut kelapa yang ditempatkan didalam botol aqua plastic (Gambar 4.7c) . Sebagai control digunakan botol tanpa media tanam. Bibit ditempatkan didalam ruangan dekat jendela, sehingga tetap memperoleh penyinaran matahari secara tidak langsung.



Gambar 4.7. Transplantasi angrek botol Phalaenopsis kedalam 3 jenis media tanam secara langsung ke individual pot. Selama pengamatan, tanaman ini ditempatkan dalam ruangan laboratorium.

Eksperimen 6. Transplantasi tidak langsung bibit botol kedalam 3 jenis media tanam: Sabut kelapa, moss dan pakis.

Pada penelitian ini digunakan bibit anggrek hasil persilangan antara *Phalaenopsis leopard Prince X Self* dan *Ph. Luddemanniana var. Pulcra X Ph. Hieroglyphica*. Bibit anggrek ini dikeluarkan dari botol dengan cara yang sama dengan eksperimen 4 yaitu dengan cara memecahkan botol setelah botol tersebut dibungkus dengan kertas. Bibit kemudian ditempatkan dalam tray berlubang, dibilas dengan air untuk membersihkan medium kultur. Bibit ini selanjutnya ditempatkan diatas kertas untuk mengeringkan kelebihan air yang digunakan untuk membilas. Setelah bibit ditempatkan diatas kertas, media pertumbuhan kemudian disediakan didalam 4 buah tray yaitu masing-masing untuk sabut kelapa, moss, pakis dan moss. Pada eksperimen ini, media moss digunakan sebanyak 2 tray. Media tanam ini dibasahi dengan air sebelum bibit ditempatkan diatasnya. Bibit kemudian ditempatkan didalam tempat pembibitan yang diberi atap shading net. Oleh karena varietas bibit yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 jenis, maka transplantasi dilakukan pada 2 tahap. Transplantsi tahap1 dilakukan pada tanggal 3 Juni 2009 pada media tanam sabut kelapa dan moss untuk *Ph. Leopard X Self*. Transplantasi tahap 2 dilakukan pada tanggal 4 Juni 2009 menggunakan media tanam pakis dan moss untuk *Ph. Luddemanniana var. Pulcra*. Semua bibit tersebut ditempatkan diatas media sedemikian rupa sehingga akarnya tetap terekspose ke udara (Gambar 4.8). Hal ini dilakukan agar akar tidak mengalami hambatan untuk melakukan pertukaran gas dan sinar terutama apabila akar harus melakukan fotosintesis.



Gambar 4.8. Bibit anggrek botol setelah transplantasi ke dalam 3 jenis media tanam yaitu moss, pakis dan sabut kelapa. Transplantasi bibit pada eksperimen 5 ini dilakukan pada awal bulan Juni yaitu tanggal 3 dan 4 Juni 2009.

BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1. Transplantasi langsung bibit botol ke individual pot (Eks. 1, 3, 5)

Experiment 1.

Bibit *Phalaenopsis* yang ditransplantasi pada medium yang berbeda menunjukkan respon yang berbeda. Bibit yang ditransplantasi ke medium kompos dan medium campuran antara kompos dan pakis memperlihatkan gejala gangguan ekologis yang sangat berat. Daun tanaman mula-mula menunjukkan gangguan osmosis yaitu pada daun terlihat gejala tidak lancarnya transportasi air sehingga warna daun menjadi tidak sehat. Daun ini kemudian nampak layu yang diikuti oleh rusaknya daun. Pada hari ke 27 (HST), ditemukan bahwa hampir 50% tanaman kemudian tidak tumbuh setelah memperlihatkan gejala ini (Gambar 5.1, 5.2). Gejala yang mula-mula tampak pada tanaman yang ditransplantasi ke medium campuran antara pakis dan kompos ini selanjutnya juga terjadi pada tanaman yang ditransplantasi pada medium kompos.



Gambar 5. 1. Transplantasi langsung planlet kedalam media tanam dalam pot. Media tanam ada 3 Jenis: Kompos, Kompos pakis dan Pakis.

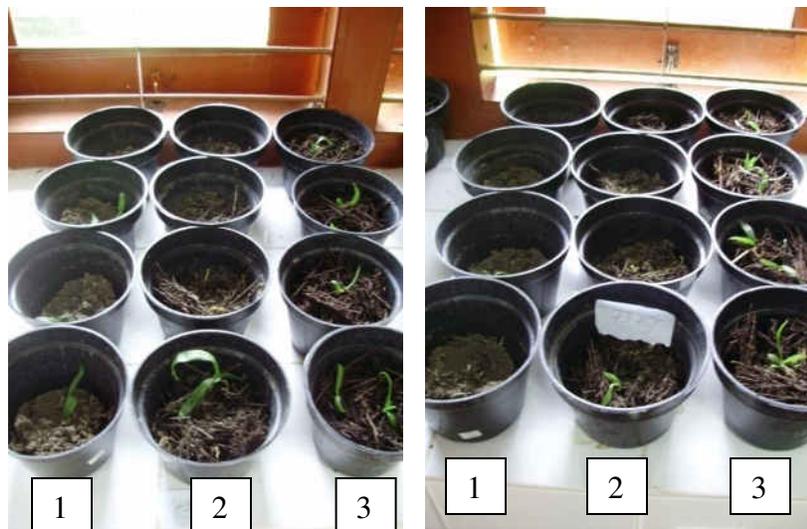
Pada hari ke 60 HST, jumlah tanaman yang masih dapat hidup pada medium kompos adalah kurang dari 50%. Berbeda dengan medium kompos tersebut, tanaman yang ditransplantasi ke medium pakis lebih sedikit mengalami penyakit layu, walaupun

pertumbuhannya sangat lambat, tanaman tersebut masih mampu bertahan. Jumlah tanaman yang masih tetap hidup lebih dari 80%.



Gambar 5. 2. Penyakit layu yang ditunjukkan oleh bibit anggrek setelah transplantasi ke medium kompos dan medium campuran antara kompos dan pakis.

Pertumbuhan ini nampaknya sangat sulit dalam kondisi lingkungan tersebut, seperti terlihat pada hari ke 73 (HST) tanaman yang masih hidup sangat sedikit dan sebagian besar nampak layu (Gambar 5.3).

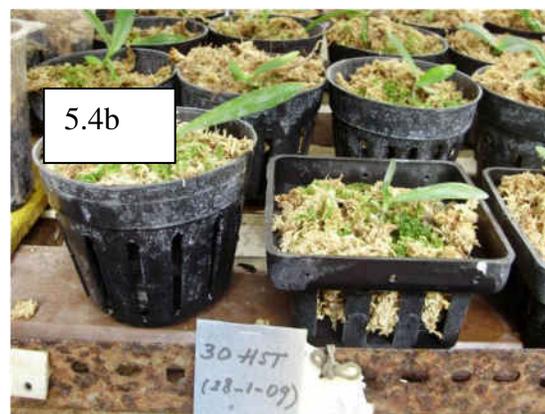


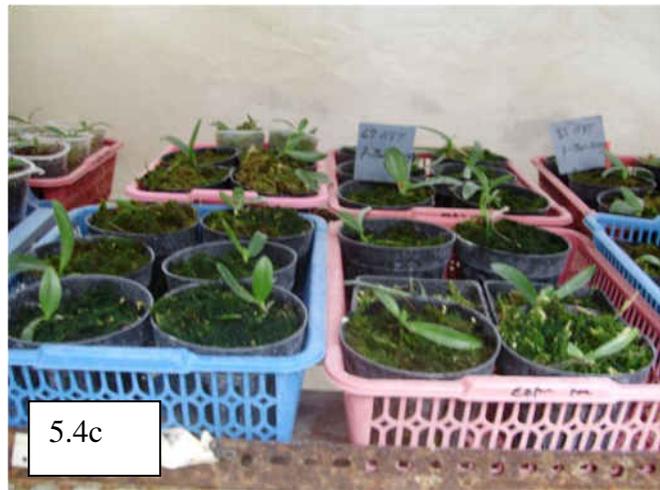
Gambar 5. 3 Pertumbuhan anggrek phalaenopsis 73 hari setelah transplantasi langsung ke 3 jenis media tanam; kompos (1), campuran kompos-pakis (2) dan pakis (3).

Eksperiment 3

Perkembangan morfologis tanaman

Tanaman yang digunakan sebagai subjek penelitian pada eksperimen 3 ini juga diobservasi hampir selama 10 bulan dan perkembangannya dapat dilihat pada gambar 5.4a-e . Pada eksperimen 3 ini dilakukan berbagai perubahan kondisi pertumbuhan yaitu; tanaman ditumbuhkan diluar ruangan dan media tanam yang digunakan adalah moss (bukan kompos). Unsur hara tambahan yang digunakan juga diubah yaitu hanya menggunakan pupuk anorganik (bukan pupuk organik). Pada kondisi ini, walaupun tanaman ditransplantasi secara langsung, pertumbuhan nampaknya jauh lebih baik dari pada eksperimen 1. Pada hari ke 30 (setelah transplantasi) tanaman ini telah menghasilkan daun baru (5.4 b). Pada HST 69, daun baru berikutnya tampak tumbuh. Pada kondisi pertumbuhan ini, daun baru tumbuh setiap 30 hari. Setelah HST 126, tanaman telah menghasilkan sedikitnya 4 helai daun (5.4.d,e).





Gambar 5. 4a-e. Tanaman botol setelah transplantasi secara langsung ke individual pot. Gambar a-e menunjukkan kondisi pertumbuhan berturut-turut pada HST 1 sampai HST 126

Perkembangan fisiologis

Melalui observasi visual, tanaman ini tidak menunjukkan gejala kekurangan unsur, baik gejala kekurangan N maupun P sampai hari ke 10 HST (Gambar 5.5, 5.6). Kemungkinan disebabkan oleh karena diberi tambahan unsur hara sejak tanaman tersebut berada dalam pot.



Gambar 5. 5. Tanaman anggrek yang ditransplantasi langsung ke media tanam dalam pot tanpa melalui pertumbuhan dalam kompot.



Gambar 5. 6. Tanaman yang ditransplantasi langsung ke individual pot ini tidak menunjukkan gejala kekurangan unsure hara sampai hari ke 10 (HST).

Pupuk yang diberikan adalah sama dengan eksperimen 2. Pada hari ke 10 (HST), gejala yang cukup menarik justru ditemukan pada akar. Hampir sama dengan akar tumbuhan yang ditemukan pada ekspt 2, sebagian besar menunjukkan warna pucat apabila tertutup oleh media tanam moss, sedangkan bagian yang terdapat diatas media tanam nampak

lebih sehat dengan warna kehijauan. Dengan kondisi akar seperti ditemukan pada hari ke 10, tanaman ini tetap tumbuh dan telah menghasilkan daun baru pada hari ke 30 HST (Gambar 5.7).



Gambar 5.7. Daun baru yang dihasilkan tanaman 30 hari setelah dipindahkan dari botol.

Hal ini menguatkan spekulasi bahwa akar memerlukan pertukaran udara yang cukup tinggi, sinar matahari dan kadar air yang tertentu. Kondisi ini terutama sangat sesuai dengan kondisi yang diperlukan untuk melakukan aktivitas fotosintesis. Apabila akar melakukan kegiatan fotosintesis sama seperti kegiatan yang dilakukan oleh daun (karena sama-sama mengandung kloroplast) maka pertanyaan yang cukup menarik kemudian muncul yaitu bagaimana system distribusi hasil fotosintesis dan organ mana saja yang berfungsi sebagai penyerap unsur hara dan penyedia hasil fotosintesis. Hal ini terutama sangat penting karena beberapa peneliti berpendapat bahwa velamen yang terdapat pada akar adalah tidak permeable terhadap air dan fungsi utamanya sebagai pelindung mekanis. Penyerapan air dan zat terlarut hanya terjadi apabila velamen terluka. Jika pendapat ini benar, maka akar udara pada anggrek bukanlah organ utama penyedia unsur hara dan air bagi daun. Akan tetapi, dari segi morfologi, daun lebih mungkin untuk melakukan fungsi sebagai tempat transpirasi dan fotosintesis karena permukaannya jauh lebih luas dan kadar kloroplast total jauh lebih banyak. Pelepasan air oleh daun dalam kegiatan transpirasi akan menurunkan potensial air dan mengakibatkan tertariknya air yang ada didalam akar karena akar memiliki potensial air yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun. Penarikan air oleh daun ini selanjutnya menyebabkan potensial air didaerah akar semakin menurun dan menyebabkan tertariknya air dari lingkungan akar. Pada tahap ini timbul permasalahan yaitu jika velamen akar benar-benar impermeable terhadap air maka kehilangan air didalam akar tidak dapat dikembalikan dengan pengaliran air dari daerah lingkungan akar. Demikian seterusnya, apabila permeabilitas akar terhadap air sangat rendah, maka potensial air yang rendah pada akar hanya dapat naik dengan kecepatan yang sangat rendah. Situasi ini selanjutnya menghambat

terjadinya transpirasi bukan hanya oleh karena kadar air yang rendah tetapi oleh adanya keseimbangan potensial air antara daun dan akar. Pada posisi yang seimbang ini, air dari akar tidak tertarik oleh rendahnya potensial air pada daun.

Pada kondisi potensial air yang rendah, baik pada daun maupun pada akar, organ yang akan menyerap air adalah organ yang lingkungannya memiliki potensial air yang lebih tinggi. Dengan asumsi bahwa pori-pori yang menghubungkan antara organ dan lingkungan adalah sama. Hal inilah yang dapat membedakan antara akar udara dan akar yang terdapat dalam tanah. Akar yang terdapat didalam tanah hampir selalu memiliki lingkungan dengan kadar air yang lebih tinggi dari pada lingkungan daun. Disamping itu, akar yang terdapat dalam tanah memiliki permukaan yang luas sebagai alat penyerapan air dalam bentuk bulu-bulu akar dan tidak terhalang oleh adanya velamen. Perbedaan ini selanjutnya memerlukan pengujian yang mendalam tentang kemungkinan adanya ketergantungan akar pada daun dalam hal penyediaan air. Jika hal ini yang terjadi maka akar hanya berfungsi sebagai penegak tanaman, agar dapat berada pada posisi yang stasioner. Hasil fotosintesis sebagian besar disediakan oleh daun demikian juga air dan unsur hara mineral. Untuk menguji hal ini maka dapat dilakukan percobaan dengan pemberian air dan unsur hara hanya melalui daun dan akar diposisikan sedemikian rupa agar tidak mendapat air dari lingkungan akar. Apabila pada kondisi ini tanaman tumbuh dengan baik, maka kemungkinan bahwa akar hanya berfungsi sebagai penegak tanaman adalah benar. Namun demikian, beberapa fakta meragukan kebenaran ini yaitu bahwa apabila akar mengalami kerusakan mekanis, kekeringan dll. sehingga tidak dapat berfungsi maka daun akan segera menguning dan layu. Pada kondisi yang lebih serius, pertumbuhan daun tidak dapat terjadi. Hal ini terutama dapat dilihat pada percobaan pertama yaitu pada bibit yang ditransplantasi ke medium kompos, hampir semua tanaman kemudian mati pada hal hanya akar yang berada didalam kompos tersebut. Akan tetapi pada bibit yang ditransplantasi ke medium pakis, walaupun pertumbuhannya agak lambat tetapi sebagian besar masih tetap hidup. Hal ini menunjukkan bahwa akar tidak hanya berperan sebagai organ struktural tetapi juga sebagai organ fungsional yang memberi kontribusi terhadap pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Memang tidak dapat dipungkiri bahwa masih terdapat ketidak sepakatan tentang mekanisme penyerapan air dan unsur hara mineral pada tanaman ini apabila velamen impermeable terhadap air.

Walaupun tidak penting sebagai penyedia air dan zat terlarut bagi tanaman, akar mungkin berperan penting sebagai tempat berlangsungnya reaksi reduksi beberapa unsure untuk menghasilkan senyawa precursor bagi daun. Untuk beberapa unsur hara, reduksi menjadi senyawa organik sebagian besar terjadi di akar dan hasil reduksi ini digunakan sebagai precursor biosintesis lanjutan pada bagian tanaman lainnya. Misalnya, nitrogen banyak direduksi dalam akar menjadi glutamine dan senyawa ini merupakan bentuk nitrogen yang ditransportasikan dalam tumbuhan. Organ tanaman lainnya termasuk daun memanfaatkan senyawa ini sebagai precursor. Untuk masalah ini, penelitian mungkin lebih baik jika diarahkan pada lokasi enzim yang mengkatalisa reaksi reduksi beberapa unsur hara menjadi senyawa organik. Jika enzim tersebut sebagian besar terdapat pada akar, walaupun unsur tersebut diserap melalui daun maka fungsi akar tidak dapat digantikan oleh daun dalam penyediaan senyawa glutamine bagi biosintesis makromolekul seperti chlorofil, ribulosa bisfosfat karboksilase atau makromolekul lainnya.

Mekanisme yang sangat kompleks, yang terjadi baik pada akar maupun pada daun, memerlukan kondisi iklim mikro optimum agar laju biosintesis juga optimum. Pengamatan yang dilakukan sampai hari ke 30 menunjukkan bahwa tanaman ini dapat tumbuh relative baik walaupun tidak melalui kondisi kompot. Oleh karena itu, system kompot kemungkinan bukan merupakan factor terpenting agar bibit botol dapat melakukan penyesuaian iklim secara optimum. Kemungkinan factor yang lebih dominan adalah iklim mikro, baik didaerah akar maupun didaerah daun. Pemberian pecahan-pecahan arang dibawah media moss menyebabkan terjadinya ruang yang cukup banyak untuk memungkinkan terjadinya pertukaran gas antara akar dengan lingkungannya. Arang ini juga memungkinkan terjadinya stabilitas kadar air pada media moss, karena kelebihan air yang tidak terbuang melalui saluran drainase akan terserap oleh arang, sebaliknya pada situasi kering penguapan air dari arang ini akan menyebabkan media moss menjadi lebih lembab. Fungsi arang yang juga cukup penting adalah untuk menghalangi pertumbuhan bibit penyakit pada dasar pots. Kemungkinan yang terakhir ini dapat diuji dengan melakukan observasi terhadap air yang terdapat pada dasar pot apakah pertumbuhan mikroorganisme lebih lambat dibandingkan dengan media tanam tanpa arang.

Eksperiment 5.

Eksperiment ini dilakukan pada kondisi laboratorium seperti pada eksperimen 1. Akan tetapi, berbeda dengan eksp. 1 yang menggunakan media tanam kompos, pada eksperimen 5 ini tanaman ditransplantasi ke 4 jenis media tanam yaitu pakis, moss, sabut kelapa dan control (Gambar 5.8). Pertumbuhan tanaman yang dijumpai adalah sangat lambat. Jumlah total bibit yang ditransplantasi pada eksperimen ini adalah 2 botol dan jumlah yang ditransplantasi ke individual pot adalah 30 tanaman. Pada hari ke 21 setelah transplantasi, tanaman yang masih tumbuh normal adalah kurang dari 50% (Gambar 5.9)



Gambar 5. 8. Tanaman botol pada H1 setelah ditransplantasi langsung ke 4 jenis media tanam.



Gambar 5. 9. Tanaman botol pada H58 setelah ditransplantasi langsung ke 4 jenis media tanam.

Pada HST 57, jumlah tanaman yang masih memperlihatkan pertumbuhan minimal kurang dari 25% (Gambar 5.10). Pada eksperimen ini jelas terlihat bahwa media tanam bukanlah faktor yang paling menentukan dalam perkembangan bibit botol. Hal ini disebabkan terutama karena media tanam yang digunakan adalah berbeda dengan eks.1 yang menggunakan kompos, tetapi sama dengan eksp. 3 yang menggunakan moss. Sebagai mana telah diuraikan sebelumnya, pertumbuhan tanaman anggrek pada eksp. 1 sangat sulit tetapi pada eksp. 3 dijumpai pertumbuhan yang cukup baik. Sulitnya pertumbuhan bibit botol tanaman anggrek didalam ruangan dapat disebabkan oleh beberapa faktor terutama adalah stabilitas penyediaan air. Pada kondisi di luar ruangan, stabilitas ini dijaga oleh arus angin yang lembab, sehingga meskipun tanaman tidak disiram, seperti pada kondisi lingkungan yang alami, stabilitas air masih dapat dijaga lebih baik.



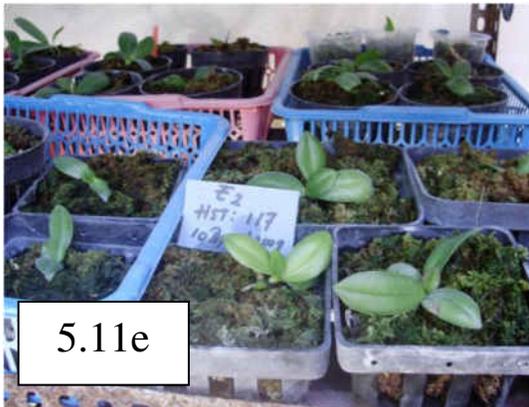
Gambar 5.10. Tanaman botol pada HST57 setelah ditransplantasi langsung ke 4 jenis media tanam. Tanaman ini dipelihara pada kondisi ruangan.

5.1.2. Transplantasi tidak langsung melalui kompot (Eks. 2, 4, 6).

Eksperimen 2

Untuk penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan observasi visual terhadap perubahan yang terjadi baik pada akar maupun pada daun. Data tersebut berupa pertumbuhan, gejala kekurangan unsur hara, gangguan ekologis atau penyakit dan laju pertumbuhan.

Observasi yang dilakukan selama hampir 10 bulan (Desember 2008 s/d Oktober 2009) menunjukkan bahwa tanaman botol dapat tumbuh baik pada kondisi lingkungan diluar ruangan, penyiraman tiap hari dan penyinaran tidak langsung. Perkembangan tanaman selama 10 bulan observasi tersebut dapat dilihat pada gambar 5.11 (a-g):





Gambar 5.11 a-g. Pertumbuhan angrek bulan selama 10 bulan observasi.

Perkembangan morfologis tanaman

Perkembangan morfologis tanaman terutama dapat diobservasi dengan sangat mudah pada perkembangan daun. Pada waktu tanaman dikeluarkan dari botol, sebagian besar daun tanaman menunjukkan bentuk lancet (5.11a). Akan tetapi pada perkembangan selanjutnya, rasio antara panjang dan lebar daun menjadi lebih kecil dan pada akhir observasi daun nampak seperti bulat telur (5.11g). Tanaman ini telah menunjukkan adanya penghasilan daun baru pertama yaitu 44 hari setelah transplantasi (5.11d) dan daun baru kedua dijumpai pada hari ke 85 HST (5.11d). Pada hari ke 117 setelah transplantasi, daun dewasa telah mencapai bibir pot (5.11e) sedangkan pada akhir observasi, ujung daun dewasa telah jauh melewati pots (5.11g). Dibandingkan dengan tanaman yang ditumbuhkan didalam ruangan, tanaman yang ditumbuhkan diluar ruangan dan ditransplantasi secara tidak langsung menunjukkan pertumbuhan yang jauh lebih baik.

Perkembangan fisiologis tanaman

Daun

Pada hari ke 4 setelah transplantasi (HST 4), daun muda memperlihatkan kekurangan unsur hara fosfor yaitu pada bagian tepi daun nampak warna ungu yang khas (Gambar 5.12). Pada pangkal daun dan daun yang terletak pada bagian bawah nampak warna pucat sampai kuning yang kemungkinan merupakan gejala kekurangan unsur hara N (Gambar 5.13)



Gambar 5.12. Gejala kekurangan fosfor yang ditunjukkan oleh tanaman dalam kompot, 4 hari setelah transplantasi.



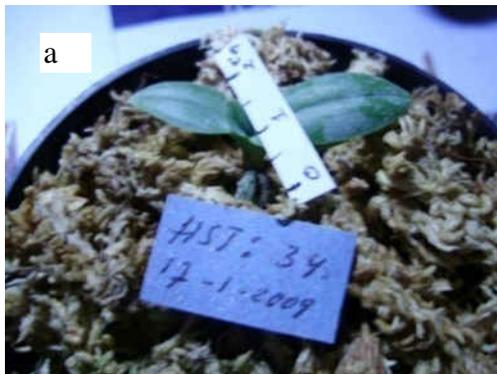
Gambar 5.13. Gejala kekurangan unsure hara N pada tanaman kompot.

Kemungkinan adanya kekurangan unsur hara N dan P tersebut selanjutnya ditanggulangi dengan pemberian pupuk anorganik Hyponex yang mengandung N, 10%, P 40% dan K15%. Pada hari ke 24 (HST) yaitu 21 hari sejak mulai diberi pupuk tersebut, gejala kekurangan N dan P tidak nampak (Gambar 5.14). Walaupun tidak diketahui pengaruhnya terhadap aktivitas fotosintesis, setelah pemberian pupuk ini daun tampak seperti dilapisi lilin yang tebal.



Gambar 5.14. Gejala kekurangan P dan N tidak nampak setelah diberi pupuk Hyponex. Akan tetapi daun nampak seperti dilapisi oleh material yang berwarna putih.

Pada hari ke 34, daun baru sudah tumbuh dan panjangnya sekitar 7.5 mm (Gambar 5.15a), sedangkan dua daun dewasa yang dimiliki tanaman memiliki rentangan sekitar 4 cm (Gambar 5.15 b). Pada HST 44 daun baru tanaman ini telah mencapai sekitar 1 cm (Gambar 5.16).



Gambar 5. 15a, b. Pembentukan daun baru pada bibit anggrek yang sudah dipindahkan ke individual pot.



Gambar 5.16. Ukuran daun baru setelah hari ke 44 HST)

Akar

Walaupun daun tanaman nampak relatif sehat, beberapa akar tanaman menunjukkan kekeringan, dimulai dari bagian ujung menuju ke pangkal akar. Dari lima akar yang dapat diobservasi, hanya satu akar yang tidak menunjukkan gejala kekeringan ini yaitu akar yang terdapat pada lokasi yang sepenuhnya berada di daerah atmosfer sehingga tidak tertutup oleh media tanam. Akar lainnya yaitu yang tertutup oleh media tanam nampak mengering pada tingkat yang bervariasi, mulai dari pengeringan disekitar ujung akar saja sampai pengeringan keseluruhan akar. Gejala ini ditemukan pada hari ke 24 (HST), hampir pada semua tanaman yang ditransplantasi. Gejala ini nampaknya berhubungan dengan pertukaran udara melalui akar, kadar air atau penyinaran. Kemungkinan ini didasarkan pada fakta bahwa akar yang tidak tertutup oleh media tanam tampak sehat, sedangkan akar yang tertutup oleh media tanam nampak berwarna kuning sebelum mengkerut dan kering. Akar yang tertutup oleh media tanam berada pada lingkungan yang memiliki kadar air yang lebih tinggi disamping tidak mendapat sinar matahari. Untuk mengatasi kemungkinan penyebab masalah ini maka pot plastic yang hanya memiliki lubang pada bagian dasarnya diubah dengan memberi lubang pada bagian samping sehingga sirkulasi udara melalui media tanam menjadi lebih baik.

Pertumbuhan akar ataupun daun pada kondisi lingkungan eksp. 2 ini jauh lebih baik dari pada ekspt.1 (Bab 2). Faktor lingkungan yang diubah pada eksperimen ini adalah media tanam, unsure hara tambahan (pupuk) dan sirkulasi udara. Dengan adanya sirkulasi udara yang baik terutama pada media tanam maka kondisi pot ini lebih mendekati habitat alami dari anggrek epifit tersebut. Pada lingkungan yang alami akar tanaman *phalaenopsis* tidak tertutup oleh media tanam sehingga sirkulasi udara sangat baik. Akan tetapi, pemberian media tanam pada pot ini dapat menghalangi akar untuk mendapatkan sinar matahari. Oleh karena itu belum dapat dipastikan apakah kerusakan yang terjadi pada akar diakibatkan oleh kurangnya sinar matahari atau oleh kadar air yang terlalu tinggi. Jika faktor rendahnya sinar yang menjadi penyebab, maka hamper dapat dipastikan bahwa pertumbuhan akar tergantung pada hasil fotosintesis yang terjadi pada akar tersebut. Akan tetapi jika tingginya kadar air yang menjadi penyebab maka berarti bahwa pertumbuhan akar tidak tergantung dari fotosintesis pada akar dan kerusakan akar tersebut diakibatkan oleh faktor hambatan import hasil fotosintesis. Kemungkinan kedua

ini dapat menimbulkan pertanyaan yaitu kenapa kadar air yang tinggi pada akar dapat menghambat import hasil fotosintesis dari daun.

Eksperiment 4

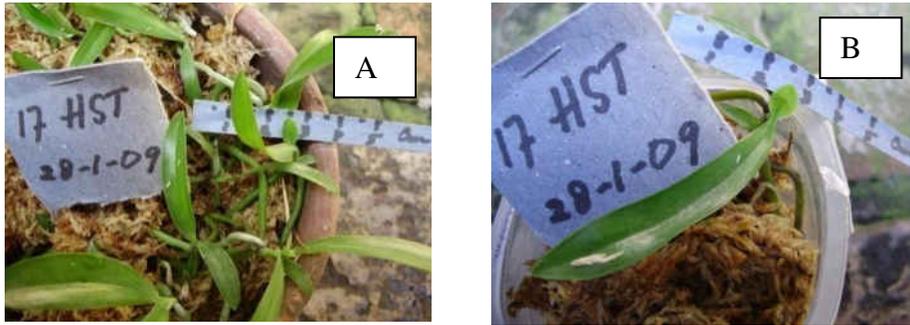
Perkembangan morfologis

Pada eksperimen ini tanaman ditransplantasi ke individual pot setelah diberikan perlakuan aklimatisasi kering selama 5 hari. Pada aklimatisasi ini, tanaman ditempatkan sedemikian rupa sehingga baik akar maupun daun tidak tertutup oleh media. Pada kondisi pertumbuhan yang diberikan, bibit phalaenopsis ini ditemukan telah menghasilkan daun baru 16 hari setelah dipindahkan dari botol (Gambar 5.17). Akan tetapi, penghasilan daun baru ini tidak hanya terjadi pada tanaman yang ditumbuhkan secara individual didalam pot. Pada tanaman yang ditumbuhkan secara individual didalam pot aqua glass ditemukan 3 tanaman yang menghasilkan daun baru dari 12 tanaman yang ditumbuhkan dengan cara ini (25%). Tanaman yang ditempatkan sebagai kompot dalam pot gerabah juga menghasilkan daun baru dalam jumlah yang hampir sama. Didalam kompot ini ditumbuhkan tanaman sekitar 20-30 pohon dan tanaman yang menunjukkan pertumbuhan daun baru adalah 4-5 pohon. Oleh karena itu jumlah tanaman yang menumbuhkan daun baru 16 hari setelah transplantasi adalah sekitar 20%-16%.

Daun baru kedua ditemukan tumbuh pada hari ke 90 setelah transplantasi (5.19e). Pada tanaman ini, perubahan dari bentuk lanset ke bentuk bulat telur sangat jelas Nampak yaitu daun dewasa yang pertama tumbuh setelah transplantasi (5.19 e-f).

Perkembangan fisiologis

Terjadinya pertumbuhan daun baru pada eksperimen ini kemungkinan tidak hanya disebabkan oleh perlakuan sebelum transplantasi ke media tanam. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa pada periode yang sama, tanaman yang diberi perlakuan berbeda juga menumbuhkan daun baru (Eksp. 2 dan 3, Gambar 5.18).



Gambar 5.17. Daun baru yang tumbuh pada tanaman kompot pada hari ke 17 HST (A), Daun baru yang tumbuh pada tanaman individual pot pada hari ke 17 HST (B)

Pertumbuhan daun baru ini kemungkinan lebih banyak diakibatkan oleh kondisi iklim makro, terutama perubahan temperature, yang terjadi pada periode tersebut. Akan tetapi relatif terhadap tanaman yang ditumbuhkan sebelumnya, tanaman pada eksperimen ini menghasilkan daun baru yang lebih cepat yaitu sekitar 16 hari setelah ditransplantasi. Akan tetapi data yang dikumpulkan pada hari yang sama menunjukkan bahwa ukuran daun telah berbeda yang menunjukkan perbedaan waktu awal (onset) pertumbuhan daun (Gambar 5.18). Apabila cepatnya pertumbuhan daun baru yang dijumpai pada tanaman ini diakibatkan oleh perlakuan sebelum transplantasi, maka berarti bahwa aktivitas autotrofik dapat dinaikkan dengan meningkatkan aktivitas fotosintesis pada akar.



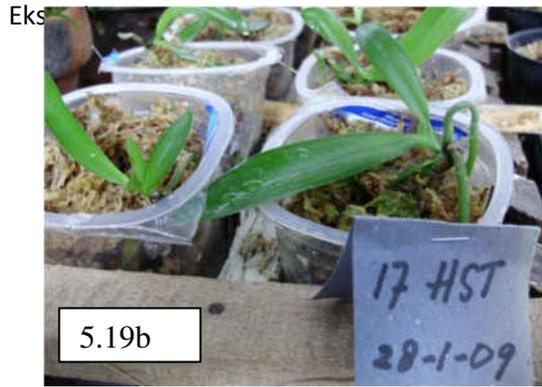
Gambar 5.18 Perbedaan ukuran daun dari tanaman phalaenopsis setelah 17, 30 dan 44 HST, masing-masing untuk eksp. 4, 3 dan 2. Ukuran daun ini diambil dari salah satu tanaman yang memiliki ukuran paling besar dari masing-masing experiment

Hal ini tentu masih memerlukan pengujian lebih lanjut mengingat pertumbuhan daun baru ini dapat dipengaruhi oleh iklim makro, tidak saja oleh iklim mikro yang terjadi pada bibit tanaman tersebut.

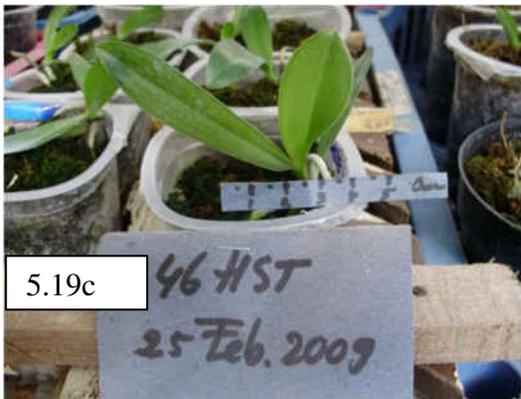
Pertumbuhan yang dijumpai pada tanaman ini, sejak dikeluarkan dari botol sampai tanaman berusia 113 hari, diperlihatkan pada gambar 5.19.



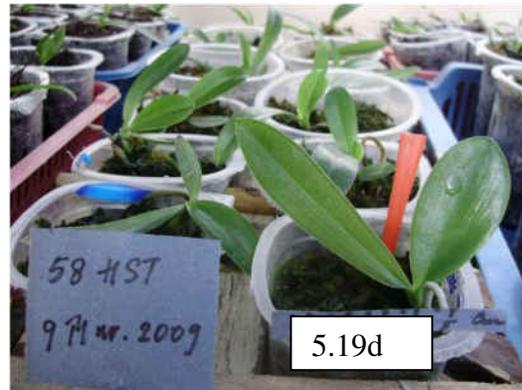
5.19a



5.19b



5.19c



5.19d



5.19e



5.19f

Gambar 5.19a-f. Pertumbuhan angrek bulan yang ditransplantasi melalui metode aklimatisasi kering.

Eksperimen 6.

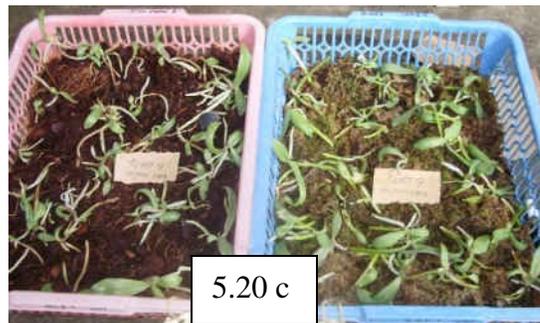
Aklimatisasi yang diberikan pada tanaman ini menggunakan 3 jenis media tanam yaitu pakis, moss, dan sabut kelapa. Aklimatisasi ini, seperti eksp. 4, juga menguji apakah akar berperan penting dalam penyediaan hasil fotosintesis terhadap pertumbuhan

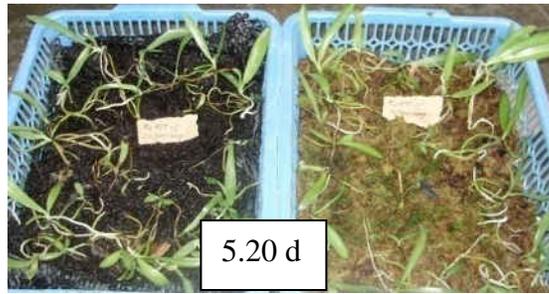
tanaman. Akan tetapi, berbeda dengan eksperimen 4 dimana bibit tanaman diletakkan secara vertical menggunakan bantuan tali rafia, bibit botol pada eksperimen 6 ini ditempatkan diatas media tanam (Gambar 5.20 a-b).



Gambar 5.20 a,b. Aklimatisasi bibit botol pada 3 jenis media, sabut kelapa-Moss dan Pakis-Moss.

Aklimatisasi ini tidak memberikan kondisi pertumbuhan yang optimal bagi perkembangan tanaman. Setelah berada hampir 2 minggu pada kondisi aklimatisasi ini, beberapa tanaman justru mengalami gangguan pertumbuhan sehingga jumlah tanaman menjadi berkurang (Gambar 5.20 c,d).





Gambar 5.20 c,d. Aklimatisasi tanaman dengan menempatkannya diatas media tanam pakis, moss, sabut kelapa selama 16-17 hari.

Setelah tanaman dipindahkan ke individual pot, pertumbuhan tanaman tampak normal. Pada umur 4 bulan, tanaman sudah memiliki paling sedikit 3 daun (Gambar 5.20 e, f) dan setelah 6 bulan tanaman sudah memiliki 4 daun (Gambar 5.20g). Pada kondisi pertumbuhan ini, tanaman yang ditumbuhkan pada media moss memperlihatkan perkembangan yang paling baik (Gambar 5.20 h).



Gambar 5.20 e,f. Pertumbuhan tanaman setelah dipindahkan ke individual pot setelah ditumbuhkan selama 2 minggu dalam kompos.





Gambar 5.20 g. Perkembangan tanaman setelah 6 bulan ditransplantasi melalui aklimatisasi pada 3 jenis media tanam; pakis, moss dan sabut kelapa.



Gambar 5.20h. Pertumbuhan anggrek bulan yang ditransplantasi melalui aklimatisasi dalam kompot.

5.2 Pembahasan

5.2.1 Pertumbuhan tanaman botol diluar kultur

Pertumbuhan morfologis

Transplantasi langsung tanaman botol ke media tanam kompos pada kondisi ruangan tidak memberi iklim mikro yang menunjang pertumbuhan tanaman. Akan tetapi apabila tanaman botol ditransplantasi ke lingkungan di luar ruangan dengan media tanam moss, iklim mikro yang dihasilkan cukup menunjang perkembangan morfologis tanaman. Media tanam pakis atau sabut kelapa juga tidak dapat membantu pertumbuhan tanaman jika ditempatkan pada ruangan lab. Hal yang sama juga terjadi apabila tanaman hanya diberikan pupuk anorganik (Hyponex). Tidak tumbuhnya tanaman pada kondisi laboratorium ini kemungkinan disebabkan oleh tidak stabilnya kadar air pada media tanam. Pada lingkungan yang alami, dimana penyiraman hanya tergantung pada alam, pemeliharaan stabilitas kadar air kemungkinan sekali terjadi melalui hembusan udara yang lembab dari lingkungannya, sehingga tanaman ini masih tetap dapat tumbuh. Hal ini terutama tampak pada tanaman yang ditumbuhkan diluar ruangan dengan aliran udara yang cukup baik. Walaupun media tanam divariasasi seperti, moss, moss-arang, pakis ataupun sabut kelapa, tanaman dapat tumbuh, bahkan pertumbuhan juga tampak cukup baik walaupun tanaman botol ditransplantasi langsung ke individual pot tanpa melalui aklimatisasi dalam kompot. Hal ini jelas menunjukkan bahwa stabilitas ketersediaan air adalah merupakan faktor utama yang menentukan pertumbuhan anggrek botol ini diluar lingkungan aseptik kultur jaringan, dalam botol. Walaupun pengaruhnya tidak dominan, metode aklimatisasi yang cocok dapat menunjang perbaikan pertumbuhan tanaman. Pada eksperiment ini, aklimatisasi tanpa media (eksp. 4) dan aklimatisasi dengan media (Eksp. 2) dapat memberi lingkungan mikro yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman, terutama pada awal pertumbuhannya diluar botol.

Perkembangan fisiologis

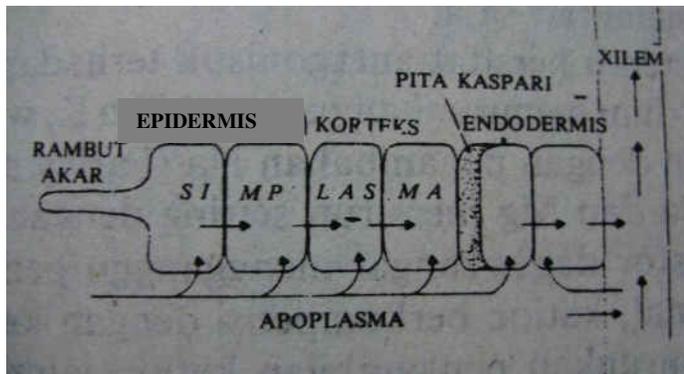
Rendahnya viabilitas bibit tanaman anggrek setelah ditransplantasi ke medium kompos dapat diakibatkan oleh beberapa faktor. Secara biologis, medium kompos mengandung berbagai senyawa organik yang dapat menjadi media pertumbuhan baik cendawan atau mikroba yang dapat merupakan bibit penyakit bagi tanaman anggrek. Sementara itu, tanaman anggrek yang ditransplantasi ini berasal dari lingkungan yang aseptik, sehingga besar kemungkinan tidak memiliki daya tahan terhadap gangguan organisme yang terdapat dalam medium kompos tersebut. Hal ini selanjutnya mengakibatkan tanaman anggrek yang ditransplantasi ke medium kompos memiliki viabilitas jauh lebih rendah dari pada tanaman anggrek yang ditransplantasi ke medium pakis.

Kemungkinan lain yang juga dapat memberi kontribusi terhadap gangguan pertumbuhan adalah karena akar tanaman tidak dapat melakukan pertukaran udara secara optimal apabila berada pada medium kompos. Hambatan pertukaran udara ini dapat diakibatkan oleh faktor kompos atau oleh struktur akar epifit tersebut. Medium kompos ini memiliki kerapatan partikel yang terlalu tinggi dibandingkan dengan udara terbuka, dan jumlah udara di daerah rhizosphere menjadi terlalu rendah bagi akar anggrek tersebut. Dipihak lain, akar udara dari anggrek epifit ini memiliki lapisan tebal dibawah epidermis yang disebut dengan velamen. Beberapa peneliti menyebutkan bahwa velamen ini impermeable terhadap air dan kemungkinan juga menjadi penghambat bagi masuknya udara kedalam akar. Oleh karena itu, jumlah udara yang mampu didapat melalui akar menjadi sangat rendah.

Secara umum, pertukaran udara antara akar dengan lingkungannya sangat penting untuk proses metabolisme karena penyerapan unsur hara menggunakan berbagai jenis pompa yang memerlukan banyak energi. Oleh karena itu, penyediaan oksigen bagi akar ini merupakan faktor yang sangat penting bagi berlangsungnya penyediaan energy untuk penyerapan unsure hara. Akan tetapi, anggrek yang habitatnya adalah epifit, mungkin tidak memiliki struktur yang dapat diadaptasikan pada lingkungan media kompos tersebut. Hal ini misalnya berbeda dengan akar panili yang juga merupakan anggota dari family Orchidaceae. Pada tanaman panili, akar yang mula-mula terdapat pada lingkungan atmosfer, dapat berkembang dan membentuk percabangan didalam tanah dan berfungsi untuk penyerapan unsur hara seperti yang dapat dilakukan oleh akar pada umumnya.

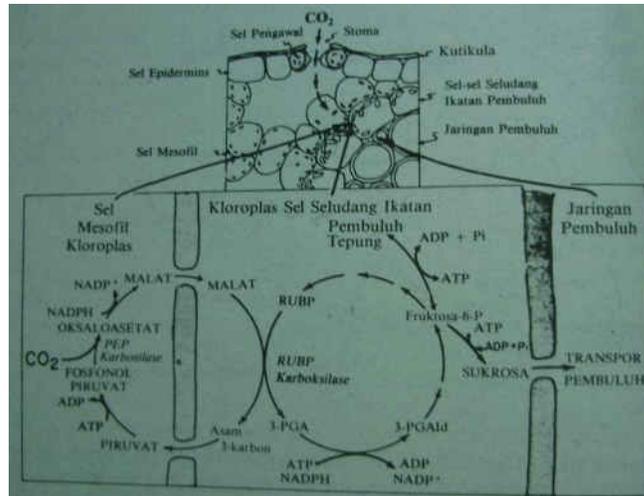
Faktor lain yang mungkin sangat menarik pada tanaman yang epifit ini adalah adanya kloroplast pada akar. Organ tumbuhan yang memiliki kloroplast pada dasarnya memerlukan sinar matahari agar organel ini dapat berfungsi. Disamping itu, penyediaan CO₂ sebagai substrat fotosintesis juga sangat diperlukan. Mekanisme kerja pada akar dalam fungsinya sebagai organ fotosintesis dan sebagai organ penyerapan air dan zat terlarut pada akar epifit ini masih memerlukan kajian lebih lanjut. Sebagai penyerap unsur hara, akar biasanya memiliki permukaan yang terendam oleh air sehingga zat terlarut dapat berdifusi ke permukaan akar baik secara apoplast maupun simplast (Gambar 5.21). Melalui berbagai pompa yang terdapat pada membran endoplasma, unsur hara ini selanjutnya dapat memasuki stele.

Kondisi yang diperlukan untuk penyerapan unsur hara ini tentunya berbeda dengan kondisi yang diperlukan untuk memperoleh CO₂ dan sinar matahari.



Gambar 5.21. Penyerapan air dan zat terlarut melalui akar (Gardner et al. 1991, h.143)

Penyerapan CO₂ biasanya terjadi melalui mekanisme biokimia yaitu pengikatan oleh enzim RUBISCO (pada tanaman C₃) atau enzim PEP karboksilase (pada tanaman C₄) yang terdapat didalam sel tanaman. Oleh karena itu, apabila akar terendam oleh air, sedikit kemungkinan CO₂ atmosfer dapat mencapai enzim rubisco yang terdapat didalam sel ini karena CO₂ tidak mudah larut dalam air. CO₂ yang ada diudara ini hanya dapat memasuki sel secara mudah apabila tersedia ruang udara yang cukup untuk terjadinya aliran udara, dan CO₂ tersebut dapat selanjutnya terdifusi memasuki sel. Sebagai contoh dapat dibandingkan dengan rongga udara yang terdapat dibawah stomata pada daun (Gambar 5.22).



Gambar 5. 22. Sistem penyerapan CO₂ pada daun (Gardner et al 1991, h. 16)

Hal inilah yang kemungkinan menjadi factor utama rendahnya viabilitas bibit anggrek botol setelah ditransplantasi langsung ke media kompos. Pada kondisi pertumbuhan tersebut, akar anggrek phalaenopsis tersebut tidak mampu melakukan biosintesis baik biomolekul structural maupun fungsional yang diperlukan bagi pertumbuhan. Namun demikian, keadaan ini masih dapat diperdebatkan, mengingat kondisi media kompos menyerupai media agar dalam hal kemungkinan penyediaan CO₂ maupun sinar matahari. Didalam botol, akar bibit ini terutama pada awal pertumbuhannya, dapat saja terendam dalam media agar. Oleh karena itu, pertanyaan masih dapat diajukan untuk masalah ini yaitu apakah media agar dapat menyediakan keperluan akar akan CO₂ dan sinar matahari agar dapat terjadi fotosintesis. Apabila akar tertutup oleh media tanam, baik oleh media agar maupun media kompos maka akar tidak dapat memperoleh sinar matahari dan fotosintesis tidak mungkin dapat berlangsung. Demikian juga penyediaan CO₂, jika akar terendam oleh partikel media tanam yang terlalu rapat, Rubisco atau PEP carboksilase sulit melakukan pengikatan CO₂. Untuk mengetahui lebih jelas lingkungan mikro akar palaenopsis ini ketika masih berada didalam botol maka diperlukan observasi yang lebih detail. Kemungkinan-kemungkinan yang diuraikan tersebut hanya dapat menjadi jelas apabila telah melakukan monitoring terhadap pertumbuhan akar dalam kaitannya dengan penyediaan CO₂ dan sinar matahari pada akar.

Perbedaan struktur anatomi antara akar tanaman pada umumnya dengan akar anggrek yang epifit ini memerlukan adanya lingkungan mikro yang berbeda. Pada anggrek ini,

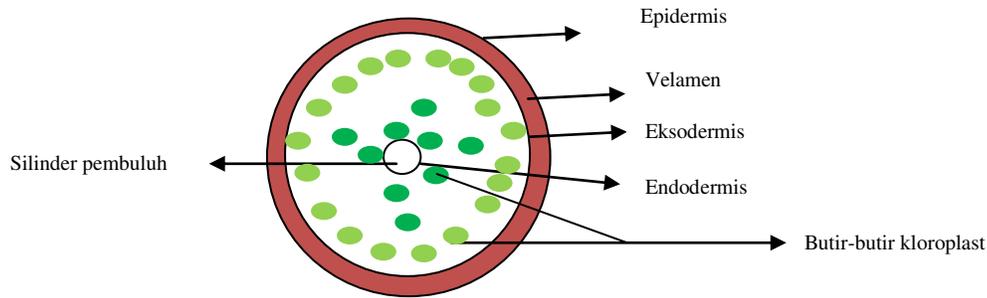
baik akar maupun daun memiliki kemungkinan yang sama baik untuk memperoleh unsur hara melalui air hujan maupun untuk melakukan fotosintesis karena memiliki kloroplast. Namun demikian, secara struktur, permukaan daun lebih luas sehingga lebih banyak kemungkinannya untuk bersentuhan dengan air atau sinar matahari. Apabila didalam air hujan terdapat unsur hara, maka daun lebih banyak kemungkinan untuk dapat menyerapnya. Kegiatan fotosintesis juga dapat dilakukan lebih banyak karena disamping permukaannya lebih luas untuk dapat menerima sinar matahari, jumlah kloroplast jauh lebih banyak. Akan tetapi, walaupun daun dapat melakukan penyerapan unsur hara dan fotosintesis, dalam lingkungan atmosfer tanaman anggrek tidak dapat tumbuh tanpa akar. Oleh karena itu, pertanyaan mendasar kemudian dapat diajukan tentang akar udara ini. Apakah akar udara pada anggrek epifit hanya berfungsi sebagai penegak tanaman saja atau memiliki peran fungsional bagi daun atau tanaman secara keseluruhan. Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan ini maka diperlukan adanya beberapa eksperimen berupa manipulasi kondisi lingkungan akar melalui pemakaian berbagai jenis media tanam baik langsung maupun melalui cara lain tanpa media tanam. Efektivitas dari berbagai kondisi lingkungan akar terhadap aktivitas fototrofik kemudian diobservasi baik secara visual maupun dengan pengukuran laju pertumbuhan.

Manipulasi iklim mikro kemudian dilakukan dengan transplantasi tidak langsung tanaman botol kedalam kompot menggunakan media moss. Media moss ini memiliki rongga udara yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan kompos (Eksp.2). Kondisi pertumbuhan pada eksperimen 2 ini disamping media tanam juga kondisi-kondisi lain, terutama stabilitas penyediaan air. Sebagaimana telah diuraikan pada hasil penelitian, pertumbuhan tanaman jauh lebih baik dari pada eksp. 1. Hal ini menunjukkan bahwa manipulasi kondisi pertumbuhan yang dilakukan pada eksp. 2 dapat memperbaiki system penyerapan unsur hara dan system biosintesis yang bertugas untuk mengubah senyawa anorganik yang diserap menjadi senyawa organik. Namun demikian, karena kompleksnya factor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan, perubahan kondisi pertumbuhan pada eksp. 2 ini belum dapat menunjukkan apakah akar berperan penting dalam penyediaan hasil fotosintesis bagi pertumbuhan. Hal ini perlu dikemukakan karena tanaman anggrek epifit memiliki struktur yang berbeda dengan tanaman pada umumnya. Pada tumbuhan tinggi, system penyerapan unsur hara biasanya berupa suatu

organ yang tidak memiliki kloroplast yang sering disebut akar. Organ tanaman yang berfungsi untuk melakukan biosintesis karbohidrat memiliki kloroplast tetapi tidak digunakan untuk penyerapan unsure hara. Adaptasi struktur yang terdapat pada tanaman anggrek epifit *phalaenopsis*, merupakan variasi yang menimbulkan beberapa kemungkinan mekanisme karena baik akar maupun daun sama-sama memiliki kloroplast dan dalam lingkungannya yang alami, kedua organ tersebut juga sama-sama terkena sinar matahari.

Pada anggrek epifit seperti *Phalaenopsis*, akarnya terletak pada lingkungan atmosferik sehingga disebut dengan akar udara. Berbeda dengan akar yang melakukan penyerapan unsur hara melalui tanah, akar udara ini memiliki adaptasi struktur yang berupa lapisan pelindung yang disebut dengan velamen. Secara umum, velamen ini diyakini dapat berfungsi untuk membantu penyerapan bahan terlarut yang berupa unsur hara. Akan tetapi, beberapa peneliti masih meragukan karena jaringan ini impermeable terhadap air.

Adaptasi lain dari akar udara ini adalah ditemukannya kloroplast, yang hampir tidak ada ditemukan pada kebanyakan akar tumbuhan terrestrial lainnya. Menurut Thorpe (1984, h. 452), proplastid dijumpai pada sel meristematik baik pada akar maupun pada daun. Proplastid ini adalah plastid yang tidak berwarna atau berwarna hijau pucat. Dalam gelap, plastid ini disebut etioplast, dan akan berdiferensiasi menjadi kloroplast apabila ada sinar. Akar tumbuhan pada umumnya, mungkin karena berkembang didalam tanah, tidak dapat mengembangkan proplastid ini menjadi kloroplast. Akan tetapi pada akar udara, karena selalu memperoleh sinar matahari pada waktu siang maka proplastid dapat berkembang menjadi kloroplast (Baca juga Fahn 1991, h. 449). Keberadaan kloroplast pada akar udara ini kemungkinan dapat mempengaruhi system penyerapan unsur hara dan system distribusi hasil fotosintesis pada anggrek *Phalaenopsis*. Pada akar anggrek ini, partikel-partikel berwarna hijau tampak tersebar diseluruh jaringan korteks akar yang terletak antara endodermis dan eksodermis. Partikel kloroplast ini nampak lebih banyak pada daerah dekat eksodermis dengan warna hijau muda, sedangkan kloroplast pada daerah sekitar endodermis nampak hijau gelap. Disebelah luar eksodermis nampak lapisan agak tebal, berwarna coklat yang sering disebut sebagai velamen. Secara skematis, lokasi kloroplast pada akar *phalaenopsis* dapat dilihat pada gambar 5.23.



Gambar 5.23. Penampang melintang akar yang menunjukkan secara skematis lokasi kloroplast pada akar udara anggrek *Phalaenopsis*.

Dari fakta bahwa akar anggrek *phalaenopsis* memiliki kloroplast, maka muncullah beberapa pertanyaan, a.l. :1. Seberapa besar kontribusi hasil fotosintesis kloroplast yang dijumpai pada akar ini terhadap total biosintesis sukrosa pada tanaman. 2. Kondisi lingkungan apa yang diperlukan agar akar dapat berfungsi optimal. 3. Apakah akar ini berfungsi sebagai penyerap unsur hara anorganik, seperti akar tanaman lain yang tidak memiliki kloroplast.

Secara teori, mekanisme penyerapan nutrisi berlangsung melalui dua jalur yaitu jalur apoplast dan jalur simplast yang keduanya kemudian diarahkan untuk melewati plasma membran dalam sel endodermis yang memiliki lapisan gabus dan dikenal sebagai pita kaspari. Mekanisme penyerapan unsur hara dengan demikian berlangsung terutama melalui system pompa ion pada plasma membran yang terdapat pada jaringan endodermis tersebut. Unsur hara dalam bentuk ion yang terakumulasi dibagian dalam dari endodermis kemudian mengakibatkan terjadinya penurunan potensial air yang selanjutnya menyebabkan air mengalir ke dalam stele. Tekanan yang disebabkan oleh masuknya air ini selanjutnya mendorong zat terlarut untuk mengalir ke daun yang memiliki potensial air yang rendah akibat terjadinya penguapan. Unsur hara yang terdapat pada daun kemudian berperan dalam berbagai fungsi yang berhubungan dengan perubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik.

Hasil asimilasi yang terjadi di daun kemudian diedarkan kebagian tanaman lainnya melalui floem dengan mekanisme aliran tekanan seperti pada mekanisme penyerapan nutrisi. Pada daun, hasil fotosintesis mengakibatkan terjadinya penurunan potensial air yang menyebabkan air mengalir ke daerah daun tersebut. Masuknya air ini kemudian mengakibatkan terjadinya tekanan hidrostatik yang mendorong hasil fotosintesis untuk

menuju bagian tanaman yang memerlukan. Teori aliran tekanan yang digunakan untuk menjelaskan aliran nutrisi baik dari daun maupun dari akar ini, sangat sesuai bagi tanaman yang melakukan fotosintesis pada daun dan penyerapan nutrisi pada akar. Akan tetapi, pada kasus akar udara, teori ini mungkin sedikit bervariasi.

Fotosintesis yang dilakukan pada akar akan menghasilkan karbohidrat yang menyebabkan penurunan potensial air dan ketika air kemudian mengalir ke daerah karbohidrat ini maka terjadilah tekanan hidrostatik yang mendorong hasil fotosintesis tersebut mengalir ke tempat lain. Sementara itu, unsur hara yang diserap akar, apabila mekanismenya sama dengan akar pada umumnya, juga menyebabkan air mengalir ke dalam akar yang selanjutnya mendorong zat terlarut untuk mengalir ke stele melalui endodermis. Pada situasi ini, apakah hasil fotosintesis pada akar akan terbawa oleh aliran air pada xylem atau disalurkan melalui floem. Apabila aliran ini melalui floem, apakah saluran yang sama juga digunakan oleh hasil fotosintesis dari daun. Dari segi jumlah, kloroplast yang terdapat dalam akar jauh lebih sedikit dari pada kloroplast yang terdapat pada daun. Jika hasil fotosintesis per kloroplast adalah sama maka tekanan hidrostatik dari daun akan jauh lebih tinggi dari pada tekanan hidrostatik yang disebabkan oleh hasil asimilasi pada akar. Oleh karena itu, kloroplast pada akar ini kemungkinan hanya digunakan untuk keperluan akar itu sendiri, seperti kloroplast yang terdapat pada biji padi (awn). Diduga bahwa kegiatan fotosintesis pada daun dan biji padi diatur oleh jaringan penyimpanan bahan makanan yang terdapat pada biji (Feller 1979 dan King et al. 1967). Berbeda dengan padi dimana kloroplast terletak pada lokasi yang terpisah dengan tempat penyimpanan bahan makanan, kloroplast pada akar udara terletak didalam korteks yang umumnya digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan makanan. Besar kemungkinan bahwa korteks akar merupakan tempat penyimpanan hasil fotosintesis baik oleh daun maupun oleh akar itu sendiri. Pada tanaman panili, yang daunnya memiliki morfologi hampir sama dengan anggrek *Phalaenopsis*, hasil fotosintesisnya setelah berupa sukrosa sebagian besar dijumpai pada batang. Dengan menggunakan uji diagnostic sukrosa, konsentrasi hasil fotosintesis sukrosa pada batang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan daun, yaitu sampai mencapai 3 kali lipat (Adiputra et al 2007, 2008). Hal ini menunjukkan bahwa hasil fotosintesis yang dilakukan oleh daun disimpan pada batang.

Akan tetapi anggrek phalaenopsis tidak memiliki batang seperti panili, sehingga hasil fotosintesis, kemungkinan besar disimpan pada akar (Gambar 5.24).



Gambar 5.24. anggrek phalaenopsis, 10 hari setelah transplantasi dari botol. Tumbuhan ini terdiri sebagian besar dari daun dan akar. Batang tanaman ini terlalu pendek untuk dapat menjadi tempat penyimpanan hasil fotosintesis.

Jika fungsi akar udara pada anggrek ini sama dengan biji padi yaitu sebagai tempat penyimpanan hasil fotosintesis, maka aktivitas fotosintesis pada daun akan diatur oleh akar sesuai dengan proposal Feller (1979) dan King (1967). Apabila proposal tersebut berlaku pada akar udara ini, maka fotosintesis pada daun akan naik bersamaan dengan kenaikan aktivitas penyimpanan hasil fotosintesis pada akar. Sebaliknya apabila akar mengalami hambatan dalam menampung hasil fotosintesis maka aktivitas fotosintesis juga akan terhambat. Hal ini mungkin dapat menjelaskan fakta bahwa apabila terjadi kerusakan pada akar maka daun akan mengalami hambatan pertumbuhan. Penyebab hambatan pertumbuhan pada anggrek ini dengan demikian berbeda dengan tanaman pada umumnya yang berfungsi sebagai tempat penyerapan air dan zat terlarut. Pada tanaman ini, hambatan pertumbuhan diakibatkan oleh hambatan penyediaan air dan zat terlarut dari akar, bukan oleh hambatan translokasi hasil fotosintesis.

Untuk keperluan pertumbuhan, baik yang terjadi pada akar maupun untuk pertumbuhan daun baru, hasil fotosintesis dapat bersumber dari 3 tempat yaitu dari daun akar atau dari tempat penyimpanan hasil fotosintesis pada korteks. Distribusi hasil fotosintesis selanjutnya tergantung pada aktivitas pertumbuhan pada tanaman tersebut. Hasil fotosintesis pada akar dapat digunakan untuk pertumbuhan daun atau sebaliknya hasil fotosintesis pada daun dapat digunakan untuk pertumbuhan akar. Proses ini mirip dengan mekanisme redistribusi hasil fotosintesis pada anakan padi (tiller) dengan

tanaman pokok pada fase vegetatif. Apabila proses ini benar, maka akar memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai untuk dapat melakukan fotosintesis secara optimum terutama ketika distribusi hasil fotosintesis dari daun menurun dan akar membutuhkan kenaikan hasil fotosintesis. Oleh karena itu, masalah penting yang juga perlu mendapat perhatian dalam budidaya tanaman anggrek epifit ini adalah bahwa untuk dapat melakukan fotosintesis akar harus mendapat sinar, CO₂ dan air yang cukup.

Kondisi lingkungan yang diperlukan oleh akar yang memiliki fungsi penyerapan unsur hara dan fungsi penyedia hasil fotosintesis merupakan objek penelitian yang cukup menarik. Untuk dapat terjadinya penyerapan CO₂ dari udara, akar tidak boleh terendam oleh air, seperti pada akar biasa, agar saluran CO₂ tidak tertutup. Keadaan ini tentu tidak sesuai bagi keperluan akar sebagai penyedia unsur hara bagi daun. Untuk dapat menyerap unsur hara, akar harus terendam oleh air. Permasalahan penyerapan unsur hara dan redistribusi hasil fotosintesis ini mungkin sangat penting untuk diteliti disamping anggrek memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi, tanpa mengetahui mekanisme penyerapan unsur hara dan redistribusi hasil fotosintesis perbaikan teknik pemeliharaan bibit dari botol menjadi tanaman dewasa mungkin sulit dilakukan.

Untuk menguji kemungkinan-kemungkinan ini maka dilakukan eksperimen yang memungkinkan akar maupun daun melakukan baik fotosintesis maupun penyerapan unsure hara terutama pada awal pertumbuhannya diluar botol (Eksp.4). Dengan kondisi pertumbuhan ini, tanaman dapat menghasilkan daun baru lebih cepat, yaitu pada hari ke 17. Hal ini berbeda dengan metode lain (Eksp. 2) yang menghasilkan daun baru setelah 30 hari. Data ini memberi petunjuk bahwa pada awal pertumbuhannya diluar botol, kontribusi hasil fotosintesis dari akar cukup penting bagi pertumbuhan. Hal ini diperkuat oleh percobaan berikutnya (Eksp. 6) dimana akar tanaman tetap terekspos ke udara tetapi tidak pada posisi garis lurus dengan daun. Pada eksperimen ini, sebagian permukaan akar tanaman bersentuhan dengan medium. Pada posisi ini, transportasi hasil fotosintesis atau unsure hara antara daun dan akar atau sebaliknya mungkin tidak optimal sehingga pada hari ke 16 pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Walaupun datanya masih sangat kurang, translokasi hasil fotosintesis antara daun dan akar atau sebaliknya adalah factor yang sangat penting.

5.2.2 Viabilitas tanaman

Transplantasi langsung.

Bibit botol yang ditransplantasi langsung kedalam individual pot memiliki viabilitas yang sangat rendah apabila dilakukan didalam kondisi ruangan yang memiliki aliran udara yang rendah. Akan tetapi apabila bibit ini ditransplantasi ke individual pot pada kondisi diluar ruangan maka viabilitasnya lebih tinggi. Pada eksperimen 1, jumlah bibit yang ditransplantasi berjumlah 72 tanaman. Setelah tanaman dipelihara selama 73 hari, pada kondisi tersebut, tanaman tampak stress berat dan yang masih tumbuh jumlahnya kurang dari 50% dari total tanaman botol yang ditransplantasi (Eks 1,Tab.5.1). Pada kondisi diluar ruangan, tanaman yang ditransplantasi langsung dapat tumbuh lebih baik. Walaupun tidak dilakukan aklimatisasi melalui kompot, tanaman ini tumbuh normal dan viabilitas cukup tinggi. Relatif terhadap jumlah tanaman pada awal transplantasi, jumlah tanaman pada akhir observasi hamper tidak berkurang (Eks. 3, Tab.5.1). Setelah dilakukan pengujian kembali terhadap tanaman yang ditransplantasi langsung, tanaman menunjukkan pertumbuhan yang sangat rendah apabila dipelihara dalam kondisi ruangan. Jumlah tanaman yang masih tumbuh sangat sedikit pada akhir observasi, relative terhadap jumlah tanaman yang ditransplantasi (Eks. 5, Tab. 5.1).

Transplantasi tidak langsung

Tanaman botol yang ditransplantasi secara tidak langsung, melalui kompot, semuanya ditumbuhkan diluar ruangan. Tanaman ini kemudian ditransplantasi ke media tanam yang berbeda-beda; moss (Eks.2), moss-arang (eks. 4) ataupun moss, sabut kelapa, pakis (Eks. 6). Tanaman ini menunjukkan pertumbuhan yang sangat baik sampai akhir observasi, relative terhadap jumlah tanaman yang ditransplantasi (Eks.2,4,6 Tab. 5.1). Tanaman botol yang ditransplantasi dengan cara ini hamper semuanya dapat tumbuh, jauh berbeda dengan tanaman yang ditumbuhkan pada kondisi arus udara yang rendah. Metode aklimatisasi, terutama eksp.2 dan 4, cukup memadai untuk digunakan bagi pengujian lanjutan baik mengenai translokasi hasil fotosintesis maupun transportasi unsure hara. Tanaman yang ditransplantasi tidak langsung ini telah mulai menunjukkan

fase generatif tanggal 25 September 2010, yaitu sekitar 2 tahun setelah bibit botol dipindahkan ke lingkungan yang alami.

Tabel 5.1. Jumlah tanaman yang tumbuh pada akhir observasi pada masing-masing eksperimen.

No. Eks	Kondisi tanaman pada awal transplantasi	Kondisi tanaman pada akhir observasi setelah transplantasi
1		
2		
3		

4		
5		
6.0		



5.2.3. Perkembangan fisiologis dan biokimia

Pertumbuhan bibit anggrek botol setelah ditransplantasi menggunakan beberapa metode aklimatisasi masih sangat sulit digunakan untuk mengetahui aktivitas autotrofik tanaman. Pada bibit tersebut dijumpai pertumbuhan yang sangat lambat terutama pembentukan daun baru sehingga pengaruh metode tersebut terhadap pertumbuhan sulit diukur. Dari 4 eksperimen yang dilakukan, daun baru tumbuh setelah bibit tersebut berada lebih dari 2 minggu diluar kultur jaringan. Dengan demikian, walaupun dilakukan pengukuran terhadap laju pertumbuhan, hal ini baru dapat dilakukan setelah 2 minggu. Selama periode tersebut tanaman seharusnya melakukan biosintesis yang sangat aktif untuk mensintesa makromolekul yang diperlukan untuk mengatasi lingkungan yang sangat tidak stabil yang dijumpai pada lingkungannya diluar botol. Aktivitas biosintesis hanya dapat berlangsung jika tanaman ditempatkan pada kondisi lingkungan yang sesuai dengan keperluan aktivitas enzim biosintesis. Akan tetapi karena metode yang dilakukan tidak memungkinkan dilakukannya pengukuran maka pencegahan terhadap terjadinya kerusakan tanaman sulit dilakukan. Seperti yang dijumpai pada eksperimen 1 dan 5, sebagian besar tanaman telah mengalami kerusakan sebelum daun baru dapat diproduksi. Oleh karena itu efektivitas metode terhadap perbaikan aktivitas autotrofik harus memungkinkan dilakukannya pengukuran sejak tanaman dikeluarkan dari botol sampai tanaman cukup kuat untuk tumbuh pada lingkungan yang terbuka yang dapat berubah setiap saat. Pada lingkungan seperti ini, stabilitas fisiologis dari tanaman tersebut harus

dijaga oleh tanaman itu sendiri dan tidak lagi oleh kondisi kultur jaringan didalam botol. Pengukuran ini hanya dapat dilakukan menggunakan parameter biosintesis seperti biosintesis sukrosa. Informasi ini tentu tidak bisa diperoleh hanya menggunakan pengamatan perubahan morfologis dari tanaman.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

6.1. Kesimpulan:

Untuk dapat tumbuh secara optimal, tanaman anggrek botol memerlukan beberapa persyaratan lingkungan mikro a.l.: Kadar air atau kelembaban tetap terjaga, aliran udara yang cukup lancar, dan penyinaran secara tidak langsung. Persyaratan tumbuh ini nampaknya sangat dominan dibandingkan dengan jenis media tanam yang diuji yaitu pakis, moss dan sabut kelapa. Perbedaan metode aklimatisasi yang diuji, pada awal pertumbuhan diluar kultur, juga kurang dominan dibandingkan dengan 3 persyaratan utama diatas.

6.2. Saran-saran:

Untuk memanfaatkan lahan sempit, budidaya anggrek sangat potensial untuk dilakukan. Disamping dapat memberi kepuasan estetika dan ekologi, tanaman anggrek ini juga dapat memberi keuntungan secara ekonomis. Beberapa saran yang dapat disampaikan untuk budidaya ini adalah penempatannya dalam posisi yang banyak memperoleh pertukaran udara tetapi tidak terkena sinar matahari langsung, penyiraman dilakukan secara rutin untuk menjaga stabilitas kelembaban.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, I G.K., Suardana, AA. Km., Sumarya, I Md., Israil Sitepu, Sudiartawan, P. 2007. Perubahan biosintesis sukrosa sebelum pertumbuhan kuncup ketiak pada panili (*Vanilla planifolia*). Laporan penelitian Hibah bersaing I, Program studi Biologi, Fak. MIPA, Universitas Hindu Indonesia, Denpasar.
- Adiputra, I G.K., Suardana, AA. Km., Sumarya, I Md., Israil Sitepu, Sudiartawan, P. 2008. Perubahan biosintesis sukrosa sebelum pertumbuhan kuncup ketiak pada panili (*Vanilla planifolia*). Laporan penelitian Hibah bersaing II, Program studi Biologi, Fak. MIPA, Universitas Hindu Indonesia, Denpasar.
- Berry, W. Symptoms of Deficiency In Essential mineral. *In* A companion to Plants Physiology, Fourth Edition by Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger editors (Plant Physiology Fourth edition on line).
- Campbell CR and Plank CO (2000). <http://www.ncagr.com/agronomi/saaosd>.
- Clarkson DT, Smith FW, Van den Berg PJ. 1983. Regulation of sulphate transport in a tropical legumes, *Macroptilium atropurpureum*, cv. Siratro. *J. Expt. Bot.* 34:1463-1483.
- Gardner FP, Pearce RB, Mitchell RL. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerbit Universitas Indonesia.
- Gastal F and Lemaire G. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *J. Exp. Bot.* 53, No. 370: 789-799.
- Lakitan B. 1993. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Divisi Buku Perguruan Tinggi, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lehninger L. 1988. Dasar-dasar Biokimia. Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jl. Kramat IV, No. 11, Jakarta 10420.
- Parnata, A.S. 2007. Panduan budidaya dan perawatan anggrek. PT. Agro Media Pustaka.
- Sawada S, Igarashi T and Miyachi S. 1982. Effect of nutritional level of phosphate on photosynthesis and growth studied with single, rooted leaf of dwarf bean. *Plant and Cell Physiology* 23: 27-33.
- Sicher, R.C and Kremer, DF. 1992. Control of carbohydrate metabolism in a starchless mutant of *Arabidopsis thaliana*. *Physiol. Plant.* 85: 446-452.

- Sriyanti Daisy P dan Wijayani A 1994. Teknik kultur jaringan. Pengenalan dan petunjuk perbanyakan tanaman secara vegetatif modern. Penerbit Kanisius. Jl. Cempaka 9, Yogyakarta 55281.
- Terry N and Ulrich A. 1973. Effect of phosphorus deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet.
- Thorpe NO. 1984. Cell Biology. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Tjitrosomo, SS. 1983. Botani umum1. Penerbit angkasa Bandung.
- Trubus 415 XXXV. 2004. Pakar menjawab. Kompotkan anggrek bulan. Penerbit PT Trubus Swadaya. Jl. Raya Bogor Km 30, Depok.