

LAMPIRAN

Modul Pengayaan



BIOLOGI

Pertumbuhan dan perkembangan

Biji Anggrek *Rhynchostylis* (dalam Kultur in Vitro)



EMA HANNAPUTRI
13304241022

Pembimbing :
1. Dr. Slamet Suyanto, M.Ed
2. Lili Sugiyarto, M.Si

Untuk :
SMA/MA
Kelas XII
Semester 1

MODUL PENGAYAAN BIOLOGI

**PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN
BIJI ANGGREK *RHYNCHOSTYLIS* (dalam Kultur *in Vitro*)
untuk Siswa SMA / MA Kelas XII Semester 1**

Penyusun:

Ema Hannaputri
(13304241022)

Pembimbing:

1. Dr. Slamet Suyanto, M.Ed
2. Lili Sugiyarto, M.Si



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya modul pengayaan berjudul “Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Anggrek *Rhynchostylis* (dalam Kultur *in Vitro*)” ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan modul pengayaan ini berdasarkan pada penelitian mikropropagasi biji anggrek *Rhynchostylis* dengan penambahan bahan organik yang telah dilakukan. Di dalam modul pengayaan ini terdapat 3 kegiatan belajar yang membahas mengenai teknik mikropropagasi biji anggrek *Rhynchostylis*, pertumbuhan dan perkembangan biji anggrek *Rhynchostylis* serta unsur-unsur media dalam melakukan mikropropagasi anggrek *Rhynchostylis*.

Modul pengayaan ini disusun sebagai alternatif sumber belajar dan bahan ajar bagi guru dan pembelajaran mandiri bagi siswa. Materi dalam modul pengayaan ini disajikan secara runtut dan terdapat rangkuman materi pada bagian akhir bab kegiatan untuk mempermudah siswa belajar. Selain itu, modul pengayaan ini dilengkapi lembar observasi, kuis dan soal evaluasi per bab kegiatan maupun evaluasi keseluruhan/sumatif untuk mengukur tingkat pemahaman dan penguasaan materi siswa. Pada bagian umpan balik dan tindak lanjut juga dilengkapi dengan tabel penghitungan yang mudah digunakan siswa untuk mengetahui tingkat keberhasilannya dalam mengerjakan soal evaluasi.

Penyusun berharap modul pengayaan ini dapat bermanfaat untuk meningkatkan pemahaman siswa khususnya tentang konsep pertumbuhan dan perkembangan. Penyusun menyadari penulisan modul pengayaan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca dan pengguna demi kesempurnaan modul pengayaan ini.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, April 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

	<u>Hal</u>
HALAMAN SAMPUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL.....	vii
KOMPETENSI.....	viii
TABEL ISI MATERI MODUL.....	x
PETA KONSEP MATERI.....	xi
KEGIATAN BELAJAR 1.....	1
Mikropropagasi Biji Anggrek <i>Rhynchostylis</i>	
Tujuan Pembelajaran.....	1
a. Pendahuluan.....	2
b. Anggrek <i>Rhynchostylis</i>	2
c. Mikropropagasi Biji Anggrek <i>Rhynchostylis</i>	4
d. Alat dan Bahan untuk <i>Mikropropagasi Biji Anggrek Rhynchostylis</i>	6
e. Teknik Mikropropagasi Biji Anggrek <i>Rhynchostylis</i>	10
f. Latihan 1	17
g. Tebak Kata.....	19
h. Rangkuman.....	20
i. Tes Formatif 1.....	21
j. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	26
KEGIATAN BELAJAR 2.....	27
Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Anggrek <i>Rhynchostylis</i>	
Tujuan Pembelajaran.....	27
a. Pendahuluan.....	28
b. Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Anggrek <i>Rhynchostylis</i>	29

c. Faktor Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Anggrek <i>Rhynchostylis</i>	36
d. Subkultur	37
e. Aklimatisasi.....	38
f. Latihan 2.....	41
g. Uji Kemampuan.....	43
h. Rangkuman.....	44
i. Tes Formatif 2.....	45
j. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	49
 KEGIATAN BELAJAR 3.....	 50
Unsur – unsur Media Mikropropagasi Biji Anggrek <i>Rhynchostylis</i>	
Tujuan Pembelajaran.....	50
a. Pendahuluan.....	51
b. Unsur – unsur dalam Media.....	51
c. Kebutuhan Unsur-unsur Media.....	52
d. Zat Pengatur Tumbuh.....	56
e. Latihan 3	61
f. Latihan 4	63
g. Tebak Kata.....	67
h. Rangkuman.....	68
i. Tes Formatif 3.....	69
j. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	73
 TES SUMATIF	 74
UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT.....	81
KUNCI JAWABAN.....	82
GLOSARIUM.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Anggrek <i>Rhynchostylis retusa</i>	2
Gambar 1.2 Buah Anggrek.....	3
Gambar 1.3 a) Struktur Biji Anggrek.....	4
b) Pengamatan Struktur Biji <i>Rhynchostylis retusa</i>	4
Gambar 1.4 a) Cawan Petri.....	6
b) Tabung reaksi.....	6
c) Gelas Ukur.....	6
d) <i>Erlenmeyer</i>	6
Gambar 1.5 a) <i>Refrigerator</i>	7
b) <i>Autoclave</i>	7
c) Oven.....	7
d) Timbangan analitik.....	7
d) <i>Hot-Plate</i>	7
Gambar 1.6 <i>Laminar Air Flow</i> dan Enkas.....	8
Gambar 1.7 a) Lampu Spiritus.....	9
b) Pipet.....	9
c) Skalpel.....	9
d) Pinset.....	9
Gambar 1.8 Ruang Inkubasi.....	9
Gambar 1.9 Pembuatan Medium NP.....	12
Gambar 1.10 Penuangan Medium.....	12
Gambar 1.11 Kontaminasi.....	14
Gambar 1.12 Langkah Sterilisasi Eksplan Biji Anggrek.....	15
Gambar 1.13 Pemotongan Buah Anggrek.....	16
Gambar 1.14 Pemisahan Buah Anggrek dari Serabut.....	16
Gambar 1.15 Penaburan Biji Anggrek.....	17
Gambar 1.16 Mikroskop Stereo.....	17
Gambar 2.1 Biji Anggrek yang Berkecambah.....	31
Gambar 2.2 Perkembangan Protokorm Fase 1.....	31
Gambar 2.3 Perkembangan Protokorm Fase 2.....	32
Gambar 2.4 Perkembangan Protokorm Fase 2 tahap lanjut.....	32

Gambar 2.5 Perkembangan Protokorm Fase 3.....	33
Gambar 2.6 Perkembangan Protokorm Fase 4.....	33
Gambar 2.7 Perkembangan Protokorm Fase 5.....	34
Gambar 2.8 Perkembangan Protokorm Fase 6.....	34
Gambar 2.9 Perkembangan Protokorm Fase 7.....	35
Gambar 2.10 Perkembangan Protokorm Fase 7 tahap lanjut.....	35
Gambar 2.11 Perkembangan Protokorm Fase 8.....	36
Gambar 2.12 Planlet.....	37
Gambar 2.13 Subkultur.....	40
Gambar 2.14 Pengeluaran Bibit Anggrek.....	41
Gambar 2.15 Aklimatisasi Anggrek.....	42
Gambar 2.16 Ruang Aklimatisasi.....	42
Gambar 3.1 Struktur Kimia Asam Endol Asetat (IAA).....	59
Gambar 3.2 Struktur Kimia Zeatin.....	60
Gambar 3.3 Efek Kombinasi Auksin-Sitokinin.....	61
Gambar 3.4 Struktur Kimia Asam Giberelik (GA ₃).....	62

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Pelajari daftar isi serta peta konsep dengan cermat dan teliti, karena dalam skema modul akan nampak kedudukan modul yang sedang Anda pelajari.
2. Keberhasilan belajar menggunakan modul ini tergantung pada ketekunan dan kedisiplinan belajar. Perhatikan langkah-langkah belajar dengan benar untuk mempermudah Anda dalam memahami materi, sehingga diperoleh hasil yang optimal.
3. Pahami setiap teori dasar yang akan menunjang penguasaan materi dengan membaca secara teliti. Anda juga dapat membaca referensi lain yang ada hubungan dengan materi yang sedang Anda pelajari untuk mendapatkan pengetahuan tambahan.
4. Setelah memahami modul ini, jawablah tes formatif sebagai sarana latihan. Kerjakan pula soal-soal evaluasi untuk mengetahui kemampuan Anda dalam memahami modul ini secara keseluruhan.
5. Periksa hasil pekerjaan evaluasi formatif dan evaluasi sumatif kemudian cocokkan dengan tabel penguasaan materi untuk mengetahui tingkat pemahaman Anda terhadap materi dipelajari.
6. Standar penguasaan pemahaman untuk setiap materi adalah 75%, Apabila tingkat pemahaman Anda mendapatkan nilai 75% ke atas, maka Anda telah berhasil menguasai materi. Namun apabila tingkat pemahaman Anda kurang dari 75%, Anda harus memperbaiki pada bagian materi yang belum dikuasai

KOMPETENSI

Modul pengayaan Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Anggrek *Rhynchosstylis* (dalam Kultur *in Vitro*) ini merupakan modul pengayaan yang digunakan sebagai alternatif bahan ajar untuk:

Kelas	: XII MIPA SMA/MA
Semester	: I (ganjil)
Materi	: Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Kompetensi Inti (KI)

3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

Kompetensi Dasar (KD)

3.1 Menganalisis hubungan antara faktor internal dan eksternal dengan proses pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup.

Kompetensi Pengayaan

Menganalisis pertumbuhan dan perkembangan biji anggrek *Rhynchosstylis* dalam kultur *in vitro*.

Indikator

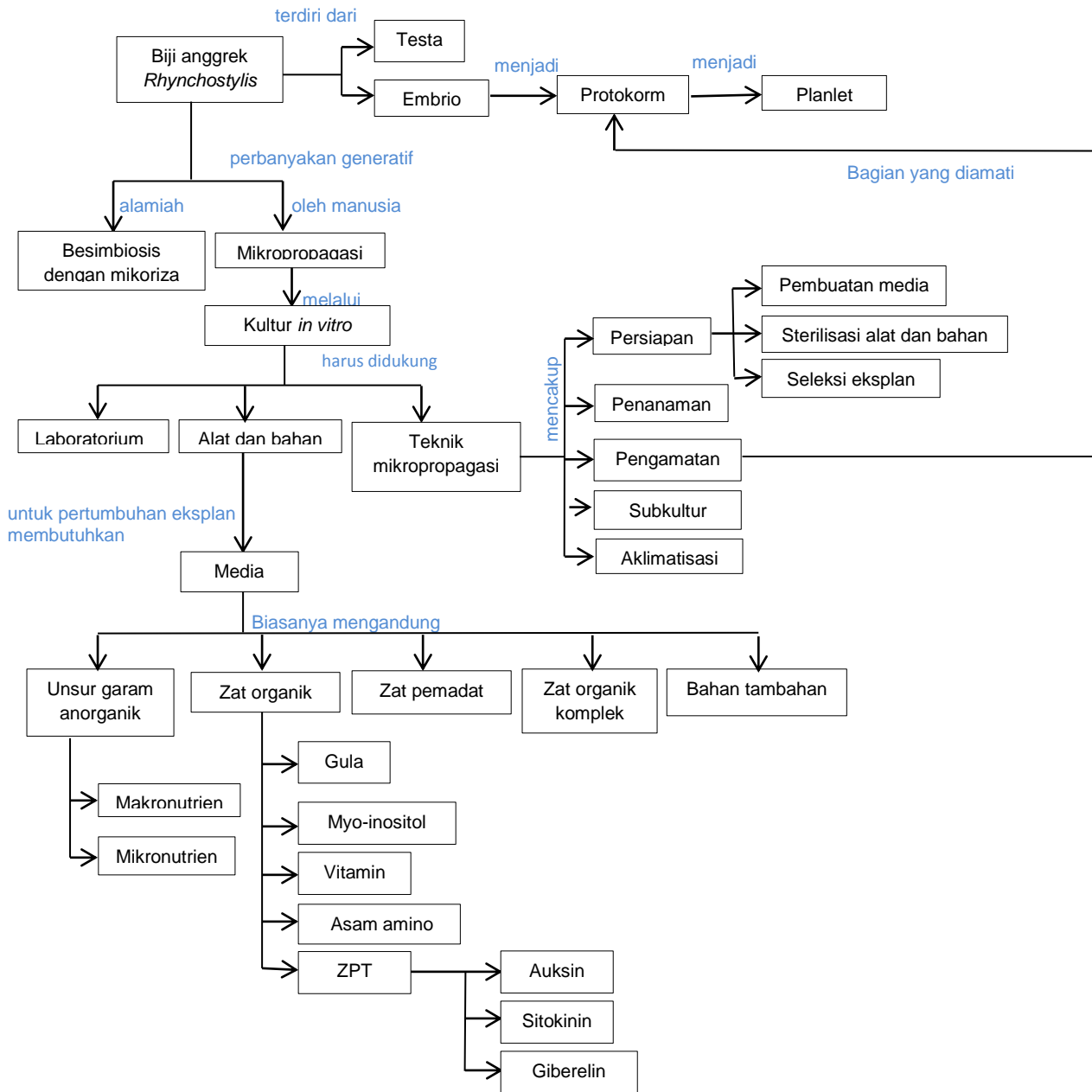
1. Mendeskripsikan karakteristik dan struktur biji anggrek *Rhynchosstylis*
2. Menjelaskan pengertian dan manfaat mikropropagasi

3. Menentukan bahan dan alat yang digunakan untuk melakukan mikropropagasi biji anggrek *Rhynchostylis*
4. Menjelaskan teknik-teknik melakukan mikropropagasi biji anggrek *Rhynchostylis*
5. Mendeskripsikan tahap perkecambahan biji anggrek *Rhynchostylis*
6. Menjelaskan tahap perkembangan protokorm anggrek *Rhynchostylis*
7. Mengidentifikasi faktor-faktor pertumbuhan dan perkembangan biji anggrek *Rhynchostylis*
8. Menjelaskan teknik pemeliharaan hasil mikropropagasi anggrek
9. Menjelaskan macam-macam unsur media mikropropagasi
10. Menjelaskan kebutuhan zat anorganik dan organik dalam melakukan mikropropagasi
11. Menjelaskan peran zat anorganik dan organik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman mikropropagasi

TABEL ISI MATERI MODUL

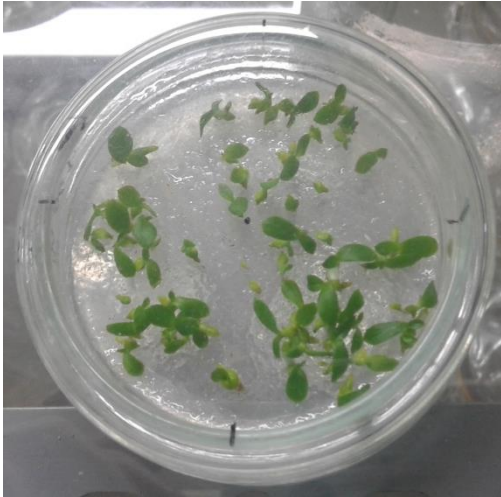
No	Jenis Konsep	Uraian Materi
1	Konsep Dasar	Pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup
		Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup
2	Konsep Pengayaan	Definisi mikropropagasi biji anggrek dilakukan secara <i>in vitro</i>
		Teknik mikropropagasi biji anggrek dilakukan secara <i>in vitro</i>
		Perkecambahan biji anggrek secara <i>in vitro</i>
		Stadia pertumbuhan dan perkembangan protokorm
		Faktor internal dan eksternal pertumbuhan dan perkembangan

PETA KONSEP MATERI



KEGIATAN 1

MIKROPROPAGASI BIJI ANGGREK *RHYNCHOSTYLIS*



Pernahkah kamu menanam suatu tanaman dari bijinya? Biji jagung, kedelai, kacang tanah atau biji-biji lainnya yang kamu tanam sejatinya merupakan alat perkembangbiakan tanaman secara generatif, sebab biji tersebut dihasilkan dari proses pembuahan (fertilisasi). Namun, pernahkah kamu melihat seseorang menanam tanaman anggrek dari bijinya?

Tak seperti biji pada umumnya, biji anggrek tidak mempunyai cadangan makanan (endosperm) yang menyebabkan biji tersebut tidak dapat ditumbuhkan pada media konvensional. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, ditemukan metode yang efektif untuk menumbuhkan tanaman anggrek yang dilakukan melalui teknik mikropropagasi.

Tahukah kamu apa itu mikropropagasi? Mikropropagasi merupakan teknik untuk menumbuhkan tanaman secara kultur *in vitro*. Mikropropagasi pada anggrek *Rhynchostylis* dapat kamu pelajari dalam kegiatan ini.

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Mendeskripsikan karakteristik dan struktur biji anggrek *Rhynchostylis*
2. Menjelaskan pengertian dan manfaat mikropropagasi
3. Menentukan bahan dan alat yang digunakan dalam mikropropagasi biji anggrek *Rhynchostylis*
4. Menjelaskan teknik-teknik melakukan mikropropagasi biji anggrek *Rhynchostylis*

I. PENDAHULUAN

Coba kamu perhatikan tanaman yang ada di sekitar rumahmu! Apakah kamu menanam tanaman hias untuk memperindah pekarangan rumahmu?

Salah satu tanaman hias yang paling populer di Indonesia adalah anggrek. Banyak orang menggemari anggrek untuk dijadikan sebagai tanaman hias karena bunganya yang indah dan warna yang menarik. Anggrek juga merupakan tanaman khas nusantara. Salah satu spesies anggrek yaitu anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis*) dijuluki sebagai puspa pesona Indonesia. Selain kepopuleran anggrek sebagai tanaman hias, anggrek juga dimanfaatkan sebagai bunga potong serta bahan baku obat dan kosmetik. Keanekaragaman anggrek cukup tinggi, setidaknya ada 25.000–30.000 spesies anggrek di dunia dan di Indonesia ada sekitar 5000 spesies anggrek. Namun, karena keunikan bunganya tanaman anggrek sering kali diburu sebagai tanaman koleksi. Eksploitasi anggrek secara berlebihan menyebabkan beberapa spesies anggrek sudah dinyatakan langka dan terancam punah. Oleh karena itu, sudah menjadi kewajiban kita untuk ikut menjaga dan melestarikan tanaman anggrek, salah satu caranya adalah dengan melakukan budidaya anggrek.

II. ANGGREK *RHYNCHOSTYLIS*



Gambar 1.1 Anggrek *Rhynchostylis retusa*
Sumber: Mercuriani, 2016 (Komunikasi Pribadi)

Rhynchostylis merupakan salah satu anggrek yang barangkali masih asing bagi banyak orang. Sebenarnya *Rhynchostylis* merupakan nama Genus anggrek. *Rhynchostylis* sendiri berasal dari bahasa Yunani yaitu "*Rhyncos*" yang berarti paruh dan "*Stylos*" yang berarti *column*/tiang. Anggrek *Rhynchostylis* tersebar di daerah Asia Tenggara seperti

Myanmar, Laos, Thailand, Vietnam, Malaysia dan Indonesia.

Salah satu spesies *Rhynchostylis* yang populer adalah *Rhynchostylis retusa* yang dikenal dengan nama lokal “Anggrek ekor tupai” karena memiliki tandan bunga yang panjang dan bunga yang banyak sehingga menyerupai ekor tupai. *Rhynchostylis retusa* dapat hidup dari dataran rendah 0 hingga 1200 meter di atas permukaan air laut.

A. Karakteristik Anggrek *Rhynchostylis retusa*

Anggrek *Rhynchostylis* mempunyai pola pertumbuhan monopodial, mempunyai panjang batang 3-10 cm dengan diameter 1–2 cm, berakar tebal dan berdaging, daunnya berpasangan berbentuk lorat dengan panjang 20–40 cm dan lebar 2–4 cm. Infloresen tumbuh dari ketiak daun tegak ke atas atau menggantung dengan panjang 20-30 cm dan memiliki banyak bunga. Bunga tunggalnya berukuran kecil dan tebal dengan diameter 1.7–2.3 cm. Biasanya warna bunga bervariasi dari putih, merah muda hingga ungu. Bunga *Rhynchostylis* mengeluarkan bau harum dan dapat mekar selama satu bulan.

Anggrek mempunyai buah yang termasuk jenis buah kotak sejati (*capsula*) yaitu mempunyai lebih dari dua daun buah dan ujung dan pangkal buahnya berlekatan. Buah anggrek *Rhynchostylis* muda berwarna hijau dan apabila masak buah akan berwarna kuning kecokelatan dan pecah menurut bagian tengah katup. Di dalam buah anggrek berisi biji-biji yang berukuran sangat kecil dan banyak. Biji anggrek umumnya berukuran antara 1.0-2.0 mm dan lebar 0,5-1.0 mm. Dan dalam satu buah dapat berisi 1.300 hingga 4.000.000 biji anggrek.

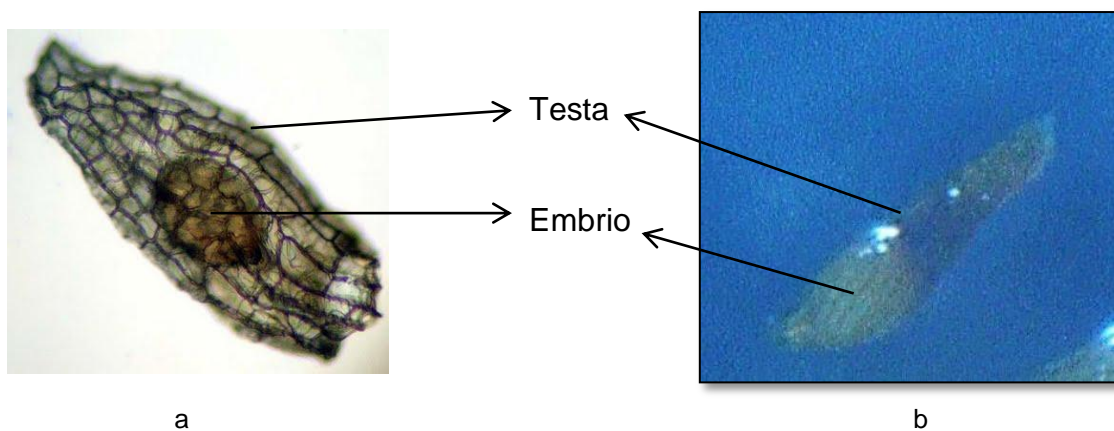


Gambar 1.2 Buah Anggrek

Sumber: Mercuriani, 2016 (Komunikasi Pribadi)

Struktur biji anggrek hanya terdiri dari kulit biji/testa dan embrio. Jika diperbesar menggunakan mikroskop, testa akan terlihat seperti jaring-jaring. Testa anggrek merupakan jaringan yang sudah mati dan sebagian besar terdiri dari ruang kosong yang berisi udara sehingga biji anggrek dapat dikatakan seperti suatu balon udara.

Embrio anggrek berada di dalam terselubungi testa. Biasanya berbentuk bulat atau lonjong. Tidak seperti biji-biji pada umumnya, embrio anggrek belum terpolarisasi sehingga masih belum jelas bagian mana yang akan tumbuh menjadi batang dan akar.



Gambar 1.3. a) Struktur Biji Anggrek b) Pengamatan Struktur Biji *Rhynchostylis retusa*
 Sumber: a) Paramita C. Kuswandi, 2012 b) Dokumentasi Peneliti, 2016

III. MIKROPROPAGASI BIJI ANGGREK RHYNCHOSTYLIS

A. Definisi Mikropropagasi

Perbanyakan mikro atau biasanya dikenal dengan istilah mikropropagasi merupakan cara untuk memperbanyak tanaman melalui kultur *in vitro*. Kultur *in vitro* yaitu menumbuhkan/menanam bagian tanaman di dalam tabung/botol dengan menggunakan media tertentu dan dilakukan secara aseptik (steril).

➤ Eksplan

Bagian tanaman yang digunakan untuk mikropropagasi disebut dengan eksplan. Eksplan dapat diambil dari biji, jaringan meristematik, organ-organ tumbuhan (daun, batang, akar, dll), embrio, dan protoplas. Pada penelitian mikropropagasi anggrek *Rhynchostylis* eksplan yang digunakan berasal dari biji.

Mikropropagasi secara *in vitro* merupakan cara buatan untuk menumbuhkan biji anggrek. Sedangkan secara alami, biji anggrek dapat tumbuh namun membutuhkan peran mikoriza (simbiosis antara fungi dengan akar) yang menyediakan sumber karbohidrat dan asam amino tertentu.

B. Manfaat Mikropropagasi

Mikropropagasi anggrek secara *in vitro* telah banyak dilakukan saat ini, khususnya dalam bidang agroindustri. Mikropropagasi biji anggrek secara *in vitro* memberikan keuntungan yaitu:

1. Persentase keberhasilan tumbuhnya biji anggrek melalui kultur *in vitro* sangat besar, sebab medium kultur mengandung nutrisi sehingga biji anggrek tidak memerlukan keberadaan mikoriza untuk tumbuh.
2. Biji anggrek yang belum terlalu masak bahkan juga dapat ditumbuhkan dengan teknik kultur *in vitro*, sehingga siklus pemuliaan dan budidaya anggrek dapat dipersingkat.
3. Lingkungan yang steril dari mikroorganisme memungkinkan tidak adanya kompetisi anggrek dengan fungi atau bakteri yang mengganggu pertumbuhan anggrek sehingga pertumbuhan anggrek lebih sempurna dan bebas penyakit.
4. Mikropropagasi dengan kultur *in vitro* tidak memerlukan tempat yang luas dan tidak tergantung musim karena tanaman ditumbuhkan di dalam tabung/botol.
5. Mikropropagasi biji anggrek dapat menghasilkan tanaman yang banyak dan dalam waktu yang singkat. Selain itu mikropropagasi dengan menggunakan eksplan tanaman yang baik akan menghasilkan bibit unggul sehingga sangat cocok digunakan untuk produksi tanaman secara komersial.

IV. ALAT DAN BAHAN UNTUK MIKROPROPAGASI BIJI ANGGREK RHYNCHOSTYLIS

Mikropropagasi biji anggrek membutuhkan lingkungan yang steril. Kunci keberhasilan dalam melakukan mikropropagasi terletak pada kebersihan laboratorium serta alat-alat dan bahan yang digunakan untuk mikropropagasi.

A. Laboratorium Kultur *in Vitro*

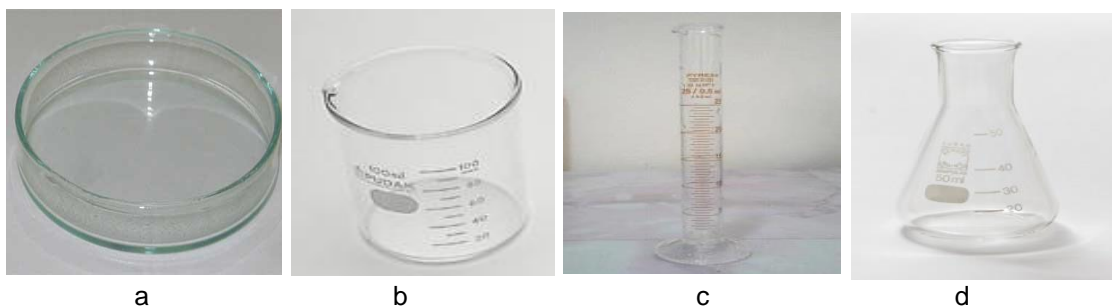
Laboratorium khusus kultur *in vitro* mempunyai desain khusus yang terdiri atas beberapa ruang, yaitu :

1. Ruang Preparasi atau Ruang Persiapan

Ruangan ini tidak mutlak setril, ruang ini digunakan untuk mencuci dan menyimpan alat-alat dan bahan kultur dan untuk persiapan, pembuatan dan sterilisasi media. Peralatan yang ada di ruang ini antara lain, peralatan kaca (*glassware*), rak penyimpanan botol kultur, lemari untuk menyimpan bahan kimia, *refrigerator*, otoklaf, timbangan analitik dan alat-alat untuk memasak seperti *hot-plate* dan kompor.

a. Peralatan kaca (*glassware*)

Peralatan kaca yang digunakan untuk kultur antara lain cawan petri, gelas ukur, *erlenmeyer*, botol kultur dll.



Gambar 1.4. a. Cawan Petri b. Tabung Reaksi c. Gelas Ukur d. *Erlenmeyer*

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2016

b. Rak penyimpanan botol kultur dan lemari untuk menyimpan bahan kimia

Penempatan rak untuk menyimpan bahan kimia harus terhindar dari sinar matahari agar tidak terjadi reaksi perubahan zat. Zat kimia yang tidak dapat terkena sinar matahari langsung sebaiknya disimpan dalam botol berwarna gelap. Botol yang berisi zat kimia harus diberi label dan disimpan menurut abjad untuk memudahkan pencarian.

c. *Refrigerator*

Refrigerator atau lemari es biasanya digunakan untuk menyimpan bahan kimia seperti nutrisi dan hormon agar tidak rusak.

d. Otoklaf

Otoklaf digunakan untuk mensterilisasi alat dan media untuk melakukan kultur.

e. Timbangan analitik

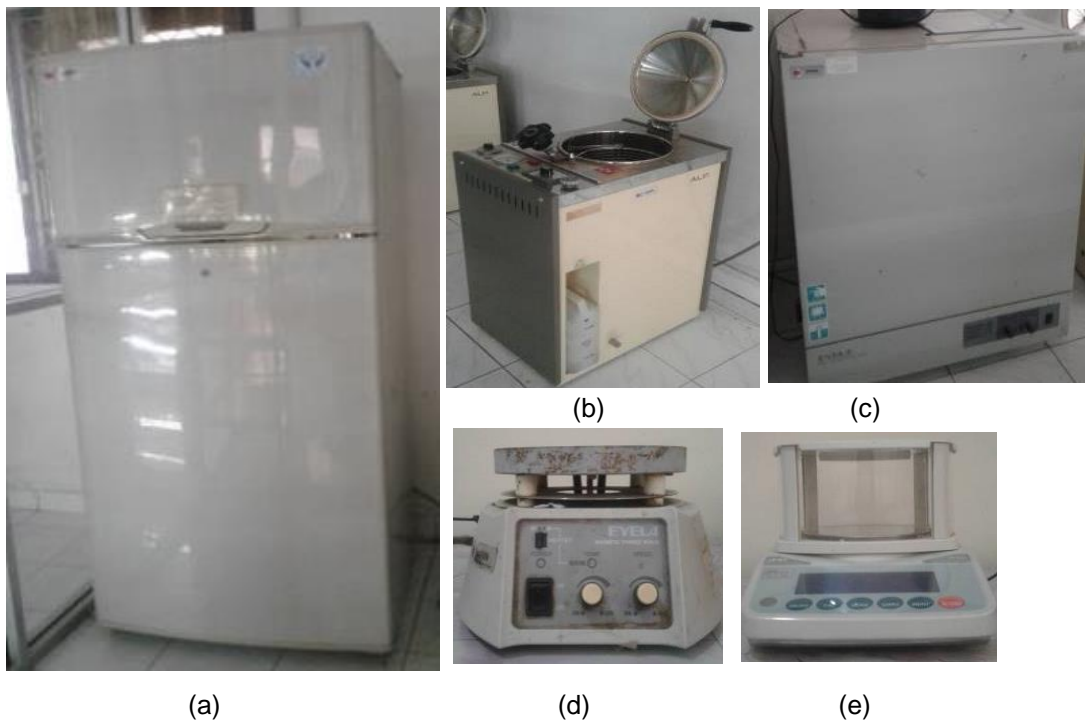
Timbangan digunakan untuk menimbang zat yang diperlukan.

f. *Hot-plate*

Hot-plate digunakan untuk mencampur zat dan memanaskan media.

g. *Oven*

Oven digunakan untuk menyimpan alat-alat yang sudah steril seperti *petridish* dan *dissecting kit*.



Gambar 1.5. a. *Refrigerator* b. Otoklaf c. Oven d. *Hot-Plate* e. Timbangan analitik
 Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2016

2. Ruang Transfer (Ruang Mutlak Steril)

Ruangan ini mutlak steril. Biasanya ukurannya dibuat tidak terlalu besar agar memudahkan pelaksanaan sterilisasi. Dinding dan lantainya terbuat dari porselin agar mudah disterilisasi, pintu ruangan dilengkapi dengan jendela kaca dan lampu UV yang dinyalakan bila ruangan akan dipakai. Peralatan yang ada di ruang ini antara lain *Laminar Air Flow (LAF)* dan *dissecting kit*.

a. *Laminar Air Flow* (LAF) dan Enkas

Alat yang biasa digunakan dalam kegiatan penanaman adalah *Laminar Air Flow* (LAF) dan enkas. Alat yang digunakan sebagai tempat kerja ketika akan melakukan penanaman dalam kultur jaringan yang membutuhkan tingkat seterilitas yang tinggi. *Laminar Air Flow* mempunyai beberapa fungsi yaitu, sebagai tempat sterilisasi eksplan, tempat penanaman dan tempat melakukan subkultur. *Laminar Air Flow* (LAF) harus dijaga dalam keadaan aseptik, maka LAF dilengkapi dengan lampu ultraviolet (UV), alat filter dan *blower* yang dapat meniupkan udara setril sehingga tempat kerja bebas dari mikroorganisme penyebab kontaminasi. Sedangkan enkas bentuknya lebih sederhana. Enkas berbentuk kotak kaca tertutup yang terdapat dua lubang untuk memasukkan tangan ketika bekerja (menanam eksplan).



a



b

Gambar 1.6 a) *Laminar Air Flow* (LAF) b) Enkas

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2016 dan faridatunamalia.blogspot.co.id

b. *Dissecting Kit*

Dissecting kit yang biasa digunakan untuk melakukan kultur terdiri dari lampu spiritus, pipet, spatula, skalpel dan pinset.



a



b



c



d

Gambar 1.7 a. Lampu Spiritus b. Pipet c. Skalpel d. Pinset

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2016

3. Ruang pertumbuhan

Ruangan ini tidak mutlak steril, tetapi harus dijaga agar tetap bersih dan tidak berdebu. Ruangan dilengkapi dengan lampu neon dan *Air Conditioner* (AC) untuk menjaga suhunya antara 21⁰C–27⁰C, semua pintu dan jendela juga harus tertutup.

Ruangan terdiri atas tiga bagian yaitu:

a. Ruang Inkubasi

Ruang berisi rak-rak yang menampung botol kultur yang sudah ditanami eksplan dan dilengkapi lampu neon sebagai sumber cahaya.

b. Ruang Planlet

Ruang berisi rak-rak untuk meletakkan bibit yang siap di aklimatisasi.

c. Ruang *Shaker*

Untuk meletakkan *shaker* (penggojog) untuk kultur suspensi sel.



Gambar 1.8 Ruang Inkubasi

Sumber: detiktani.blogspot.co.id

4. Ruang Aklimatisasi

Ruang ini untuk meletakkan tanaman yang telah dikeluarkan dari botol kultur agar mampu beradaptasi dengan lingkungan luar. Ruangan harus dikontrol suhunya dan dihindarkan dari paparan sinar matahari langsung

C. Media Kultur *in Vitro*

Media atau medium merupakan tempat tumbuhnya eksplan. Macam media dibedakan berdasarkan menjadi dua yaitu media padat dan cair. Media mengandung nutrisi seperti air, garam, unsur-unsur hara, vitamin, hormon dan bahan pematat (pada media padat) yang dibutuhkan eksplan untuk tumbuh.

Pemilihan jenis media yang akan digunakan untuk penanaman eksplan bermacam-macam, disesuaikan dengan tujuan dan jenis tanaman yang akan di kultur. Ada beberapa medium dasar yang biasanya digunakan dalam kultur jaringan yaitu :

1. **Murashige and Skoog (MS)**: untuk kultur hampir semua jenis tanaman terutama tanaman herba.
2. **B5 atau Gamborg**: untuk kultur suspensi sel kedelai dan dan tanaman legume lainnya.
3. **White**: untuk kultur akar karena mengandung garam mineral yang konsentrasinya rendah.
4. **Vacin and Went (VW)**: untuk kultur anggrek.
5. **New Phalaenopsis (NP)**: untuk kultur anggrek.
6. **Nitsch and Nitsch**: untuk kultur serbuk sari.
7. **Schenk and Hildebrandt**: untuk kultur jaringan tanaman monokotil.
8. **Woody Plant Medium (WPM)**: untuk kultur tanaman berkayu.
9. **N6**: untuk kultur tanaman serealia, terutama padi.

V. TEKNIK MIKROPROPAGASI BIJI ANGGREK RHYNCHOSTYLIS

A. Persiapan

1. Pembuatan Media

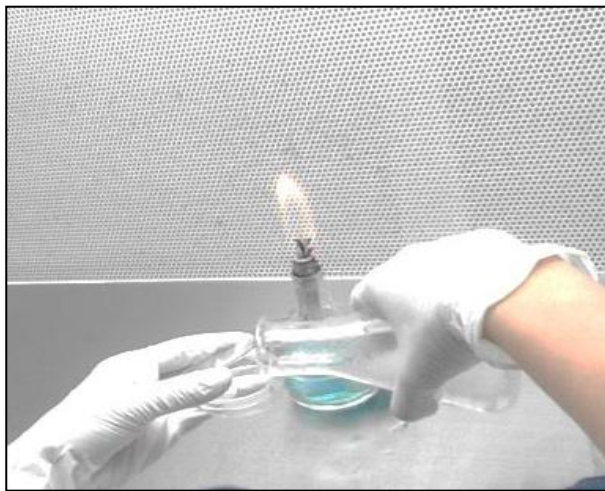
Media mikropropagasi biji anggrek *Rhynchosstylis* menggunakan medium dasar *New Phalaenopsis* (NP) dengan penambahan bahan organik berupa air kelapa dan ekstrak tomat. Langkah-langkah membuat mediumnya yaitu:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan. Alat yang digunakan adalah *erlenmeyer*, gelas ukur, *hot-plate*, *magnetic stirer*, *petridish*, timbangan analitik pipet, pH *stick*, *aluminium foil*, otoklaf, pembakar spiritus, dan *Laminar Air Flow*. Bahan yang digunakan adalah medium NP racikan (*Ichihashi New Phalaenopsis*), pematat (*vitagel*), air kelapa, ekstrak tomat, akuades, NaOH atau HCl.
- 2) Menimbang 25,35 gr medium NP racikan untuk pembuatan satu liter medium NP.
- 3) Memasukkan medium ke dalam *erlenmeyer* berisi 200 ml akuades steril. Untuk mengaduknya *magnetic stirer* dimasukkan ke dalam *erlenmeyer*, dan letakkan *erlenmeyer* di atas *hot-plate* dan nyalakan tombol pemutar untuk mengaduknya. Tunggu hingga bahan yang dimasukkan larut.
- 4) Menambahkan 150 ml air kelapa ke dalam larutan hingga tercampur rata.
- 5) Menambahkan 200 ml ekstrak tomat ke dalam larutan hingga tercampur rata.
- 6) Cek pH larutan berkisar 5.7-6.0 dengan menggunakan pH *stick*, apabila terlalu asam maka medium ditambahkan KOH atau NaOH, sedangkan apabila terlalu basa maka medium ditambahkan HCl, setelah itu tambahkan akuades hingga volumenya hingga menjadi 1 liter.
- 7) Tambahkan pematat berupa agar khusus (*vitagel*) sebanyak 7 gr ke dalam *erlenmeyer* dan tutup mulut tabung *erlenmeyer* dengan menggunakan *aluminium foil*.
- 8) Kemudian panaskan *erlenmeyer* di atas *hot-plate* dengan menekan tombol untuk memanaskan media. Tunggu hingga larutan mendidih.



Gambar 1.9 Pembuatan Medium NP
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2016

- 9) Medium yang sudah mendidih kemudian dituang dalam botol-botol kultur dan langsung disterilisasi menggunakan otoklaf selama 15 menit. Akan tetapi, pada kultur yang menggunakan *petridish* sekali pakai, penuangan dilakukan setelah media disterilisasi dengan otoklaf. Penuangan harus cepat dan dilakukan di dalam LAF untuk menghindari masuknya mikroorganisme sumber kontaminasi.
- 10) Setelah media memadat, tutup *petridish* harus segera dipasang dan dirapatkan dengan plastik wrap supaya tidak ada udara yang dapat masuk.



Gambar 1.10 Penuangan Medium

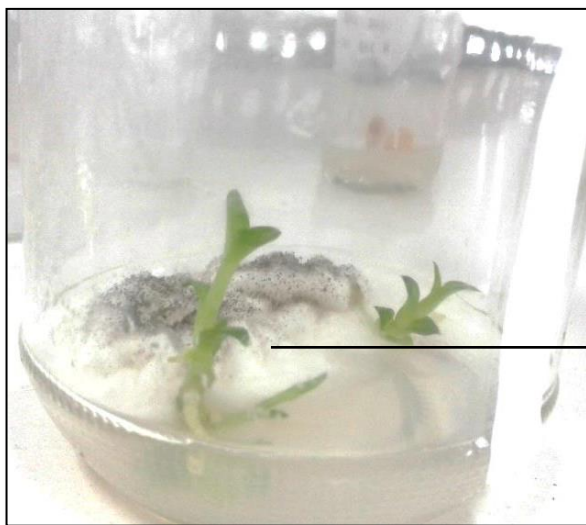
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2016

2. Seleksi Eksplan

Keberhasilan melakukan mikropropagasi juga dipengaruhi oleh eksplan yang akan digunakan. Pemilihan buah anggrek perlu diperhatikan diantaranya buah yang dipilih hendaknya telah cukup umur. Waktu masakny buah berbeda-beda tergantung spesies anggrek. Pada anggrek *Rhynchostylis* biji yang akan digunakan untuk mikropropagasi diambil pada umur ± 5 bulan setelah penyerbukan. Buah yang masak akan berwarna kuning kecokelatan dan mudah membuka/pecah. Sebaiknya buah yang digunakan jangan yang terlalu matang, sebab buah yang terlalu matang akan pecah ketika disterilisasi. Buah yang telah pecah memperbesar kemungkinan mikroorganisme masuk dan menyebabkan kontaminasi. Selain itu buah yang dipilih sebaiknya masih utuh dan tidak cacat, buah hendaknya berasal dari tanaman yang unggul dan bebas penyakit agar tanaman kultur yang dihasilkan sehat.

3. Sterilisasi Alat dan Bahan

Setelah pembuatan media serta sterilisasi alat dan media yang akan digunakan untuk mikropropagasi, langkah selanjutnya adalah sterilisasi. Sterilisasi alat dan bahan dilakukan untuk mencegah terjadinya infeksi atau kontaminasi. Kontaminasi biasanya disebabkan oleh masuknya mikroorganisme seperti jamur, bakteri maupun virus. Sumber penyebab kontaminasi dapat berasal dari eksplan yang tidak steril, media yang tidak steril, udara/lingkungan dan cara kerja yang kurang terampil sehingga mikroorganisme dapat masuk ke botol kultur. Kontaminasi mikroorganisme dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan eksplan. Misalnya pada saat mengecambahkan biji melalui kultur *in vitro*, kontaminasi dapat menyebabkan biji gagal/tidak dapat tumbuh. Sedangkan pada biji yang sudah tumbuh kemudian terjadi kontaminasi, dapat menyebabkan kematian tanaman. Hal tersebut disebabkan karena mikroorganisme kontaminan menyerap nutrisi dari media sehingga terjadi kompetisi dengan eksplan atau mikroorganisme tersebut bersifat parasit yang menyerap nutrisi dari eksplan.



Media yang terkontaminasi jamur

Gambar 1.11 Kontaminasi

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2016

a. Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat dilakukan dengan cara mencucinya sampai bersih dengan sabun/deterjen. Setelah bersih dan kering, alat seperti cawan petri, skalpel dan pinset dibungkus dengan kertas payung. Sedangkan untuk botol setelah dicuci dan kering ditutup dengan plastik pada bagian mulutnya.

Alat-alat tersebut kemudian dimasukkan ke dalam otoklaf selama 15-30 menit dengan suhu 121 °C dan tekanan uap 15 psi.

b. Sterilisasi meja dan LAF

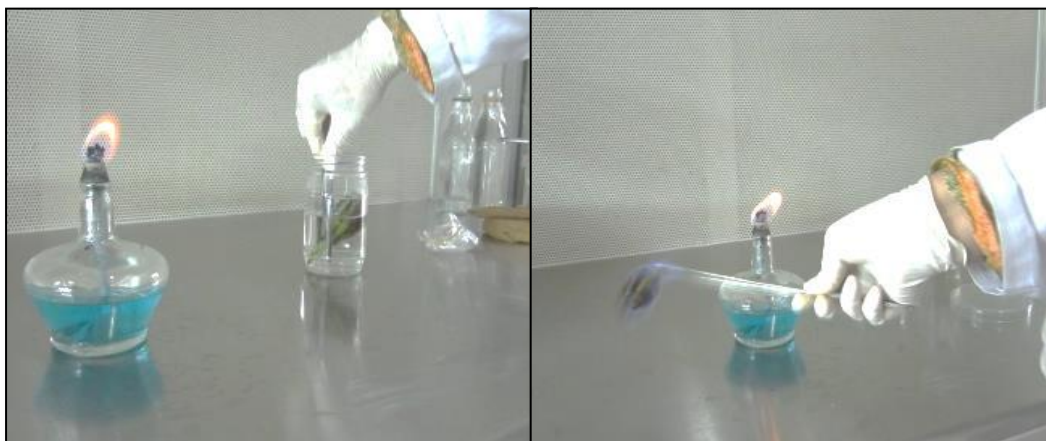
Sterilisasi meja digunakan alkohol 70% dan untuk LAF digunakan alkohol 96%. Caranya alkohol disemprotkan kemudian di lap dengan kain/*tissue* bersih. Untuk menjaga sterelitas LAF juga digunakan lampu UV yang dinyalakan sesaat sebelum LAF digunakan.

c. Sterilisasi Medium

Sterilisasi medium menggunakan *otoklaf*. Medium yang telah dituang dalam botol kultur kemudian disterilisasi dengan cara dimasukkan dalam otoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C dan tekanan uap 15 psi. Sedangkan jika menggunakan *petridish* sekali pakai medium yang dituang telah disterilisasi sebelumnya menggunakan otoklaf baru dituang ke *petridish*.

d. Sterilisasi Eksplan Biji Anggrek

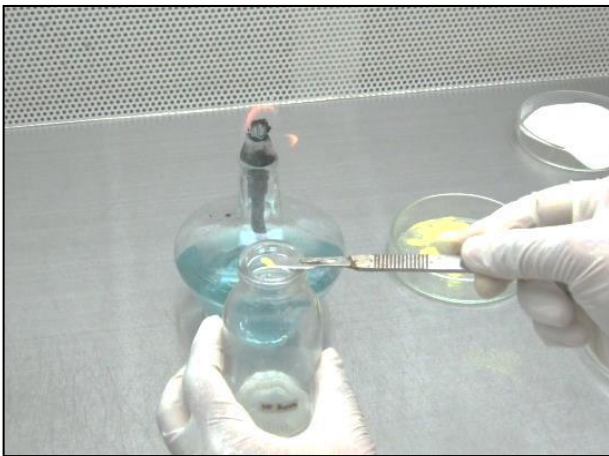
Sebelum buah anggrek diambil bijinya, pertama harus dicuci dengan akuades untuk membersihkan dari debu atau benda-benda yang dapat menjadi sumber kontaminasi. Sterilisasi eksplan selanjutnya dilakukan di dalam LAF. Alat dan bahan yang digunakan adalah buah anggrek, alkohol 70%, lampu spiritus, korek api, pinset. Buah yang digunakan untuk mikropropagasi hendaknya dipilih yang belum pecah. Untuk melakukan sterilisasi buah, buah anggrek dipegang menggunakan pinset kemudian dicelupkan ke dalam alkohol 70% hingga semua bagian buah tercelup. Buah kemudian dilewatkan dengan cepat di atas lampu spiritus hingga seluruh permukaan buah terkena api. Pembakaran dengan cepat di atas api tersebut dilakukan sebanyak 3 kali.



Gambar 1.12 Langkah Sterilisasi Eksplan Biji Anggrek

Sumber: Mercuriani, 2016 (Komunikasi Pribadi)

Ketiga, eksplan biji anggrek yang sudah terpisah dari biji beserta serabut-serabutnya kemudian ditanam dengan cara ditaburkan di atas medium kultur. Caranya adalah dengan mengambil sedikit biji dengan ujung skalpel, kemudian skalpel diketuk-ketukkan ke mulut botol kultur, sehingga biji anggrek akan tersebar secara merata. Botol kemudian ditutup kembali. Botol yang sudah ditanami kemudian disimpan di ruang pertumbuhan.



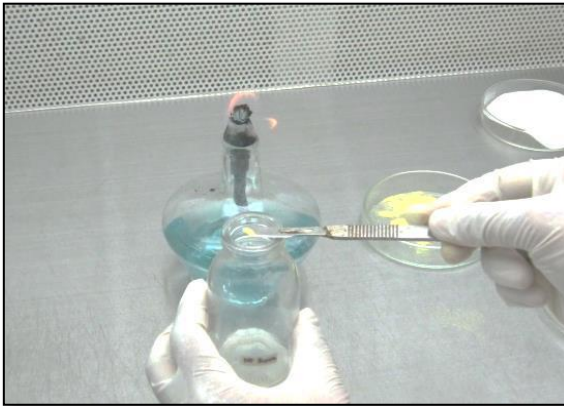
Gambar 1.15 Penaburan Biji Anggrek

Sumber: Mercuriani, 2016 (Komunikasi Pribadi)

C. Pengamatan Biji Anggrek

Biji anggrek berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamati biji anggrek digunakan alat bantu berupa mikroskop stereo. Pengamatan eksplan menggunakan mikroskop harus tetap pada kondisi botol kultur atau *petridish* yang tertutup untuk menjaga sterilitasnya. Maka, untuk memperjelas pengambilan foto objek yang diamati, perangkat mikroskop dihubungkan dengan alat *microphotograph* dan *Personal Computer* (PC). Eksplan biji anggrek harus diamati pertumbuhan dan perkembangannya secara berkala. Biasanya untuk anggrek *Rhynchostylis* dibutuhkan waktu 1–2 minggu untuk berkecambah.

Ketiga, eksplan biji angrek yang sudah terpisah dari biji beserta serabut-serabutnya kemudian ditanam dengan cara ditaburkan di atas medium kultur. Caranya adalah dengan mengambil sedikit biji dengan ujung skalpel, kemudian skalpel diketuk-ketukkan ke mulut botol kultur, sehingga biji angrek akan tersebar secara merata. Botol kemudian ditutup kembali. Botol yang sudah ditanami kemudian disimpan di ruang pertumbuhan.



Gambar 1.15 Penaburan Biji Angrek

Sumber: Mercuriani, 2016 (Komunikasi Pribadi)

C. Pengamatan Biji Angrek

Biji angrek berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamati biji angrek digunakan alat bantu berupa mikroskop stereo. Pengamatan eksplan menggunakan mikroskop harus tetap pada kondisi botol kultur atau *petridish* yang tertutup untuk menjaga sterilitasnya. Maka, untuk memperjelas pengambilan foto objek yang diamati, perangkat mikroskop dihubungkan dengan alat *microphotograph* dan *Personal Computer* (PC). Eksplan biji angrek harus diamati pertumbuhan dan perkembangannya secara berkala. Biasanya untuk angrek *Rhynchostylis* dibutuhkan waktu 1–2 minggu untuk berkecambah.



Gambar 1.16 Mikroskop Stereo

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2016

LATIHAN 1

OBSERVASI MANDIRI

PENGAMATAN STRUKTUR BIJI ANGGREK

Dapatkan kamu menemukan buah anggrek yang sudah cukup tua/masak di sekitarmu? Jika kamu dapat menemukannya, mari kita cari tahu bagaimana struktur biji anggrek yang ada di dalamnya!

A. Tujuan

Mengetahui struktur biji anggrek

B. Alat dan Bahan

1. Mikroskop cahaya
2. Kaca preparat dan kaca penutup
3. Buah anggrek yang sudah masak (berwarna kuning kecokelatan)
4. Air
5. Pipet tetes
6. Pisau/*cutter*

C. Cara Kerja

1. Siapkan mikroskop cahaya, kaca preparat dan penutupnya. Beri satu tetes air di atas kaca preparat.
2. Belah menjadi dua buah anggrek dengan menggunakan pisau atau *cutter*, pisahkan biji–bijinya dari serabut.
3. Ambil sedikit biji anggrek dengan menggunakan ujung *cutter* dan letakkan di atas kaca preparat yang telah ditetesi dengan air, kemudian tutup dengan kaca penutup.
4. Amati preparat dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran rendah terlebih dahulu hingga kamu dapat menangkap objek biji dengan jelas. Untuk memperoleh gambar yang lebih jelas kamu dapat mengatur lensa pada perbesaran yang lebih tinggi.
5. Amati bentuk testa dan embrio yang terlihat dan gambarlah biji anggrek yang kamu amati pada lembar pengamatan.

D. Lembar pengamatan

No	Jenis anggrek (nama ilmiah / nama lokal)	Gambar Pengamatan	Keterangan
1.	(misal: <i>Vanda</i> , <i>Cattleya</i> , <i>Phalaenopsis</i> , <i>Dendrobium</i> , dll)		
2.			
dst			

E. Pertanyaan

1. Ketika kamu mengamati struktur biji di bawah mikroskop, apa saja bagian biji anggrek yang dapat kamu amati? Dapatkah kamu melihat keberadaan testa dan embrio, lalu bagaimanakah bentuknya?
2. Bagaimana perbedaan struktur biji anggrek dengan biji-biji lainnya? (Kamu dapat membandingkannya dengan biji dikotil atau monokotil yang mudah kamu temukan seperti biji kacang atau biji jagung)
3. Apabila kamu mengamati lebih dari satu jenis biji anggrek, adakah perbedaan bentuk maupun strukturnya? Jelaskan!



TEBAK KATA

Carilah 15 kata yang berhubungan dengan bab yang telah kamu pelajari. Kamu dapat menemukannya secara mendatar dari kiri ke kanan, menurun dari atas ke bawah dan diagonal.

K	E	R	L	E	N	M	E	Y	E	R	L	L	A	C
O	N	D	I	S	S	E	C	T	I	N	G	K	I	T
R	H	Y	N	C	H	O	S	T	Y	L	I	S	K	S
I	S	P	E	T	R	I	D	I	S	H	A	K	O	T
A	T	E	N	N	D	F	T	T	T	G	A	S	N	I
U	E	G	G	E	K	S	P	L	A	N	V	B	T	R
T	R	X	R	Y	A	S	E	P	T	I	K	M	A	R
O	I	E	M	B	R	I	O	M	B	H	K	E	M	E
C	L	O	N	T	D	R	W	R	Y	K	B	D	I	R
L	I	N	F	A	P	O	K	Z	T	S	I	I	N	G
A	S	T	R	O	G	L	A	V	E	I	D	U	A	A
V	A	N	R	F	U	L	K	D	S	J	V	M	S	D
E	S	K	P	E	N	Z	G	A	T	T	S	N	I	A
M	I	L	A	W	F	F	T	R	A	D	D	P	I	S
M	L	A	M	I	N	A	R	A	I	R	F	L	O	W

Kata yang ditemukan:

- | | | |
|----|-----|-----|
| 1. | 6. | 11. |
| 2. | 7. | 12. |
| 3. | 8. | 13. |
| 4. | 9. | 14. |
| 5. | 10. | 15. |

RANGKUMAN

Anggrek *Rhynchosstylis* atau disebut anggrek ekor tupai karena mempunyai tandan bunga yang panjang dan bunga yang banyak menyerupai ekor tupai. Struktur Biji anggrek hanya terdiri atas embrio dan testa. Biji anggrek tidak mempunyai cadangan makanan (endosperm), sehingga tanaman anggrek sulit dikembangbiakkan dalam media tanam konvensional.

Perbanyakan mikro atau mikropropagasi merupakan bagian dari teknik kultur jaringan tanaman yaitu menumbuhkan bagian tanaman dalam media steril. Mikropropagasi dilakukan untuk menumbuhkan biji anggrek melalui kultur *in vitro*. Metode ini dilakukan karena memberikan keuntungan yaitu biji anggrek tidak memerlukan keberadaan mikoriza untuk tumbuh, mempersingkat siklus pemuliaan dan budidaya anggrek, pertumbuhan anggrek lebih sempurna dan bebas penyakit, pelaksanaannya tidak memerlukan tempat yang luas dan tidak tergantung musim serta menghasilkan tanaman yang banyak dan dalam waktu yang singkat.

Keberhasilan dalam melakukan mikropropagasi didukung oleh kebersihan laboratorium serta alat-alat dan bahan yang digunakan untuk mikropropagasi. Laboratorium khusus kultur *in vitro* mempunyai desain khusus yang terdiri atas beberapa ruang yaitu ruang persiapan, ruang transfer, ruang pertumbuhan dan ruang aklimatisasi.

Teknik mikropropagasi biji anggrek *Rhynchosstylis* mencakup beberapa tahapan, yaitu :

1. Persiapan yaitu pembuatan media, seleksi eksplan serta sterilisasi alat dan bahan
2. Penaburan biji anggrek
3. Pengamatan pertumbuhan dan perkembangan biji anggrek

TES FORMATIF 1



Petunjuk Pengisian:

1. Kerjakan soal-soal tes formatif di bawah ini secara jujur dan mandiri.
2. Tulis satu jawaban yang benar pada lembar jawaban yang tersedia
3. Setelah selesai mengerjakan soal, cocokkan jawaban dengan kunci jawaban dan lihat nilai yang kamu peroleh dengan membaca petunjuk penilaian pada umpan balik dan tindak lanjut

1. Jenis angrek yang memiliki tandan bunga yang panjang dan bunga yang kecil-kecil dan banyak sehingga menyerupai ekor tupai adalah....
 - A. *Vanda*
 - B. *Cattleya*
 - C. *Cymbidium*
 - D. *Phalaenopsis*
 - E. *Rhynchosstylis*
2. Struktur biji angrek berbeda dengan biji-biji lainnya, struktur biji angrek hanya terdiri dari....
 - A. testa dan embrio
 - B. kotiledon dan testa
 - C. kotiledon dan embrio
 - D. testa dan endosperm
 - E. endosperm dan embrio
3. Berikut merupakan gambar biji angrek. Bagian yang ditunjukkan anak panah x adalah....



- A. endosperm
- B. embrio
- C. kotiledon
- D. testa
- E. epidermis

4. Mikropropagasi merupakan perbanyakan tanaman dengan cara menumbuhkan biji suatu tanaman dalam media buatan dalam botol secara steril/aseptik yaitu melalui....
 - A. propagasi
 - B. kultur *in vitro*
 - C. kultur *in vivo*
 - D. kloning
 - E. stek
5. Eksplan merupakan bagian tanaman yang digunakan untuk mikopropagasi. Untuk memperbanyak tanaman secara generatif, sebaiknya eksplan yang dipilih berasal dari....
 - A. biji dan sel akar
 - B. tunas dan antera
 - C. embrio dan sel daun
 - D. sel akar dan protoplas
 - E. embrio dan biji
6. Mikropropagasi anggrek secara *in vitro* banyak diterapkan dalam bidang agroindustri karena memberikan berbagai keuntungan yaitu....
 - A. memperpanjang siklus pemuliaan dan budidaya anggrek
 - B. menghasilkan tanaman yang bebas hama dan penyakit
 - C. menghasilkan tanaman yang banyak dalam waktu lama
 - D. mempermudah anggrek tumbuh dengan keberadaan mikoriza
 - E. hanya dapat dilakukan tergantung musim
7. Alat yang selalu dijaga sterilitasnya dan digunakan sebagai tempat kerja ketika kita akan menanam eksplan dan adalah....
 - A. otoklaf
 - B. *petridish*
 - C. botol kultur
 - D. *Laminar Air Flow*
 - E. *magnetic stirrer*
8. Kegiatan yang dapat dilakukan di ruang transfer atau ruang mutlak steril yaitu....

- A. membuat media
 - B. menanam eksplan
 - C. mensterilisasi media
 - D. mencuci botol kultur
 - E. menyimpan botol kultur
9. Ruang yang berfungsi untuk meletakkan tanaman yang dikeluarkan dari botol kultur untuk ditanam di lingkungan luar adalah....
- A. ruang pertumbuhan
 - B. ruang transfer
 - C. ruang inkubasi
 - D. ruang aklimatisasi
 - E. ruang planlet
10. Alat di bawah ini digunakan untuk....



- A. sterilisasi media
- B. menimbang media
- C. memanaskan media
- D. sterilisasi eksplan
- E. tempat kerja untuk menanam eksplan

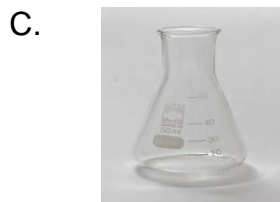
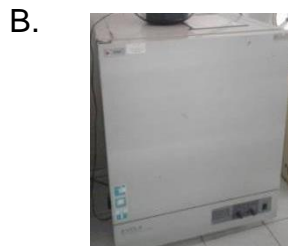
11. Eksplan yang baru ditanam di botol kultur akan disimpan di....
- A. ruang persiapan
 - B. ruang transfer
 - C. ruang inkubasi
 - D. ruang planlet
 - E. ruang aklimatisasi
12. Alat yang digunakan untuk mensterilisasi media adalah....

A.



D.





13. Hal-hal yang dilakukan ketika menyimpan zat kimia, **kecuali**....
- memberi label pada botol berisi zat kimia
 - mengurutkan botol pada tempat penyimpanan sesuai abjad
 - menempatkan rak penyimpanan agar terhindar dari sinar matahari
 - menempatkan rak penyimpanan agar terkena sinar matahari langsung
 - menyimpan zat kimia yang tidak dapat terkena sinar matahari dalam botol gelap
14. Medium yang biasa digunakan untuk menanam anggrek adalah....
- MS dan Nitsch
 - VW dan NP
 - NP dan WPM
 - VW dan Nitsch
 - NP dan N6
15. Ketika membuat media, apabila pH media terlalu basa maka zat yang ditambahkan adalah....
- KOH
 - akuades
 - HCl
 - NaOH
 - zat pematik/agar
16. Keberhasilan dalam mikropropagasi anggrek dipengaruhi oleh kualitas biji. Biji anggrek tersimpan di dalam buah anggrek. Buah anggrek yang sebaiknya **tidak** dipilih untuk digunakan mikropropagasi adalah....
- buah yang masih utuh

- B. buah yang sudah membuka
 - C. buah yang sudah cukup umur
 - D. buah yang masih segar dan belum layu
 - E. buah yang berasal dari tanaman sehat
17. Kontaminasi dapat terjadi dan disebabkan oleh berbagai sumber. Usaha yang dilakukan untuk mencegah kontaminasi di dalam LAF yaitu, **kecuali**....
- A. keluar masuk ruangan saat bekerja dalam LAF
 - B. menyalakan lampu UV sesaat sebelum LAF digunakan
 - C. membersihkan LAF dengan alkohol sebelum digunakan
 - D. menggunakan masker dan sarung tangan ketika bekerja
 - E. menyemprot peralatan yang akan digunakan dengan alkohol
18. Sterilisasi alat sebaiknya dilakukan selama ... menit, sedangkan sterilisasi medium selama ... menit
- A. 25 menit dan 25 menit
 - B. 15 menit dan 25 menit
 - C. 15 menit dan 10 menit
 - D. 10 menit dan 10 menit
 - E. 25 menit dan 15 menit
19. Sterilisasi buah anggrek yang belum pecah dilakukan dengan cara....
- A. merendam dalam HCl
 - B. disemprot dengan alkohol
 - C. merendam dalam larutan clorox
 - D. disterilisasi menggunakan otoklaf
 - E. dicelupkan ke alkohol dan dilewatkan di atas lampu spiritus
20. Cara untuk menaburkan biji anggrek adalah....
- A. memasukkan buah secara utuh ke medium steril
 - B. memasukkan buah anggrek yang baru dibelah ke medium
 - C. mengambil dan menaburkan biji dengan menggunakan tangan
 - D. mengambil buah yang telah pecah dan dimasukkan pada botol kultur
 - E. mengambil biji steril dengan ujung skalpel dan diketuk-ketukkan pada mulut botol kultur



UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan jawaban Tes Formatif 1 yang telah kamu kerjakan dengan kunci jawaban yang tersedia pada halaman akhir modul ini. Setelah itu kamu dapat mengetahui tingkat pemahaman yang kamu peroleh setelah mempelajari materi Kegiatan Belajar 1 dengan melihat tabel di bawah ini !

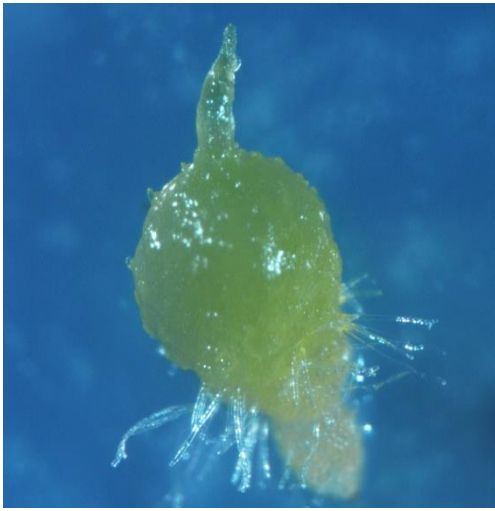
Tabel Penguasaan Materi:

Jumlah Soal Benar	Tingkat Pemahaman	Kategori Keberhasilan Penguasaan Materi
18 – 20	90% – 100%	Baik Sekali
15 – 17	75% - 89%	Baik
12 – 14	60% - 74%	Cukup
<12	<60%	Kurang

Apabila tingkat pemahamanmu mencapai 75% ke atas atau minimal soal yang benar 15, maka kamu telah berhasil menguasai materi Kegiatan Belajar 1 dan siap melanjutkan ke kegiatan selanjutnya. Namun apabila tingkat pemahaman kurang dari 75%, kamu harus mengulang pemahamanmu terhadap materi yang ada pada Kegiatan Belajar 1, terutama pada bagian yang belum kamu kuasai.

KEGIATAN 2

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN BIJI ANGGREK *RHYNCHOSTYLIS*



Salah satu ciri makhluk hidup adalah tumbuh dan berkembang. Tahukah kamu kecambah yang kamu makan merupakan salah satu contoh dari pertumbuhan dan perkembangan biji, yaitu biji kacang hijau. Bagaimana proses biji tumbuh menjadi kecambah?

Kamu mungkin pernah mengamati perkecambahan pada biji kacang hijau.

Tetapi, pernahkah kamu mengamati perkecambahan biji yang ditanam dalam kultur *in vitro*? Seperti yang telah kamu ketahui pada kegiatan sebelumnya, bahwa biji anggrek tidak mengandung cadangan makanan (endosperm), sehingga untuk menumbuhkannya dilakukan dengan teknik kultur *in vitro*.

Apakah proses perkecambahan biji anggrek secara kultur *in vitro* sama dengan perkecambahan biji pada umumnya? Proses perkecambahan biji anggrek *Rhynchostylis* dapat kamu pelajari dalam kegiatan ini.

TUJUAN PEMBELAJARAN

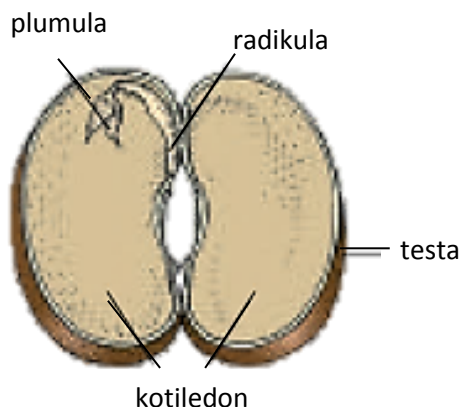
Setelah mempelajari bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Mendeskripsikan tahap perkecambahan biji anggrek *Rhynchostylis*
2. Menjelaskan tahap perkembangan protokorm anggrek *Rhynchostylis*
3. Mengidentifikasi faktor-faktor pertumbuhan dan perkembangan biji anggrek *Rhynchostylis*
4. Menjelaskan teknik pemeliharaan hasil mikropropagasi anggrek

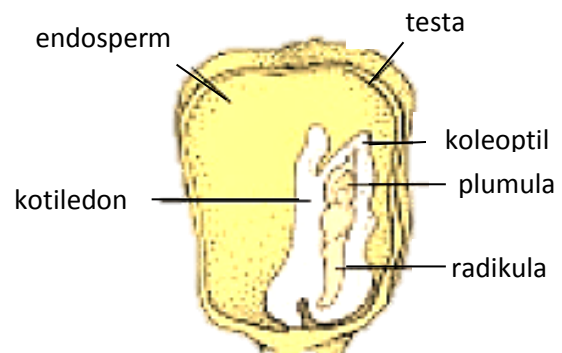
I. PENDAHULUAN

Biji dihasilkan melalui proses pembuahan (fertilisasi) dan dijadikan sebagai sarana perkembangbiakan bagi tanaman secara generatif. Masih ingatkah kamu pada struktur biji dikotil dan monokotil yang telah kamu pelajari pada bab sebelumnya?

Struktur Biji Dikotil



Struktur Biji Monokotil



Ya, pada umumnya struktur biji dibekali dengan adanya cadangan makanan seperti kotiledon atau endosperm sehingga biji akan mudah tumbuh ketika ada air. Namun, seperti yang kamu lihat sebelumnya pada Gambar 1.3 struktur biji angrek hanya terdiri atas embrio dan testa. Biji angrek hanya mengandung cadangan makanan yang sangat sedikit bahkan dapat dikatakan tidak ada. Sedangkan secara alamiah, ada faktor tertentu yang memungkinkan biji angrek dapat tumbuh, yaitu karena adanya mikoriza atau simbiosis antara fungi dengan akar angrek yang dapat menyediakan sumber karbohidrat dan asam amino tertentu yang dapat dimanfaatkan angrek untuk tumbuh. Dengan struktur biji angrek yang demikian, biji angrek tidak dapat tumbuh apabila kamu menanamnya pada media tanam biasa (media konvensional).

Pada tahun 1920-an seorang ilmuwan bernama Knudson menunjukkan bahwa biji angrek dapat tumbuh pada media yang mengandung mineral dan gula sebagai sumber energi. Penelitian tersebut terus dikembangkan hingga saat ini

diketahui mikropropagasi melalui kultur *in vitro* merupakan metode yang paling efektif untuk menumbuhkan biji anggrek.

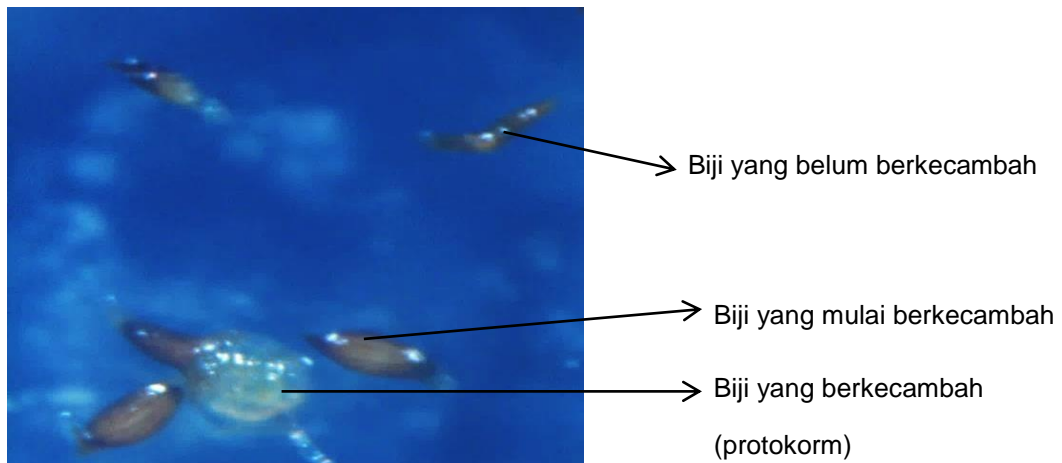
II. PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN BIJI ANGGREK *RHYNCHOSTYLIS*

A. Perkecambahan

Tahap pertama dalam pertumbuhan biji adalah perkecambahan. Bentuk perkecambahan biji anggrek dikenal dengan istilah protokorm. Biji yang berkecambah dapat disebut sebagai protokorm jika embrio mengalami perkembangan yang ditunjukkan oleh pembengkakan embrio secara perlahan hingga keluar dari testa. Tahap protokorm berakhir hingga biji yang tumbuh dapat dibedakan bagian akar, batang dan daunnya.

Perkecambahan pada biji anggrek meliputi beberapa tahapan, yaitu:

1. Imbibisi, yaitu masuknya air ke dalam biji melalui testa sehingga biji terlihat membengkak
2. Setelah pembelahan sel terjadi, kulit biji/testa akan pecah dan embrio keluar dari testa
3. Struktur protokorm terbentuk dari sel-sel embrio yang membelah.
4. Meristem tunas dapat dilihat pada protokorm
5. Pertumbuhan berlangsung dengan cepat dan terjadi diferensiasi jaringan, dimana terlihat titik tumbuh yaitu meristem tunas di satu sisi dan meristem akar/rizoid pada sisi yang lainnya
6. Di dalam kondisi terang protokorm menjadi hijau dan lebih banyak daun yang terbentuk. Zat hijau daun/klorofil juga semakin banyak terbentuk sehingga tanaman menjadi autotrof
7. Struktur protokorm menghilang digantikan oleh tumbuhnya daun. Akar sejati mulai terbentuk menggantikan fungsi rizoid.



Gambar 2.1 Biji Anggrek yang berkecambah

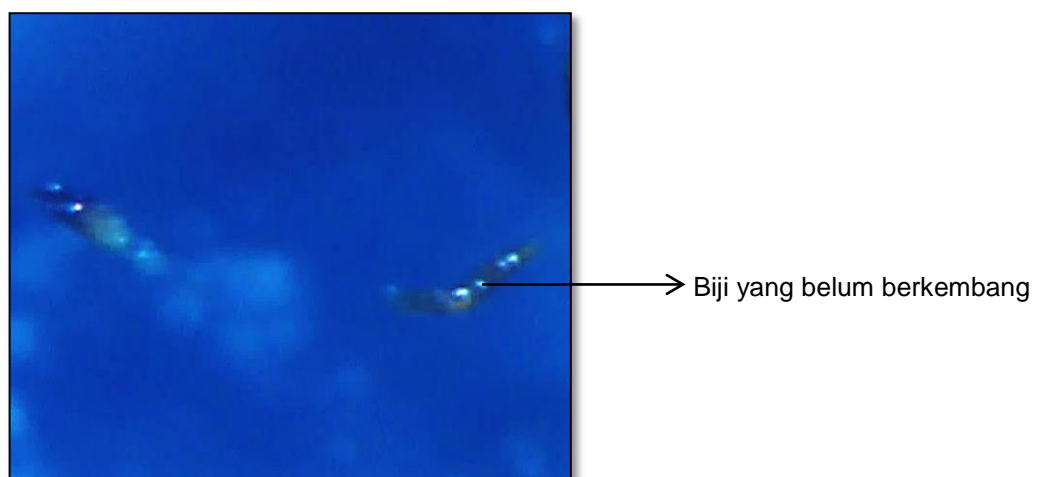
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2016

B. Tahap perkembangan Protokorm Anggrek *Rhynchostylis*

Bentuk protokorm berbeda-beda, tergantung pada jenis biji dan tingkat perkembangannya. Protokorm biasanya berwarna putih, kuning atau hijau. Protokorm berkembang dalam beberapa fase sebelum menjadi tanaman utuh. Perkembangan protokorm meliputi :

a. Fase 1

Pada fase ini embrio masih belum berkembang dan masih dibungkus rapat oleh testa.

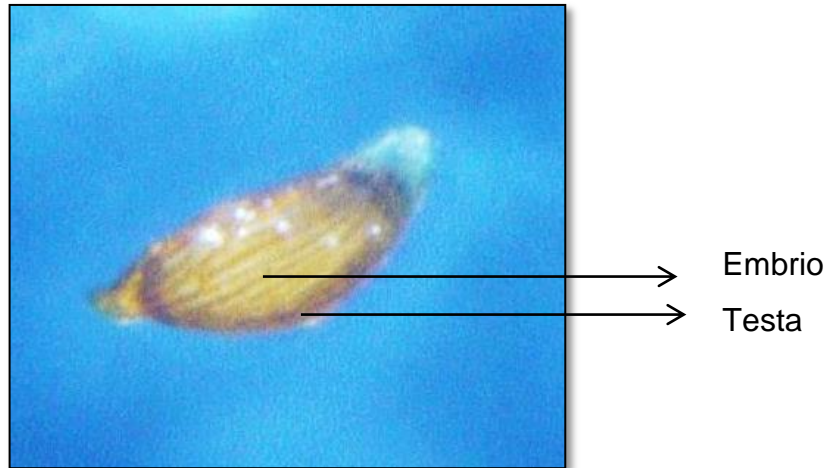


Gambar 2.2 Perkembangan Protokorm Fase 1

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

b. Fase 2

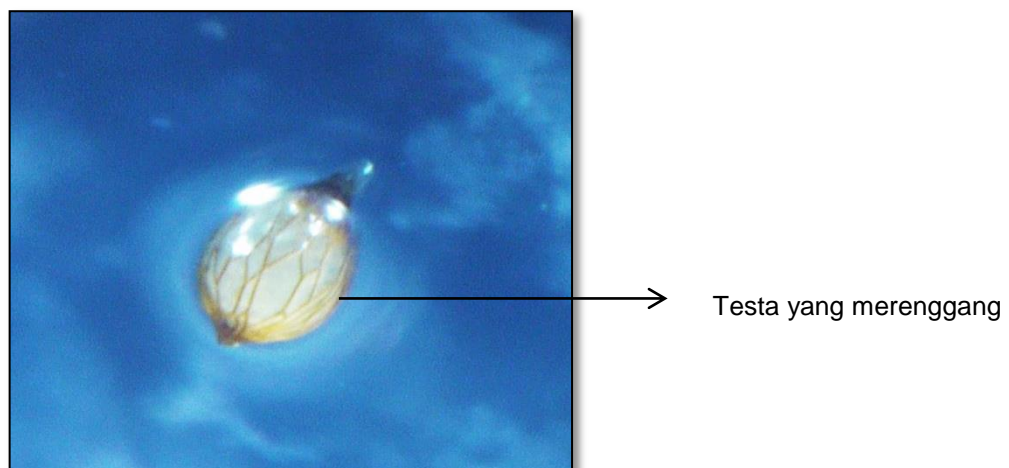
Pada fase ini embrio mulai berkembang namun masih terbungkus rapat oleh testa. Pada tahap ini terjadi proses imbibisi (masuknya air) ke dalam biji melalui testa, sehingga embrio terlihat membengkak.



Gambar 2.3 Perkembangan Protokorm Fase 2

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

Pada perkembangan selanjutnya, embrio akan terlihat semakin membesar menandakan terjadinya pembelahan sel embrio, sehingga testa menjadi lebih pendek dan terlihat seperti jaring-jaring yang semakin renggang.

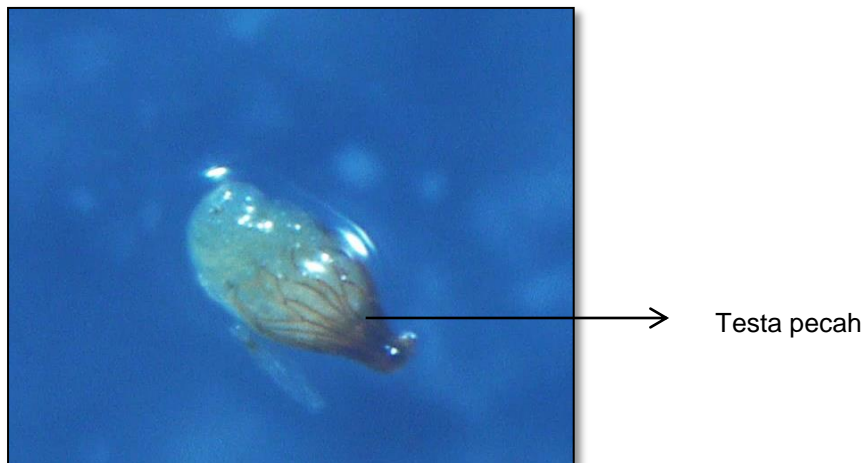


Gambar 2.4 Perkembangan Protokorm Fase 2 Tahap Lanjut

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

c. Fase 3

Pada fase ini terjadi perkembangan embrio yang cepat. Sel-sel embrio membelah dengan cepat dan testa yang menyelubungi embrio mulai pecah dan embrio keluar dari testa.

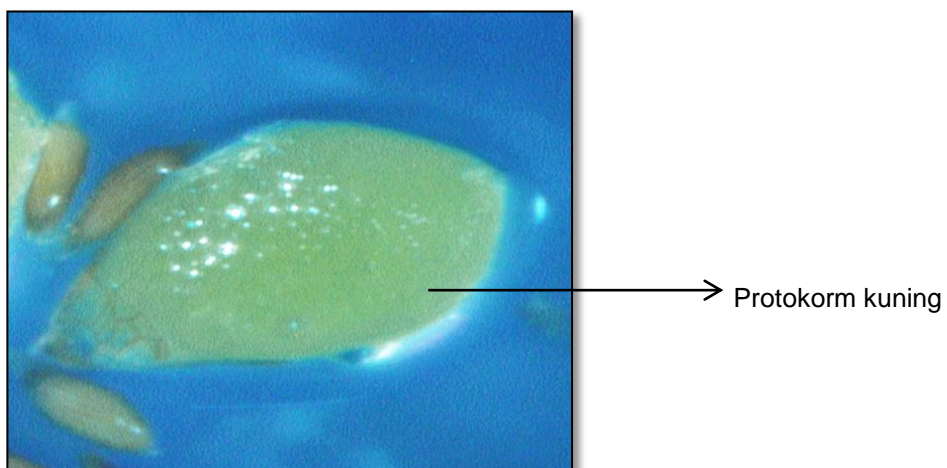


Gambar 2.5 Perkembangan Protokorm Fase 3

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

d. Fase 4

Pada fase ini testa sudah lepas, sel-sel embrio yang membelah sudah membentuk struktur protokorm yang berwarna kekuningan.

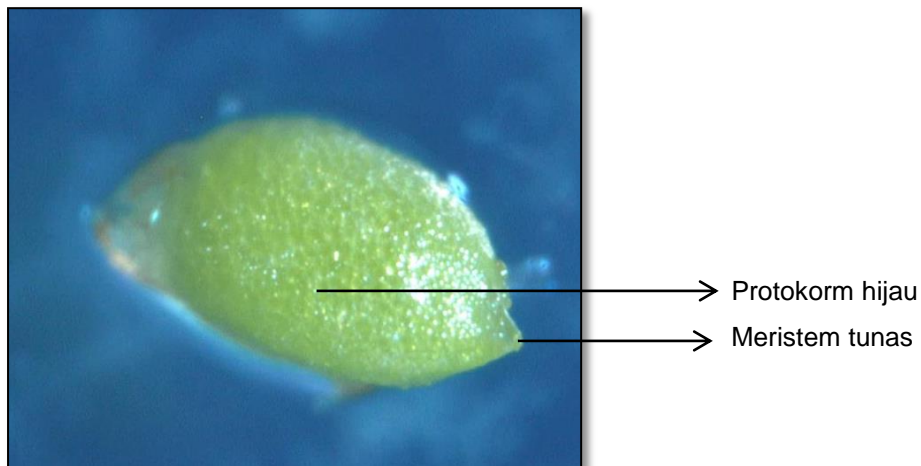


Gambar 2.6 Perkembangan Protokorm Fase 4

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

e. Fase 5

Pada fase ini protokorm kuning mulai berubah warna menjadi protokorm hijau. Pada fase ini mulai dapat diamati tumbuhnya meristem tunas.

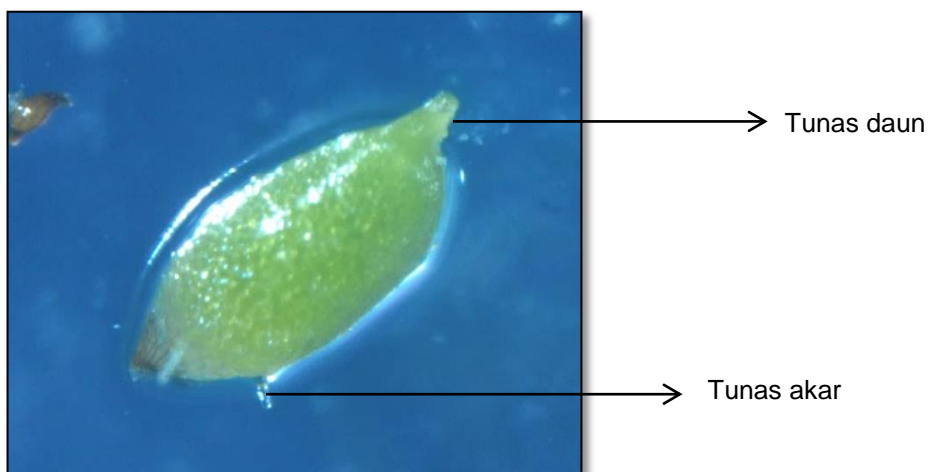


Gambar 2.7 Perkembangan Protokorm Fase 5

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

f. Fase 6

Pada fase ini meristem tunas sudah tumbuh semakin memanjang di satu sisi, sementara di sisi lainnya mulai terlihat munculnya meristem akar.

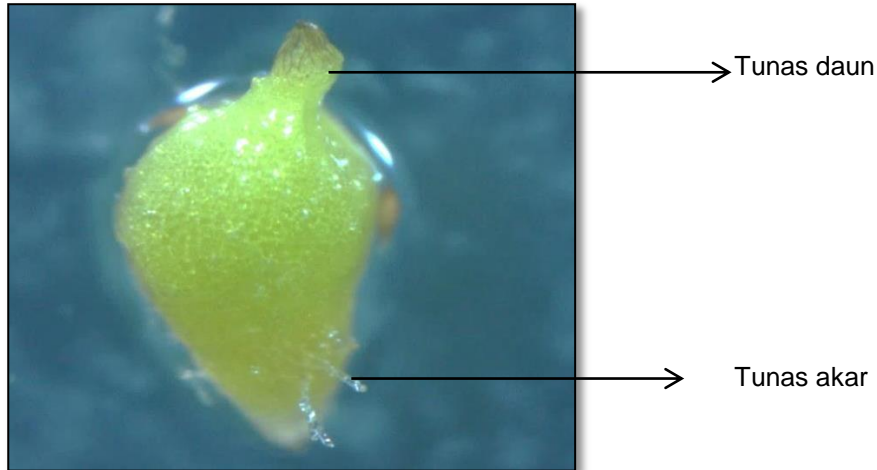


Gambar 2.8 Perkembangan Protokorm Fase 6

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

g. Fase 7

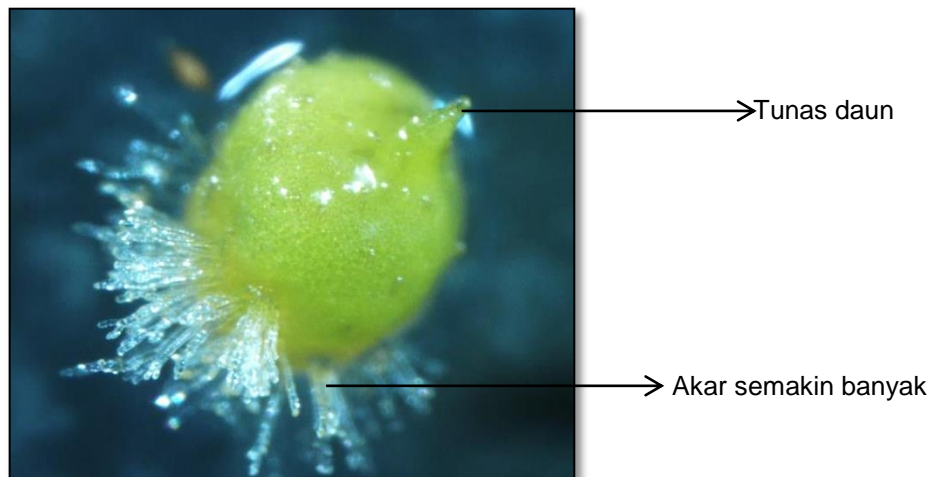
Pada fase ini protokorm mengalami pertumbuhan dengan cepat dan terjadi diferensiasi jaringan. Pada fase ini tunas daun dan tunas akar sudah semakin berkembang.



Gambar 2.9 Perkembangan Protokorm Fase 7

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

Pada tahap selanjutnya akar akan tumbuh semakin banyak dan memanjang untuk memaksimalkan penyerapan nutrisi.



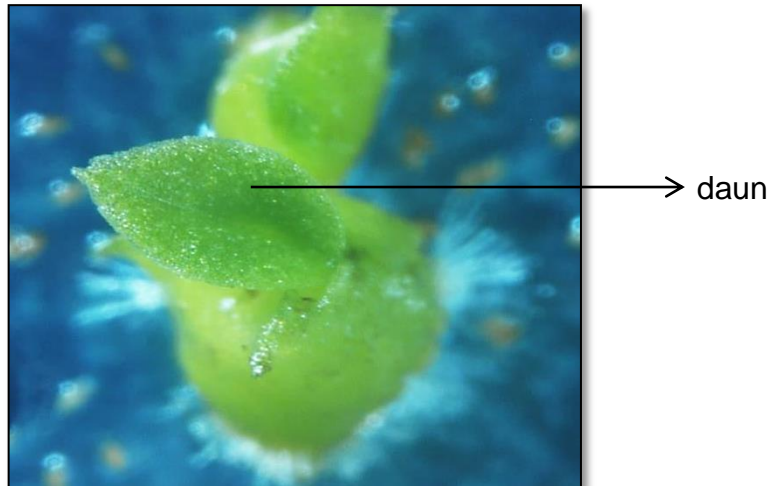
Gambar 2.10 Perkembangan Protokorm Fase 7 Tahap Lanjut

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

h. Fase 8

Protokorm sudah membentuk tanaman yang memiliki daun dan akar yang telah berkembang. Zat hijau daun/klorofil semakin banyak terbentuk, terlihat dari warna protokorm yang semakin hijau. Pembentukan zat hijau

daun yang semakin banyak menandakan bahwa protokorm siap menjadi tanaman autotrof. Pada tahap selanjutnya, struktur protokorm akan menghilang dan digantikan oleh tumbuhnya daun dan akar sejati.



Gambar 2.11 Perkembangan Protokorm Fase 8
 Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

C. Planlet

Tahap protokorm berakhir setelah tanaman memiliki daun, batang dan akar sejati. Tanaman hasil kultur *in vitro* yang telah dapat dibedakan antara daun batang dan akarnya disebut dengan planlet.



Gambar 2.12 Planlet

Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2016

III. FAKTOR PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN

Pertumbuhan dan perkembangan mikropropagasi angrek sangat ditentukan oleh faktor internal (dari dalam) dan faktor eksternal (dari luar).

1. Faktor Internal

Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang ditumbuhkan melalui kultur *in vitro* yaitu sifat genetik eksplan. Sifat genetik eksplan sangat menentukan hasil mikropropagasi yang akan diperoleh. Meskipun biji yang digunakan berasal dari buah yang sama, namun setiap biji mempunyai kemampuan tumbuh yang berbeda-beda. Faktor genetik ini tidak dapat dikendalikan oleh peneliti, namun tidak menutup kemungkinan adanya faktor lain (faktor eksternal) yang dapat menyebabkan sifat genetik terekspresikan.

2. Faktor Eksternal

Faktor eksternal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang ditumbuhkan melalui kultur *in vitro* meliputi :

a. Nutrisi

Nutrisi adalah faktor yang penting dalam melakukan mikropropagasi, sebab eksplan sangat membutuhkan bantuan nutrisi terutama ketika eksplan masih belum menjadi tanaman autotrof.

b. Suhu

Suhu harus diperhatikan agar pertumbuhan tanaman mikropropagasi dapat optimum. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan biasanya berkisar 20°C–30°C.

c. Intensitas Cahaya

Eksplan tidak boleh terkena sinar matahari langsung, sebab intensitas sinar matahari langsung yang sangat tinggi justru akan menghambat pertumbuhan. Intensitas cahaya yang rendah akan memacu proses embriogenesis dan organogenesis, terlebih pada tanaman mikropropagasi yang belum autotrof. Oleh sebab itu pada ruang pertumbuhan selalu dipasang lampu neon.

d. Tingkat keasaman (pH)

Tingkat keasaman (pH) juga perlu diperhatikan agar penyerapan nutrisi oleh tanaman dapat optimal. Tanaman dalam kultur *in vitro* akan tumbuh optimal pada pH berkisar antara 5.7 - 6.0.

e. Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Pemberian senyawa organik ZPT dalam melakukan mikropropagasi bertujuan untuk membantu pembelahan sel dan diferensiasi sel menjadi organ tertentu.

IV. SUBKULTUR

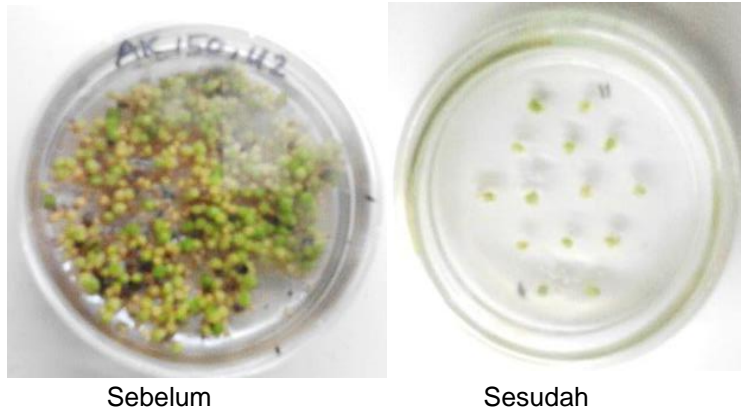
Setelah biji-biji anggrek tumbuh, biji harus segera dipindahkan ke botol kultur yang lain. Pemindahan eksplan ke dalam medium yang baru tersebut dikenal dengan istilah subkultur/*overplanting*. Tujuan subkultur adalah:

1. Menyediakan nutrisi yang cukup bagi biji untuk tumbuh agar tidak kekurangan hara
2. Bibit bisa seragam pertumbuhannya
3. Menyediakan ruang yang cukup agar bibit tidak berdesakan

Selain itu media baru dapat ditambahkan zat-zat sesuai dengan keinginan atau tujuan yang diinginkan, misalnya ditambahkan hormon tertentu untuk menginisiasi pembentukan organ. Subkultur harus dilakukan, khususnya sebelum nutrisi habis dan tanaman membutuhkan ruang yang lebih besar. Langkah untuk melakukan subkultur yaitu, :

- 1) Memilih hasil kultur yang baik sebelum dilakukan subkultur
- 2) Menyiapkan alat dan bahan yaitu botol kultur/*petridish* berisi tanaman yang akan dipindahkan, media baru, *dissecting kit*, lampu spiritus. Semua alat disemprot dengan alkohol dan dimasukkan ke dalam LAF.
- 3) Mengambil tanaman secara aseptik dengan menggunakan pinset dan diletakkan pada *petridish* steril
- 4) Membuka tutup *petridish* yang berisi medium baru, kemudian dengan menggunakan pinset tanaman langsung ditanam secara teratur dan rapi

- 5) Tutup kembali *petridish* dan rapatkan menggunakan plastik wrap. Setelah itu *petridish* diberi label yang berisi tanggal dilakukannya subkultur
- 6) Hasil subkultur diletakkan di ruang pertumbuhan pada suhu ruang.



Gambar 2.13 Subkultur

Sumber: Dokumentasi Pribadi

V. AKLIMATISASI

Setelah semua organ tanaman berkembang sempurna, berarti tanaman telah menjadi bibit yang siap untuk ditanam di lingkungan sesungguhnya. Namun, tanaman hasil kultur tidak bisa langsung ditanam di lingkungan luar, melainkan sebelumnya tanaman perlu di adaptasikan terlebih dahulu. Kegiatan penyesuaian tanaman kultur dengan lingkungan sesungguhnya disebut aklimatisasi. Lingkungan tumbuh sesungguhnya sangat berbeda dengan lingkungan pada saat kultur yang selalu dijaga sterilitasnya. Aklimatisasi diartikan sebagai proses adaptasi tanaman dari botol kultur *in vitro* ke lingkungan luar. Proses adaptasi tersebut merupakan perubahan dari kondisi yang semula heterotrof menjadi autotrof, dari lingkungan fisik (temperatur, kelembapan, intensitas cahaya matahari) yang terkendali ke lingkungan yang dinamis, dan perubahan dari kondisi steril/aseptik ke kondisi non aseptik.

Aklimatisasi untuk bibit tanaman yang masih berukuran kecil, biasanya ditanam bersama dalam suatu pot besar (*community pot*) sedangkan tanaman yang sudah dewasa dipindahkan dalam satu pot berisi satu tanaman (*single pot*). Langkah dalam melakukan aklimatisasi yaitu:

- 1) Menyiapkan bibit yang akan di aklimatisasi, dan peralatan seperti pinset, ember berisi air dan pot baru berisi media tanam. Media tanam yang dipilih dapat berupa akar pakis, lumut (*moss chile*), sabut kelapa, sekam, arang dll, yang sudah disterilkan.
- 2) Mengeluarkan bibit anggrek dari botol kultur dengan menggunakan pinset dan dimasukkan dalam ember berisi air



Gambar 2. 14 Pengeluaran bibit anggrek

Sumber: tissuecultureandorchidology.blogspot.com

- 3) Bibit kemudian dicuci dan dibersihkan dari medium yang masih menempel kemudian direndam dalam larutan anti jamur (fungisida) selama 10 menit. Atau dapat juga digunakan larutan baycline 0,01% selama 15 menit.
- 4) Bibit kemudian dikumpulkan diatas kertas koran dan disortir berdasarkan besar kecilnya bibit. Bibit dikeringanginkan selama 1 hari dan tidak boleh terkena sinar matahari langsung.
- 5) Bibit kemudian ditanam dalam *community pot* baru setelah beberapa bulan dapat dipindahkan dalam *single pot*



Gambar 2.15 Aklimatisasi anggrek a) *community pot* b) *single pot*
 Sumber: Mercuriani, 2016 (Komunikasi Pribadi)

Tanaman hasil aklimatisasi diletakkan dengan rapi di tempat aklimatisasi. Ruang untuk aklimatisasi ini tidak mutlak steril. Biasanya tempat ini berada di luar ruangan dan terpisah dengan laboratorium. Tempat aklimatisasi dibuat terbuka namun masih dinaungi oleh atap untuk menghindarkan dari sinar matahari langsung. Tanaman hasil aklimatisasi perlu untuk dikabuti pada saat cuaca terik, suhu relatif panas atau kelembaban yang cukup rendah.



Gambar 2.16 Ruang aklimatisasi
 Sumber: tissuecultureandorchidology.blogspot.com

LATIHAN 2
PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ORGANIK
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PROTOKORM



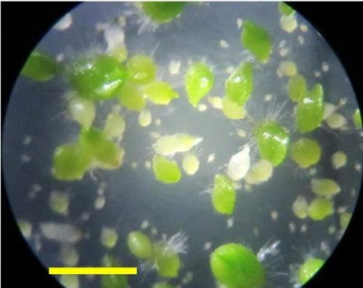
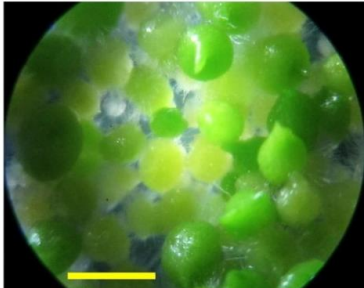
A. Tujuan

1. Mengidentifikasi pengaruh penambahan zat organik terhadap pertumbuhan dan perkembangan protokorm
2. Mengetahui perbedaan pertumbuhan dan perkembangan protokorm akibat penambahan zat organik

B. Hasil Pengamatan

Perhatikanlah tabel di bawah ini !

Berikut merupakan tabel hasil pengamatan pertumbuhan dan perkembangan protokorm yang ditumbuhkan pada medium New Phalaenopsis (NP) dan Medium NP yang dikombinasikan dengan penambahan zat organik air kelapa (AK). Mari kita lihat dan amati bagaimana perbedaannya.

Perkemb. minggu ke-	Pertumbuhan dan Perkembangan Protokorm	
	Medium NP	Medium NP + AK
1		
2		

Sumber: Mercuriani, 2016 (Komunikasi Pribadi)

C. Pertanyaan

1. Kamu telah mengamati perbandingan pertumbuhan dan perkembangan protokorm yang ditumbuhkan dalam medium yang dikombinasikan dengan air kelapa dan yang tidak. Bagaimanakah perbedaan pertumbuhannya? Untuk membantu memudahkan, coba isikan perbedaan yang kamu amati dalam tabel di bawah ini!

No	Perbedaan yang diamati	tanpa AK	ditambahkan AK
1	Persentase atau jumlah protokorm yang tumbuh		
2	Ukuran protokorm		
3	Warna protokorm		

Deskripsikan secara singkat perbedaan pertumbuhan dan perkembangan protokorm dalam media tumbuh yang berbeda!

2. Berdasarkan tabel pengamatan, bagaimanakah penambahan zat organik berupa air kelapa, apakah memberikan dampak yang positif atau negatif bagi pertumbuhan protokorm? Mengapa?
3. Menurutmu bagaimanakah efektivitas pertumbuhan dan perkembangan biji menjadi protokorm pada medium yang dikombinasikan dengan air kelapa? Mengapa demikian?

UJI KEMAMPUAN



Untuk mengasah kemampuanmu, coba kerjakan soal di bawah ini dengan cara menghubungkan pernyataan dengan jawaban yang benar !

Pernyataan:

1. Tanaman hasil dari mikropropagasi yang dapat dibedakan akar, batang dan daunnya
2. Hasil dari perkecambahan embrio yang belum dapat dibedakan calon akar, batang dan daunnya
3. Proses pertama dalam perkecambahan biji
4. Salah satu hasil dari diferensiasi jaringan pada perkembangan protokorm
5. Faktor luar (eksternal) pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman mikropropagasi
6. Faktor dalam (internal) pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman mikropropagasi
7. Pindahkan tanaman hasil kultur pada medium baru
8. Proses adaptasi/penyesuaian tanaman hasil mikropropagasi dengan lingkungan luar
9. Teknik aklimatisasi dengan menanam bibit secara bersama-sama dalam satu pot besar
10. Bahan untuk mencegah tumbuhnya jamur pada bibit yang diaklimatisasi

Jawaban:

- a. Subkultur
- b. Imbibisi
- c. Fungisida
- d. Genetis
- e. Planlet
- f. Protokorm
- g. Nutrisi
- h. Rizoid
- i. Aklimatisasi
- j. *Community pot*

RANGKUMAN

Biji yang berkecambah dapat disebut sebagai protokorm jika embrio mengalami pembengkakan dan secara perlahan keluar dari testa. Tahap perkecambahan pada biji anggrek meliputi:

1. Imbibisi
2. Pembelahan sel
3. Pembentukan struktur protokorm
4. Pembentukan meristem tunas
5. Diferensiasi jaringan
6. Pembentukan zat hijau daun
7. Pertumbuhan daun dan akar sejati

Perkembangan protokorm anggrek mencakup 8 fase perkembangan. Setiap fase menunjukkan karakteristik protokorm tertentu. Tahap protokorm berakhir hingga tanaman dapat dibedakan menjadi akar, batang dan daun yang disebut planlet. Pertumbuhan dan perkembangan biji anggrek sangat ditentukan oleh empat faktor utama, yaitu sifat genetis eksplan yang ditanam, nutrisi, faktor-faktor fisik dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT).

Tanaman kultur dipelihara hingga tanaman dapat tumbuh dengan baik di lingkungan luar. Pemeliharaan mikropropagasi mencakup dua proses yaitu subkultur/*overplanting* dan aklimatisasi. Subkultur atau *overplanting* merupakan pemindahan eksplan ke dalam medium yang baru Sedangkan aklimatisasi merupakan kegiatan penyesuaian tanaman kultur dengan lingkungan sesungguhnya yang non aseptik.

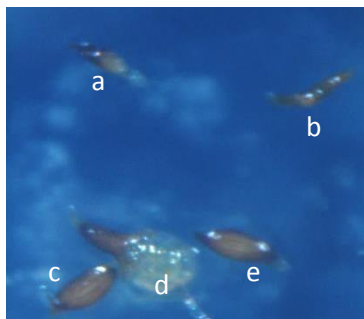
TES FORMATIF 2



Petunjuk Pengisian:

1. Kerjakan soal-soal tes formatif di bawah ini secara jujur dan mandiri.
2. Tulis satu jawaban yang benar pada lembar jawaban yang tersedia
3. Setelah selesai mengerjakan soal, cocokkan jawaban dengan kunci jawaban dan hitung nilai yang kamu peroleh dengan membaca petunjuk penilaian pada umpan balik dan tindak lanjut

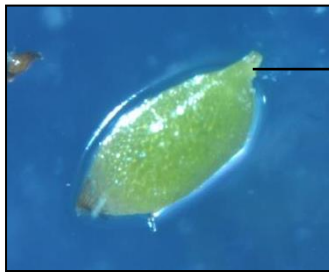
1. Perkecambahan pada biji angrek diawali dengan tahap....
 - A. imbibisi
 - B. pembelahan sel
 - C. diferensiasi jaringan
 - D. pembentukan protokorm
 - E. keluarnya embrio dari testa
2. Perkembangan embrio biji angrek yang merupakan kumpulan sel yang membelah dan belum dapat dibedakan antara akar, batang dan daun disebut....
 - A. eksplan
 - B. planlet
 - C. protokorm
 - D. kormus
 - E. talus
3. Biji yang berkecambah (protokorm) ditunjukkan oleh huruf....



- A. c
- B. d
- C. a
- D. b
- E. e

4. Tahap perkembangan embrio dimana embrio telah berkembang namun masih terbungkus rapat oleh testa adalah....
 - A. fase 1
 - B. fase 2

- C. fase 3
 - D. fase 4
 - E. fase 5
5. Protokorm kuning terbentuk pada....
- A. fase 1
 - B. fase 2
 - C. fase 3
 - D. fase 4
 - E. fase 5
6. Gambar yang ditunjuk oleh anak panah x adalah....



- A. testa
 - B. tunas
 - C. embrio
 - D. daun
 - E. akar
7. Deskripsi yang tepat untuk perkembangan protokorm pada fase ke delapan yaitu....
- A. testa yang menyelubungi embrio pecah
 - B. protokorm mulai membentuk tunas-tunas akar
 - C. embrio belum berkembang dan masih terbungkus rapat oleh testa
 - D. protokorm sudah membentuk tanaman yang memiliki daun dan akar yang berkembang
 - E. embrio terlihat semakin membengkak dan testa yang menyelubungi terlihat merenggang
8. Hasil mikropropagasi yang sudah membentuk tanaman utuh yang dapat dibedakan akar, batang dan daunnya disebut....
- A. eksplan
 - B. planlet
 - C. protokorm
 - D. kormus
 - E. talus
9. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikropropagasi biji anggrek yang tidak dapat dikendalikan oleh peneliti adalah....

- A. pH
 - B. nutrisi
 - C. suhu
 - D. genetis eksplan
 - E. hormon pertumbuhan
10. Alasan pemberian lampu neon dalam ruang pertumbuhan adalah karena lampu neon memiliki intensitas cahaya yang rendah. Intensitas cahaya yang rendah akan memberikan pengaruh yaitu....
- A. tidak tumbuhnya eksplan
 - B. terganggunya pertumbuhan eksplan
 - C. memacu embriogenesis dan organogenesis eksplan
 - D. menghambat embriogenesis dan organogenesis eksplan
 - E. terganggunya pertumbuhan eksplan yang mengakibatkan kematian eksplan
11. Agar tanaman mikropropagasi tidak mengalami kekurangan nutrisi serta tanaman dapat tumbuh dengan baik di dalam ruang yang cukup dan tidak berdesakan maka tanaman mikropropagasi harus dilakukan....
- A. aklimatisasi
 - B. *overplanting*
 - C. *repotting*
 - D. penanaman *single pot*
 - E. penanaman *community pot*
12. Proses mengadaptasikan tanaman dari botol kultur *in vitro* yang semula heterotrof menjadi autotrof, dari lingkungan fisik yang terkendali ke lingkungan yang dinamis, dan perubahan dari kondisi steril/aseptik ke kondisi non aseptik disebut dengan proses....
- A. subkultur
 - B. *overplanting*
 - C. *repotting*
 - D. aklimatisasi
 - E. kultur *in vitro*
13. Media tanam yang dapat digunakan untuk aklimatisasi adalah....
- A. akar pakis dan lumut

- B. pasir dan arang
 - C. pasir dan akar pakis
 - D. tanah liat dan lumut
 - E. sabut kelapa dan tanah liat
14. Berikut ini yang tidak dilakukan saat melakukan aklimatisasi tanaman hasil mikropropagasi dari dalam botol untuk ditanam dalam media adalah....
- A. bibit dicuci dengan menggunakan air bersih
 - B. bibit disortir berdasarkan besar kecilnya
 - C. bibit dikering anginkan di atas koran selama 1 hari
 - D. bibit direndam dalam larutan fungisida atau *baycline*
 - E. bibit dipindahkan ke media aklimatisasi bersama dengan media yang digunakan mikropropagasi
15. Fungsi perendaman *baycline* pada bibit yang baru dikeluarkan untuk aklimatisasi yang paling tepat yaitu....
- A. tidak ada fungsi
 - B. agar bibit tidak cepat layu dan membusuk
 - C. untuk membersihkan bibit dari media kultur
 - D. untuk membersihkan bibit dari jamur dan bakteri
 - E. untuk mengadaptasikan bibit dengan lingkungan luar



UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan jawaban Tes Formatif 2 yang telah kamu kerjakan dengan kunci jawaban yang tersedia pada halaman akhir modul ini. Setelah itu kamu dapat mengetahui tingkat pemahaman yang kamu peroleh setelah mempelajari materi Kegiatan Belajar 2 dengan melihat tabel di bawah ini !

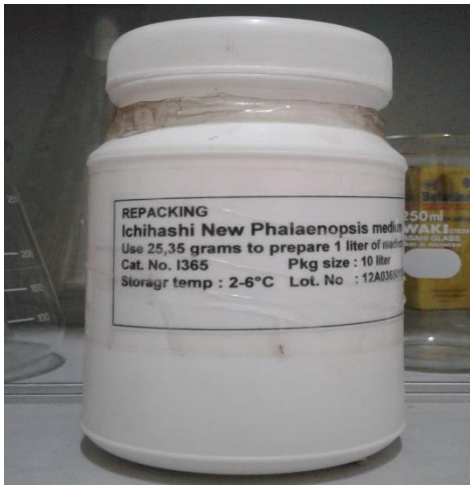
Tabel Penguasaan Materi:

Jumlah Soal Benar	Tingkat Pemahaman	Kategori Keberhasilan Penguasaan Materi
14 – 15	90% - 100%	Baik Sekali
12 – 13	75% - 89%	Baik
10 - 11	60% - 74%	Cukup
< 9	<60%	Kurang

Apabila tingkat pemahamanmu mencapai 75% ke atas atau minimal soal yang benar 12, maka kamu telah berhasil menguasai materi Kegiatan Belajar 2 dan siap melanjutkan ke kegiatan selanjutnya. Namun apabila tingkat pemahaman kurang dari 75%, kamu harus mengulang pemahamanmu terhadap materi yang ada pada Kegiatan Belajar 2, terutama pada bagian yang belum kamu kuasai.

KEGIATAN 3

UNSUR – UNSUR MEDIA MIKROPROPAGASI BIJI ANGGREK *RHYNCHOSTYLIS*



Pada kegiatan sebelumnya kamu telah mempelajari pertumbuhan dan perkembangan biji anggrek. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan mikropropagasi anggrek adalah kebutuhan akan nutrisi atau zat hara. Nutrisi diperoleh dari media yang merupakan komponen terpenting yang menentukan keberhasilan

mikropropagasi. Pengetahuan mengenai unsur-unsur media sangat penting untuk diketahui, sebab media harus mengandung komposisi nutrisi yang lengkap. Khususnya pada mikropropagasi biji anggrek yang tidak mempunyai cadangan makanan (endosperm) sebagai sumber nutrisi, seluruh unsur nutrisi didapatkan melalui media kultur pada tahap pertumbuhan protokorm awal sebelum biji tumbuh menjadi tanaman autotrof.

Kebutuhan nutrisi pada mikropropagasi biji Anggrek *Rhynchostylis* dapat kamu pelajari dalam kegiatan ini.

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, siswa diharapkan dapat:

1. Menyebutkan unsur-unsur media mikropropagasi
2. Menjelaskan kebutuhan zat anorganik dan organik dalam melakukan mikropropagasi
3. Menjelaskan peran zat anorganik dan organik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang ditanaman melalui mikropropagasi

I. PENDAHULUAN

Media merupakan tempat eksplan untuk tumbuh. Selain itu media berperan sebagai penyedia nutrisi bagi eksplan terutama pada tahap pertumbuhan awal sebelum biji tumbuh menjadi tanaman autotrof. Media untuk kultur *in vitro* dapat diracik sendiri, yaitu dengan menentukan sendiri komposisi unsur-unsur yang dibutuhkan atau dengan menggunakan media racikan instan yang dapat dibeli. Namun, untuk meracik media sendiri ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu perbandingan komposisi unsur nutrisi yang digunakan. Nutrisi harus diberikan dalam jumlah dan perbandingan yang tepat, sebab jumlah dan perbandingan zat yang diberikan sangat menentukan keberhasilan tumbuh atau tidaknya eksplan.

Susunan zat-zat yang ada di dalam media bervariasi tergantung dari tujuan penggunaan media dalam melakukan mikropropagasi. Sebagai contoh, pada penelitian mikropropagasi biji anggrek *Rhynchostylis* media yang digunakan yaitu media racikan *Ichihashi New Phalaenopsis* (NP) yang dikombinasikan dengan zat organik tambahan air kelapa dan ekstrak tomat. Penelitian dengan menggunakan eksplan yang berbeda tentunya membutuhkan komposisi unsur-unsur yang berbeda pula.

II. UNSUR – UNSUR DALAM MEDIA

Komponen dasar media untuk mikropropagasi bermacam-macam, namun secara umum media mengandung unsur-unsur sebagai berikut:

a. Unsur garam anorganik

Unsur garam anorganik tersusun atas makronutrien dan mikronutrien

1. Makronutrien

Makronutrien adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam kadar yang cukup banyak.

Unsur-unsur makronutrien meliputi C, N, H, O, S, P, K, Ca dan Mg.

2. Mikronutrien

Mikronutrien adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam kadar yang sedikit. Unsur-unsur mikronutrien meliputi Cl, Mn, B, Zn, Cu, Fe, Co dan Mo.

b. Zat-zat Organik

Zat organik tambahan meliputi gula, myo-inositol, vitamin, asam amino dan zat pengatur tumbuh / hormon

c. Bahan Pekat

Bahan pekat berupa agar-agar, *gelrite*, *phytagel*, *gellant gum*, *agarose* dll

d. Substansi organik kompleks

Substansi organik kompleks dapat diperoleh dari air kelapa, ekstrak buah-buahan, ekstrak yeast dll

e. Bahan Tambahan

Bahan tambahan merupakan bahan yang ditambahkan apabila diperlukan saja, misalnya pengatur pH, apabila media terlalu asam maka ditambahkan basa KOH atau NaOH dan sebaliknya apabila terlalu basa maka ditambahkan HCl. Bahan tambahan lain yang biasa digunakan adalah arang aktif (*charcoal*) untuk mengikat / menyerap sisa metabolit yang dihasilkan eksplan pada proses kultur dan untuk mengurangi foto-oksidasi.

III. KEBUTUHAN UNSUR – UNSUR DALAM MEDIA

A. Kebutuhan Air

Air (H_2O) merupakan komponen utama yang dibutuhkan tumbuhan, oleh sebab itu air menjadi komponen terbesar di dalam media. Air yang digunakan pada medium merupakan air murni yang melewati proses destilasi.

B. Kebutuhan garam anorganik**➤ Unsur makronutrien**

Kebutuhan makronutrien berupa garam mineral diperoleh dari persenyawaan unsur makronutrien. Unsur-unsur yang dibutuhkan antara lain:

1. Nitrogen (N)

Nitrogen diperoleh dari senyawa seperti KNO_3 , NH_4NO_3 , $Ca(NO_3).4H_2O$, $NaNO_3$, $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2SO_4$, dan NH_4Cl . Nitrogen yang dapat dimanfaatkan tanaman dalam bentuk ion ammonium $(NH_4)^+$ dan nitrat $(NO_3)^-$.

Nitrogen berfungsi untuk menyusun asam nukleat, protein, koenzim dan persenyawaan yang lain yang mengandung unsur N seperti klorofil, alkaloid, derivat purin dan pirimidin dan hormon endogen.

2. Fosfor (P)

Fosfor diperoleh dari senyawa KH_2PO_4 atau K_2HPO_4 , $\text{N}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ dan NaH_2PO_4 . Unsur P berfungsi sebagai aktivator enzim untuk memacu pertumbuhan pada jaringan meristematik.

3. Kalium (K)

Kalium diperoleh dari senyawa KNO_3 , KH_2PO_4 atau K_2HPO_4 , KCl , dan K_2SO_4 . Kalium yang dimanfaatkan tanaman adalah dalam bentuk ion K^+ . Kalium berfungsi untuk memacu pembelahan sel, sintesis karbohidrat dan protein, pembuatan klorofil dan mereduksi nitrat.

4. Sulfur (S)

Sulfur diperoleh dari senyawa $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Sulfur berfungsi untuk memacu perkembangan akar.

5. Kalsium (Ca)

Kalsium diperoleh dari senyawa $\text{Ca}(\text{NO}_3) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Kalsium berfungsi untuk kofaktor enzim, pembentukan dinding sel, dan membantu penyerapan nutrisi.

6. Magnesium (Mg)

Magnesium diperoleh dari senyawa $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Magnesium berfungsi dalam pembentukan klorofil dan aktivator enzim.

➤ **Unsur Mikronutrien**

Unsur hara mikro adalah unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit, kekurangan unsur hara mikro dapat menyebabkan kelainan pada pertumbuhan.

1. Besi (Fe)

Besi yang biasa diberikan pada media adalah dalam bentuk $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Fe III citrate, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaFeEDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$ dan Fe III tartrate. Besi berperan dalam sintesis klorofil.

2. Boron (B)

Boron yang digunakan pada media adalah asam borak (H_3BO_3).

Boron berperan dalam translokasi karbohidrat dan penyerapan ion dalam sel serta sebagai aktivator atau inaktivator zat pengatur tumbuh.

3. Molybdenum (Mo)

Molibdenum diberikan dalam bentuk sodium molybdat ($Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$). Molybdenum berperan dalam konversi nitrogen menjadi ammonia, fiksasi nitrogen, metabolisme protein, dan kofaktor enzim.

4. Mangan (Mn)

Mangan diperoleh dari $MnSO_4$. Berperan sebagai aktivator enzim, pembentuk klorofil dan metabolisme protein.

5. Cobalt (Co)

Cobalt diberikan dalam bentuk senyawa *cobalt chloride* ($CoCl_2$). Berfungsi dalam fiksasi nitrogen.

6. Zinc (Zn)

Zinc diberikan dalam bentuk $ZnSO_4$. Berperan sebagai aktivator enzim dan penyusun klorofil.

7. Cuprum (Cu)

Cuprum yang diberikan dalam bentuk *cupric sulfat* ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$). Cuprum berperan dalam reduksi nitrit dan proses fotosintesis.

8. Klorin (Cl)

Klorin diberikan dalam bentuk kalsium klorida ($CaCl_2$). Klorin berfungsi dalam aktivitas enzim dan memacu proses fotosintesis.

C. Kebutuhan zat-zat organik

Zat organik yang ditambahkan berupa gula, vitamin, asam amino dan zat pengatur tumbuh. Pemberian zat organik ini disebabkan karena eksplan belum mampu mensintesis zat-zat organik tersebut, sehingga zat organik pada medium sangat berperan penting terhadap kecukupan nutrisi untuk mendukung pertumbuhan eksplan.

1. Gula

Gula merupakan sumber karbon (C) bagi tanaman yang ditanam melalui kultur *in vitro*. Gula yang biasanya diberikan pada media berupa sukrosa, glukosa dan fruktosa. Konsentrasi gula pada medium kultur berkisar antara 2-4 % untuk sukrosa.

Pada mikropropagasi biji anggrek secara *in vitro* pemberian gula sangat penting sebab biji memerlukan sumber energi untuk tumbuh. Peran gula pada mikropropagasi adalah untuk mencukupi kebutuhan karbon (menggantikan fungsi CO₂) bagi tanaman yang belum sempurna dalam melakukan asimilasi fotoautotrof.

2. Vitamin

Vitamin digolongkan ke dalam vitamin yang larut dalam air dan lemak. Vitamin yang larut dalam air yaitu, :

- Vitamin C (asam askorbat)
- Vitamin B1 (*thiamine*)
- Vitamin B2 (*riboflavin*)
- Vitamin B6 (*pyridoxin*)
- Folat
- *Nicotinamide*
- Asam pantotenat
- Kobalamin
- Biotin

Sedangkan vitamin yang larut dalam lemak yaitu, :

- Vitamin A (*carotene*)
- Vitamin E
- Vitamin K
- *Ubiquinone*

Vitamin berperan sebagai kofaktor dalam reaksi enzimatik, vitamin juga berfungsi protektif (antioksidan), dan mempercepat pertumbuhan dimana vitamin dapat menstimulasi/menginisiasi pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Vitamin yang ditambahkan pada media biasanya dalam bentuk *Thiamin-HCl*, *Nicotinic acid*, *Pyridoxin-HCl*, *Folic acid*, *Choline Chloride*, *Riboflavin* dll.

3. Asam Amino

Asam amino menjadi sumber N organik yang berfungsi sebagai penyusun protein dan asam nukleat. Asam amino yang biasanya digunakan adalah Glutamine, Glycine, L-Cysteine, L-Arginine, L-Aspartic acid dan L-Methionine. Myo-inositol merupakan golongan asam amino yang ditambahkan berperan dalam diferensiasi dan pertumbuhan jaringan, berperan dalam reaksi metabolik yang berhubungan dengan pembelahan sel, perantara perubahan glukosa menjadi asam galakturonat dan penyusun dinding sel.

4. Zat Organik Komplek

Zat organik kompleks terdiri dari berbagai macam komponen zat organik seperti vitamin, ZPT dan gula. Zat organik kompleks biasanya diperoleh dari bahan alami seperti air kelapa muda, ekstrak kecambah, yeast, ekstrak kentang, dan buah-buahan yang diekstrak seperti ekstrak tomat, pisang, jeruk, alpukat dll. Penambahan zat organik dalam media dimaksudkan karena bahan tersebut mengandung zat kimia yang bermanfaat sebagai suplemen alami seperti vitamin, ZPT dan gula yang dapat memacu pertumbuhan tanaman.

IV. ZAT PENGATUR TUMBUH (ZPT)

Zat pengatur tumbuh (ZPT) diperlukan sebagai komponen pendukung pertumbuhan, perkembangan dan diferensiasi eksplan. Pada tanaman konvensional, ZPT diproduksi di dalam tubuh tanaman itu sendiri (bersifat endogen). Namun, untuk keperluan kultur *in vitro* biasanya ditambahkan ZPT pada medium (ZPT eksogen), sebab tanpa zat tersebut pertumbuhan eksplan akan terhambat. Ahli-ahli fisiologi tumbuhan juga terkadang memakai istilah fitohormon untuk menyebut hormon pada tanaman. Namun, istilah fitohormon ini biasanya digunakan untuk menyebut ZPT yang dihasilkan oleh tanaman itu sendiri (bersifat endogen) sedangkan yang bersifat eksogen/sintetik dikenal dengan ZPT sintetik.

Zat pengatur tumbuh dikenal sebagai zat-zat penggerak atau pemacu terdiri dari senyawa organik seperti auksin, sitokinin, giberelin, etilen dan asam absisik. Zat pengatur tumbuh berperan mengawali reaksi-reaksi biokimia dan mengubah

komposisi kimia di dalam tanaman. Akibat dari perubahan komposisi kimia terjadilah pembentukan organ-organ tanaman seperti akar, tunas, daun, bunga, dan lain-lain. Zat pengatur tumbuh bukanlah nutrisi, melainkan senyawa organik yang akan aktif dalam konsentrasi rendah.

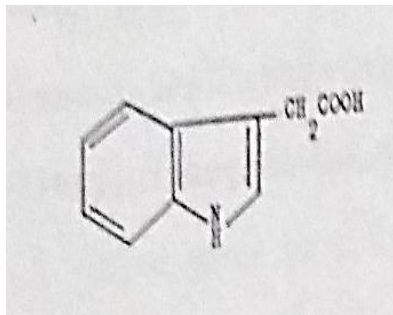
Zat pengatur tumbuh tidak bekerja sendiri di dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tetapi berinteraksi dengan faktor lingkungan seperti suhu dan cahaya.

a. Auksin

Hormon golongan auksin yang biasa ditambahkan dalam medium yaitu:

- IAA (*Indole-3-acetic acid*)
- 2,4-D (*2,4-dichlorophenoxyacetic acid*)
- NAA (*1-naphthaleneacetic acid*)
- IBA (*indole-3-butyric acid*).

Struktur auksin terdiri dari cincin karbon yang mengandung gugus C, N dan H.



Gambar 3.1 Struktur kimia Asam Indol Asetat (IAA)

Sumber : Wattimena, 1988

Pengaruh fisiologis hormon auksin dalam pertumbuhan yaitu, :

- Pembesaran sel
- Pertumbuhan akar

Dalam kultur *in vitro* tumbuhan pada mulanya memerlukan auksin eksogen untuk pertumbuhannya, namun secara gradual atau bahkan secara tiba-tiba dapat hilang dan tidak memerlukan auksin lagi, sebab tanaman sudah dapat mensintesis auksin endogen. Hal yang demikian disebut sebagai habituasi terhadap auksin.

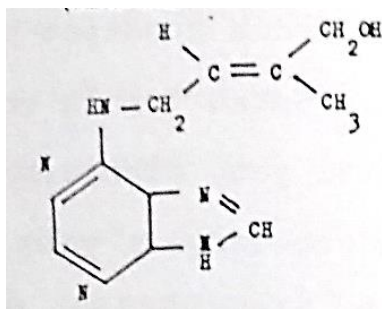
b. Sitokinin

Pengaruh sitokinin dalam medium kultur *in vitro* pertama kali diteliti oleh Skoog dan Miller yang meneliti senyawa sitokinin pada media kultur jaringan yang dapat memacu pertumbuhan kalus dari empulur tembakau.

Sitokinin alami yang umum digunakan pada media kultur antara lain :

- Kinetin (*6-furfurylaminopurin*)
- BAP (*N6-benzylaminopurine*)
- BA (*N6-benzyladenine*), dan
- zeatin.

Struktur sitokinin terdiri dari cincin karbon yang mengandung gugus C, N dan H.



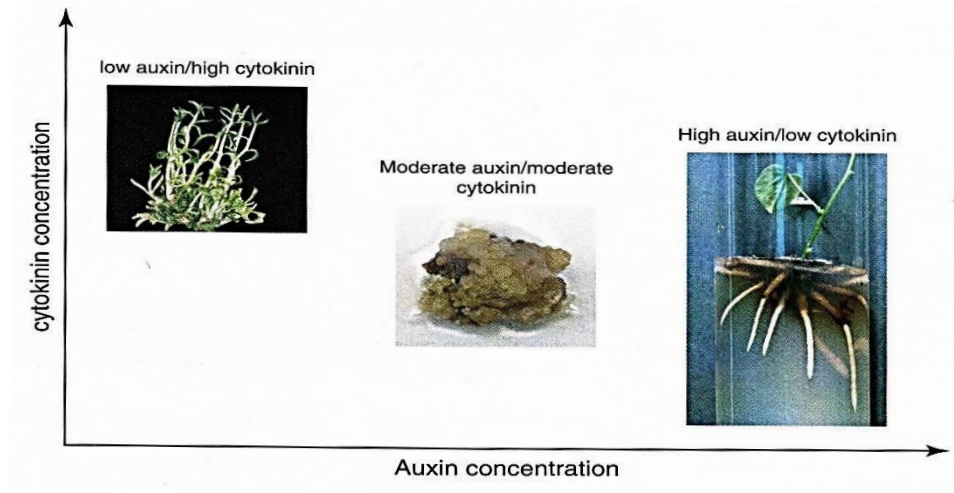
Gambar 3.2 Struktur kimia zeatin

Sumber: Wattimena, 1988

Pengaruh fisiologis hormon sitokinin dalam pertumbuhan yaitu, :

- memacu pembelahan sel dan morfogenesis
- mempengaruhi perkembangan embrio
- mempengaruhi perkembangan kloroplas.

Pemberian sitokinin dapat menghambat dan mendorong proses pembelahan sel tergantung dari fitohormon lainnya terutama auksin, sebab sitokinin hanya aktif jika ada auksin. Namun tidak diketahui secara pasti bagaimana perbandingan sitokinin dan auksin yang dapat merangsang atau menghambat pertumbuhan.



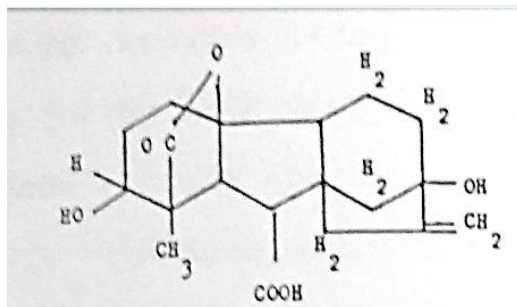
Gambar 3.3 Efek Kombinasi Auksin-Sitokinin

Sumber: Victoria Henuhili, 2014

Berdasarkan gambar 3.3 di atas, dapat dilihat efek kombinasi pemberian auksin dan sitokinin. Pemberian hormon auksin dan sitokinin dengan kadar yang sama akan memacu terbentuknya kalus, yaitu kumpulan sel-sel eksplan yang membelah dan belum dapat dibedakan akar, batang dan daun. Pada kadar auksin yang rendah dan sitokinin yang tinggi, kalus berdiferensiasi untuk pembentukan calon batang atau tunas. Sedangkan kadar auksin yang tinggi dan sitokinin yang rendah kalus berdiferensiasi untuk pembentukan akar.

c. Giberelin (GA)

Giberelin (GA) merupakan zat pengatur tumbuh yang dalam bentuk larutan pada temperatur tinggi mudah kehilangan sifatnya sebagai zat pengatur tumbuh. Ada berbagai jenis Giberelin yang telah diidentifikasi secara kimia. Pada medium kultur yang biasa digunakan adalah asam giberelik (GA_3). Struktur Giberelin terdiri dari cincin karbon yang mengandung gugus C, O dan H



Gambar 3.4 Struktur kimia asam giberelik (GA_3)

Sumber : Wattimena, 1988

Pengaruh fisiologis GA pada pertumbuhan yaitu :

- Pembesaran dan pembelahan sel
- Perpanjangan batang
- Memperbesar luas daun
- Menghilangkan dormansi biji dan memacu perkecambahan

Perbedaan antara GA dan auksin dalam proses pertumbuhan adalah bahwa GA lebih efektif pada tanaman yang sudah utuh sedangkan auksin efektif pada potongan-potongan organ tanaman.

LATIHAN 3

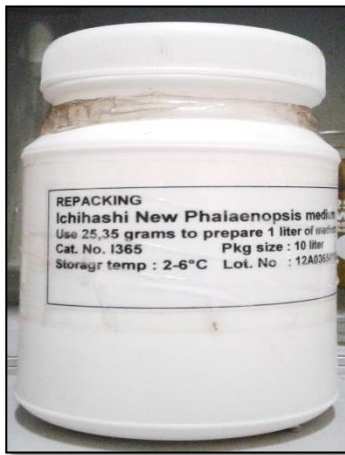
MENGENAL UNSUR-UNSUR MEDIA

A. Tujuan

1. Mengetahui komponen penyusun media New Phalaenopsis
2. Mengidentifikasi unsur-unsur media New Phalaenopsis

B. Materi

Media New Phalaenopsis (NP)



Media New Phalaenopsis (NP) merupakan media yang sering digunakan untuk budidaya angrek secara kultur *in vitro*. Media NP yang digunakan saat ini merupakan hasil penemuan ilmuwan Jepang bernama Ichihashi, maka media ini sering dijuluki *Ichihashi New Phalaenopsis*. Medium NP racikan berisi berbagai macam unsur, berbentuk serbuk dan berwarna putih atau krem dan larut dalam air.

Dalam pembuatan media untuk kultur *in vitro*, banyaknya takaran unsur yang dimasukkan sangat penting untuk diketahui. Untuk memudahkan pembuatan media, biasanya peneliti memilih untuk menggunakan media jadi (media buatan yang sudah diracik) dibandingkan dengan meracik sendiri zat-zat yang diperlukan, sebab ketepatan penimbangan komposisi medium sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan eksplan. Apabila peneliti akan meracik sendiri, tingkat ketelitian yang tinggi sangat diperlukan dalam menimbang zat-zat khususnya untuk zat yang diperlukan dalam jumlah sangat sedikit.

Medium NP yang dijual di pasaran ada berbagai macam. Ada yang sudah dibuat dengan lengkap dan ada pula yang masih perlu ditambahkan komponen lainnya seperti bahan pematat, zat pengatur tumbuh dll. Komposisi unsur-unsur media yang tepat dimaksudkan untuk penyediaan nutrisi yang diperlukan bagi tanaman untuk tumbuh sehingga pertumbuhannya dapat optimal.

Dalam pembuatan satu liter media NP, mengandung komposisi unsur-unsur sebagai berikut:

No	Ingredients	Miligram/liter
1	Potassium nitrate	424.00
2	Ammonium nitrate	82.00
3	Ammonium sulphate	303.90
4	Calcium nitrate	443.04
5	Magnesium nitrate.6H ₂ O	256.40
6	Potassium phosphate monobasic	462.70
7	Manganese sulphate.H ₂ O	11.20
8	Boric Acid	3.10
9	Potassium iodida	0.42
10	Molybdic acid (sodium salt).2H ₂ O	0.12
11	Zinc sulphate.7H ₂ O	5.30
12	Copper sulphate.5H ₂ O	0.013
13	Cobalt chloride.6H ₂ O	0.013
14	Ferrous sulphate.7H ₂ O	37.30
15	EDTA disodium salt.2H ₂ O	27.80
16	Myo-Inositol	100.00
17	Thiamine hydrochloride	0.10
18	Pyridoxine hydrochloride	0.50
19	Nicotinic Acid	0.50
20	Glycine	2.00
21	Sucrose	20000.00

C. Pertanyaan

- Berdasarkan tabel di atas, identifikasikan unsur-unsur yang termasuk:
 - Makronutrien
 - Mikronutrien
 - Zat organik
- Menurutmu zat manakah yang menjadi sumber karbon (C) pada medium di atas?
- Menurutmu zat manakah yang menjadi sumber vitamin pada medium di atas?
- Apakah medium racikan di atas mengandung zat pematat? Jika jawabanmu Ya, sebutkan nama zat tersebut!

LATIHAN 4
KEGIATAN OBSERVASI MANDIRI
MELAKUKAN KULTUR *IN VITRO* SEDERHANA

A. Tujuan

Merancang kegiatan kultur *in vitro* biji anggrek dengan menggunakan alat sederhana

B. Alat dan Bahan

1. Botol kaca yang bening (botol bekas selai atau kopi)
2. Plastik bening ukuran ½ kg dan karet gelang
3. Panci pengukus
4. *Erlenmeyer* berkapasitas 1 Liter (jika tidak ada dapat di ganti panci biasa)
5. Pengaduk
6. Lampu spiritus
7. Enkas
8. Cawan petri
9. Gelas ukur
10. Kompor
11. Pinset
12. Kertas payung
13. Pisau / cutter
14. Akuades steril
15. Aluminium foil
16. pH Stik
17. HCL dan NaOH
18. Plastik wrap
19. Formalin tablet
20. Agar-agar (dapat digunakan agar-agar yang dijual di pasaran. Misalnya agar-agar merk *Swallow*)
21. Medium kemasan NP atau Knudson C (dapat dibeli toko kimia, jika tidak ada kamu dapat meracik sendiri dengan komposisi yang sesuai (lihat: Latihan 3))
22. Alkohol 70%

23. Buah anggrek yang sudah masak (berwarna kuning kecokelatan)

C. Cara Kerja

1. Sterilisasi alat

- a. Masukkan air ke dalam panci pengukus dan dipanaskan hingga mendidih.
- b. Tutup mulut botol bekas selai dicuci bersih dan dikeringkan kemudian dibungkus dengan menggunakan plastik yang diikat dengan karet gelang
- c. Bungkus pinset dan cawan petri dengan menggunakan kertas payung
- d. Masukkan botol selai dan pinset ke dalam panci pengukus, dan kukus selama 30 menit.

2. Pembuatan Media

- a. Larutkan 25,35 gr media NP racikan ke dalam erlenmeyer atau panci yang berisi 200 ml akuades .
- b. Cek pH terlebih dahulu. Pastikan pH bekisar antara 5.7 hingga 6.0. apabila terlalu asam teteskan sedikit demi sedikit NaOH sambil terus dicek kenaikan pHnya, sebaliknya jika terlalu basa gunakan HCl.
- c. Setelah pH sudah sesuai tambahkan akuades hingga volumenya menjadi 1 liter.
- d. Tambahkan 7 gram agar-agar kemudian dipanaskan di atas kompor hingga mendidih sambil terus diaduk agar tidak menggumpal.
- e. Tuang media yang sudah jadi ke dalam botol-botol selai yang sudah steril.
- f. Kukus botol selai berisi media menggunakan panci pengukus selama 20 menit.

3. Sterilisasi Eksplan

- a. Sterilkan enkas terlebih dahulu dengan membersihkan permukaan kaca dengan alkohol dan meletakkan formalin tablet ke dalam entkas. Masukkan pula pinset, cawan petri, botol berisi alkohol 70%, cutter dan lampu spiritus yang telah dibersihkan dengan alkohol ke dalam enkas. Pastikan pula praktikan mengenakan pakaian yang mendukung keselamatan kerja seperti jas laboratorium, masker dan sarung tangan steril.
- b. Cuci terlebih dahulu buah anggrek menggunakan air deterjen dan dibilas dengan air bersih.

- c. Kegiatan sterilisasi dilakukan di dalam entkas. Ambil buah anggrek menggunakan pinset dan celupkan ke dalam botol berisi alkohol 70% kemudian lakukan di atas api lampu spiritus dengan cepat. Ulangi kegiatan sebanyak 3 kali.
 - d. Setelah itu belah menjadi dua buah anggrek menggunakan cutter di atas cawan petri dan keluarkan biji-biji anggrek. Pisahkan dari serabut-serabut yang ada.
4. Penanaman
- a. Ambil botol selai berisi media yang sudah disterilisasi dan masukkan ke dalam entkas.
 - b. Buka tutup botol selai. Jangan lupa untuk selalu melakukan di atas api spiritus.
 - c. Taburkan biji anggrek dengan cara mengambil sedikit biji menggunakan ujung cutter dan diketuk-ketukkan pada mulut botol hingga tersebar merata.
 - d. Tutup kembali botol selai dengan plastik dan diikat dengan karet gelang.
 - e. Rapatkan dengan plastik wrap agar tidak ada udara yang masuk.
 - f. Tempatkan botol selai di tempat yang sejuk (ruangan ber-AC jika ada) dan hindarkan terkena sinar matahari langsung. Ruangan juga diberi lampu neon sebagai sumber cahaya untuk fotosintesis.
 - g. Amati pertumbuhan biji setiap satu minggu sekali.

C. Tabel Pengamatan

No	Tanggal pengamatan	Deskripsi pertumbuhan dan perkembangan biji yang teramati
1		
2		
3		
dst		

D. Diskusi

1. Bagaimanakan pertumbuhan dan perkembangan biji anggrek yang dapat kamu amati? Jelaskan!
2. Ada berapa fase pertumbuhan dan perkembangan yang dapat kamu amati pada percobaan ini?
3. Apakah fungsi pemberian agar-agar?



TEBAK KATA

Carilah 15 kata yang berhubungan dengan yang telah kamu pelajari pada Kegiatan 3. Kamu dapat menemukannya secara mendatar dari kiri ke kanan, menurun dari atas ke bawah dan diagonal.

M	C	G	I	R	R	I	B	O	F	L	A	V	I	N
O	O	E	A	O	M	I	M	A	T	T	S	A	S	H
L	M	L	U	G	D	A	Q	U	A	D	E	S	T	M
O	M	R	N	U	K	K	F	F	H	I	W	X	U	F
N	U	I	T	L	F	R	M	I	G	L	Q	N	R	U
E	N	T	K	A	R	U	Y	D	E	F	E	X	A	N
R	O	E	A	I	I	P	O	A	M	D	H	S	N	G
P	T	A	S	L	N	U	I	E	B	O	O	I	I	I
L	L	U	A	N	K	V	N	L	I	D	R	T	U	S
I	P	K	A	G	A	R	O	S	E	J	M	O	M	I
N	L	S	N	I	L	M	S	S	N	J	O	K	D	D
T	T	I	C	L	O	V	I	U	S	L	N	I	A	A
A	A	N	C	H	I	A	T	A	N	Y	Y	N	H	G
N	N	I	M	A	K	R	O	N	U	T	R	I	E	N
G	I	B	E	R	E	L	I	N	I	N	A	N	S	S

Kata yang ditemukan:

- | | | |
|----|-----|-----|
| 1. | 6. | 11. |
| 2. | 7. | 12. |
| 3. | 8. | 13. |
| 4. | 9. | 14. |
| 5. | 10. | 15. |

RANGKUMAN

Komponen dasar media tersusun atas air, garam anorganik yang tersusun atas makronutrien dan mikronutrien, zat organik, bahan pematat, substansi organik kompleks, dan bahan tambahan.

1. Unsur-unsur makronutrien dan mikronutrien didapatkan dari persenyawaan. Unsur makronutrien meliputi C, N, H, O, S, P, K, Ca, dan Mg. Sedangkan unsur-unsur mikronutrien meliputi Cl, Mn, B, Zn, Cu, Fe, Co dan Mo.
2. Zat organik tambahan meliputi gula, *myo-inositol*, vitamin, asam amino dan zat pengatur tumbuh/hormon (auksin, sitokinin, dan giberelin).
3. Bahan pematat berupa agar-agar, *gelrite*, *phytagel*, *gellant gum*, dan *agarose*.
4. Substansi organik kompleks dapat diperoleh dari air kelapa, ekstrak buah-buahan, ekstrak yeast, dll.
5. Bahan tambahan merupakan bahan yang ditambahkan apabila diperlukan saja, misalnya pengatur pH dan arang aktif (*charcoal*).
6. Zat pengatur tumbuh atau fitohormon merupakan zat penggerak atau pemacu yang terdiri dari senyawa organik. Zat pengatur tumbuh yang biasa digunakan yaitu auksin, sitokinin, giberelin. Zat pengatur tumbuh berperan mengawali reaksi-reaksi biokimia dan mengubah komposisi kimia di dalam tanaman

TES FORMATIF 3



Petunjuk Pengisian:

1. Kerjakan soal-soal tes formatif di bawah ini secara jujur dan mandiri.
2. Tulis satu jawaban yang benar pada lembar jawaban yang tersedia
3. Setelah selesai mengerjakan soal, cocokkan jawaban dengan kunci jawaban dan hitung nilai yang kamu peroleh dengan membaca petunjuk penilaian pada umpan balik dan tindak lanjut

1. Media pertumbuhan yang dibuat harus mengandung komponen nutrisi. Nutrisi yang dibutuhkan dalam kadar yang banyak disebut dengan....
 - A. makronutrien
 - B. mikronutrien
 - C. bahan pematat
 - D. zat organik tambahan
 - E. zat organik kompleks
2. Unsur-unsur yang termasuk kelompok nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah banyak adalah....
 - A. Mn
 - B. K
 - C. Zn
 - D. Mo
 - E. Fe
3. Berikut ini yang bukan termasuk golongan zat pematat adalah....
 - A. *gelrite*
 - B. *phytagel*
 - C. *agarose*
 - D. *myo-inositol*
 - E. *gellant gum*
4. Nitrogen yang dapat dimanfaatkan eksplan untuk tumbuh adalah dalam bentuk....
 - A. ion $(\text{NH}_4)^+$
 - B. ion $(\text{NO}_3)^-$

- C. senyawa KNO_3
 - D. senyawa NH_4NO_3
 - E. ion $(\text{NH}_4)^+$ dan $(\text{NO}_3)^-$
5. Unsur garam anorganik yang paling berperan untuk memacu pertumbuhan pada jaringan meristematik adalah....
- A. Nitrogen
 - B. Fosfor
 - C. Besi
 - D. Cobalt
 - E. Magnesium
6. Zat organik yang digunakan untuk memacu diferensiasi dan pertumbuhan jaringan adalah....
- A. gula
 - B. vitamin
 - C. *charcoal*
 - D. asam amino
 - E. *myo-inositol*
7. Fungsi pemberian vitamin pada media kultur adalah.....
- A. pereduksi nitrit
 - B. pembentuk protein
 - C. mencukupi kebutuhan energi
 - D. sebagai zat protektif/antioksidan
 - E. penyusun protein dan asam nukleat
8. Zat organik yang berfungsi sebagai penyusun protein dan asam nukleat adalah...
- A. gula
 - B. enzim
 - C. hormon
 - D. *myo-inositol*
 - E. asam amino
9. Berikut yang tidak termasuk golongan hormon auksin adalah....
- A. IAA

- B. 2,4 D
 - C. NAA
 - D. IBA
 - E. BAP
10. Zat pengatur tumbuh yang sangat berpengaruh terhadap pembelahan sel dan morfogenesis serta mempengaruhi perkembangan embrio adalah....
- A. etilen
 - B. auksin
 - C. sitokinin
 - D. giberelin
 - E. asam absisik
11. Konsep yang benar mengenai Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) adalah....
- A. ZPT hanya akan aktif pada konsentrasi tinggi
 - B. ZPT merupakan merupakan salah satu unsur hara bagi tanaman
 - C. pembentukan organ tanaman memerlukan pemberian ZPT dengan jumlah yang banyak
 - D. ZPT berperan mengawali reaksi biokimia dan mengubah komposisi kimia di dalam tanaman
 - E. ZPT bekerja dalam tanaman secara otonom dan tidak dipengaruhi faktor lingkungan
12. Golongan vitamin yang larut dalam lemak yaitu....
- A. biotin dan tiamin
 - B. piridoksin dan folat
 - C. vitamin E dan karoten
 - D. vitamin E dan kobalamin
 - E. asam pantotenat dan vitamin K
13. Unsur mikronutrien yang berperan dalam reduksi nitrit adalah....
- A. Zinc
 - B. Klorin
 - C. Mangan
 - D. Cuprum
 - E. Boron

14. Berikut ini yang paling tepat mengenai alasan penambahan gula pada medium mikropropagasi biji anggrek adalah....
- A. gula merupakan sumber karbon utama bagi biji anggrek
 - B. biji anggrek tidak mengandung cadangan makanan (endosperm)
 - C. tanaman tidak bisa untuk melakukan asimilasi fotoautotrof
 - D. tanaman dapat melakukan asimilasi fotoautotrof dengan sempurna
 - E. gula merupakan sumber energi yang menggantikan fungsi CO₂ yang tidak bisa didapatkan dari udara
15. Penyebab timbulnya perilaku habituasi auksin pada tanaman mikropropagasi adalah....
- A. auksin eksogen jumlahnya berkurang
 - B. fungsi auksin digantikan oleh ZPT yang lain
 - C. tanaman perlu untuk dipindahkan dalam medium baru
 - D. tanaman telah dapat mensintesis sendiri auksin endogen
 - E. auksin tidak terlalu dibutuhkan oleh tanaman mikropropagasi



UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan jawaban Tes Formatif 3 yang telah kamu kerjakan dengan kunci jawaban yang tersedia pada halaman akhir modul ini. Setelah itu kamu dapat mengetahui tingkat pemahaman yang kamu peroleh setelah mempelajari materi Kegiatan Belajar 3 dengan melihat tabel di bawah ini !

Tabel Penguasaan Materi:

Jumlah Soal Benar	Tingkat Pemahaman	Kategori Keberhasilan Penguasaan Materi
14 – 15	90% – 100%	Baik Sekali
12 – 13	75% - 89%	Baik
10 - 11	60% - 74%	Cukup
< 9	<60%	Kurang

Apabila tingkat pemahamanmu mencapai 75% ke atas atau minimal soal yang benar 12, maka kamu telah berhasil menguasai materi Kegiatan Belajar 3 dan siap melanjutkan ke kegiatan selanjutnya. Namun apabila tingkat pemahaman kurang dari 75%, kamu harus mengulang pemahamanmu terhadap materi yang ada pada Kegiatan Belajar 3, terutama pada bagian yang belum kamu kuasai.

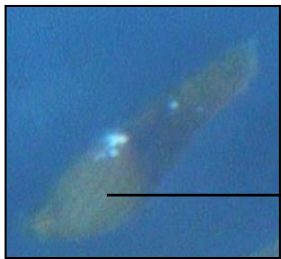
TES SUMATIF



Petunjuk Pengisian:

1. Kerjakan soal-soal tes formatif di bawah ini secara jujur dan mandiri.
2. Tulis satu jawaban yang benar pada lembar jawaban yang tersedia
3. Setelah selesai mengerjakan soal, cocokkan jawaban dengan kunci jawaban dan hitung nilai yang kamu peroleh dengan membaca petunjuk penilaian pada umpan balik dan tindak lanjut

1. Jenis anggrek yang mempunyai tangkai bunga yang panjang dan bunga yang banyak sehingga menyerupai ekor tupai adalah....
 - A. *Vanda*
 - B. *Cattleya*
 - C. *Cymbidium*
 - D. *Phalaenopsis*
 - E. *Rhynchostylis*
2. Struktur biji anggrek berbeda dengan biji-biji lainnya, struktur biji anggrek terdiri dari....
 - A. testa dan embrio
 - B. kotiledon dan testa
 - C. testa dan endosperm
 - D. endosperm dan embrio
 - E. kotiledon dan embrio
3. Bagian yang ditunjukkan anak panah x adalah....



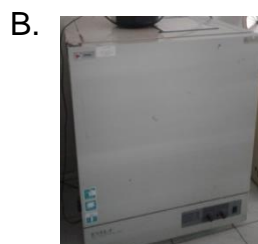
- A. endosperm
 - B. embrio
 - C. kotiledon
 - D. testa
 - E. epidermis
4. Perbanyak eksplan secara generatif diperoleh dari....
 - A. biji dan sel akar
 - B. tunas dan anthera
 - C. embrio dan biji
 - D. embrio dan sel daun

- E. sel akar dan protoplas
5. Mikropropagasi angrek secara *in vitro* banyak diterapkan dalam bidang agroindustri karena memberikan berbagai keuntungan yaitu....
- hanya dapat dilakukan tergantung musim
 - memperpanjang siklus pemuliaan dan budidaya angrek
 - menghasilkan tanaman yang bebas hama dan penyakit
 - menghasilkan tanaman yang banyak dalam waktu lama
 - mempermudah angrek tumbuh dengan keberadaan mikoriza
6. Kegiatan yang dapat dilakukan di ruang transfer yaitu....
- membuat media
 - menanam eksplan
 - mensterilisasi media
 - mencuci botol kultur
 - menyimpan botol kultur
7. Alat di bawah ini digunakan untuk....

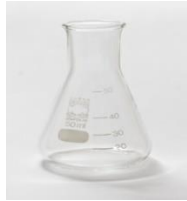


- sterilisasi media
- menimbang media
- sterilisasi eksplan
- menghomogenkan media
- tempat kerja untuk menanam eksplan

8. Alat yang digunakan untuk mensterilisasi alat kultur adalah....

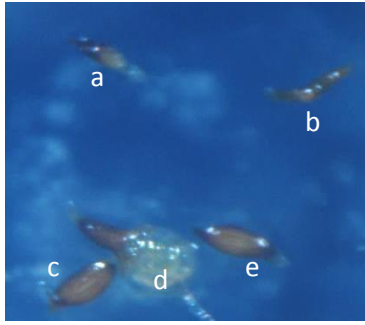


C.



9. Medium yang biasa digunakan untuk menanam anggrek adalah....
 - A. MS dan Nitsch
 - B. NP dan WPM
 - C. VW dan Nitsch
 - D. NP dan N6
 - E. NP dan Knudson
10. Ketika membuat media, apabila pH media terlalu asam maka zat yang ditambahkan adalah....
 - A. akuades
 - B. HCl
 - C. KOH
 - D. Alkohol
 - E. zat pematat/agar
11. Sterilisasi buah anggrek yang belum pecah dilakukan dengan cara....
 - A. merendam dalam HCl
 - B. disemprot dengan alkohol
 - C. merendam dalam larutan clorox
 - D. disterilisasi menggunakan otoklaf
 - E. dicelupkan ke alkohol dan dilewatkan diatas lampu spiritus
12. Perkecambahan pada biji anggrek diawali dengan tahap...
 - A. imbibisi
 - B. pembelahan sel
 - C. diferensiasi jaringan
 - D. pembentukan protokorm
 - E. keluarnya embrio dari testa

13. Biji yang berkecambah ditunjukkan oleh huruf....



- A. d
- B. c
- C. a
- D. b
- E. e

14. Protokorm hijau terbentuk pada....

- A. fase 2
- B. fase 3
- C. fase 4
- D. fase 5
- E. fase 6

15. Deskripsi yang tepat untuk perkembangan protokorm pada fase ke delapan yaitu....

- A. testa yang menyelubungi embrio pecah
- B. protokorm mulai membentuk tunas-tunas akar
- C. embrio belum berkembang dan masih terbungkus rapat oleh testa
- D. protokorm sudah membentuk tanaman yang memiliki daun dan akar yang berkembang
- E. embrio terlihat semakin membengkak dan testa yang menyelubungi terlihat merenggang

16. Hasil mikropropagasi yang sudah membentuk tanaman utuh yang dapat dibedakan akar, batang dan daunnya disebut....

- A. talus
- B. eksplan
- C. planlet
- D. protokorm
- E. kormus

17. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikropropagasi biji anggrek yang tidak dapat dikendalikan oleh peneliti adalah....
 - A. pH
 - B. nutrisi
 - C. suhu
 - D. genetis ekspan
 - E. hormon pertumbuhan
18. Media pertumbuhan yang dibuat harus mengandung komponen nutrisi. Nutrisi yang dibutuhkan dalam kadar yang sedikit disebut dengan....
 - A. makronutrien
 - B. mikronutrien
 - C. bahan pematik
 - D. zat organik tambahan
 - E. zat organik kompleks
19. Berikut ini yang bukan termasuk golongan zat pematik adalah....
 - A. *gelrite*
 - B. *gellant gum*
 - C. *phytagel*
 - D. *agarose*
 - E. *myo-inositol*
20. Unsur garam anorganik yang paling berperan untuk memacu pertumbuhan pada jaringan meristematik adalah....
 - A. Nitrogen
 - B. Besi
 - C. Fosfor
 - D. Cobalt
 - E. Magnesium
21. Fungsi pemberian vitamin pada media kultur adalah.....
 - A. pereduksi nitrit
 - B. pembentuk protein
 - C. mencukupi kebutuhan energi
 - D. sebagai zat protektif/antioksidan
 - E. penyusun protein dan asam nukleat

22. Zat organik yang berfungsi sebagai penyusun protein dan asam nukleat adalah...
- gula
 - hormon
 - enzim
 - myo-inositol*
 - asam amino
23. Berikut yang termasuk golongan hormon sitokinin adalah....
- IAA
 - BAP
 - 2,4 D
 - NAA
 - IBA
24. Zat pengatur tumbuh yang sangat berpengaruh terhadap pembelahan sel dan morfogenesis serta mempengaruhi perkembangan embrio adalah....
- etilen
 - auksin
 - sitokinin
 - giberelin
 - asam absisik
25. Konsep yang benar mengenai Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) adalah....
- ZPT hanya akan aktif pada konsentrasi tinggi
 - ZPT merupakan salah satu unsur hara bagi tanaman
 - pembentukan organ tanaman memerlukan pemberian ZPT dengan jumlah yang banyak
 - ZPT berperan mengawali reaksi biokimia dan mengubah komposisi kimia di dalam tanaman
 - ZPT bekerja dalam tanaman secara otonom dan tidak dipengaruhi faktor lingkungan
26. Golongan vitamin yang larut dalam lemak adalah....
- piridoksin dan folat
 - biotin dan tiamin

- C. vitamin E dan karoten
 - D. vitamin E dan kobalamin
 - E. asam pantotenat dan vitamin K
27. Unsur mikronutrien yang berperan dalam fiksasi nitrogen adalah....
- A. Klorin
 - B. Mangan
 - C. Cobalt
 - D. Cuprum
 - E. Boron
28. Penyebab timbulnya perilaku habituasi auksin pada tanaman mikropropagasi adalah....
- A. auksin eksogen jumlahnya berkurang
 - B. fungsi auksin digantikan oleh ZPT yang lain
 - C. tanaman perlu untuk dipindahkan dalam medium baru
 - D. tanaman telah dapat mensintesis sendiri auksin endogen
 - E. auksin tidak terlalu dibutuhkan oleh tanaman mikropropagasi
29. Agar tanaman mikropropagasi tidak mengalami kekurangan nutrisi serta tanaman dapat tumbuh dengan baik di dalam ruang yang cukup dan tidak berdesakan maka tanaman mikropropagasi harus dilakukan....
- A. kultur *in vitro*
 - B. aklimatisasi
 - C. *repotting*
 - D. subkultur
 - E. habituasi
30. Hal-hal yang diperhatikan setelah mengeluarkan bibit hasil mikropropagasi dari dalam botol untuk ditanam dalam media aklimatisasi, **kecuali**....
- A. bibit dicuci dengan menggunakan air bersih
 - B. bibit direndam dalam larutan fungisida atau baycline
 - C. bibit dikering anginkan di atas koran selama 1 hari
 - D. bibit dibiarkan di atas koran dan tidak boleh terkena sinar matahari
 - E. bibit dipindahkan ke media aklimatisasi bersama dengan media yang digunakan mikropropagasi



UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan jawaban tes sumatif yang telah kamu kerjakan dengan kunci jawaban yang tersedia pada halaman akhir modul ini. Setelah itu kamu dapat mengetahui tingkat pemahaman yang kamu peroleh setelah mempelajari keseluruhan materi pertumbuhan dan perkembangan mikropropagasi biji angrek *Rhynchostylis* dengan melihat tabel di bawah ini !

Tabel Penguasaan Materi:

Jumlah Soal Benar	Tingkat Pemahaman	Kategori Keberhasilan Penguasaan Materi
27 - 30	90% – 100%	Baik Sekali
23 - 26	75% - 89%	Baik
18 - 22	60% - 74%	Cukup
< 18	<60%	Kurang

Apabila tingkat pemahamanmu mencapai 75% ke atas, atau minimal soal yang benar 23, maka kamu telah berhasil menguasai keseluruhan materi pertumbuhan dan perkembangan mikropropagasi biji angrek *Rhynchostylis*. Namun apabila tingkat pemahaman kurang dari 75%, kamu harus mengulang pemahamanmu, khususnya terhadap materi yang belum kamu kuasai.

KUNCI JAWABAN

A. Tes Formatif 1

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| 1. E | 6. D | 11. D | 16. C |
| 2. B | 7. B | 12. C | 17. A |
| 3. C | 8. E | 13. A | 18. E |
| 4. B | 9. D | 14. D | 19. E |
| 5. A | 10. B | 15. B | 20. E |

B. Tebak Kata

- | | | |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1. Mikropropagasi | 6. Eksplan | 11. Aseptik |
| 2. <i>Rhynchostylis</i> | 7. Otoklaf | 12. Sterilisasi |
| 3. Testa | 8. Stirrer | 13. <i>Erlenmeyer</i> |
| 4. Embrio | 9. <i>Laminar air flow</i> | 14. <i>Petridish</i> |
| 5. <i>In vitro</i> | 10. Kontaminasi | 15. Medium NP |

C. Tes Formatif 2

- | | | |
|------|-------|-------|
| 1. A | 6. B | 11. B |
| 2. C | 7. D | 12. D |
| 3. B | 8. B | 13. A |
| 4. B | 9. D | 14. E |
| 5. D | 10. C | 15. D |

D. Uji Kemampuan

- | | | |
|--------------|-----------------|-------------------------|
| 1. Planlet | 5. Nutrisi | 9. <i>Community pot</i> |
| 2. Protokorm | 6. Genetis | 10. Fungisida |
| 3. Imbibisi | 7. Subkultur | |
| 4. Riziod | 8. Aklimatisasi | |

E. Tes Formatif 3

- | | | |
|------|-------|-------|
| 1. A | 6. E | 11. D |
| 2. B | 7. D | 12. C |
| 3. D | 8. E | 13. D |
| 4. E | 9. E | 14. E |
| 5. B | 10. C | 15. D |

F. Tebak Kata

- | | | |
|------------------------|--------------|-----------------------|
| 1. <i>Gelrite</i> | 6. Auksin | 11. <i>Agarose</i> |
| 2. Kalium | 7. Giberelin | 12. Fungisida |
| 3. <i>Myo inositol</i> | 8. Sitokinin | 13. Gula |
| 4. Molybdenum | 9. Hormon | 14. <i>Riboflavin</i> |
| 5. Makronutrien | 10. Aquadest | |

G. Tes Sumatif

- | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. E | 7. D | 13. A | 19. E | 25. D |
| 2. A | 8. A | 14. D | 20. C | 26. C |
| 3. B | 9. E | 15. D | 21. D | 27. D |
| 4. C | 10. C | 16. C | 22. E | 28. D |
| 5. C | 11. E | 17. D | 23. B | 29. D |
| 6. B | 12. A | 18. B | 24. C | 30. E |

GLOSARIUM

Aklimatisasi	: proses mengadaptasikan hasil kultur <i>in vitro</i> ke lingkungan luar (lingkungan sesungguhnya)
Aseptik	: bebas dari mikroorganisme
Diferensiasi	: proses perkembangan menuju bentuk dewasa
Eksplan	: suatu bagian yang diambil dari tubuh tanaman untuk ditumbuhkan pada medium kultur
Endosperm	: cadangan makanan bagi biji monokotil
<i>in Vitro</i>	: di dalam tabung
Infloresen	: perbungaan/bunga majemuk
Kalus	: kumpulan sel yang membelah (biasanya dari eksplan jaringan meristematik) yang belum dapat dibedakan akar, batang dan daunnya
Koleoptil	: selubung ujung embrio/plumula
Kontaminasi	: masuknya mikroorganisme yang dapat menyebabkan objek kultur terganggu pertumbuhannya / mati
Kotiledon	: daun lembaga/cadangan makanan pada biji dikotil
Kultur	: membudidayakan / memperbanyak tanaman
Lorat	: Linier atau bentuk garis
<i>Microphotograph</i>	: alat untuk memfoto objek yang kecil / berukuran mikro
Mikoriza	: simbiosis antara fungi (jamur) dengan akar
Mikropropagasi	: perbanyak mikro atau perbanyak suatu sel/jaringan tanaman melalui kultur <i>in vitro</i>
Monopodial	: tanaman yang memiliki titik tumbuh berada pada ujung batang/ pertumbuhan tanaman yang lurus ke atas pada satu batang
Planlet	: tanaman hasil mikropropagasi yang sudah dapat dibedakan akar, batang dan daunnya
Plumula	: calon batang/pucuk lembaga
Protokorm	: tahap perkembangan embrio yang terlihat seperti kumpulan sel yang belum dapat dibedakan akar, batang dan daunnya
Radikula	: calon akar/akar lembaga
<i>Rhynchosstylis</i>	: nama suatu genus anggrek

- Sterilisasi : kegiatan untuk mempertahankan kondisi baik objek maupun lingkungan yang bebas mikroorganisme yang dapat menyebabkan kontaminasi
- Testa : kulit biji

DAFTAR PUSTAKA

- Alifah Anggi Nur Shadrina, 2014. *Modul Pengayaan Kultur In Vitro Biji Anggrek Tanah*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Elly Proklamasiningsih. 2014. *Aklimatisasi Anggrek Ekor Tupai (Rhynchostylis retusa) dalam Botol Kultur*. Purwokerto: Universitas Jendral Soedirman
- Murni Dwiati. 2014. *Perawatan Bibit Anggrek Rhynchostylis retusa Setelah Aklimatisasi*. Purwokerto: Universitas Jendral Soedirman
- Latif, S. M. 1960. *Bunga Anggerik*. Bandung: Penerbit Sumur Bandung
- Sudarsono, 2012. *Diktat Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Paramita Cahyaningrum Kuswandi. 2012. *Petunjuk Praktikum Perkecambahan Biji Anggrek*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Victoria Henuhili dan Paramita Cahyaningrum Kuswandi. 2012. *Petunjuk Praktikum Kultur Jaringan*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Wattimena, G. A. 1988. *Diktat Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Bogor: Institut Partanian Bogor
- Wulansari dan Ixora Sartika Mercuriani. 2016. *Peningkatan Efisiensi Mikropropagasi dengan Penambahan Bahan Organik Air Kelapa dan Ekstrak Tomat Pada Medium Kultur In Vitro Anggrek Rhynchostylis retusa*. Yogyakarta: FMIPA UNY

Sumber Gambar:

1. Dokumentasi Pribadi Penelitian tahun 2016
2. Ixora Sartika Mercuriani, 2016 (Komunikasi Pribadi)
3. tissuecultureandorchidology.blogspot.com
4. detiktani.blogspot.co.id
5. faridatunamalia.blogspot.co.id

Lampiran 2. Kisi-kisi Soal

KISI – KISI SOAL

No	Indikator	Nomor Soal					Jumlah Soal
		C1 (Mengingat)	C2 (Mengerti)	C3 (Mengaplikasikan)	C4 (Menganalisis)	C5 (Mengkreasi, Mencipta)	
1	Mendeskripsikan karakteristik dan struktur biji anggrek <i>Rhynchostylis</i>	1, 2, 3	4	-	-	-	4
2	Menjelaskan pengertian dan manfaat mikropropagasi	5	6	-	-	-	2
3	Mengidentifikasi bahan dan alat yang digunakan untuk melakukan mikropropagasi	7, 8, 9	-	-	-	-	3
4	Menjelaskan teknik-teknik melakukan mikropropagasi	10, 11	-	-	-	-	2
5	Mendeskripsikan tahap perkecambahan biji anggrek	12, 13	-	-	-	-	2

	Rhynchostylis						
6	Menjelaskan tahap perkembangan protocorm anggrek Rhynchostylis	14, 16	15	-	-	-	3
7	Mengidentifikasi faktor-faktor pertumbuhan dan perkembangan biji	17	-	-	-	-	1
8	Menjelaskan macam unsur-unsur media mikropropagasi	18, 19	25	-	-	-	3
9	Menjelaskan kebutuhan zat anorganik dan organik dalam melakukan mikropropagasi	23, 24	28	-	-	-	3
10	Menjelaskan peran zat anorganik dan organik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman mikropropagasi	20, 21, 22, 24, 27	-	-	-	-	5
11	Menjelaskan teknik pemeliharaan mikropropagasi anggrek	29	30	-	-	-	2

Lampiran 4. Kisi-kisi Penilaian Ahli Media

KISI – KISI INSTRUMEN PENILAIAN AHLI MEDIA

No.	Aspek	Indikator	Nomor Instrumen
1	Kelayakan Isi	Kesesuaian materi dengan kurikulum	1
		Kesesuaian materi dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar	2, 3
		Kedalaman materi	4, 5, 6, 7, 8
		Kesesuaian materi dengan kebenaran konsep	9, 10, 11, 12, 13
2	Penyajian	Kebenaran organisasi penyajian	14, 15, 16, 17
		Kejelasan tampilan umum	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27
		Kebermaknaan atau kebermanfaatan penyajian	28
		Kebenaran dalam memperhatikan kode etik dan hak cipta	29, 30
3	Pemahaman Materi	Kemampuan modul untuk mempermudah pemahaman	31, 32
		Kemampuan materi untuk menambah pemahaman	33, 34, 35
4	Bahasa atau Keterbacaan Modul	Menggunakan kaidah bahasa yang baik, benar dan komunikatif	36, 37, 38, 39
		Kebenaran dalam penulisan	40
		Kebenaran dalam penggunaan istilah dan bahasa asing	41
5	<i>Impact</i>	Kemampuan modul untuk mendorong	42, 43, 44

	Kualitas Belajar	minat siswa belajar	
		Kemampuan modul untuk mendorong kemandirian dalam belajar	46, 47, 48

Lampiran 5. Kisi-kisi Penilaian Guru Biologi

KISI – KISI INSTRUMEN PENILAIAN GURU BIOLOGI

No.	Aspek	Indikator	Nomor Instrumen
1	Kelayakan Isi	Kesesuaian materi dengan kurikulum	1
		Kesesuaian materi dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar	2, 3
		Kedalaman materi	4, 5, 6, 7, 8
		Kesesuaian materi dengan kebenaran konsep	9, 10, 11, 12, 13
2	Penyajian	Kebenaran organisasi penyajian	14, 15, 16, 17
		Kejelasan tampilan umum	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27
		Kebermaknaan atau kebermanfaatan penyajian	28
		Kebenaran dalam memperhatikan kode etik dan hak cipta	29, 30
3	Pemahaman Materi	Kemampuan modul untuk mempermudah pemahaman	31, 32
		Kemampuan materi untuk menambah pemahaman	33, 34, 35
4	Bahasa atau Keterbacaan Modul	Menggunakan kaidah bahasa yang baik, benar dan komunikatif	36, 37, 38, 39
		Kebenaran dalam penulisan	40
		Kebenaran dalam penggunaan istilah dan bahasa asing	41
5	<i>Impact</i>	Kemampuan modul untuk mendorong	42, 43, 44

	Kualitas Belajar	minat siswa belajar	
		Kemampuan modul untuk mendorong kemandirian dalam belajar	46, 47, 48

Lampiran 7. Angket Penilaian Modul oleh Ahli Materi

Angket Review

**Penyusunan Modul Pengayaan Materi Pertumbuhan dan Perkembangan
Mikropropagasi Anggrek *Rhynchostylis* untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa SMA
(untuk Ahli Materi)**

Nama Penyusun : Ema Hannaputri

NIM : 13304241022

Program Studi : Pendidikan Biologi

Petunjuk Pengisian:

1. Kepada Bapak / Ibu dimohon untuk memberikan penilaian sehubungan dengan kebenaran konsep pada modul pengayaan ini dengan cara memberi tanda *checklist* (√) pada kolom **Pilihan**. Penilaian yang Bapak / Ibu berikan berpedoman pada kriteria penilaian sebagai berikut:
B = Konsep Benar
S = Konsep Salah
2. Setiap kolom mohon untuk diisi dengan cermat, apabila terdapat catatan untuk masing-masing konsep yang disajikan dapat ditulis pada kolom **Catatan**. Apabila terdapat masukan berupa kritik dan saran dapat dituliskan pada **Lembar Kritik dan Saran** yang terlampir. Setiap penilaian dan koreksi berupa kritik dan saran yang Bapak / Ibu berikan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul yang dikembangkan.
3. Apabila terdapat hal – hal yang belum jelas terkait lembar penilaian ini, Bapak / Ibu dapat menanyakannya kepada penyusun. Atas kesediaan Bapak / Ibu mengisikan lembar penilaian ini, saya mengucapkan terima kasih.

PERNYATAAN

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian modul pembelajaran dalam Skripsi berjudul “ Penyusunan Modul Pengayaan Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Mikropropagasi Anggrek *Rhynchostylis* untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa SMA “ yang disusun oleh:

Nama : Ema Hannaputri
NIM : 13304241022
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas : MIPA

Demikian pernyataan ini saya sampaikan, semoga penilaian yang saya berikan dapat bermanfaat bagi Mahasiswa ybs.

Yogyakarta, Mei 2017

Ahli Materi,

NIP.

INSTRUMEN PENILAIAN MODUL
Penilaian Kebenaran Konsep dalam Modul Pengayaan
Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Mikropropagasi Anggrek *Rhynchostylis*
(untuk Ahli Materi)

Isilah lembar penilaian di bawah ini dengan memberikan tanda *check list* (√) pada pilihan jawaban yang sesuai dengan penilaian yang Anda berikan. Adapun kriteria penilaiannya adalah sebagai berikut:

Konsep Salah : *check list* (√) pada kolom S

Konsep Benar : *check list* (√) pada kolom B

Apabila terdapat catatan kesalahan pada konsep yang diuraikan, isikan pada kolom **Catatan**.

No	Konsep	Pilihan		Catatan
		S	B	
1	Rhynchostylis berasal dari bahasa Yunani yaitu ‘‘ <i>Rhyncos</i> ’’ yang berarti paruh dan ‘‘ <i>Stylos</i> ’’ yang berarti column / tiang			
2	Anggrek <i>Rhynchostylis retusa</i> mempunyai pola pertumbuhan monopodial, dengan panjang batang 3 - 10 cm dan diameter 1 – 2 cm, berakar tebal dan berdaging, daunnya berpasangan berbentuk lorat dengan panjang 20 – 40 cm dan lebar 2 – 4 cm, infloresen tumbuh dari ketiak daun tegak ke atas atau menggantung dengan panjang 20 - 30 cm dan memiliki banyak bunga, bunga tunggalnya berukuran kecil dan tebal dengan diameter 1,7 – 2,3 cm biasanya warna bunga bervariasi, dari putih, merah muda hingga ungu			

3	Struktur biji anggrek hanya terdiri dari kulit biji / testa dan embrio			
4	Testa anggrek merupakan jaringan yang sudah mati dan sebagian besar terdiri dari ruang kosong			
5	Mikropropagasi merupakan teknik menumbuhkan bagian tanaman dengan menggunakan media buatan dalam botol kaca steril (<i>in vitro</i>) dan dilakukan secara aseptik.			
6	Eksplan merupakan bagian tanaman yang ditumbuhkan dalam untuk mikropropagasi			
7	Biji dan embrio merupakan eksplan yang digunakan untuk memperbanyak tanaman secara generatif			
8	Mikropropagasi biji anggrek dilakukan karena biji anggrek tidak mempunyai endosperm sebagai cadangan makanan, sementara untuk ditumbuhkan secara alami perlu bersimbiosis dengan mikoriza			
9	Keuntungan mikropropagasi biji anggrek yaitu persentase keberhasilan tumbuh biji sangat besar, mempersingkat siklus pemuliaan dan budidaya anggrek, menghasilkan tanaman pertumbuhan anggrek lebih sempurna dan bebas penyakit, tidak memerlukan tempat yang luas dan tidak tergantung musim, serta dapat menghasilkan tanaman yang banyak dan dalam waktu yang singkat.			
10	Ruang persiapan tidak mutlak steril, biasanya digunakan untuk mencuci dan menyimpan alat-alat dan bahan kultur dan untuk persiapan, pembuatan dan sterilisasi media			
11	Peralatan yang ada di ruang persiapan antara lain, peralatan kaca (<i>glassware</i>) rak penyimpanan botol kultur dan lemari dan rak untuk menyimpan bahan kimia, <i>refrigerator</i> , <i>autoclave</i> , timbangan			

	digital 15 dan alat-alat untuk memasak seperti <i>hotplate</i> dan <i>stirrer</i>			
12	<i>Autoclave</i> digunakan untuk mensterilisasi alat dan media untuk melakukan kultur <i>in vitro</i>			
13	Ruang transfer merupakan ruang yang mutlak steril untuk kegiatan penaburan / menanam eksplan			
14	<i>Laminar Air Flow</i> (LAF) merupakan alat yang digunakan sebagai tempat kerja ketika akan melakukan penanaman dalam kultur jaringan yang biasanya diletakkan di ruang transfer.			
15	<i>Ruang pertumbuhan</i> terdiri atas tiga bagian yaitu ruang inkubasi, ruang planlet dan ruang shaker			
16	Ruang inkubasi berisi rak-rak yang menampung botol kultur yang sudah ditanami eksplan dan dilengkapi lampu neon sebagai sumber cahaya dan AC untuk menjaga suhu ruangan.			
17	Ruang aklimatisasi digunakan untuk meletakkan tanaman yang telah dikeluarkan dari botol kultur agar mampu beradaptasi dengan lingkungan luar			
18	Media merupakan tempat tumbuhnya eksplan yang mengandung nutrisi seperti air, garam, unsur-unsur hara, vitamin, hormon dan bahan pematat.			
19	Pemilihan jenis media yang akan digunakan untuk penanaman eksplan bermacam-macam, disesuaikan dengan tujuan dan jenis tanaman yang akan dikultur			
20	Pemilihan buah anggrek perlu diperhatikan diantaranya buah yang dipilih hendaknya telah masak tetapi belum membuka / pecah untuk memudahkan sterilisasi			
21	Sterilisasi alat dan bahan dilakukan untuk mencegah terjadinya kontaminasi yang dapat menyebabkan kegagalan dalam			

	melakukan kultur <i>in vitro</i>			
22	Sterilisasi alat dilakukan dengan <i>autoclave</i> selama 15 - 30 menit (untuk alat) dan 15 menit (untuk medium) dengan suhu 121 ⁰ C dan tekanan uap 15 psi.			
23	Sterilisasi eksplan buah anggrek dilakukan dengan cara dicelupkan ke dalam alkohol dan dilalukan dengan cepat diatas lampu spiritus			
24	Protocorm adalah tahap perkembangan embrio anggrek yang di kultur sebelum menjadi tanaman yang dapat dibedakan antara akar, batang dan daunnya.			
25	Perkecambahan pada biji anggrek meliputi beberapa tahapan yaitu imbibisi, pecahnya testa keluarnya embrio dari testa, terbentuknya struktur protokorm, pembentukan meristem tunas, differensiasi jaringan dan pembentukan meristem akar, pembentukan zat hijau daun / klorofil dan terakhir menghilangnya struktur protocorm			
26	Planlet adalah tanaman hasil mikropropagasi yang daun, batang dan akarnya telah dapat dibedakan			
27	Pertumbuhan dan perkembangan biji anggrek sangat ditentukan oleh empat faktor utama, yaitu sifat genetis eksplan yang ditanam, nutrisi, faktor-faktor fisik (suhu, intensitas cahaya, pH dan konsentrasi oksigen) dan zat pengatur pertumbuhan (ZPT).			
28	Komponen dasar media secara umum mengandung unsur-unsur garam anorganik(makronutrien & mikronutrien), zat-zat organik, bahan pematat, substansi organik kompleks dan bahan tambahan			
29	Makronutrien adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam kadar yang cukup banyak, meliputi unsur C, N, H, O, S, P, K, Ca, dan Mg			
30	Mikronutrien adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam kadar yang			

	sedikit. Unsur-unsur makronutrien meliputi unsur Mn, B, Zn, Cu, Fe, Co. Cl dan Mo			
31	Zat organik meliputi gula, vitamin, asam amino dan zat pengatur tumbuh / hormon			
32	Peran gula pada mikropropagasi adalah untuk mencukupi kebutuhan karbon bagi tanaman karena keterbatasan CO ₂ yang dibutuhkan untuk melakukan asimilasi fotoautotrof pada kultur <i>in vitro</i> .			
33	Zat pengatur tumbuh bukanlah nutrisi / hara, melainkan senyawa organik yang dibutuhkan tanaman dalam konsentrasi rendah untuk menginduksi pertumbuhan dan perkembangan.			
34	Zat pengatur tumbuh tidak bekerja sendiri di dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tetapi berinteraksi dengan faktor lingkungan seperti suhu dan cahaya			
35	Pengaruh fisiologis hormon auksin dalam pertumbuhan yaitu pembesaran sel dan pertumbuhan akar			
36	Pengaruh fisiologis hormon sitokinin dalam pertumbuhan yaitu, memacu pembelahan sel dan morfogenesis, mempengaruhi perkembangan embrio dan mempengaruhi perkembangan kloroplas			
37	Pengaruh fisiologis Gibberellin pada pertumbuhan yaitu, pembesaran dan pembelahan sel, perpanjangan batang, memperbesar luas daun dan menghilangkan dormansi biji serta memacu perkecambahan			
38	Subkultur atau overplanting adalah pemindahan eksplan yang sudah tumbuh, misalnya kalus ke dalam medium yang baru			
39	Tujuan subkultur yaitu menyediakan nutrisi yang cukup bagi tanaman/kalus untuk tumbuh agar tidak kekurangan hara dan			

	bibit bisa seragam pertumbuhannya serta menyediakan ruang yang cukup agar bibit tidak berdesakan			
40	Aklimatisasi adalah tahap / proses adaptasi tanaman hasil kultur <i>in vitro</i> ke lingkungan luar yang masih terkendali			

Lampiran 9. Angket Penilaian Ahli Media

Angket Review

Penyusunan Modul Pengayaan Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Mikropropagasi Anggrek *Rhynchostylis* untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa SMA (untuk Ahli Media)

Nama Penyusun : Ema Hannaputri

NIM : 13304241022

Program Studi : Pendidikan Biologi

Petunjuk Pengisian:

1. Kepada Bapak / Ibu dimohon untuk memberikan penilaian sehubungan dengan kebenaran konsep pada modul pengayaan ini dengan cara memberi tanda *checklist* (√) pada kolom **Penilaian**. Penilaian yang Bapak / Ibu berikan berpedoman pada kriteria penilaian sebagai berikut:
SB = Sangat Baik
B = Baik
K = Kurang
SK = Sangat Kurang
2. Setiap kolom mohon untuk diisi dengan cermat, apabila terdapat catatan pada aspek yang disajikan dapat ditulis pada kolom **Catatan**. Apabila terdapat masukan berupa kritik dan saran dapat dituliskan pada **Lembar Kritik dan Saran** yang terlampir. Setiap penilaian dan koreksi berupa kritik dan saran yang Bapak / Ibu berikan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul yang dikembangkan.
3. Apabila terdapat hal – hal yang belum jelas terkait lembar penilaian ini, Bapak / Ibu dapat menanyakannya kepada penyusun. Atas kesediaan Bapak / Ibu mengisikan lembar penilaian ini, saya mengucapkan terima kasih.

PERNYATAAN

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian modul pembelajaran dalam Skripsi berjudul “ Penyusunan Modul Pengayaan Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Mikropropagasi Anggrek *Rhynchostylis* untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa SMA “ yang disusun oleh:

Nama : Ema Hannaputri

NIM : 13304241022

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : MIPA

Demikian pernyataan ini saya sampaikan, semoga penilaian yang saya berikan dapat bermanfaat bagi Mahasiswa ybs.

Purworejo, Mei 2017

Guru Biologi,

NIP.

INSTRUMEN PENILAIAN MODUL

(untuk Ahli Media)

Isilah lembar penilaian di bawah ini dengan memberikan tanda *check list* (√) pada pilihan jawaban yang sesuai dengan penilaian yang Anda berikan. Adapun kriteria penilaiannya adalah sebagai berikut:

SB = Sangat Baik

B = Baik

K = Kurang

SK = Sangat Kurang

Apabila terdapat catatan kesalahan pada konsep yang diuraikan, isikan pada kolom **Catatan**

Aspek	No	Butir Penilaian	Penilaian				Catatan
			(4) SB	(3) B	(2) K	(1) SK	
Kelayakan Isi	1	Kesesuaian materi yang disajikan ditinjau dari tuntutan kurikulum yang berlaku					
	2	Kesesuaian materi yang disajikan ditinjau dari KI dan KD					
	3	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan KI dan KD					
	4	Tingkat kedalaman materi untuk kegiatan pengayaan					

	5	Kesesuaian materi untuk kegiatan pengayaan					
	6	Kesesuaian materi terhadap tingkat penguasaan kognitif					
	7	Keluasan materi dalam mencakup atau menjabarkan Kompetensi Dasar					
	8	Peningkatan kompleksitas materi dari setiap bab kegiatan yang dipelajari					
	9	Kebenaran konsep (definisi, teori, dll)					
	10	Kejelasan peta konsep materi					
	11	Kesesuaian penggunaan istilah dengan kebenaran konsep					
	12	Kesesuaian contoh dan gambar dengan kebenaran konsep					
	13	Kesesuaian kegiatan dan soal untuk mendukung konsep					
Penyajian	14	Penyusunan materi ditinjau dari segi logis dan sistematis untuk dipelajari					
	15	Penyusunan materi ditinjau dari segi keurutan atau keruntutan materi					
	16	Penyajian materi ditinjau dari segi kejelasan, kesederhanaan dan kemenarikan untuk dipelajari					
	17	Kelengkapan struktur modul (Cover, Kata Pengantar, Daftar Isi, Kompetensi, Petunjuk Penggunaan Modul, Peta Konsep dll)					
	18	Kejelasan penyajian daftar isi					
	19	Kejelasan penyajian pendahuluan dan penjelasan awal serta tujuan pembelajaran yang disampaikan dalam tiap bab kegiatan					

	20	Kejelasan petunjuk penggunaan modul					
	21	Kejelasan penyajian kegiatan belajar					
	22	Kejelasan penyajian rangkuman					
	23	Kejelasan penyajian tes formatif dan tes sumatif					
	24	Kejelasan penyajian kunci jawaban					
	25	Kejelasan umpan balik dan tindak lanjut					
	26	Kejelasan penyajian istilah yang sulit dalam glosarium					
	27	Kombinasi warna tampilan pada <i>background</i> , teks dan gambar					
	28	Kesesuaian penyajian gambar untuk menambah informasi dan memperjelas materi					
	29	Pencantuman sumber, saduran, cuplikan dan kutipan dalam isi modul					
	30	Pencantuman sumber, saduran, cuplikan dan kutipan dalam daftar pustaka					
Pemahaman	31	Kemampuan modul untuk mendukung siswa memahami materi					
	32	Kemampuan materi untuk meningkatkan pengetahuan siswa yang kompeten (<i>mastery learning</i>)					
	33	Kualitas materi untuk meningkatkan pengetahuan atau wawasan siswa					
	34	Peningkatan informasi dalam setiap bab kegiatan yang dipelajari untuk menambah pemahaman konsep					
	35	Kemampuan soal dan latihan untuk menguji pemahaman konsep					

Bahasa atau Keterbacaan Modul	36	Penggunaan kalimat ditinjau dari segi kejelasan, komunikatif dan mudah dipahami					
	37	Kesesuaian bahasa dengan tingkat penguasaan kognitif siswa					
	38	Penggunaan kalimat untuk menyederhanaan informasi yang sulit					
	39	Penggunaan kalimat menurut kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					
	40	Kebenaran dan kejelasan dalam penulisan (penggunaan huruf, <i>bold</i> , <i>italic</i> , penulisan bahasa ilmiah dll)					
	41	Kebenaran dalam menggunakan istilah dan bahasa asing					
Impact Kualitas Belajar Siswa	42	Tampilan modul untuk menarik minat siswa membaca					
	43	Tampilan modul untuk menarik minat siswa dalam belajar					
	44	Kemampuan kegiatan dalam modul untuk mendorong rasa keingintahuan siswa dalam mempelajari materi					
	45	Kemampuan kegiatan dalam modul untuk manambah keaktifan siswa belajar otonom					
	46	Kemampuan modul untuk melibatkan dan membantu siswa belajar mandiri					
	47	Kemampuan modul untuk meningkatkan efektivitas belajar siswa yang telah kompeten (<i>mastery learning</i>)					

Lampiran 9. Hasil Rekapitulasi Tanggapan Siswa

Butir Instrumen	Siswa														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	S	SS	S	S	S	SS	S	S	SS	S	S	SS	S	SS	S
2	SS	S	S	SS	S	SS	S	SS	S	SS	SS	SS	S	S	S
3	S	SS	S	S	S	S	S	S	S	SS	S	SS	S	S	S
4	S	SS	SS	SS	SS	SS	S	SS	SS	S	S	SS	S	S	SS
5	SS	SS	SS	S	SS	SS	SS	SS	SS	S	S	S	S	SS	SS
6	S	S	SS	SS	S	S	SS	S	S	S	SS	S	S	SS	SS
7	S	SS	SS	SS	S	SS	SS	S	S	SS	SS	SS	S	SS	SS
8	SS	S	S	S	SS	S	S	S	S	SS	S	S	S	S	SS
9	SS	S	S	SS	S	SS	S	SS	S	S	SS	SS	S	S	S
10	SS	S	S	SS	S	SS	S	SS	S	S	S	S	S	SS	S
11	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	SS	S	SS	S
12	S	SS	SS	S	SS	SS	SS	S	SS	SS	SS	SS	S	S	SS
13	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	S	SS	S	SS	SS
14	S	SS	S	SS	S	S	SS	SS	S	S	S	S	S	SS	S
15	S	SS	S	S	S	S	SS	SS	S	S	SS	S	S	SS	SS
16	S	S	S	S	S	S	SS	S	S	S	S	S	S	S	S
17	S	S	S	S	SS	SS	S	SS	SS	S	S	S	S	SS	S
18	S	SS	S	S	S	SS	S	SS	SS	S	SS	SS	SS	SS	SS
19	SS	SS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	SS	SS	SS	S
20	SS	SS	S	SS	S	S	S	S	S	S	S	SS	SS	SS	SS
21	SS	S	S	SS	SS	SS	S	S	S	S	SS	SS	S	S	SS
22	SS	S	S	S	S	S	S	S	S	TS	TS	SS	S	SS	S
23	S	S	SS	SS	S	S	S	SS	SS	SS	S	SS	SS	SS	S
24	SS	SS	SS	S	SS	SS	S	SS	SS	SS	SS	SS	SS	S	TS
25	SS	SS	SS	SS	SS	SS	S	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS
26	SS	SS	SS	S	S	S	TS	S	S	S	S	SS	SS	SS	S
27	S	SS	SS	S	S	S	S	S	S	S	S	SS	SS	SS	SS
28	S	SS	S	SS	S	S	S	SS	S	S	S	S	S	SS	SS
29	S	S	S	SS	SS	S	S	SS	S	S	TS	SS	S	S	S
30	SS	S	S	SS	S	S	S	S	S	SS	SS	S	S	SS	SS
31	S	SS	S	SS	S	S	S	S	SS	SS	S	S	SS	SS	S
32	S	TS	S	S	S	S	S	S	S	SS	S	S	SS	SS	SS
33	S	SS	SS	S	S	S	S	SS	S	S	SS	SS	S	SS	S

Lampiran 10. Rekapitulasi Penilaian Ahli (*expert judgement*)

Aspek	Validator						
	Ahli Materi I	Ahli Materi II	Ahli Media I	Ahli Media II	Guru Biologi I	Guru Biologi II	Guru Biologi III
1	B	B	B	B	SB	SB	SB
2	B	B	B	SB	B	B	B
3	B	B	B	SB	SB	SB	SB
4	B	B	SB	B	B	SB	B
5	B	B	SB	SB	B	B	B
6	B	B	B	B	SB	B	SB
7	B	B	SB	B	B	B	B
8	B	B	SB	B	B	B	B
9	B	B	SB	SB	SB	B	SB
10	B	B	SB	SB	SB	SB	SB
11	B	B	SB	B	SB	SB	SB
12	B	B	SB	B	B	B	B
13	B	B	SB	SB	B	SB	B
14	B	B	B	B	SB	B	SB
15	B	B	B	SB	SB	B	SB
16	B	B	B	SB	SB	SB	SB
17	B	B	SB	SB	B	SB	B
18	B	B	SB	SB	B	B	B
19	B	B	SB	SB	B	SB	B
20	B	B	SB	SB	SB	B	SB
21	B	B	SB	SB	B	B	B
22	B	B	SB	SB	B	SB	B
23	S	B	SB	B	SB	B	SB
24	B	B	SB	B	SB	SB	SB
25	B	B	SB	B	B	B	B
26	B	B	SB	B	B	SB	B
27	B	B	SB	SB	SB	B	SB
28	B	B	B	B	SB	B	SB
29	B	B	B	B	B	B	B
30	B	B	B	B	B	B	B
31	B	B	B	SB	SB	SB	SB
32	B	B	B	SB	SB	SB	SB
33	B	B	SB	SB	SB	B	SB
34	B	B	SB	B	SB	SB	SB
35	B	B	SB	B	B	B	B
36	B	B	SB	B	B	B	B
37	B	B	SB	B	B	SB	B

38	B	B	SB	B	SB	B	SB
39	B	B	SB	B	SB	SB	SB
40	B	B	SB	B	B	B	B
41			B	B	B	B	B
42			SB	SB	SB	SB	SB
43			SB	SB	B	SB	B
44			B	B	B	SB	B
45			B	B	B	B	B
46			B	B	B	SB	B
47			SB	B	B	SB	B

Lampiran 11. Penghitungan Skor Angket Tanggapan Siswa

Aspek Penilaian	Penghitungan skor siswa ke-															Σ skor	Skor rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Kemenarikan materi	13	15	13	14	13	15	12	14	14	14	13	16	12	13	13	204	13.6
Kemenarikan penyajian	47	49	47	48	47	50	50	50	47	43	48	47	43	53	50	719	47.9
Kemudahan bahasa	13	15	14	15	13	12	11	14	12	12	11	15	14	15	14	200	13.3
Kemudahan Pemahaman materi	4	27	25	24	25	24	24	21	24	24	23	23	28	26	26	367	24.5
Kebermanfaatan materi	5	13	13	13	14	12	12	12	13	13	15	14	13	14	16	201	13.4

1. Aspek Kemenarikan Materi

$$\Sigma \text{kritria Indikator} = 4$$

$$\text{Skor Tertinggi Ideal} = 4 \times 4 = 16$$

$$\text{Skor Terendah Ideal} = 4 \times 1 = 4$$

$$M_i = 1/2 (16+4) = 10$$

$$S_{bi} = (1/3) (1/2) (16-4) = 2$$

No	Rentang Skor	Kategori
1	$x > 13$	Sangat Baik
2	$11 < x \leq 13$	Baik
3	$13 < x \leq 11$	Kurang
4	$x \leq 13$	Sangat Kurang

2. Aspek Kemenarikan Penyajian

$$\Sigma \text{kritria Indikator} = 14$$

$$\text{Skor Tertinggi Ideal} = 14 \times 4 = 56$$

$$\text{Skor Terendah Ideal} = 14 \times 1 = 14$$

$$M_i = 1/2 (56+14) = 35$$

$$Sbi = (1/3) (1/2) (56-14) = 7$$

No	Rentang Skor	Kategori
1	$x > 45,5$	Sangat Baik
2	$38,5 < x \leq 45,5$	Baik
3	$45,5 < x \leq 38,5$	Kurang
4	$x \leq 45,5$	Sangat Kurang

3. Aspek Kemudahan Bahasa

$$\Sigma \text{kritria Indikator} = 4$$

$$\text{Skor Tertinggi Ideal} = 4 \times 4 = 16$$

$$\text{Skor Terendah Ideal} = 4 \times 1 = 4$$

$$Mi = 1/2 (16+4) = 10$$

$$Sbi = (1/3) (1/2) (16-4) = 2$$

No	Rentang Skor	Kategori
1	$x > 13$	Sangat Baik
2	$11 < x \leq 13$	Baik
3	$13 < x \leq 11$	Kurang
4	$x \leq 13$	Sangat Kurang

4. Aspek Kemudahan Pemahaman Materi

$$\Sigma \text{kritria Indikator} = 7$$

$$\text{Skor Tertinggi Ideal} = 7 \times 4 = 28$$

$$\text{Skor Terendah Ideal} = 7 \times 1 = 7$$

$$Mi = 1/2 (28+7) = 17,5$$

$$Sbi = (1/3) (1/2) (28-7) = 3,5$$

No	Rentang Skor	Kategori
1	$x > 22,75$	Sangat Baik
2	$19,25 < x \leq 22,75$	Baik
3	$22,75 < x \leq 19,25$	Kurang
4	$x \leq 22,75$	Sangat Kurang

5. Aspek Kebermanfaatan Materi

Σkritria Indikator = 4

Skor Tertinggi Ideal = $4 \times 4 = 16$

Skor Terendah Ideal = $4 \times 1 = 4$

Mi = $1/2 (16+4) = 10$

Sbi = $(1/3) (1/2) (16-4) = 2$

No	Rentang Skor	Kategori
1	$x > 13$	Sangat Baik
2	$11 < x \leq 13$	Baik
3	$13 < x \leq 11$	Kurang
4	$x \leq 13$	Sangat Kurang

Lampiran 12. Hasil Penghitungan Nilai *Gain Score*

No Presensi	Nilai <i>Pre-test</i>	Nilai <i>Post-test</i>	<i>Gain score</i>	Kategori
1	16.67	80.00	0.76	Tinggi
2	16.67	83.33	0.80	Tinggi
3	26.67	96.67	0.95	Tinggi
4	16.67	80.00	0.76	Tinggi
5	33.33	90.00	0.85	Tinggi
6	16.67	86.67	0.84	Tinggi
7	36.67	86.67	0.79	Tinggi
8	20.00	90.00	0.88	Tinggi
9	23.33	100.00	1.00	Tinggi
10	33.33	80.00	0.70	Tinggi
11	26.67	83.33	0.77	Tinggi
12	23.33	73.33	0.65	Sedang
13	30.00	100.00	1.00	Tinggi
14	46.67	96.67	0.94	Tinggi
15	13.33	93.33	0.92	Tinggi

Lampiran 13. Dokumentasi Uji Coba Terbatas

