

ISBN : 978-602-6367-10-5

BAHAN AJAR



KULTUR JARINGAN TANAMAN



PUSAT PENDIDIKAN PERTANIAN

BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN

KEMENTERIAN PERTANIAN

TAHUN 2016

ISBN : 978-602-6367-10-5

BAHAN AJAR



KULTUR JARINGAN TANAMAN



**PUSAT PENDIDIKAN PERTANIAN
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
TAHUN 2016**

BAHAN AJAR SMK- PP

ISBN : 978-602-6367-10-5

PENANGGUNG JAWAB

Kepala Pusat Pendidikan Pertanian

PENULIS

Kultur Jaringan Tanaman

- Ir. Ari Tentrem Handayani, M.Pd
- Hj. Airin Nurmarita, SP,MP

TIM REDAKSI

Ketua : Dr. Ir. Siswoyo, MP

Sekretaris : Dra. Rosari Hadi Armadiana, M.Pd

TIM EDITOR

- Ir. Budianto, MP (STPP Malang)
- Dra. Rosari Hadi Armadiana, M.Pd (Pusdiktan)

Pusat Pendidikan Pertanian
Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian,
Kantor Pusat Kementerian Pertanian
Gedung D, Lantai 5, Jl. Harsono RM 3, Ragunan Jakarta 12550
Telp./Fax. : (021) 7827541, 78839234

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan ke khadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya Pusat Pendidikan Pertanian pada tahun 2016 telah menerbitkan bahan ajar yang sesuai dengan paket keahlian di masing-masing Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan (SMK-PP). Hal ini didasari oleh kebutuhan peningkatan pengetahuan dan kompetensi siswa di Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan (SMK-PP) yang membutuhkan sistim pendidikan yang sama.

Bahan ajar yang terdapat pada Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan (SMK-PP) mengacu pada Kurikulum 2013 sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 70 Tahun 2013, tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMK/MA.

Salah satu bahan ajar yang diterbitkan adalah Kultur Jaringan Tanaman. Bahan ajar ini disusun berdasarkan silabus yang telah diterbitkan oleh Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Akhir kata kami sampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada tim penyusun yang telah menuangkan ilmunya ke dalam bahan ajar untuk digunakan sebagai acuan bagi guru pengampu dan peserta didik di Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan (SMK-PP). Semoga bahan ajar ini bermanfaat dalam menunjang proses pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan (SMK-PP).

Jakarta, Juni 2016

Kepala Pusat Pendidikan Pertanian

Drs. Gunawan Yulianto, MM., MSi.

NIP. 19590703 198001 1 001

KATA PENGANTAR

Dalam rangka memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh, maka bahan ajar disusun sesuai dengan perkembangan teknologi dengan penetapan Standart Operasional Prosedur secara menyeluruh.

Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar yang mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan.

Pembelajaran kelas XII jenjang Pendidikan Menengah Kejuruan Pertanian yang disajikan dalam bahan ajar *Kultur Jaringan* ini berisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Bahan ajar ini menjabarkan pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas disekitarnya. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan - kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari alam sekitar dan berbagai referensi pendukungnya.

Bahan ajar ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, mohon kepada para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan.

Jakarta, Juni 2016

Penyusun

DAFTAR ISI
Halaman

Prakata	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
Peta Kedudukan Modul	xii
Glosarium	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan	1
D. Tujuan Akhir	2
E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar	3
F. Cek Kemampuan Awal	5
II. PEMBELAJARAN	
Kegiatan Pembelajaran 1. Teknik kultur jaringan dan prinsip keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup	6
A. Deskripsi	6
B. Kegiatan Belajar	6
1. Tujuan Pembelajaran	6
2. Uraian Materi	6
3. Refleksi	34
4. Tugas	34
5. Tes Formatif	35

C. Penilaian	35
1. Sikap	35
2. Pengetahuan	37
3. Keterampilan	38
Kegiatan Pembelajaran 2. Prinsip Pengelolaan Plasma Nutfah	40
A. Deskripsi	40
B. Kegiatan Belajar	40
1. Tujuan Pembelajaran	40
2. Uraian Materi	40
3. Refleksi	44
4. Tugas	44
5. Tes Formatif	44
C. Penilaian	44
1. Sikap	44
2. Pengetahuan	47
3. Keterampilan	48
Kegiatan Pembelajaran 3. Prinsip penyiapan laboratorium kultur jaringan dan teknik penyiapan alat dan pengoperasian	50
A. Deskripsi	50
B. Kegiatan Belajar	50
1. Tujuan Pembelajaran	50
2. Uraian Materi	50
3. Refleksi	67
4. Tugas	67
5. Tes Formatif	67
C. Penilaian	68
1. Sikap	68
2. Pengetahuan	70
3. Keterampilan	71

Kegiatan Pembelajaran 4. Teknik pembuatan media kultur	73
A. Deskripsi	73
B. Kegiatan Belajar	73
1. Tujuan Pembelajaran	73
2. Uraian Materi	73
3. Refleksi	88
4. Tugas	89
5. Tes Formatif	89
C. Penilaian	89
1. Sikap	89
2. Pengetahuan	92
3. Keterampilan	94
 Kegiatan Pembelajaran 5. Penyiapan Bahan Tanam/Eksplan dan Teknik Inokulasi	 95
A. Deskripsi	95
B. Kegiatan Belajar	95
1. Tujuan Pembelajaran	95
2. Uraian Materi	95
3. Refleksi	111
4. Tugas	111
5. Tes Formatif	111
C. Penilaian	112
1. Sikap	112
2. Pengetahuan	114
3. Keterampilan	118
 Kegiatan Pembelajaran 6. Menerapkan Teknik inkubasi/Pemeliharaan Secara Kultur Jaringan Tanaman dan Teknik Aklimatisasi Tanaman	 119
A. Deskripsi	119
B. Kegiatan Belajar	119

Daftar Isi

1. Tujuan Pembelajaran	119
2. Uraian Materi	119
3. Refleksi	147
4. Tugas	147
5. Tes Formatif	147
C. Penilaian	148
1. Sikap	148
2. Pengetahuan	150
3. Keterampilan	151
III PENUTUP	153
DAFTAR PUSTAKA	154

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Komposisi unsur hara makro pada berbagai jenis media	77
2	Komposisi unsur hara mikro	77
3	Pembuatan dan Komposisi Larutan Stok MS	82
4	Kisaran Konsentrasi dan Lama Waktu Perendaman Untuk Bahan Sterilan	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Cara Menggunakan Alat Pelindung Diri	7
2	Proses penanaman eksplan pisang dengan teknik kultur jaringan	7
3	Bibit anggrek dalam botol kultur	8
4	Proses aklimatisasi anggrek	8
5	Anggrek Bulan (<i>Phalaenopsis amabilis</i> Varietas Pelaihari)	40
6	Induk Pisang	41
7	Anggrek Dendrobium	41
8	Desain laboratorium kultur jaringan tanaman	50
9	Ruang persiapan	52
10	Ruang penanaman	52
11	Penanaman eksplan pisang di ruang penanaman	53
12	Ruang pertumbuhan/inkubasi/Growing area	54
13	Media yang telah disterilisasi disimpan dalam ruang penanaman	56
14	Laminar Air Flow (LAF)	57
15	Autoclave	58
16	Lampu bunsen	58
17	Petridish	59
18	Timbangan Analitik	59
19	Magnetic Stirrer	60
20	Hot plate	60
21	Magnet	61
22	Baker glass	61
23	Gelas Ukur	62
24	Pinset	62
25	Pisau Scalpel	63
26	Kompur Gas	63

27	Tabung Erlenmeyer	64
28	Lemari es	64
29	Shaker beserta botol kultur berisi media cair	65
30	Rak inkubasi	65
31	Gelas-gelas media	66
32	Media tanam tangkai bunga anggrek	73
33	Media tanam planlet anggrek	74
34	Media tanam eksplan daun	74
35	Media tanam bibit Jati	75
36	Media tanam biji anggrek	75
37	Media Warna-warni untuk sovenir	76
38	Larutan Stok A - F	83
39	Penimbangan bahan	84
40	Pengambilan stok untuk pembuatan media	84
41	Pengukuran pH larutan media	85
42	Memasak larutan media (larutan stok, agar, gula)	85
43	Memasukkan larutan media ke botol	86
44	Sterilisasi media dengan autoclave	87
45	Penyimpanan berbagai media dalam ruang inkubasi yang steril dan ber AC	88
46	Penyimpanan berbagai media dan beberapa eksplan yang ditanam dalam ruang inkubasi yang steril dan ber AC	88
47	Bahan tanam tangkai bunga anggrek	95
48	Bahan tanam daun	96
49	Bahan tanam biji/benih	96
50	Bahan tanam buah anggrek	97
51	Pengambilan dan meletakkan eksplan tangkai bunga di plat kaca	109
52	Pemotongan ujung eksplan tangkai bunga	109
53	Penanaman eksplan tangkai bunga	110

Daftar Gambar

54	Sterilisasi dengan api bunsen setelah penanaman	110
55	Eksplan pisang setelah ditanam dalam media kultur disimpan dalam ruang inkubasi	120
56	Soot anggrek dalam ruang inkubasi	120
57	Planlet pisang siap untuk diaklimatisasi	121
58	Planlet anggrek siap dilakukan sub kultur	123
59	Pengambilan planlet saat sub kultur	124
60	Planlet diambil sedikit demi sedikit saat sub kultur	124
61	Penanaman planlet dalam botol kultur pada sub kultur	125
62	Planlet anggrek selesai dilakukan sub kultur	125
63	Planlet anggrek siap untuk diaklimatisasi	127
64	Planlet pisang siap untuk diaklimatisasi	128
65	Penyiapan media aklimatisasi pisang menggunakan tanah subur dan sekam	129
66	Penyiraman media sebelum planlet pisang hasil aklimatisasi ditanam ...	129
67	Proses pemotongan media tanam anggrek	131
68	Pembuatan larutan pestisida untuk merendam media tanam	132
69	Memasukkan media tanam ke dalam larutan pestisida	132
70	Pengisian pot dengan pecahan genting	133
71	Pengisian pot dengan media pakis	133
72	Pot untuk penanaman anggrek hasil Aklimatisasi	135
73	Peralatan untuk aklimatisasi	135
74	Mengeluarkan planlet dari botol	136
75	Mencuci bibit yang baru dikeluarkan dari botol dengan air untuk menghilangkan media agar yang menempel pada akar	137
76	Mencelupkan bibit angrek alam larutan fungisida	138
77	Meniriskan bibt dengan menggunakan kertas koran mati/berwarna coklat dipotong dengan menggunakan gunting	138
78	Menanam bibit angrek dalam pot	139

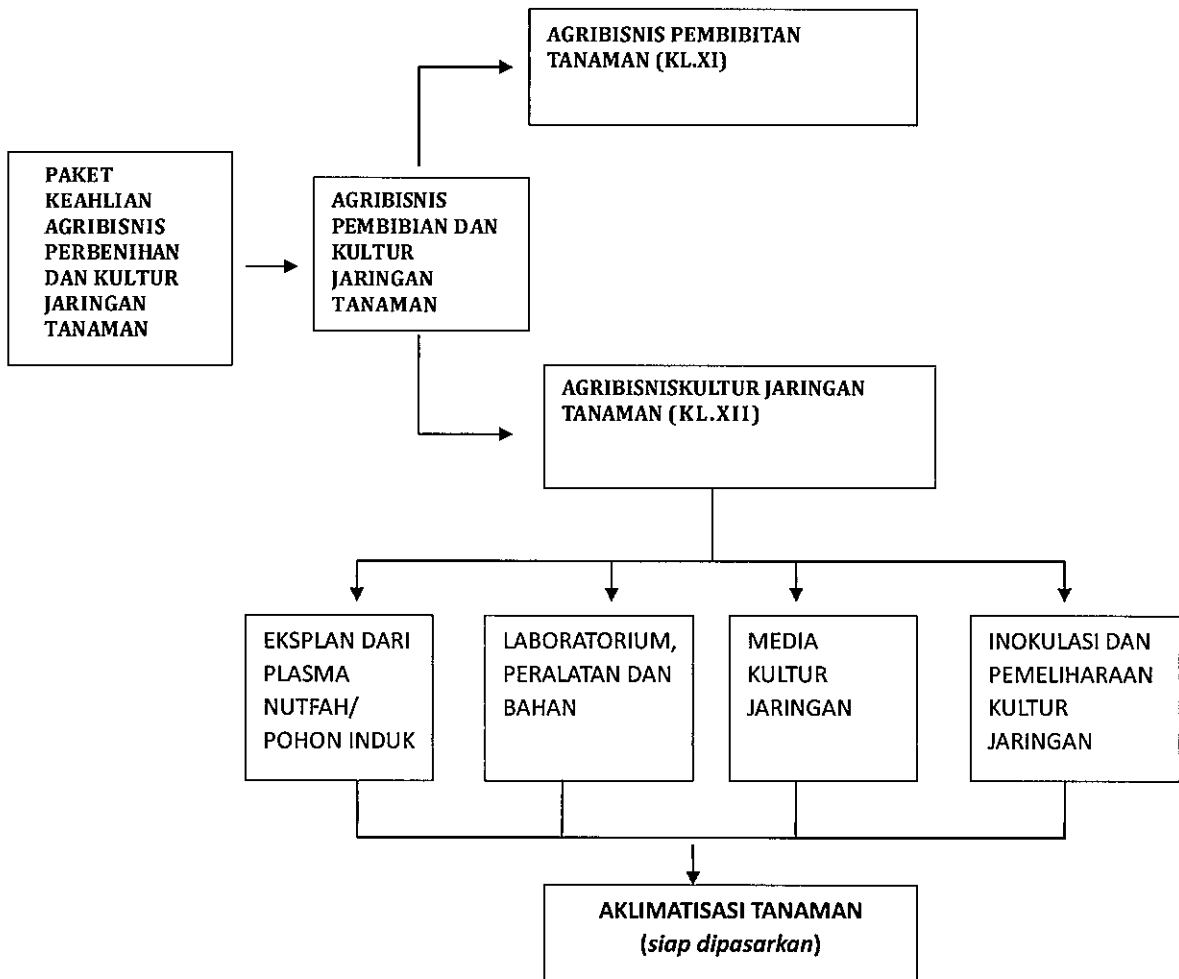
79	Bibit anggrek hasil aklimatisasi yang telah ditanam dalam pot	140
80	Penulisan nomor/kode bibit anggrek pada kertas Label	141
81	Pemasangan label pada pot	141
82	Planlet pisang siap diaklimatisasi	142
83	Mencuci sisa media agar pada planlet pisang dengan menggunakan air .	143
84	Merendam planlet dalam larutan fungisida	143
85	Meniriskan planlet pisang di atas kertas hidroskopis	144
86	Menyiapkan media tanam planlet pisang hasil aklimatisasi	144
87	Memasukkan media dalam keranjang pembibitan	145
88	Menyiram media dalam keranjang pembibitan sebelum planlet ditanam	145
89	Menanam planlet pisang dalam keranjang pembibitan	146
90	Memasang sungkup pada keranjang pembibitan yang telah ditanami planlet pisang	146

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

Bahan ajar ini menyajikan sebagian kecil dari Paket Keahlian Agribisnis Perbenihan dan Kultur Jaringan Tanaman, yang terdiri dari 3 (tiga) mata pelajaran:

1. Agribisnis Perbenihan Tanaman,
 - 1.1. Agribisnis Perbenihan Tanaman Pangan dan Palawija (kelas XI),
 - 1.2. Agribisnis Perbenihan Tanaman Hortikultura (kelas XII),
2. Agribisnis Pembibitan dan Kultur Jaringan Tanaman, dan
 - 2.1. Agribisnis Pembibitan Tanaman (kelas XI),
 - 2.2. Agribisnis Kultur Jaringan Tanaman (kelas XII),**
3. Agribisnis Pengujian Mutu Benih Tanaman.
 - 3.1. Agribisnis Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Palawija (kelas XI),
 - 3.2. Agribisnis Pengujian Mutu Benih Tanaman Hortikultura (kelas XII)

DIAGRAM PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR



GLOSARIUM

2,4-D	2,4-dichloropenoxyacetic acid, yaitu hormone tanaman
ABA	Abscisic acid (asam absisat) yaitu hormone tanaman yang berperan penting pada dormansi dan senesen
Adventif	Sifat yang menunjukkan perkembangan struktur dari posisi yang tidak normal, misalnya pucuk yang keluar dari akar atau daun.
Aerop	Hidup tergantung pada ketersediaan oksigen
Agar	Produk yang terbuat dari algae yang digunakan untuk memadatkan medium kultur jaringan
Air deionisasi	Air yang bebas dari senyawa-senyawa anorganik
Air Kelapa	Endosperm cair pada kelapa
Air suling	Air yang dihasilkan dari proses penyulingan. Air suling tidak mengandung senyawa-senyawa organik maupun anorganik
Aksenik	Tidak mengalami kontaminasi atau bebas dari organism asing
Aksilar	Berkembang dari ketiak daun. Misalnya tunas aksilar
Alkohol	Etil alcohol (C_2H_5OH), disebut pula etanol
Androgenesis	Disebut pula parthenogenesis jantan, yaitu perkembangan individu haploid dari mekrospora (dikenal pula sebagai embryogenesis mikrospora)
Antarspesies	Persilangan antara dua spesies yang berbeda
Antera	Bagian dari stamen (tangkai sari) yang berisi polen (serbuk sari) di dalam kantong serbuk sari
Antioksidan	Senyawa kimia yang berperan menghambat oksidasi, misalnya vitamin C dan asam sitrat
Antiseptis	Proses atau prinsip yang memanfaatkan antiseptic
Asam amino	Kelompok senyawa organik yang juga merupakan konstituen pada biosintesis protein
Asam deoksiribonukleat (DNA)	Suatu bahan genetic yang terdapat di dalam setiap sel makhluk hidup
Asepsis	Tanpa infestasi atau kontaminasi mikroorganisme
Aseptik	Bebas dari segala bentuk mikroorganisme.

Asimbiotik	Tidak dalam keadaan bersimbiosis dengan mikroorganisme
Auksin	Hormone yang menyebabkan pemanjangan sel, dominasi pucuk dan inisiasi akar. Misalnya Asam indol asetat (IAA)
Autotrof	Suatu organism yang mensintesis makanannya sendiri dari molekul-molekul organic. Misalnya organism fotosintetik
Backbulb	Struktur vegetative yang lebih tua pada anggrek simpodial yang ada kemungkinan tidak memiliki daun. Struktur ini memiliki tunas yang dapat dirangsang untuk tumbuh bila dipisahkan dari induknya
Bebas patogen	Tanaman, meristem, jaringan atau sel yang bebas dari penyebab penyakit.
Binokuler	Mikroskop sterio yang mamapu melakukan pembesaran 5-20 kali
Diferensiasi	Istilah yang digunakan untuk menggambarkan pembentukan berbagai tipe sel, akar, pucuk, embrio, ataupun organ lain yang berbeda di dalam kultur kalus atau kultur sel
Disinfestasi	Memusnahkan mikroorganisme
Dominasi pucuk	Fenomena tertekannya pertumbuhan tunas aksilar (tunas samping) oleh adanya tunas terminal (ujung) pada suatu cabang.
Eksplan	Organ atau sepotong jaringan yang digunakan untuk memulai kultur
Ekstrak ragi	Campuran senyawa-senyawa yang berasal dari ragi
Embrio	Tanaman yang sangat muda, berkembang di dalam gametofit betina dengan atau tanpa pembuahan
Embrio nuselar	Embrio yang berkembang secara vegetative dari jaringan somatik yang mengelilingi kantong embrio, bukan berkembang dari sel telur
Embriogenesis somatik	Embrioid-embrioid yang muncul dari sel-sel somatic, tidak ada proses seksual yang terlibat.
Embrioid	Embrio nonsigotik yang terbentuk di dalam kultur
Endomitosis	Penggandaan jumlah kromosom tanpa terjadinya pembelahan inti sel, sehingga mengakibatkan terjadinya poliploid
Erlenmeyer	Suatu wadah kultur berbentuk kerucut dengan bagian bawah datar.

Fenotip	Karakteristik suatu organism yang tampak karena interaksi antaragenotip dengan lingkungannya
Fiksasi nitrogen	Konversi nitrogen atmosfer menjadi ammonia dan asam-asam amino
Galur sel	Sel-sel yang berasal dari kultur promer dan berhasil disubkulturkan untuk pertama kali, kedua kali dan seterusnya
Gamet	Sel kelamin yang diperoleh dari gametofit dan mengandung setengah dari jumlah kromosom sel-sel somatic tanaman
Gametofit	Fase haploid pada siklus generasi tanaman yang membentuk gamet
Gen	Salah satu sel tanaman yang memiliki pengaruh spesifik terhadap sifat-sifat suatu organism, terdiri atas DNA dan tersusun secara linear pada kromosom
Genotip	Ekspresi genetic suatu individu, sebagaimana ditentukan oleh sel gen yang dibawa oleh kromosom
Giberelin	Suatu kelompok hormone tanaman yang berperan antara lain dan pembelahan dan pemanjangan sel
Habitiasi	Kemampuan sel-sel untuk tumbuh tanpa adanya hormone tanaman setelah dikulturkan untuk jangka waktu yang panjang pada medium yang mengandung hormone tanaman
Haploid	Setiap sel memiliki satu kopi dari setiap karakteristik kromosom suatu spesies
Hardening off	Aklimatisasi tanaman <i>in vitro</i> secara bertahap ke kondisi <i>in vivo</i> , misalnya dengan pengurangan tingkat kelembaban secara bertahap
Heterokarion	Sel yang memiliki dua atau lebih inti dengan sifat genetic yang berbeda
Heterotrof	Organism yang tidak mampu melakukan fotosintesis, karena tidak mampu mensintesis senyawa karbon dari molekul-molekul anorganik sederhana, senyawa-senyawa karbon tersebut, misalnya gula yang digunakan sebagai sumber energy dan unit-unit untuk untuk reaksi sintesis harus diperoleh dari lingkungan tempat tanaman tersebut tumbuh, misalnya dari medium kultur jaringan.

Heterozigot	Memiliki alel yang berbeda pada satu atau lebih lokus atau titik yang berkorespon di dalam kromosom homolog, peenyerbukan sendiri pada individu tanaman heterozigot akan menghasilkan populasi yang heterogen
Hibrid	Suatu organism atau galur sel yang dihasilkan dari persilangan antara induk yang secara genetic tidak serupa.
Homozigot	Individu diploid atau poliploid yang memiliki alel identik pada kromosom homolog, penyerbukan sendiri pada individu tanaman homozigot akan menghasilkan individu yang homogen
Hormon	Senyawa organic yang dihasilkan di dalam tanaman, dalam konsentrasi rendah dapat meningkatkan, menghambat atau secara kualitatif memodifikasi pertumbuhan tanaman pada bagian yang berbeda dari tempat sitetisnya.
IAA	Indole-3-acetic acid (asam indol asetat)
IBA	Indole-3-butyric acid (asam indol butirat)
In vitro	Secara harfiah berarti di dalam kaca, di dalam tabung reaksi, botol, dan sebagainya. Dalam kultur jaringan, diterapkan pada setiap proses yang dilakukan di dalam kultur steril.
In vivo	Secara harfiah di dalam kehidupan, diterapkan pada setiap proses yang terjadi di dalam organism utuh, tanaman utuh yang tumbuh baik di rumah kaca maupun di lapangan.
Induksi	Inisiasi suatu proses tertentu yang menghasilkan perkembangan organ, misalnya induksi akar, pucuk dan bunga.
Infeksi	Terjadinya penyakit akibat serangan mikroorganisme
Inisial	Kelompok sel yang bertindak sebagai precursor organ, seperti daun, tunas, akar dll.
Inisiasi	Pembentukan struktur suatu organ, seperti premordia akar atau pucuk
Inokulasi	Meletakan inokulum di dalam atau pada medium nutrisi
Interkalar	Bagian diantara dua tunas yang berdekatan
Internodus	Bagian batang diantara dua nodus
Jumlah subkultur	Jumlah beberapa kali sel-sel, kalus, atau eksplan secara umum, dipindahkan dari satu wadah ke wadah baru dengan medium segar

Juvenil	Suatu fase dalam siklus hidup tanaman di mana pada periode tersebut pembungaan tidak dapat diinduksi, selama fase juvenile, tanaman sering memperlihatkan karakteristik khusus (morfologi, fisiologi dan sebagainya). Yang berbeda dari karakteristik fase dewasa.
Juvenilitas	Menggambarkan fase awal pertumbuhan di mana tanaman berada dalam fase pertumbuhan vegetative cepat.
Kalus	Jaringan yang tumbuh dari proliverasi sel-sel yang belum terorganisasi - suatu kelompok sel tanaman yang belum terdiferensiasi
Kambium	Jaringan yang terdiri atas sel-sel yang sedang aktif membelah diri. Pada batang jaringan ini membentuk kayu dan kulit
Kariotip	Karakteristik jumlah, ukuran dan bentuk kromosom pada metaphase sel-sel somatik
Kasein hidrolisat	Campuran berbagai senyawa (terutama asam-asam amino) yang dihasilkan dari kasein
Keragaman epigenetik	Keragaman yang tidak diwariskan, pada saat yang sama dapat balik, sering merupakan hasil eksperimen gen.
Keragaman somaklon	Variasi genetic yang terjadi di dalam sel-sel tanaman selama kultur, asal-usul keragaman belum diketahui
Kimera	Suatu organisme yang memiliki dua genotip yang berbeda
Klon	Suatu populai tanaman yang diperoleh dari individu tunggal melalui perbanyakan vegetative, tepatnya merupakan populasi sel yang diperoleh dari sel tunggal melalui pembelahan mitosis, suatu klon tidak perlu homozigot
Kotak inokulasi	Kotak atau ruangan kecil tempat melakukan inokulasi atau penanaman eksplan, kotak inokulasi sering dilengkapi dengan aliran udara steril secara horizontal
Kromosom	Satu set struktur yang menyerupai untaian benang yang terdapat di dalam nucleus, terdiri atas asam nukleat dan protein, membawa gen, dan terlibat dalam penyampaian karakteristik keturunan
Kultur	Menumbuhkan sel, jaringan, organ, ataupun keseluruhan tanamandi dalam medium steril dan kondisi aseptic. Misalnya kultur sel, kultur embrio, kultur ujung pucuk,

	kultur antera dan sebagainya.
Kultur antera	Kultur jaringan antera yang biasanya ditujukan untuk mendapatkan tanaman haploid
Kultur aseptik	Kultur jaringan atau organpada medium bebas bakteri, jamur atau mikroorganisme lain.
Kultur jaringan	Istilah umum yang mengacu pada semua bentuk kulturaseptik jaringan tanaman ataupun hewan.
Kultur kontinu	Suatu kultur suspense yang secara kontinu disuplai dengan unsur hara dengan cara mengalirkan medium segar, baik dengan atau tanpa membuang bioproduknya
Kultur nodus tunggal	Kultur tunas lateral yang terpisah-pisah, masing-masing terdiri atas sepotong jaringan batang
Kultur organ	Kultur aseptik dari struktur yang terorganisasi, misalnya ujung akar, ujung pucuk, potongan batang, embrio dan lain-lain.
Kultur primer	Kultur yang diperoleh dari sel, jaringan atau organ yang berasal dari suatu organisme
Kultur sel	Upaya menumbuhkan sel-sel secara <i>in vitro</i>
Kultur sinkron	Kultur yang sebagian besar sel mengalami pembelahan pada waktu yang bersamaan, lawan dari asinkron.
Kultur suspensi	Sel atau agregat sel yang dikulturkan di dalam medium cair
Laminar Air Flow Cabinet (L AFC)	Kotak yang digunakan untuk inokulasi eksplan, L AFC harus selalu dijaga agar tetap steril dengan mengalirkan udara steril secara teraur dengan arah horizontal.
Lateral	Brasal dari bagian dasar daun, ketiak daun atau ketiak tunas bunga
Magnetic stirrer	Pengaduk bermagnet, yaitu suatu alat yang terdiri atas pemanas dan magnet yang berputar, alat ini digunakan untuk memanaskan, misalnya medium di dalam gelas piala yang diletakan di atasnya, dalam gelas piala dimasukkan sebatang besi berselaput plastic yang berputar mengaduk medium. Berputarnya besi tersebut disebabkan oleh adanya magnet yang berputar.
Medium cair	Medium tanpa bahan pematat, seperti Agar, Gelrite dll.
Medium dasar	Suatu medium yang mengandung hara organik dan anorganik, namun tanpa zat aditif, seperti pengatur tumbuh.

Glosarium

Medium nutrisi	Kombinasi hara organik dan anorganik serta air dalam bentuk cair maupun padat
Medium terdefinisi secara kimiawi	Larutan nutrisi untuk mengkulturkan sel terdiri atas komposisi senyawa kimia yang telah diketahui.
Meriklon	Klon anggrek yang berasal dari meristem atau organ lain yang diisolasi secara <i>in vitro</i>
Meristem	Kelompok sel yang sedang aktif tumbuh yang dilokalisasi dari jaringan permanen, misalnya akar, daun, pucuk dan bunga.
Meristimoid	Sel-sel meristematis yang terbentuk di dalam jaringan kalus dan dapat menumbuhkan akar atau pucuk
Mikoriza	Asosiasi antara jenis cendawan tertentu dengan akar tanaman tingkat tinggi
Mikropropagasi	Perbanyakan tanaman seksual atau vegetative secara <i>in vitro</i>
Mikrospora	Sel haploid yang uninukleat yang berkembang menjadi serbuk sari (gametofit jantan).
MS	Medium Murashige dan Skoog (1962)
Mutagenesis	Proses perubahan konstitusi genetik suatu sel melalui perubahan – perubahan di dalam DNA
Mutan	Individu yang memiliki genotip yang berbeda dari induknya dan fenotip yang berbeda pula.
Mutasi	Perubahan jumlah atau struktur DNA di dalam suatu organisme menyebabkan terjadinya perubahan pada fenotip organisme tersebut
Nodus	Bagian pada batang tempat daun-daun melekat, biasanya memiliki satu tunas aksilar
Organ	Bagian tanaman yang memiliki fungsi spesifik, misalnya akar, batang, daun, bunga dll.
Otoklaf	Alat yang digunakan untuk mensterilkan medium, gelas, dll, dengan memanfaatkan uap bertekanan tinggi
Passage	Pemindahan secara rutin terhadap sel-sel atau jaringan ke medium yang baru
pH	Nilai logaritma negatif dari konsentrasi ion-ion hidrogen
Primordia	Kelompok sel yang menumbuhkan suatu organ
Propagula	Sepotong kecil tanaman yang digunakan dalam perbanyakan
Protoplas	Sel tunggal yang telah dibuang dindingnya

PVP	Polyvinylpyrrolidone
RNA	Ribonucleic acid
Sitokinin	Hormon pertumbuhan yang menyebabkan pemanjangan sel, diferensiasi sel, diferensiasi pucuk, pecahnya domonasi pucuk.
Skalpel	Piasu bedah kecil dan tajam yang digunakan untuk memotong bahan eksplan.
Sterilisasi	Prosedur eliminasi mikroorganisme, misalnya secara kimiawi, panas, radiasi penyaringan dan sebagainya.
Transformasi <i>in vitro</i>	Dihasilkanya perubahanp - perubahan pada pola pewarisan kultur protoplas, sel, jaringan dan lain-lain.
UV	Ultraviolet (cahaya).
Vitrifikasi	Menggambarkan kultur yang terlihat, seperti kelebihan air, tembus cahaya, bening seperti kaca.
Waktu Penggandaan	Suatu periode yang menunjukkan lamanya waktu diperlukan untuk menggandakan sel atau pucuk secara <i>in vitro</i>
Zat Pengatur	Senyawa yang berperan mengatur pertumbuhan dan perkembangan sel, organ dan sebagainya.
Zigot	Sel yang terbentuk dari penyatuan dua gamet (sel sperma dan sel telur).

Sumber : Zulkarnain, 2014. Kultur Jaringan Tanaman.. Bumi Aksara. Jakarta.

KULTUR JARINGAN TANAMAN

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Bahan ajar/modul ini membahas tentang pengetahuan dan teknik perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan secara utuh dan lengkap, mulai dari Keselamatan, Kesehatan, Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH), Pengelolaan Plasma Nutfah/Pohon Induk, Penyiapan Laboratorium Kultur Jaringan, Teknik Penyiapan Alat dan Pengoperasian, Teknik Pembuatan Media Kultur, Penyiapan Bahan Tanam/Eksplan, Teknik Inokulasi, Teknik Inkubasi/Pemeliharaan secara kultur jaringan tanaman, sampai dengan Teknik Aklimatisasi Tanaman.

B. Prasyarat

Syarat mempelajari bahan ajar/modul ini adalah telah mempelajari tentang ilmu kimia, biologi, dasar-dasar budidaya tanaman, alat dan mesin pertanian, pembiakan tanaman.

C. Petunjuk Penggunaan

1. Petunjuk Peserta Didik

1. Baca dan pahami modul dengan baik.
2. Simak informasi modul ini dengan cermat.
3. Ikuti ketentuan yang berlaku dalam modul, khususnya waktu yang disediakan untuk bagian tertentu.
4. Manfaatkan ilmu lain yang berkaitan dengan kultur jaringan untuk membantu menyelesaikan tugas.
5. Kerjakan tugas-tugas dan uji kemahiran dengan cermat dan jujur.
6. Jangan melihat kunci jawaban sebelum waktunya.
7. Usahakan menyelesaikan modul lebih cepat dari waktu yang ditetapkan.
8. Tingkatkan terus pemahaman Anda.
9. Target minimal skor nilai uji kemahiran adalah 70 (Skala 100).

10. Jika target 70% belum tercapai, mintalah saran guru.
11. Jika skor nilai Anda > 70%, Anda dinyatakan tuntas mempelajari teknik perbanyak tanaman secara kultur jaringan.
12. Anda diperbolehkan berkonsultasi kepada guru, jika dirasa perlu.
13. Laporkan kemajuan Anda kepada guru.

2. Petunjuk Guru

1. Membantu peserta didik dalam merencanakan proses belajar.
2. Membimbing peserta didik melalui tugas-tugas latihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
3. Membantu peserta didik dalam memahami konsep, menjawab pertanyaan, dan mengatasi kendala proses belajar peserta didik.
4. Mendorong peserta didik untuk mengakses sumber informasi tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
5. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
6. Mencatat pencapaian kemajuan belajar peserta didik.
7. Melaksanakan penilaian.
8. Menjelaskan kepada peserta didik mengenai bagian yang perlu dituntaskan.
9. Melaksanakan penilaian ulang pada bagian yang belum tuntas.
10. Menginformasikan kepada peserta didik tentang rencana pembelajaran selanjutnya.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini kompetensi yang akan dicapai adalah siswa dapat memahami dan melakukan teknik perbanyak tanaman secara kultur jaringan secara utuh dan lengkap, mulai dari Keselamatan, Kesehatan, Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH), Pengelolaan Plasma Nutfah/Pohon Induk, Penyiapan Laboratorium Kultur Jaringan, Teknik Penyiapan Alat dan Pengoperasian, Teknik Pembuatan Media Kultur, Penyiapan Bahan Tanam/Eksplan, Teknik Inokulasi, Teknik

Inkubasi/Pemeliharaan secara kultur jaringan tanaman, sampai dengan Teknik Aklimatisasi Tanaman.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar dari Mata Pelajaran Perbenihan dan Kultur Jaringan ada kelas XII pada semester 1, terdiri dari:

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
<p>1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.</p>	<p>1.1 Menghayati nilai-nilai ajaran agama dan kepercayaan dalam kehidupan bermasyarakat. 1.2 Menghayati isi dan makna pasal 28E dan 29 ayat (2) Undang-undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.</p>
<p>2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung-jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara Efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.</p>	<p>2.1 Menghayati nilai-nilai Pancasila dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara. 2.2 Mengamalkan nilai-nilai yang terkandung dalam Pembukaan UUD Negara Republik Indonesia Tahun 1945 dalam kehidupan. 2.3 Menghayati nilai-nilai yang terkandung dalam pasal-pasal UUD Negara Republik Indonesia Tahun 1945 dalam berbagai aspek kehidupan ideologi, politik, ekonomi, sosial budaya, pertahanan. dan keamanan (ipoleksosbudhankam) 2.4 Mengamalkan sikap toleransi antar umat beragama dan kepercayaan dalam hidup bermasyarakat, berbangsa dan bernegara Indonesia. 2.5 Mengamalkan perilaku toleransi dan harmoni keberagamaan dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara Indonesia. 2.6 Mengamalkan nilai dan budaya demokrasi dengan mengutamakan prinsip musyawarah mufakat dalam kehidupan sehari-hari dalam konteks Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).</p>

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Menerapkan teknik kultur jaringan tanaman. 3.2 Menerapkan prinsip K3LH (Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup) pada kultur jaringan. 3.3 Menerapkan prinsip plasma nutfah/pohon induk. 3.4 Menerapkan prinsip penyiapan laboratorium kultur jaringan. 3.5 Menerapkan teknik penyiapan alat dan pengoperasian. 3.6 Menerapkan teknik pembuatan media kultur. 3.7 Menerapkan penyiapan bahan tanam/eksplan. 3.8 Melaksanakan teknik inokulasi. 3.9 Menerapkan teknik inkubasi/pemeliharaan secara kultur jaringan. 3.10 Menerapkan teknik aklimatisasi tanaman.
4. Mengolah,menalar,dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung.	4.1 Melaksanakan kultur jaringan tanaman. 4.2 Melaksanakan K3LH(Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup)pada kultur jaringan tanaman. 4.3 Melaksanakan pengelolaan plasma nutfah/pohon induk. 4.4 Melaksanakan penyiapan laboratorium kultur jaringan. 4.5 Melaksanakan penyiapan alat dan pengoperasian. 4.6 Melaksanakan pembuatan media kultur. 4.7 Melaksanakan penyiapan bahan tanam/eksplan. 4.8 Melaksanakan inokulasi. 4.9 Melaksanakan pemeliharaan secara kultur jaringan. 4.10 Melaksanakan aklimatisasi tanaman.

F. Cek Kemampuan Awal

Sebelum Anda mempelajari lebih jauh buku teks ini, lakukan tes kemampuan awal anda untuk mengetahui tingkat kebutuhan pembelajaran, dengan menggunakan Lembar cek penguasaan awal yang tersedia.

No	Pernyataan	Kondisi	
		Ya	Tidak
1.	Apakah Anda mampu memahami pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan?		
2.	Apakah Anda mampu melaksanakan pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan?		
3.	Apakah Anda mampu melaksanakan Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) dalam melaksanakan pembiakan tanaman dengan kultur jaringan?		
4.	Apakah Anda mampu melaksanakan pengelolaan plasma nutfah/pohon induk?		
5.	Apakah Anda mampu melaksanakan penyiapan laboratorium kultur jaringan?		
6.	Apakah Anda mampu melaksanakan penyiapan alat dan pengoperasian pada laboratotium kultur jaringan?		
7.	Apakah Anda mampu melaksanakan pembuatan media kultur jaringan?		
8.	Apakah Anda mampu melaksanakan penyiapan bahan tanam/eksplan?		
9.	Apakah Anda mampu melaksanakan inokulasi?		
10.	Apakah Anda mampu melaksanakan pemeliharaan bibit dari pembiakan secara kultur jaringan?		
11.	Apakah Anda mampu melaksanakan aklimatisasi bibit tanaman?		

Apabila ada salah satu pertanyaan yang Anda jawab TIDAK, maka Anda harus mempelajari dan mengulangi kegiatan pembelajaran tersebut sampai selsesai, Apabila semua kegiatan pembelajaran jawabannya YA, maka anda memiliki kompetensi di bidang pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan.

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1: Teknik kultur jaringan dan prinsip keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup.

A. Deskripsi

Kompetensi Dasar (KD) menerapkan dan melaksanakan teknik kultur jaringan dan prinsip keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup berisikan uraian pokok materi pengertian kultur jaringan tanaman, penyiapan laboratorium dan peralatan, kelemahan dan kelebihan kultur jaringan, manfaat kultur jaringan tanaman, mendeskripsikan keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup (K3LH), melaksanakan prosedur K3, melakukan pekerjaan sesuai SOP, menerapkan konsep lingkungan hidup, menerapkan ketentuan pertolongan pertama pada kecelakaan.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 1 diharapkan peserta didik mampu memahami teknik kultur jaringan dan prinsip keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup.

2. Uraian Materi

Kultur Jaringan merupakan salah satu teknik pembiakan tanaman. Teknik pembiakan memerlukan syarat yang spesifik dibanding pembiakan tanaman lainnya. Diantaranya sebagian pekerjaan dilaksanakan di dalam laboratorium dengan peralatan yang dalam keadaan steril demikian juga petugas yang melaksanakannya. Pekerjaan di dalam laboratorium mempunyai resiko kecelakaan yang besar, sehingga pelaksanaannya harus menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang memenuhi standar Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Penggunaan Alat Pelindung Diri di dalam laboratorium kultur jaringan merupakan pelaksanaan K3LH yang harus diterapkan dalam setiap kegiatan di dalam laboratorium kultur jaringan. Gambar dibawah ini merupakan contoh

penggunaan APD dan hal-hal yang berhubungan dengan teknik pembiakan tanaman secara kultur jaringan.



Gambar 1. Cara Menggunakan Alat Pelindung Diri
Sumber: Foto kegiatan praktik siswa SMKPP Negeri Mataram



Gambar 2. Proses penanaman eksplan pisang dengan teknik kultur jaringan
Sumber: Foto kegiatan praktik siswa SMKPP Negeri Mataram



Gambar 3. Bibit angrek dalam botol kultur
Sumber: Balithi, Cianjur



Gambar 4. Proses aklimatisasi angrek
Sumber: Foto Diklat Instruktur Angrek, Balithi Cianjur

Perhatikan gambar di atas. Silahkan Anda *menanyakan* lebih lanjut hal-hal yang belum Anda ketahui dengan jelas berkaitan dengan teknik kultur jaringan seperti pada gambar tersebut kepada Guru. Selanjutnya bacalah uraian materi di bawah ini untuk menambah informasi Anda tentang teknik kultur jaringan.

a. Menerapkan teknik kultur jaringan tanaman

- **Pengertian kultur jaringan**

Kultur jaringan dalam bahasa asing disebut sebagai *tissue culture*. Kultur adalah budi daya, sedangkan jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Maka kultur jaringan artinya suatu teknik membudidayakan jaringan tanaman baru yang lengkap dan mempunyai sifat seperti induknya.

Sedangkan menurut Nurheti Yuliarti, 2010, kultur Jaringan adalah teknik perbanyak tanaman dengan memperbanyak jaringan mikro tanaman yang ditumbuhkan secara *in vitro* menjadi tanaman yang sempurna dalam jumlah yang tidak terbatas.

Prinsip dasar kultur jaringan adalah *totipotensi sel/teori sel dari Schwann dan Schleiden* pada tahun 1834, yaitu setiap sel organ tanaman mampu tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila ditempatkan di lingkungan yang sesuai.

Pembiakan dengan kultur jaringan dilakukan dengan mengambil bagian tanaman seperti sel, jaringan, atau organ, kemudian menumbuhkannya secara aseptik (suci hama) menggunakan media buatan yang dilakukan di tempat steril sehingga bagian tanaman tersebut memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman yang lengkap.

Pembiakan dengan teknik kultur jaringan dianjurkan menggunakan bagian tanaman yang masih muda. Meskipun pada prinsipnya semua jenis sel dapat ditumbuhkan, akan tetapi bagian tanaman yang masih muda lebih cepat tumbuh. Bagian-bagian yang mudah tumbuh ini adalah bagian meristem, organ tanaman yang sifat pertumbuhannya agresif, misalnya daun muda, ujung akar, keping biji, dan lainnya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel pada metode kultur jaringan adalah sumber eksplan (bagian tanaman yang akan dikulturkan), media, hormon, zat pengatur tumbuh (ZPT), dan lingkungan fisik kultur jaringan.

Pemahaman istilah yang sering digunakan dalam kultur jaringan *in vitro* merupakan hal yang sangat mendasar. Harman (1990) dalam Zulkarnain (2014) mengemukakan lima istilah yang diterapkan untuk menunjukkan tipe-tipe dasar dari regenerasi tanaman secara vegetatif. Kelima istilah tersebut didasarkan atas dasar macam eksplan yang digunakan dalam kaitannya siklus hidup tanaman, yaitu:

1. Kultur meristem adalah metode perbanyak tanaman dengan mengkulturkan potongan tunas dengan ukuran kecil yang terdiri atas satu kubah meristem dengan dua atau tiga primordial daun di bawahnya.
2. Proliferasi pucuk aksilar ditunjukkan pada perkembangan pucuk pada titik tumbuh lateral atau tunas samping, dimana pertumbuhan tunas terminal tertekan atau hilang sama sekali, sedangkan pertumbuhan tunas samping mengalami peningkatan. Dengan proliferasi pucuk aksilar akan diperoleh pucuk-pucuk mikro yang dapat dipotong dan selanjutnya diperakarkan secara *in vitro*.
3. Induksi tunas adventif melibatkan inisiasi tunas-tunas adventif, baik secara langsung pada permukaan eksplan yang dikulturkan atau secara tidak langsung pada permukaan kalus eksplan yang terbentuk.
4. Organogenesis adalah proses perkembangan pucuk dan/atau akar adventif dari dalam massa sel-sel kalus. Proses tersebut terjadi setelah periode istirahat pada pertumbuhan kalus, antara saat pengkulturan eksplan dengan terjadinya induksi.
5. Embriogenesis somatik adalah proses perkembangan embrio lengkap dari sel-sel vegetatif atau sel-sel somatik yang diperoleh dari

berbagai sumber eksplan. Inisiasi dan diferensiasi embrio somatik tidak melibatkan proses seksual.

(Pustaka: Zulkarnain, 2014. **Kultur Jaringan Tanaman**, Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya. Bumi Aksara. Jakarta.)

- **Penyiapan laboratorium dan peralatan**

Keberhasilan proses kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh sarana dan prasarana yang tersedia, yaitu:

1. Laboratorium
2. Peralatan
3. Rumahkaca
4. Persemaian

Laboratorium kultur jaringan berfungsi untuk mengakomodasi semua kegiatan kultur jaringan. Oleh karena itu diusahakan mempunyai lingkungan aseptik (suci hama) dan terkendali. Laboratorium kultur jaringan merupakan salah satu unsur penting yang ikut menentukan keberhasilan perbanyak bibit dengan teknik kultur jaringan. Berikut adalah faktor yang harus diperhatikan dalam membuat laboratorium kultur jaringan adalah lokasi laboratorium dan penataan ruangan laboratorium.

Seleksi ruang laboratorium hendaknya mempertimbangkan hal-hal berikut ini.

1. Lokasi tidak berada di daerah berdebu, seperti dekat pabrik semen, stasiun kereta api, atau terminal bus.
2. Berlokasi di daerah yang tidak berangin kencang, terlalu kering/langka sumber air, jauh dari tempat pembuangan sampah.
3. Lokasi yang baik adalah berada di daerah bebas polusi/lingkungan bersih.

Laboratorium kultur jaringan terbagi dalam beberapa ruang, yaitu ruang dapur, ruang persiapan, ruang inkubasi, dan ruang inokulasi.

Peralatan yang digunakan di laboratorium kultur jaringan meliputi Autoklaf, Oven, *Laminar Air Flow*, Enkas, *Hot Plate*, dan *Magnetic Stirrer* atau panci stainless steel, gelas piala dan batang pengaduk kaca, timbangan, pipet Mohr serta Labu Erlenmeyer, Rak Kultur dan Lampu Neon, Shaker, Timer, petri dish, alat Diseksi dan Bunsen, botol kultur.

- **Kelebihan dan kelemahan kultur jaringan**

Kelebihan pembiakan tanaman dengan metode kultur jaringan adalah dapat memperbanyak tanaman tertentu yang sangat sulit dan lambat jika diperbanyak secara konvensional, diperoleh bibit dalam jumlah banyak dalam waktu singkat, perbanyak tidak memerlukan tempat yang luas, dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa mengenal musim, bibit yang dihasilkan lebih sehat, dapat memanipulasi genetik, dan biaya pengangkutan bibit lebih murah.

Kelemahan pembiakan tanaman dengan metode kultur jaringan adalah dibutuhkan biaya investasi awal yang relatif lebih besar untuk pengadaan laboratorium, dibutuhkan keahlian khusus untuk mengerjakannya, tanaman yang dihasilkan berukuran kecil dengan kondisi aseptik, tanaman terbiasa di lingkungan dengan kelembaban tinggi, relatif memerlukan perlakuan khusus setelah aklimatisasi, perlu penyesuaian kembali ke lingkungan luar.

Disamping hal di atas, permasalahan yang biasa terjadi dalam pembiakan tanaman dengan kultur jaringan adalah sebagai berikut:

1. Sterilisasi

Sterilisasi adalah kegiatan yang sangat menentukan keberhasilan kultur jaringan. Jika sterilisasi gagal, kegiatan selanjutnya tidak bermanfaat.

2. Kontaminan

Ketidaktersterilan dapat menyebabkan media kultur terkontaminasi bakteri atau cendawan, sehingga tanaman tidak dapat tumbuh dengan optimal. Bila kondisi demikian terus dibiarkan, pada suatu saat botol media akan penuh dengan bakteri maupun cendawan.

3. *Browning*

Browning biasanya muncul pada tanaman keras atau tanaman yang memiliki kandungan alkaloid. *Browning* muncul karena sterilisasi eksplan tidak bersih. Namun bila *browning* tidak terlalu berat, perlu segera mengganti media lama media yang baru.

4. Viabilitas/daya tumbuh

Setiap tanaman memiliki daya tumbuh berbeda-beda. beberapa tanaman memiliki daya tumbuh yang sulit. Daya tumbuh ini dipengaruhi oleh komposisi media. Bila komposisi media dengan larutan makro MS tidak dapat tumbuh, perlu mencari formula lain dengan sistem coba-coba.

5. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah proses mengeluarkan tanaman kultur dari dalam botol ke lingkungan luar. Hal yang terpenting dalam proses aklimatisasi adalah penyesuaian lingkungan. Tanaman dalam lingkungan *in vitro* (dalam botol), semua kebutuhan unsur hara tersedia, suhu, dan kelembaban disesuaikan. Sedangkan tanaman di lingkungan luar penuh dengan tantangan berupa ketidaktersediaan makanan dan kondisi lingkungan yang tidak stabil.

- **Manfaat kultur jaringan tanaman**

Pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan memiliki tujuan untuk memproduksi tanaman dalam jumlah besar dalam waktu relatif singkat, terutama untuk varietas-varietas unggul yang baru dihasilkan. Selain itu kultur jaringan juga dimanfaatkan untuk tujuan pemuliaan tanaman dengan tujuan menghasilkan tanaman baru sesuai yang kita inginkan.

b. Menerapkan dan melaksanakan prinsip keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup

- **Mendeskripsikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), melaksanakan prosedur K3, melaksanakan pekerjaan sesuai SOP**

Pengertian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) secara keseluruhan adalah suatu ilmu pengetahuan dan penerapan guna mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan dan lingkungan kerja.

Secara umum, tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah:

- a. Melindungi tenaga kerja atas hak keselamatan dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.
- b. Menjamin keselamatan dan kesehatan orang lain yang berada ditempat dan sekitar pekerjaan itu.
- c. Menjamin terpeliharanya sumber produksi dan pendayagunaan secara aman, efisien, dan efektif.
- d. Khusus dari segi kesehatan, mencegah, dan membasmi penyakit akibat kerja.

Pengaruh K3 Terhadap Pribadi/Lingkungan Pekerjaan sangat besar, dan dapat merubah pola hidup, dan budaya kerja yang sangat signifikan, tetapi kadarnya akan tergantung juga pada moral, komitmen dan

tanggung jawab setiap personal yang ada pada komunitas tersebut. Selain itu K3 berpengaruh terhadap beberapa hal berikut ini, yaitu motivasi kerja, produktifitas, kenyamanan, gairah, menekan terjadinya kecelakaan, ergonomi fisik , kesehatan fisik dan mental, pemeliharaan sarana/fasilitas/peralatan, pencegahan kebakaran, mempertahankan kelestarian ekosistem, lingkungan yang sehat, dan lain-lain.

Hal-hal yang perlu diterapkan dalam K3 adalah sebagai berikut.

1. Mencegah dan mengurangi kecelakaan.
 2. Membuat jalan penyelamatan (*emergency exit*).
 3. Memberi pertolongan pertama(*first aids*/PPPK).
 4. Memberi peralatan pelindung pada pekerja dan alat kerja.
 5. Mempertimbangkan faktor-faktor kenyamanan kerja
 6. Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit fisik dan psychis karena pekerjaan (*ergonomy*).
 7. Memelihara ketertiban dan kebersihan kerja.
 8. Mengusahakan keserasian antar pekerja, perkakas, lingkungan serta cara dan proses kerja.
 9. Mengamankan daerah-daerah, bahan dan sumber-sumber yang berbahaya dengan pengaman yang sesuai dengan sempurna.
 10. Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD).
- **Menerapkan dan melaksanakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta melakukan pekerjaan sesuai prosedur di Laboratorium**
Semua pihak yang melaksanakan kegiatan pembelajaran di laboratorium, harus menyadari bahwa dalam setiap kegiatan tersebut mempunyai potensi bahaya dan menimbulkan dampak lingkungan sehingga penting sekali dipahami aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja di dalam laboratorium. Setiap pengguna laboratorium harus mempunyai rasa tanggung jawab yang penuh terhadap K3 di dalam laboratorium. Oleh karena itu perlu ditetapkan peraturan dan prosedur

standar yang harus ditaati pada setiap kegiatan yang dilakukan di dalam laboratorium. Setiap pelanggaran terhadap peraturan dan prosedur kerja dapat dikenakan sanksi.

Panduan untuk keselamatan kerja dan kesehatan di laboratorium harus ditempatkan di tingkatan prioritas tertinggi dan setiap pratikan bertanggung jawab akan laboratorium yang aman. Pada tahap awal penerapan K3 di laboratorium terdapat beberapa hal yang harus diketahui, yaitu:

- kegiatan yang akan dilakukan di laboratorium,
- bahan-bahan yang terdapat di laboratorium baik bahan kimia,
- fasilitas dan peralatan proses yang tersedia di laboratorium,
- fasilitas dan peralatan K3 yang tersedia di laboratorium.

Penerapan K3 di laboratorium diperlukan suatu peraturan khusus tentang K3. Adapun peraturan yang dapat diterapkan antara lain:

- a. Melaksanakan pembelajaran di laboratorium hanya ketika ada guru/teknisi, dan tidak diijinkan mengadakan percobaan laboratorium yang tidak diijinkan.
- b. Perhatian untuk keselamatan sudah dimulai bahkan sebelum melaksanakan aktivitas pertama dalam pembelajaran di laboratorium. Oleh karenanya setiap praktikan harus sudah membaca dan memikirkan tugas masing-masing di dalam laboratorium sebelum pembelajaran dimulai.
- c. Mengetahui letak penempatan dan penggunaan dari semua fasilitas dan peralatan K3 di laboratorium seperti kotak P3K, pemadam api, shower, pencuci mata, dan wastafel.
- d. Memakai jas laboratorium, masker dan lebih baik digunakan pengikat rambut, serta alat lain yang dapat dijadikan pelindung diri dalam kerja.
- e. Membersihkan meja kerja dari semua bahan tidak perlu seperti buku dan tas sebelum pekerjaan dimulai.

- f. Jika berhubungan dengan bahan kimia periksalah label bahan kimia sebanyak dua kali untuk meyakinkan bahwa bahan kimia yang akan digunakan mempunyai unsur yang benar dan sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan. Hal ini perlu dilakukan mengingat beberapa bahan kimia mempunyai rumusan dan nama yang berbeda hanya dalam satu nama dan nomor. Perlu diperhatikan penggolongan resiko yang ada pada label dan diagram resiko serta maksud dari angka-angka yang tertera pada tabel diagram resiko.
- g. Perlu dihindari pergerakan dan pembicaraan yang tidak perlu di dalam laboratorium
- h. Tidak dianjurkan mencicipi bahan yang ada di laboratorium (terutama di Laboratorium Kimia).
- i. Sebaiknya tidak makan dan minum di dalam laboratorium.
- j. Tidak dianjurkan melihat secara langsung ke dalam suatu tabung tes tetapi sebaiknya dipandangi dari samping.
- k. Setiap kecelakaan, meskipun itu kecil, harus dilakporkan dengan segera kepada teknisi atau guru.
- l. Dalam hal suatu bahan kimia tertumpahkan pada pakaian atau kulit, segera dibilas area yang terkena dengan air yang banyak. Apabila bahan kimia mengenai mata, segera dibersihkan seketika dengan *water-washing* selama 10-15 menit atau sampai diperoleh bantuan medis secara profesional.
- m. Membuang bahan sisa kerja harus sesuai perintah dan dilakukan dengan hati-hati terutama bahan kimia.
- n. Mengembalikan semua peralatan pelindung diri pada tempat yang telah ditetapkan.
- o. Sebelum meninggalkan laboratorium, dipastikan mesin dan listrik dalam kondisi mati.

- **Menerapkan konsep lingkungan hidup**

Lingkungan hidup adalah salah satu sistem yang merupakan kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya yang menentukan peri kehidupan serta kesejahteraan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Upaya-upaya pelestarian lingkungan perlu dilakukan meliputi:

- Pengembangan Berkelanjutan

- a) Memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kebutuhan masa yang akan datang.
- b) Tidak melampaui daya dukung ekosistem.
- c) Mengoptimalkan manfaat dari sumber daya alam dan sumber daya manusia, dengan menyasrakan sumber daya alam dengan manusia dan pembangunan.

- Pengelolaan Lingkungan

- a) Amdal
- b) Produksi Bersih (Pengelolaan lingkungan bersifat preventif dan terpadu)

- **Menentukan pertolongan pertama pada kecelakaan**

Pertolongan pertama pada kecelakaan kerja (*First Aid*) adalah usaha pertolongan atau perawatan darurat pendahuluan di tempat kerja yang diberikan kepada seseorang yang mengalami sakit atau kecelakaan yang mendadak. Pertolongan pertama yang harus segera diberikan kepada korban yang mendapat kecelakaan dengan cepat dan tepat sebelum di bawa ke tempat pelayanan kesehatan.

Pertolongan pertama pada kecelakaan tidak menggantikan usaha pertolongan medis oleh yang berwenang, akan tetapi hanya secara sementara (darurat) membantu penanganan korban sampai tenaga medis diperlukan, didapatkan atau sampai ada perbaikan keadaan

korban. Bahkan sebagian besar kecelakaan atau kesakitan hanya memerlukan pertolongan pertama saja.

a. Tujuan dari pertolongan pertama pada kecelakaan kerja

- Menyelamatkan jiwa
- Menciptakan lingkungan yang aman
- Mencegah yang terluka atau sakit menjadi lebih buruk
- Mencegah kecacatan
- Mempercepat kesembuhan atau perawatan penderita setelah dirujuk ke rumah sakit
- Melindungi korban yang tidak sadar
- Menenangkan penderita atau korban yang terluka
- Mencarikan pertolongan lebih lanjut.

b. Jenis kecelakaan yang mungkin terjadi di laboratorium.

➤ **Keracunan**

Racun adalah setiap bahan yang bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah tertentu dapat membahayakan fungsi normal tubuh sehingga mengganggu kesehatan bahkan mengakibatkan kematian.

Gejala Umum Keracunan

- Rasa sakit perut
- Mual dan atau muntah
- Diare
- Rasa terbakar dari mulut sampai lambung
- Sulit bernafas
- Dada rasa terjepit
- Telinga mendengung
- Pandangan kabur
- Bau asap/gas

- Pernafasan bau
 - Kulit berubah warna atau gatal
 - Bibir dan kulit kebiruan
 - Kesadaran menurun atau tidak sadar
 - Sakit kepala
- Luka
- Luka dapat terjadi akibat terbakar, tersentuh bahan yang sangat panas, terkena bahan kimia atau tertusuk benda tajam (misalnya potongan seng, besi, pecahan gelas) pada badan terutama kaki dan tangan serta mata.
- Percikan Zat
- Percikan zat dapat berupa percikan dari asam, basa, maupun zat infeksius lainnya.
- Tumpahan zat
- Tumpahan zat dapat menyebabkan keracunan jika terserap kulit, iritasi maupun luka.
- Kebakaran
- Kebakaran dapat disebabkan oleh bahan-bahan kimia yang mudah menyala, ledakan yang disebabkan oleh reaksi kimia atau bahan-bahan kimia yang reaktif. Penyebab lainnya seperti menyimpan bahan kimia yang salah atau membuang sampah yang tidak benar. Selain itu api juga berasal dari api listrik, api pembakar Bunsen, api rokok, benda panas, dan cahaya matahari langsung yang mengenai botol atau labu (pada musim panas botol dan labu dapat berfungsi sebagai lensa).

c. Pertolongan Pertama pada Kecelakaan Kerja di Laboratorium

➤ Pertolongan pertama pada keracunan, meliputi:

1. Penanganan Umum

- Bila tidak sadar: Resusitasi → ABC; pemanggilan petugas pemadam kebakaran bila ada udara yang tercemar dengan asap/gas, dan lain-lain; segera cari pertolongan medis.
- Bila korban sadar, tanyakan pada korban apa yang terjadi; tentukan jenis racun dan atasi sesuai dengan jenis racun.

2. Penanganan Khusus Sesuai Jenis Racun

- Keracunan zat korosif: minyak tanah, bubuk/cairan pembersih lantai, bensin, dan lain lain.
- Korban jangan dibuat muntah, bahaya bila masuk paru-paru
- Cuci zat yang melekat di mulut dan wajah dengan air bersih
- Jangan beri apapun lewat mulut
- Cari pertolongan medis

3. Tertelan obat-obatan atau bahan umum lain mis. deterjen, jamur, makanan beracun

Sebelum memanggil pertolongan medis, kurangi kekuatan racun dengan cara:

- Bila mungkin buatlah penderita muntah pada kasus racun yang tertelan
- Encerkan racun → korban diberi air minum atau larutan penyelamat (air bersih, susu, larutan putih telur), lakukan ini sebelum mendapatkan alat penawar khusus racun.
- Jangan sekali-kali memberi minum pada korban yang setengah sadar, tidak sadar atau saat kejang.
- Zat penawar yang umum: larutan sirup Ipecac, larutan hangat garam dapur → menyebabkan muntah-muntah,

- Cegah muntah masuk paru-paru: dengan cara letakkan korban dipangkuan tengkurap. Pada korban dewasa letakan kepala dan perut lebih rendah dari panggul, posisi kepala miring ke satu sisi.
- Cara lain membuat korban muntah: dengan cara menyentuh dinding belakang tenggorokan dengan jari atau pegangan sendok. Kemudian beri larutan garam dapur → beri larutan sampai cairan muntah bening.

Catatan : Dilarang membuat korban muntah bila:

- Sudah muntah sendiri
- Ada luka bakar mulut/tenggorokan: keracunan basa/asam kuat
- Korban setengah sadar, tidak sadar atau kejang.

4. Keracunan Bahan-Bahan yang tidak Diketahui

- Jangan merangsang muntah
- Segera cari pertolongan medis

5. Keracunan sianida (singkong, peralatan fotografi, pada proses fumigasi)

- Gejala keracunan: lidah pahit, rasa terbakar, rasa tercekik dari mulut/ hidung korban
- Segera cari bantuan medis

6. Menghirup gas beracun:

- Segera angkat atau seret korban (jangan biarkan korban berjalan) ke tempat udara segar.
- Bukalah semua pintu dan jendela.
- Bila ada henti nafas lakukan resusitasi jantung paru. Hati-hati bila membuat resusitasi pernafasan buatan, udara dari mulut/hidung korban jangan sampai terisap penolong.

- Panggil pertolongan medis.
- Bila korban kejang, taruhlah di ruang yang agak gelap dan tidak bising.
- Lindungi diri sendiri dari kemungkinan bahaya keracunan.

7. Keracunan gas CO

Sifat gas CO: tdak tampak dan tidak berbau.

Tanda-tanda keracunan CO:

- Sakit kepala
- Pening
- Badan lemah
- Kulit, bibir, kuku mungkin tampak merah terang
- Sesak nafas
- Mungkin diikuti dengan muntah dan tidak sadar

8. Bahan-bahan yang terserap kulit

Pertolongan pertama yang dapat dilakukan adalah dengan cara melepaskan seluruh pakaian korban, bersihkan seluruh kulit, bila bahan berminyak baik pakai sabun, misalnya obat pembasmi serangga. Tindakan berikutnya segera mencari bantuan medis. Bekas tempat racun, muntahan dan semua catatan dikirim bersama ke Rumah Sakit.

9. Keracunan Melalui Mulut (Tertelan)

- Jika ada zat tertelan segera memanggil dokter dan memberi informasi zat yang tertelan oleh penderita. Jika penderita muntah-muntah, beri minum air hangat agar muntah terus dan mengencerkan racun dalam perut. Jika korban tidak berhasil, masukkan jari ke dalam tenggorokan korban agar muntah. Jika korban pingsan, pemberian sesuatu lewat mulut dihindarkan.

- Segera membawa korban ke dokter/rumah sakit.
- Jika zat beracun masuk ke mulut dan tidak sampai tertelan, beberapa tindakan dapat dilakukan sebagai pertolongan pertama.
- Jika mulut terkena asam, kumur-kumur dengan air sebanyak-banyaknya kemudian penderita diberi minum air kapur atau susu untuk melindungi saluran penapasan.
- Jika mulut terkena basa kuat, kumur-kumur dengan air sebanyak-banyaknya kemudian minum sebanyak-banyaknya, selanjutnya beri minum susu atau dua sendok teh asam cuka dalam 1/2 liter air.
- Jika mulut terkena zat kimia lain yang beracun, penderita diberi 2-4 gelas air atau susu dan diberi antidot yang umum dipakai dalam 1/2 gelas air hangat.

**10. Keracunan zat alkalis (bersifat basa, kaustik), misalnya :
Amoniak, soda pembersih, larutan kapur.**

- Jangan dibuat muntah.
- Beri antidotum larutan jeruk asam atau cuka diikuti dengan larutan putih telur 3 atau 4 butir atau minyak tumbuh-tumbuhan (minyak zaitun), minyak goreng, larutan mentega atau 1 atau 2 gelas susu.

**11. Keracunan zat asam (asam kuat) misalnya Sulfat, nitrit, HC,
bateri asam**

- Korban jangan dibuat muntah.
- Beri secangkir susu, atau larutan 2 sendok teh soda kue. Kemudian beri larutan putih telur atau minyak sayur + ¼ gelas.

12. Keracunan minyak tanah termasuk bensin, naphtha, cairan pembakar atau larutan yang mudah terbakar

- Korban jangan dibuat muntah, bahaya masuk paru-paru.
- Beri $\frac{1}{2}$ cangkir minyak mineral. Beri stimulan: kopi pekat atau teh, selimuti korban agar tetap hangat untuk mencegah syok. Bila perlu beri pernafasan buatan.

13. Keracunan asam karbonat (fenol, kreosol)

Segera berikan larutan sabun atau 2 sendok larutan garam epton. Kemudian berikan minum air hangat atau bisa diberikan larutan putih telur.

14. Keracunan alkohol (etil), metanol (spiritus)

- Buat korban muntah.
- Berikan larutan hangat soda kue. Diikuti dengan pemberian larutan 1 sendok teh soda kue dalam susu.

➤ **Pertolongan pertama pada luka**

1. Luka Bakar

Kulit manusia peka terhadap panas/pada suhu tertentu.

Terkena suhu $< 43,8^{\circ}\text{C}$ → kulit tidak rusak.

Suhu $43,8^{\circ}\text{C}$ - $50,5^{\circ}\text{C}$ → kerusakan kulit yang berarti.

Suhu $> 50,5^{\circ}\text{C}$ → merusak seluruh bagian kulit.

2. Penyebab Luka Bakar

- Akibat panas: api, uap panas, cairan panas
- Akibat bahan kimia: larutan asam/basa kuat
- Akibat listrik
- Akibat radiasi, sinar matahari

Berikut adalah pertolongan pertama yang perlu dilakukan pada luka bakar: bila mungkin segera bawa korban ke rumah sakit,

bila tidak mungkin dilakukan: rendam bagian tubuh yang terbakar dalam wadah berisi air dingin. Bila luka bakar luas atau derajat berat dilakukan tindakan sebagai berikut.

- Jangan tarik/menarik pakaian yang melekat di luka.
- Jangan memberi minyak gosok, pelumas, odol atau antiseptik.
- Jangan memecah lepuh.
- Jangan menolong sendiri, kirim ke rumah sakit.
- Bila korban sadar berikan minum larutan garam (1/4 sendok teh tiap gelas 200cc), berikan satu gelas tiap jam.

3. Luka Bakar Kimia

- Menyebabkan iritasi kulit → dapat menimbulkan kerusakan jaringan yang parah, misalnya mata (organ yang sangat rawan).
- Bahan kimia dapat diserap kulit dan kadang-kadang mengakibatkan kerusakan tubuh yang fatal.
- Banyak bahan kimia bersifat korosif (asam/basa kuat) → mengakibatkan luka bakar.

Gejala dan tanda luka bakar

- Korban mungkin mengeluh kulitnya terasa nyeri.
- Kulit tampak bercak atau memerah, melepuh, atau terkelupas.

Pertolongan Pertama pada Luka Bakar Kimia

- Bila bagian tubuh yang terkena, bilas dengan air dingin yang mengalir selama sekurang-kurangnya 10-20 menit untuk mencegah kerusakan lebih jauh pada daerah yang terbakar.
- Perlahan-lahan tanggalkan pakaian korban yang terkontaminasi sambil membilas bagian yang cedera; jaga agar penolong tidak terkontaminasi.

- Teruskan membilas bagian yang terkena dengan air dingin sampai rasa nyeri tidak terasa.
- Rujuk ke Rumah Sakit, untuk mengurangi penderitaan korban selama pengangkutan, kompreslah luka dengan kain kasa yang dibasahi dengan air sesering mungkin.
- Jangan melakukan usaha: “netralisasi” pada luka bakar kimia sebab panas yang dikeluarkan akan mengakibatkan kerusakan yang lebih parah.
- Cairan asam kuat → menyebabkan luka yang serius.
- Segera dibawa korban ke kamar mandi dan guyurlah beberapa kali dengan air (baik pakai shower) sampai larutan kimia bersih dari tubuh, lepaskanlah pakaian korban. Segera periksakan ke dokter.

4. Luka Bakar Kimia pada Mata

Gejala dan tanda-tanda:

- Menunjukkan gejala rasa nyeri
- Tidak akan tahan pada cahaya
- Bisa tertutup rapat
- Membengkak atau berair secara berlebihan

Pertolongan Pertama pada Luka Bakar Kimia pada Mata.

- Jangan biarkan korban menggosok matanya yang terkena.
- Letakan bagian wajah yang terkena dibawah aliran air dingin sehingga aliran membilas wajahnya, dan tidak melewati mata yang sehat. Jika hal ini tidak memungkinkan → dudukan atau baringkan korban dengan kepala mendongkrak dan miring ke arah bagian yang terkena. Tutupi mata yang sehat, perlahan buka mata yang terkena dan tuangkan air yang steril dari pembilas mata atau dari segelas air kran. Periksa kedua kelopak mata setelah dibilas + 20 menit. Jika mata tertutup

karena kejang akibat rasa nyeri yang hebat, pegang kelopak mata dengan kuat, lalu dengan perlahan dibuka.

- Tutup mata dengan kain kasa steril, atau jika tidak tersedia, dengan bahan lain yang bersih tetapi tidak terlalu empuk.
- Segera dibawa ke rumah sakit

5. Luka bakar karena benda panas

Luka bakar karena panas dapat terjadi akibat kontak dengan gelas/logam panas.

Pertolongan Pertama pada Luka Bakar Karena Benda Panas

Jika kulit hanya memerah, olesi dengan salep minyak ikan atau levertran. Jika luka bakar diakibatkan terkena api dan si penderita merasa nyeri, tindakan yang dapat dilakukan adalah mencelupkan bagian yang terbakar ke dalam air es secepat mungkin atau dikompres agar rasa nyeri berkurang. Kemudian bawa si penderita ke dokter. Jika luka terlalu besar, hindarkan kontaminasi terhadap luka dan jangan memberikan obat apa-apa. Tutup luka dengan kain/steril yang bersih, kemudian bawa si penderita ke dokter.

6. Luka bakar karena bahan bersifat asam

Pertolongan Pertama pada Luka Karena Asam

Asam yang mengenai kulit hendaknya segera dihapus dengan kapas atau lap halus, kemudian dicuci dengan air mengalir sebanyak-banyaknya. Selanjutnya cuci dengan larutan Na_2CO_3 1%, kemudian cuci lagi dengan air. Keringkan dan olesi dengan salep levertran.

7. Luka bakar karena bahan bersifat basa

Pertolongan Pertama pada Luka Akibat Basa

Kulit hendaknya segera dicuci dengan air sebanyak-banyaknya, kemudian bilas dengan larutan asam asetat 1%, cuci dengan air, kemudian keringkan dan olesi dengan salep boor.

➤ **Pertolongan Pertama pada Luka Karena Tertusuk Benda Tajam**

- Cabut benda tersebut dengan hati-hati
- Dekontaminasi luka
- Desinfeksi luka
- Beri obat pada luka
- Beri pembalut pada luka agar tidak terkontaminasi
- Laporkan pada petugas
- Jika luka terlalu parah cari pertolongan medis

➤ **Pertolongan Pertama Jika Terjadi Percikan**

1. Pertolongan Pertama Jika Tubuh Terkena Percikan Zat kimia

- Jangan panik
- Mintalah bantuan rekan anda yang berada didekat anda
- Bersihkan bagian yang mengalami kontak langsung tersebut (cuci bagian yang mengalami kontak langsung tersebut dengan air apabila memungkinkan)
- Bila kulit terkena bahan kimia, janganlah digaruk agar tidak terkelupas kulitnya
- Bawa ketempat yang cukup oksigen
- Hubungi paramedik secepatnya (dokter atau rumah sakit)

2. Pertolongan Pertama Jika Mata Terkena Percikan Asam

Jika terkena percikan asam encer, mata dapat dicuci dengan air bersih, baik dengan air kran maupun penyemprotan air. Pencucian kira-kira 15 menit terus-menerus. Jika terkena asam pekat tindakan yang dapat dilakukan sama jika terkena asam pekat pada umumnya. Kemudian mata dicuci dengan larutan Na_2CO_3 1%. Jika si penderita masih kesakitan bawa ke dokter.

3. Pertolongan Pertama Jika Mata Terkena Percikan Basa

Cucilah mata yang terkena percikan dengan air banyak-banyaknya, kemudian bilas dengan larutan asam borat 1%. Gunakan gelas pencuci mata.

➤ Pertolongan pertama jika terjadi tumpahan zat

Jika terjadi tumpahan zat hal yang perlu dilakukan adalah:

- Evakuasi area yang terkontaminasi
- Dekontaminasi mata dan kulit orang yang terpajan dengan segera
- Laporkan pada orang yang ditunjuk (biasanya Petugas Laboratorium) yang harus mengoordinasi tindakan yang diperlukan
- Tentukan jenis tumpahan
- Evakuasi semua orang yang tidak terlibat jika tumpahan mengandung zat yang berbahaya
- Amankan area yang terkontaminasi untuk mencegah pajanan terhadap individu lain

- Sediakan pakaian pelindung yang sesuai bagi pekerja yang terlibat dalam proses pembersihan
- Batasi penyebaran tumpahan
- Netralisasi atau desinfeksi tumpahan yang terkontaminasi jika memang diperlukan
- Kumpulkan semua tumpahan dan materi yang terkontaminasi (benda tajam jangan diambil dengan tangan telanjang gunakan sapu dan pengki atau peralatan lain yang sesuai). Materi yang tumpah dan benda sekali pakai yang terkontaminasi yang digunakan untuk membersihkan harus ditempatkan pada kantong atau container yang sesuai
- Dekontaminasi atau desinfeksi area
- Bilas area tersebut dan keringkan dengan kain pel kering
- Dekontaminasi dan desinfeksi semua peralatan yang digunakan
- Lepaskan pakaian pelindung, kemudian dekontaminasi dan desinfeksi pakaian itu jika perlu
- Cari pertolongan medis jika terjadi pajanan pada materi berbahaya selama proses pembersihan

➤ **Pertolongan Pertama Jika Terjadi Kebakaran**

Jika terjadi kebakaran hal-hal yang perlu dilakukan adalah:

- Jangan panik
- Ambil tabung gas CO₂ apabila api masih mungkin dipadamkan
- Beritahu teman Anda
- Hindari menggunakan Lift
- Hindari menghirup asap secara langsung

- Tutup pintu untuk menghambat api membesar dengan cepat (jangan dikunci)
 - Pada gedung tinggi gunakan tangga darurat
- **Beberapa Upaya Pencegahan terhadap Kecelakaan Kerja di Laboratorium**
 - **Beberapa Upaya Pencegahan Terhadap Keracunan Sebagai Akibat dari Kegiatan di Laboratorium Kimia**
 - Pipet digunakan untuk mengambil atau memindahkan bahan dengan jumlah tepat. Bahan-bahan yang tidak boleh dipipet dengan mulut ialah zat yang bersifat radioaktif, asam kuat, dan pekat. Zat-zat tersebut harus dipipet dengan cara khusus, yaitu dengan menggunakan karet filler.
 - Jangan mencoba mencium senyawa-senyawa yang beracun dan harus diperhatikan bahwa senyawa-senyawa beracun dapat memasuki tubuh lewat pernapasan, mulut, kulit, dan luka.
 - Jika bekerja dengan senyawa-senyawa beracun hendaknya dilakukan di lemari uap dan jika perlu gunakanlah sarung tangan. Apabila lemari uap tidak berfungsi atau tidak ada, bekerjalah di tempat terbuka atau di luar.
 - Pada saat menggunakan asbes harus dijaga agar debu yang keluar jangan sampai terisap karena dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan paru-paru.
 - a. Upaya Pencegahan Terjadinya Luka**
 - Gunakan alat pelindung diri (APD) sebelum dan selama bekerja dengan baik dan benar.
 - Berhati-hati dalam mereaksikan zat kimia
 - Berhati-hati dalam mengambil dan menggunakan alat gelas
 - Berhati-hati saat mengambil maupun menyimpan zat kimia

- Selalu menaati dan mematuhi prosedur kerja yang ada di laboratorium.

b. Upaya Pencegahan Percikan Zat

Sewaktu kita memasukkan suatu larutan dalam tabung reaksi, arahkan mulut tabung reaksi tersebut ke arah yang tidak ada orang, dan jangan sekali-kali menengok dari mulut tabung reaksi.

- Pada saat mengisi biuret, disamping harus menggunakan corong kecil, juga biuret harus diturunkan sehingga mulut buret berada setinggi mata.
- Jika mengencerkan asam pekat, tambahkan sedikit demi sedikit asam pada air, jangan sebaliknya dan lakukanlah dengan hali-hati, jika perlu gunakan kaca mata laboratorium.
- Asam-asam pekat dinetralkan dengan natrium bikarbonat padat (serbuk), kemudian dengan air yang cukup banyak. Larutan NaOH harus dinetralkan dengan NH_4Cl serbuk, kemudian dengan air yang cukup banyak. Larutan sublimat (HgCl_2) dinetralkan dengan serbuk belerang. Setelah didiamkan sebentar, supaya terjadi penetralan, baru zat-zat tersebut dapat dibuang ke dalam air yang sedang mengalir. Selama membersihkan jangan lupa mengenakan pelindung badan dan mata.

c. Upaya Pencegahan Tumpahan Zat.

- Pastikan sebelum bekerja menggunakan APD (Alat Pelindung Diri)
- Jangan meletakkan zat kimia di tepi meja
- Bacalah dengan teliti label zat yang ada di botol
- Jika akan mereaksikan ataupun mengambil bahan kimia hendaknya memperhatikan prosedur kerja

d. Upaya Pencegahan Kebakaran

Kecelakaan kebakaran dapat dihindari dengan cara:

- Menyimpan bahan-bahan kimia secara benar
- Mengatur cahaya matahari yang masuk ke dalam gudang atau laboratorium, Mengatur kabel-kabel listrik dengan teratur
- Mengontrol pipa gas secara kontinyu
- Berhati-hati dalam mereaksikan bahan kimia yang berbahaya
- Melarang setiap orang merokok di laboratorium atau gudang kimia
- Menyediakan alat pemadam kebakaran di laboratorium

3. Refleksi

- a. Deskripsikan hal-hal yang telah Anda pelajari/temukan selama pembelajaran menerapkan teknik kultur jaringan serta prinsip keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup yang berkaitan dengan teknik kultur jaringan tanaman.
- b. Rencanakan pengembangan dari materi pembelajaran tersebut baik sikap, pengetahuan maupun keterampilan.
- c. Berdasarkan informasi yang diperoleh berikan input terhadap pembelajaran berikutnya secara lisan dalam diskusi kelompok di kelas dan dalam laporan.

4. Tugas

- a. Lakukan pengamatan pada hal-hal yang berkaitan dengan teknik kultur jaringan tanaman dan prinsip keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup yang berkaitan dengan teknik kultur jaringan tanaman.
- b. Buat pertanyaan-pertanyaan dalam diskusi kelompok. Kumpulkan informasi atau Anda dapat mencoba melakukan identifikasi hal-hal yang berkaitan dengan teknik kultur jaringan serta prinsip keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup yang berkaitan dengan teknik kultur jaringan tanaman.
- c. Buat kesimpulan dari apa yang telah Anda amati, diskusikan dan kemudian coba presentasikan hasil kesimpulan Anda.

5. Tes Formatif

- a. Jelaskan yang Anda ketahui tentang kultur jaringan tanaman.
- b. Sebutkan keuntungan pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan.
- c. Sebutkan kelemahan pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan.
- d. Jelaskan tujuan menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja dalam aktifitas yang berhubungan dengan teknik kultur jaringan tanaman.
- e. Mengapa kegiatan praktik di laboratorium kultur jaringan harus memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja?

C. Penilaian

1. Sikap

Selama pembelajaran, sikap Anda akan dinilai, penilaian sikap meliputi; sikap spiritual (KI 1) dengan pengamatan sikap cara berdoa, mensyukuri karunia Tuhan YME, dan sikap sosial (KI 2) dengan pengamatan sikap dalam diskusi, melakukan eksperimen/mencoba, dan saat presentasi dimana sikap sosial yang dinilai Jujur, disiplin, keaktifan, dan kerjasama. Penilaian akan dilakukan oleh dua observer/penilai, yaitu Bapak/Ibu Guru dan Anda atau teman Anda.

Form Penilaian Guru

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai													Nilai Akhir	
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab				Keaktifan		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1/2/3/4		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																

Pedoman Penskoran : Nilai akhir yang diperoleh untuk ranah sikap diambil dari nilai modus (nilai yang terbanyak muncul)

Kriteria penskoran

- Skor 1 (K) : jika 1 indikator terlihat (1)
Skor 2 (C) : jika 2 indikator terlihat (2)
Skor 3 (B) : jika 3 indikator terlihat (3)
Skor 4 (SB) : jika 4 indikator terlihat (4)

Indikator penilaian sikap

Rubrik

Indikator : 1.1.1 Disiplin

- a) Tertib mengikuti tata tertib (masuk kelas tepat waktu)
- b) Mengumpulkan tugas tepat waktu
- c) Memakai seragam sesuai tata tertib
- d) Ikut menciptakan kondisi kelas menjadi kondusif

2.1.1 Jujur

- a) Menyampaikan sesuai dengan keadaan sebenarnya
- b) Selalu jujur
- c) Tidak pernah berbohong
- d) Berkata dan bertindak sesuai aturan

3.1.1 Tanggung Jawab

- a) Menyelesaikan tugas sesuai dengan tanggung jawabnya
- b) Mengerjakan tugas dengan tuntas
- c) Membantu teman yang kesulitan
- d) Membersihkan alat yang digunakan sesudah kegiatan

4.1.1. Keaktifan

- a) Menjawab, saat diberi pertanyaan
- b) Menjelaskan, saat diberi kesempatan menyampaikan pendapat
- c) Bertanya, saat diberikan waktu dan kesempatan
- d) Menyanggah, saat ada argumentasi/ pernyataan yang salah

5.1.1 Santun

- a) Saling menghormati
- b) Toleransi
- c) Bertutur kata dengan bahasa baik
- d) Menghargai pendapat dan masukkan dari orang lain

Form Penilaian rekan sejawat

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai												Nilai Akhir	
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab					Keaktifan
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1/2/3/4
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															

Ket : Form penilaian rekan sejawat akan kurang satu nama dari jumlah seluruh siswa, karena penilaian tidak dilakukan oleh yang bersangkutan/yang menilai.

2. Pengetahuan

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas.

- a. Jelaskan yang Anda ketahui tentang kultur jaringan tanaman.
- b. Sebutkan keuntungan pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan.
- c. Mengapa perlu menerapkan K3 dalam bekerja di laboratorium kultur jaringan tanaman?
- d. Mengapa kegiatan praktik di laboratorium kultur jaringan harus memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja?

Penskoran Pengetahuan

Rubrik Pedoman Penskoran : Nilai akhir untuk ranah pengetahuan diambil dari nilai rerata

- Setiap jawaban benar diberi nilai tertentu sesuai skor dengan skor maksimal = 18
- Nilai akhir menggunakan rumus berikut.

$$\text{Skor} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 4$$

Contoh: Nilai yang diperoleh soal No : 1 = 6. Nilai soal No :2 = 8

Maka:

$$\text{Nilai yang diperoleh} = \frac{6+8}{18} \times 4 = \frac{14}{18} \times 4 = 3,11$$

3. Keterampilan

Berilah tanda cek list (√) pada kolom penilaian yang sesuai menurut penilaian Anda.

No	Kompetensi/Kegiatan	Kriteria/indikator keberhasilan	Ya	Tidak
A	Menjelaskan pengertian kultur jaringan tanaman	Pengertian kultur jaringan tanaman dijelaskan secara runtut dan benar		
B	Menyiapkan laboratorium kultur jaringan tanaman	Pembagian ruangan dari laboratorium kultur jaringan tanaman didasarkan pada fungsinya		
C	Menyebutkan kelebihan dan kelemahan/kekurangan pembiakan tanaman	Kelebihan dan kelemahan teknik kultur jaringan tanaman disebutkan secara berurutan		

No	Kompetensi/Kegiatan	Kriteria/indikator keberhasilan	Ya	Tidak
	dengan teknik kultur jaringan			
D	Menjelaskan pentingnya menerapkan K3 dalam pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan tanaman	Prosedur K3 dalam kegiatan teknik kultur jaringan diterapkan sesuai jenis kegiatan praktik (di dalam/di luar laboratorium)		

Apabila ada salah satu jawaban “TIDAK” pada salah satu kriteria di atas, maka ulangilah kegiatan menerapkan dan melaksanakan teknik kultur jaringan tanaman dan prinsip keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup sampai sesuai kriteria. Apabila jawabannya. “YA” pada semua kriteria, maka anda sudah berkompentensi dalam menerapkan dan melaksanakan teknik kultur jaringan tanaman dan prinsip keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan hidup.

Kegiatan Pembelajaran 2: Prinsip Pengelolaan Plasma Nutfah

A. Deskripsi

Kompetensi Dasar (KD) menerapkan dan melaksanakan prinsip pengelolaan plasma nutfah berisikan uraian pokok materi melakukan pemeriksaan sebagai pohon induk, mengidentifikasi pohon induk serta memelihara pohon induk.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran 2 diharapkan peserta didik mampu memahami prinsip dan melaksanakan pengelolaan plasma nutfah.

2. Uraian Materi

- a. Melakukan Pemeriksaan sebagai Pohon Induk



Gambar 5. Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* Varietas Pelaihari)
(Sumber: Foto koleksi Green house SMKPP Negeri Banjarbaru)



Gambar 6. Induk Pisang
(Sumber: *tanaman invitroblogspot.com*, diakses tanggal 27 April 2016)



Gambar 7. Anggrek *Dendrobium*
(Sumber: Foto koleksi Pribadi Ir.Pranowo Singgih)

Jika Anda melihat gambar tanaman di atas, dan Anda akan melakukan perbanyak tanaman tersebut secara kultur jaringan, maka apa yang Anda perlu perhatikan jika tanaman tersebut akan dijadikan tanaman induk? Apa itu plasma nutfah?

Plasma nutfah adalah substansi pembawa sifat keturunan yang dapat berupa organ utuh atau bagian dari tumbuhan atau hewan serta mikroorganisme. Plasma nutfah merupakan kekayaan alam yang sangat berharga bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mendukung pembangunan nasional.

(https://id.wikipedia.org/wiki/Plasma_nutfah diakses tanggal 28 April 2016)

Berkaitan dengan perkembangbiakan tanaman terutama secara kultur jaringan, plasma nutfah memegang peranan penting sebagai bahan tanam yang digunakan. Untuk itu penting adanya pohon/tanaman yang dapat digunakan untuk induk sebagai sumber plasma nutfah.

Hal yang perlu dilakukan adalah melakukan pengamatan dan pemeriksaan pada pohon/tanaman yang akan dijadikan sebagai induk.

Banyak aspek yang mendorong pohon/tanaman tersebut dianggap layak/pantas dijadikan sebagai induk, yaitu antara lain:

1. Tanaman tersebut adalah tanaman endemik atau tanaman langka yang hampir punah sehingga perlu diupayakan untuk tetap ada.
2. Perkembangbiakan tanaman tersebut secara alami sangat sulit untuk dilakukan.
3. Bunga yang dihasilkan mempunyai warna, bentuk, atau ukuran yang sangat menarik.
4. Buah tanaman tersebut mempunyai banyak keunggulan dibanding buah lain yang sejenis, misalnya ditinjau dari segi ukuran, bentuk, rasa, aroma, dan lain-lain.
5. Keperluan akan tanaman tersebut dalam jumlah yang sangat banyak dan waktu yang dibutuhkan untuk perkembangbiakan singkat sehingga perkembangbiakan secara alami sangat tidak memungkinkan.

Kondisi inilah yang mendorong perkembangbiakan tanaman dilakukan secara kultur jaringan yang diawali dengan melakukan pemeriksaan terhadap pohon/tanaman yang akan dijadikan induk.

b. Mengidentifikasi Pohon Induk

Selanjutnya setelah dilakukan pengamatan dan pemeriksaan, maka yang perlu diperhatikan mengidentifikasi pohon/tanaman induk tersebut. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan pohon/tanaman sebagai tanaman induk adalah sebagai berikut.

1. Jenis, spesies atau varietas tanaman tersebut harus jelas.
2. Secara fisik tanaman tersebut sehat, bebas dari hama dan penyakit.
3. Memiliki organ atau bagian tanaman yang lengkap dan sempurna.
4. Memiliki umur yang cukup dalam menghasilkan produksi .

c. Memelihara Pohon Induk

Pohon/tanaman yang ditentukan sebagai induk, kita harus mempersiapkan dan mengkondisikan tanaman induk tersebut sebagai sumber eksplan, dengan tujuan agar nantinya eksplan yang digunakan dapat tumbuh dengan baik.

Tahapan yang perlu dilakukan dalam pemeliharaan terhadap pohon induk adalah sebagai berikut.

1. Mengkarantina tanaman induk terlebih dahulu (dapat di rumah kaca).
2. Media yang digunakan harus diupayakan steril/semi steril.
3. Pemeliharaan selalu dilakukan dengan cara pemupukan, pemangkasan dan penyemprotan (insektisida, fungisida, dan bakterisida) secara teratur dan berkala.
4. Mengkondisikan tanaman induk dengan cara memanipulasi suhu, cahaya, dan perlakuan ZPT sesuai dengan kebutuhan.

3. Refleksi

- a. Deskripsikan hal-hal yang telah Anda pelajari/temukan selama pembelajaran mengamati, mengidentifikasi dan cara memelihara pohon/tanaman induk.
- b. Rencanakan pengembangan dari materi pembelajaran tersebut baik sikap, pengetahuan maupun keterampilannya.
- c. Berdasarkan informasi yang diperoleh berikan input terhadap pembelajaran berikutnya secara lisan dalam diskusi kelompok di kelas dan dalam laporan.

4. Tugas

Buatkan kelompok kerja yang beranggotakan 5-6 siswa dalam satu kelas. Lakukan pengamatan terhadap lingkungan sekitar, apakah terdapat tanaman yang dapat dijadikan pohon/tanaman induk yang nantinya akan dilakukan perkembangbiakannya secara kultur jaringan. Diskusikan dan presentasikan karakteristik yang menonjol sehingga pohon/tanaman tersebut dijadikan induk serta langkah-langkah apa yang harus diambil dalam upaya pemeliharaan pohon/tanaman induk tersebut.

5. Tes Formatif

- a. Sebutkan dan jelaskan minimal dua aspek yang harus diperhatikan dalam pemilihan pohon/tanaman induk.
- b. Sebutkan tahapan yang perlu dilakukan dalam pemeliharaan pohon/tanaman induk.

C. Penilaian

1. Sikap

Selama pembelajaran, sikap Anda akan dinilai, penilaian sikap meliputi; sikap spiritual (KI 1) dengan pengamatan sikap cara berdoa, mensyukuri karunia Tuhan YME, dan sikap sosial (KI 2) dengan pengamatan sikap dalam diskusi, melakukan eksperimen/mencoba, dan saat presentasi dimana sikap sosial yang

dinilai Jujur, disiplin, keaktifan dan kerjasama. Penilaian akan dilakukan oleh dua observer/penilai, yaitu Bapak/Ibu Guru dan Anda atau teman Anda.

Form Penilaian Guru.

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai												Nilai Akhir		
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab					Keaktifan	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			1/2/3/4
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																

Pedoman Penskoran : Nilai akhir yang diperoleh untuk ranah sikap diambil dari nilai modus (nilai yang terbanyak muncul)

Kriteria penskoran

- Skor 1 (K) : jika 1 indikator terlihat (1)
- Skor 2 (C) : jika 2 indikator terlihat (2)
- Skor 3 (B) : jika 3 indikator terlihat (3)
- Skor 4 (SB) : jika 4 indikator terlihat (4)

Indikator penilaian sikap

Rubrik

Indikator : 1.1.1 Disiplin

- a) Tertib mengikuti Tata Tertib (masuk kelas tepat waktu)
- b) Mengumpulkan tugas tepat waktu
- c) Memakai seragam sesuai tata tertib
- d) Ikut menciptakan kondisi kelas menjadi kondusif

2.1.1 Jujur

- a) Menyampaikan sesuai dengan keadaan sebenarnya

- b) Selalu jujur
- c) Tidak pernah berbohong
- d) Berkata dan bertindak sesuai aturan

3.1.1 Tanggung Jawab

- a) Menyelesaikan tugas sesuai dengan tanggung jawabnya
- b) Mengerjakan tugas dengantuntas
- c) Membantu teman yang kesulitan
- d) Membereskan alat yang digunakan sesudah kegiatan

4.1.1 Keaktifan

- a) Menjawab, saat diberi pertanyaan
- b) Menjelaskan, saat diberi kesempatan menyampaikan pendapat
- c) Bertanya, saat diberikan waktu dan kesempatan
- d) Menyanggah, saat ada argumentasi/pernyataan yang salah

5.1.1 Santun

- a) Saling menghormati
- b) Toleransi
- c) Bertutur kata dengan bahasa baik
- d) Menghargai pendapat dan masukkan dari orang lain

Form Penilaian rekan sejawat:

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai													Nilai Akhir	
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab				Keaktifan		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1/2/3/4		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																

Ket : Form penilaian rekan sejawat akan kurang satu nama dari jumlah seluruh siswa, karena penilaian tidak dilakukan oleh yang bersangkutan/yang menilai.

2. Pengetahuan

Soal :

1. Sebutkan dan jelaskan minimal dua aspek yang harus diperhatikan dalam pemilihan pohon/tanaman induk.
2. Sebutkan tahapan yang perlu dilakukan dalam pemeliharaan pohon/tanaman induk.

Kunci Jawaban dari Soal Pengetahuan/Tes Formatif

Jawaban	Nilai max
<p>a. Aspek yang harus diperhatikan dalam pemilihan pohon/tanaman induk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis, species atau varietas tanaman tersebut harus jelas. Sehingga hasil yang akan diperoleh dapat dipertanggungjawabkan jenis, spesies, atau varietasnya. 2. Secara fisik tanaman tersebut sehat, bebas dari hama dan penyakit. Tidak menurunkan/menyebarkan penyakit ke hasil yang baru. 3. Memiliki organ atau bagian tanaman yang lengkap dan sempurna. Tidak langsung punah/mati sekalipun bagian tanaman digunakan untuk perkembangbiakan terutama secara kultur jaringan. 	8
<p>b. Tahapan yang perlu dilakukan dalam pemeliharaan pohon/tanaman induk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengkarantina tanaman induk terlebih dahulu di rumah kaca. 2. Media yang digunakan harus diupayakan steril/semi steril. 3. Pemeliharaan selalu dilakukan dengan cara pemupukan, pemangkasan dan penyemprotan (insektisida, fungisida, dan bakterisida) secara teratur dan berkala. 	10

4. Mengkondisikan tanaman induk dengan cara memanipulasi suhu, cahaya, dan perlakuan ZPT sesuai dengan kebutuhan.	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Penskoran Pengetahuan

Rubrik Pedoman Penskoran: Nilai akhir untuk ranah pengetahuan diambil dari nilai rerata.

1. Setiap jawaban benar diberikan nilai tertentu sesuai skor dengan skor maksimal = 18
2. Nilai akhir menggunakan rumus berikut.

$$\text{Skor} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Contoh: Nilai yang diperoleh soal No:

1. 6
2. 8

Maka :

$$\text{Nilai yang diperoleh} = \frac{6+8}{18} \times 100 = \frac{14}{18} \times 100 = 77,8$$

3. Keterampilan

No.	Nama Siswa	K3LH				Memilih pohon induk baik				Melakukan Pemeliharaan				Nilai
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														
6.														
7.														
8.														

Penskoran nilai Keterampilan

Rubrik Pedoman Penskoran :Nilai akhir untuk ranah keterampilan diambil dari nilai nilai maksimal yang diperoleh dari aspek penilaian.

Kegiatan Pembelajaran 3: Menerapkan prinsip penyiapan laboratorium kultur jaringan dan teknik penyiapan alat serta cara pengoperasiannya

A. Deskripsi

Kompetensi Dasar (KD) menerapkan prinsip penyiapan laboratorium kultur jaringan serta teknik penyiapan alat dan pengoperasian berisikan uraian pokok materi desain laboratorium kultur jaringan, inventarisasi peralatan laboratorium kultur jaringan, *lay out* alat, pengoperasian alat serta pemeliharaan peralatan laboratorium.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 3 diharapkan peserta didik mampu memahami prinsip penyiapan laboratorium kultur jaringan serta teknik penyiapan alat laboratorium dan pengoperasiannya.

2. Uraian Materi

a. Desain laboratorium kultur jaringan



Gambar 8. Desain laboratorium kultur jaringan tanaman

(Sumber: tanaman invitroblogspot.com, diakses tanggal 11 Mei 2016.)

Perhatikan di atas. Silahkan Anda *menanyakan* lebih lanjut hal-hal yang belum Anda ketahui dengan jelas berkaitan dengan desain laboratorium kultur jaringan tanaman seperti pada gambar tersebut kepada Guru. Selanjutnya bacalah uraian materi di bawah ini untuk menambah informasi Anda tentang teknik kultur jaringan.

Pertumbuhan eksplan dalam kultur jaringan diusahakan dalam lingkungan yang aseptik dan terkendali. Laboratorium yang efektif merupakan salah satu unsur penting yang menentukan keberhasilan pekerjaan, baik untuk penelitian maupun produksi. Laboratorium sebaiknya dibangun di daerah dengan udara bersih, tidak banyak debu dan polutan. Laboratorium kultur jaringan tanaman sebaiknya mempunyai pembagian ruangan yang diatur sedemikian rupa sehingga tiap kegiatan terpisah satu dengan yang lain, tetapi mudah saling berhubungan dan mudah dicapai.

Laboratorium kultur jaringan tanaman memiliki tiga ruangan pokok, yaitu: ruang persiapan (*preparation area*), ruang penanaman (*transfer area*), dan ruang pertumbuhan/inkubasi (*growing area*). Apabila memungkinkan, ruangan laboratorium kultur jaringan tanaman dapat ditambah dengan ruang timbang/ruang tempat menyimpan bahan kimia dan ruang stok/media jadi.

Berikut pembagian ruang dalam laboratorium kultur jaringan beserta *lay out* peralatan laboratorium:

- **Ruang Persiapan** (*preparation area*)

Ruang persiapan merupakan ruangan yang mempunyai tiga fungsi dasar, yaitu: untuk mempersiapkan media kultur dan bahan tanam yang akan digunakan, tempat mencuci peralatan laboratorium, tempat menyimpan gelas kultur.

Peralatan yang ada di dalam ruang persiapan meliputi : lemari es, timbangan analitik, *autoclave*, pH meter, *magnetic stirrer*, destilator, *hot plate*, kompor gas, labu ukur, gelas piala, erlenmeyer, pengaduk gelas, spatula, petri dish, pipet botol kultur, dan pisau scalpel.



Gambar 9. Ruang persiapan
(Sumber: Laboratorium kultur jaringan tanaman SMKPP Negeri Mataram)

- **Ruang penanaman/*transfer area***



Gambar 10 . Ruang penanaman
(Sumber: Laboratorium kultur jaringan tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Ruang penanaman/*transfer area* merupakan ruang tempat pekerjaan aseptik dilakukan. Ruangan ini sedapat mungkin bebas dari debu dan

hewan kecil, serta terpisah dan memiliki sekat dengan ruangan lainnya. Ruangan penanaman digunakan untuk isolasi tanaman, inokulasi dan subkultur (penjarangan) pada kondisi steril yang di dalamnya terdapat *Laminar Airflow (LAF)*. *Laminar Airflow* ini digunakan untuk pemotongan eksplan, melakukan penanaman dan subkultur. Akan tetapi, jika tidak terdapat LAF, tahap isolasi/pemotongan eksplan dapat dilakukan di atas kertas saring steril.

Penggunaan jas laboratorium yang bersih sangat dianjurkan selama tahap persiapan dan mensterilkan tangan dengan alkohol 96%. Peralatan seperti pisau scalpel, gunting dan alat-alat inokulasi lainnya harus disetrilkan dengan alkohol 96% dan dilanjutkan dengan pemanasan di atas api bunsen. Lampu UV (ultraviolet) juga digunakan untuk mensterilkan ruang sebelum LAF digunakan. Pemotongan eksplan juga dilakukan di dalam LAF yang kemudian dilanjutkan dengan beberapa tahapan sterilisasi sebelum ditanam pada media kultur.



Gambar 11. Penanaman eksplan pisang di ruang penanaman (Sumber: Praktik penanaman eksplan pisang di laboratorium kultur jaringan tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Subkultur atau tahap penjarangan juga dilakukan di dalam LAF dan merupakan tahapan yang perlu dilakukan pada metode kultur jaringan. Ada beberapa alasan perlu dilakukan subkultur, diantaranya, yaitu:

nutrisi media yang semakin lama semakin berkurang, munculnya browning atau media agar menjadi kecoklatan karena jaringan tanaman kadang-kadang mengeluarkan senyawa toksik, atau eksplan membutuhkan tahap perkembangan lebih lanjut.

- **Ruang pertumbuhan/inkubasi/ruang kultur (*growing area*)**



Gambar 12. Ruang pertumbuhan/inkubasi/*Growing area*
(Sumber: Ruang pertumbuhan/inkubasi Lab Kultur Jaringan
Tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Ruang pertumbuhan/inkubasi/ruang kultur (*growing area*) merupakan ruang pertumbuhan atau penyimpanan hasil kultur jaringan pada kondisi cahaya dan temperatur yang terkontrol. Ruang pertumbuhan ini terdiri dari rak-rak yang biasanya terbuat dari kaca dan digunakan untuk meletakkan botol-botol kultur setelah proses penanaman pada ruang isolasi di dalam LAF. Rak-rak yang digunakan untuk inkubasi dilengkapi dengan lampu. Lampu yang digunakan bisa berupa lampu TL dengan daya 15 watt atau 40 watt, tergantung panjang rak yang dibuat. Jarak

antar rak 30–35 cm. Sebaiknya travo pada lampu TL dipasang terpisah dari box, (lebih baik kalau dipasang di luar ruang kultur), karena dapat membakar tanaman kultur dan membuat suhu ruang menjadi panas. Selain lampu TL, lampu SL juga dapat dipakai. Pemakaian lampu ini dapat menghemat biaya listrik, juga lebih terang. Tinggi rak yang dibuat antara 50 – 60 cm. Dalam satu bidang rak dapat memakai 2 atau 3 lampu SL daya 5 – 10 watt tergantung ukuran panjang rak.

Panjang penyinaran/lama penyinaran yang dibutuhkan oleh tiap tanaman berbeda-beda dalam ruang pertumbuhan berbeda-beda. Berapa lama penyinaran harus diberikan, tergantung pada jenis tanaman dan respon yang diinginkan. Ada kultur yang membutuhkan waktu penyinaran yang terus menerus, ada yang 14–16 jam/hari, ada yang 10–12 jam/hari. Rata-rata waktu penyinaran yang efektif adalah 12–16 jam/hari.

Suhu ruang kultur diatur pada suhu 25–28°C. Pada suhu yang terlalu dingin, kultur kadang tidak berkembang dengan baik, begitu juga jika suhu ruang kultur terlalu panas, maka jamur dan bakteri akan berkembang biak dengan cepat dan tanaman menjadi layu. Oleh karena itu ruang pertumbuhan ini dilengkapi dengan AC (*Air Conditioner*) untuk mengontrol suhu ruangan.

- **Ruang timbang/ruang tempat menyimpan bahan kimia**

Ruang timbang merupakan ruangan tempat menyimpan stok bahan-bahan kimia, timbangan analitik, magnetik stirer dan lemari es. Semua kegiatan penimbangan bahan kimia dan pembuatan larutan stok dilakukan di ruangan ini.

- **Ruang stok/media jadi**

Ruangan ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan media tanam yang sudah disterilisasi. Ruang stok sebaiknya dingin dan gelap, serta kebersihan harus terjaga. Media tanam akan diinkubasi pada ruang ini selama tiga hari sebelum digunakan. Hal ini untuk mengetahui kondisi media tanam apakah steril atau terkontaminasi jamur/bakteri. Apabila media terkontaminasi, sebaiknya segera dikeluarkan dan disterilkan selama 1 jam sebelum media dibuang.

Ruang timbang dan ruang stok biasanya hanya terdapat pada laboratorium yang memiliki tempat luas. Sedangkan pada laboratorium sederhana, ruang tanam, ruang kultur dan ruang stok media dapat digabung menjadi satu ruangan. Sedangkan ruang preparasi /persiapan dapat digabung dengan ruang bahan kimia (seperti dalam gambar di bawah). Dari 2 ruangan ini, ruang tanam + kultur harus memakai AC. Untuk daerah yang bersuhu dingin, tanpa memakai AC tidak ada masalah.



Gambar 13. Media yang telah disterilisasi disimpan dalam ruang penanaman
(Sumber: Ruang Penanaman Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPPN Mataram)

b. Teknik penyiapan alat laboratorium kultur jaringan dan pengoperasiannya

• **Inventarisasi peralatan laboratorium kultur jaringan tanaman**

Peralatan yang digunakan dalam laboratorium kultur jaringan tanaman diantaranya adalah: gelas ukur, erlenmeyer, petridish, *hot plate*, timbangan analitik, botol kultur, oven, *magnetic stirrer*, destilator, *autoclave*, lemari es, *laminar airflow*, pinset, scalpel, spatula, rak inkubasi, lampu bunsen, batang pengaduk kaca.

Beberapa peralatan laboratorium kultur jaringan dapat dilihat pada gambar berikut ini.

1. *Laminar Air Flow* (LAF)



Gambar 14. *Laminar Air Flow* (LAF)
(Sumber: LAF Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP
Negeri Mataram)

Laminar Air Flow (LAF) berfungsi untuk isolasi, inokulasi dan subkultur. LAF ini harus steril dan bebas dari debu dan dilengkapi dengan lampu UV, lampu neon, dan blow.

2. *Autoclave*



Gambar 15 . *Autoclave*
(Sumber : *Autoclave* lab kultur jaringan tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Autoclave digunakan untuk mensterilkan alat-alat seperti botol kultur, pinset, scalpel, dan media kultur.

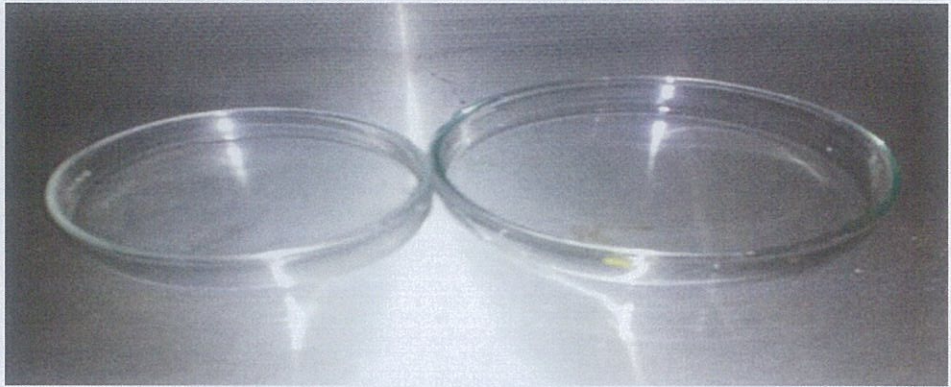
3. Lampu Bunsen



Gambar 16. Lampu Bunsen
(Sumber : Lampu Bunsen Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Lampu Bunsen digunakan untuk mensterilkan alat yang akan digunakan untuk menanam eksplan, selain itu juga untuk mensterilkan eksplan yang akan ditanam.

4. Petridish/Cawan Petri



Gambar 17. Petridish
(Sumber: Petridish Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP
Negeri Mataram)

Petridish digunakan sebagai alas/tempat untuk memotong eksplan yang akan ditanam.

5. Timbangan analitik



Gambar 18. Timbangan Analitik
(Sumber: Timbangan Analitik Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP
Negeri Mataram)

6. *Magnetic Stirrer*



Gambar 19. *Magnetic Stirrer*
(Sumber: *Magnetic Stirrer* Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Magnetik stirrer berguna untuk menghomogenkan senyawa-senyawa dalam media kultur.

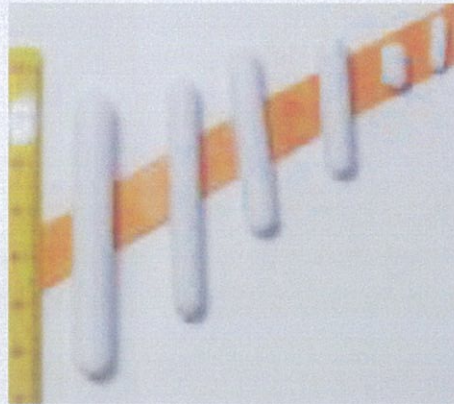
7. *Hot Plate*

Hot plate digunakan untuk untuk memanaskan media kultur. *Hot Plate* dan *Magnetic Stirrer* kadang-kadang menjadi satu alat/tidak terpisah.



Gambar 20. *Hot plate*
(Sumber: *Hot Plate* Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP Negeri Mataram)

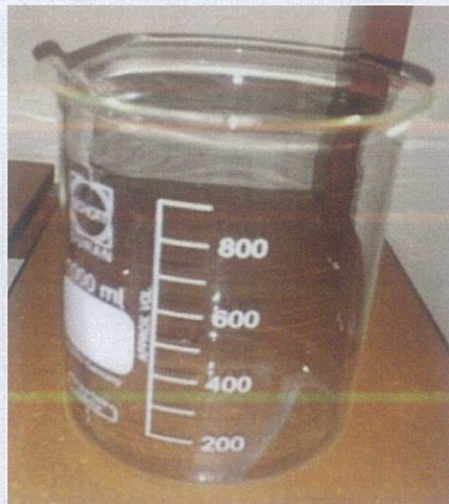
8. Magnet



Gambar21. Magnet
(Sumber: Blog Analis Mikrobiologi, diakses tanggal
11 Mei 2011)

Magnet digunakan untuk membantu mempercepat larutnya bahan saat membuat media. Magnet dimasukkan ke dalam tabung erlemeyer tempat membuat media kultur.

9. *Beaker glass*



Gambar 22. *Beaker glass*
(Sumber: *Beaker Glass* Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP
Negeri Mataram)

Beaker glass digunakan untuk mengambil aquadest yang akan digunakan untuk membuat media kultur.

10. Gelas ukur



Gambar 23. Gelas Ukur

(Sumber: Gelas ukur Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Gelas Ukur berfungsi untuk mengambil larutan stok agar sesuai dengan jumlah larutan yang dibutuhkan.

11. Pinset



Gambar 24. Pinset

(Sumber: Pinset Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Pinset digunakan untuk menjepit eksplan yang akan ditanam. Disamping itu digunakan juga untuk mengambil planlet dalam botol yang akan diaklimatisasi.

12. Pisau scalpel



Gambar 25. Pisau Scalpel
(Sumber: Pisau Scalpel Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP
Negeri Mataram)

13. Kompor gas



Gambar 26 : Kompor Gas
(Sumber: Kompor Gas Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP
Negeri Mataram)

Kompor gas berfungsi untuk membuat media kultur serta untuk memanaskan *autoclave* dalam sterilisasi media kultur atau peralatan kultur jaringan.

14. Tabung Erlenmeyer



Gambar 27. Tabung Erlenmeyer

(Sumber: Tabung Erlenmeyer Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Tabung Erlenmeyer digunakan untuk menampung/menyimpan larutan stok yang akan digunakan untuk pembuatan media kultur.

15. Lemari es



Gambar28. Lemari es

(Sumber: Lemari Es Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP Negeri Mataram)

Lemari es digunakan untuk menyimpan larutan stok yang akan digunakan untuk membuat media kultur.

16. *Shaker*



Gambar 29. *Shaker* beserta botol kultur berisi media cair
(Sumber: Balithi Cianjur)

17. Rak inkubasi



Gambar 30. Rak inkubasi
(Sumber: Rak Inkubasi Lab Kultur Jaringan BPTP Provinsi NTB)

Rak inkubasi digunakan untuk meletakkan botol-botol/gelas-gelas kultur setelah proses penanaman yang dilengkapi dengan lampu neon sebagai sumber cahaya, diletakkan pada ruang ber AC sehingga suhu terkontrol dan harus dijaga kebersihannya. Rak dapat terbuat dari kaca atau triplek yang permukaannya putih.

18. Gelas-gelas media



Gambar 31. Gelas-gelas media
(Sumber: Gelas-gelas media Lab Kultur Jaringan Tanaman SMKPP Negeri Mataram)

- **Pemeliharaan peralatan laboratorium kultur jaringan**

Pemeliharaan peralatan laboratorium kultur jaringan harus senantiasa dilakukan, agar peralatan selalu bersih dan bebas dari debu. Peralatan yang digunakan untuk penanaman eksplan di ruang tanam harus dalam keadaan steril. Peralatan sebelum disimpan di dalam ruang penanaman disterilkan terlebih dahulu dengan menggunakan *autoclave*. Setelah selesai kegiatan penanaman di ruang tanam, semua peralatan dicuci bersih dan dikeringkan. *Laminar Air Flow* (LAF) setelah selesai digunakan untuk melakukan penanaman eksplan langsung dibersihkan dan disterilkan dengan menggunakan alkohol.

Gelas kultur yang berisi eksplan terkontaminasi segera dikeluarkan dari ruang inkubasi. Gelas-gelas disterilkan terlebih dahulu dengan menggunakan *autoclave* atau dikukus dengan menggunakan panci pengukus. Setelah itu baru media dibuang di tempat sampah atau ditimbun dalam lubang. Gelas-gelas kultur dicuci bersih dan dikeringkan.

Peralatan yang terletak di luar ruang tanam dan ruang inkubasi, dijaga supaya tidak terkena debu. Sehingga pada saat akan digunakan peralatan sudah dalam keadaan bersih.

3. Refleksi

- a. Deskripsikan hal-hal yang telah Anda pelajari/temukan selama pembelajaran menerapkan prinsip penyiapan laboratorium kultur jaringan tanamanserta teknik penyiapan alat dan pengoperasiannya.
- b. Rencanakan pengembangan dari materi pembelajaran tersebut baik sikap, pengetahuan maupun keterampilan.
- c. Berdasarkan informasi yang diperoleh berikan input terhadap pembelajaran berikutnya secara lisan dalam diskusi kelompok di kelas dan dalam laporan.

4. Tugas

- a. Lakukan pengamatan pada hal-hal yang berkaitan dengan prinsip penyiapan laboratorium kultur jaringan tanaman serta teknik penyiapan alat dan pengoperasian.
- b. Buat pertanyaan-pertanyaan dalam diskusi kelompok. Kumpulkan informasi atau Anda dapat mencoba melakukan identifikasi hal-hal yang berkaitan dengan prinsip penyiapan laboratorium kultur jaringan tanaman serta teknik penyiapan alat dan pengoperasian.
- c. Buat kesimpulan dari apa yang telah Anda amati, diskusikan dan kemudian coba presentasikan hasil kesimpulan Anda.

5. Tes Formatif

- a. Mengapa laboratorium kultur jaringan perlu dilakukan pembagian ruangan?
- b. Sebutkan pembagian ruangan dalam laboratorium kultur jaringan.
- c. Mengapa subkultur perlu dilakukan?
- d. Sebutkan fungsi dari *Laminar Air Flow* (LAF).

- e. Mengapa pemeliharaan peralatan dalam laboratorium kultur jaringan perlu dilakukan?

C. Penilaian

1. Sikap

Selama pembelajaran, sikap Anda akan dinilai, penilaian sikap meliputi; sikap spiritual (KI 1) dengan pengamatan sikap cara berdoa, mensyukuri karunia Tuhan YME, dan sikap sosial (KI 2) dengan pengamatan sikap dalam diskusi, melakukan eksperimen/mencoba, dan saat presentasi dimana sikap sosial yang dinilai jujur, disiplin, keaktifan, dan kerjasama. Penilaian akan dilakukan oleh dua observer/penilai, yaitu Bapak/Ibu Guru dan Anda atau teman Anda.

Form Penilaian Guru

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai												Nilai Akhir	
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab					Keaktifan
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1/2/3/4
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

Pedoman Penskoran : Nilai akhir yang diperoleh untuk ranah sikap diambil dari nilai modus (nilai yang terbanyak muncul)

Kriteria penskoran

- Skor 1 (K) : jika 1 indikator terlihat (1)
- Skor 2 (C) : jika 2 indikator terlihat (2)
- Skor 3 (B) : jika 3 indikator terlihat (3)
- Skor 4 (SB) : jika 4 indikator terlihat (4)

Indikator penilaian sikap

Rubrik

Indikator : 1.1.1 Disiplin

- a) Tertib mengikuti tata tertib (Masuk kelas tepat waktu)
- b) Mengumpulkan tugas tepat waktu
- c) Memakai seragam sesuai tata tertib
- d) Ikut menciptakan kondisi kelas menjadi kondusif

2.1.1 Jujur

- a) Menyampaikan sesuai dengan keadaan sebenarnya
- b) Selalu jujur
- c) Tidak pernah berbohong
- d) Berkata dan bertindak sesuai aturan

3.1.1 Tanggungjawab

- a) Menyelesaikan tugas sesuai dengan tanggungjawabnya
- b) Mengerjakan tugas dengan tuntas
- c) Membantu teman yang kesulitan
- d) Membereskan alat yang digunakan sesudah kegiatan

4.1.1 Keaktifan

- a) Menjawab, saat diberi pertanyaan
- b) Menjelaskan, saat diberi kesempatan menyampaikan pendapat
- c) Bertanya, saat diberikan waktu dan kesempatan
- d) Menyanggah, saat ada argumentasi/ Pernyataan yang salah

5.1.1 Santun

- a) Saling menghormati
- b) Toleransi
- c) Bertutur kata dengan bahasa baik
- d) Menghargai pendapat dan masukan dari orang lain

Form Penilaian rekan sejawat:

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai													Nilai Akhir	
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab				Keaktifan		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1/2/3/4		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																

Ket: Form penilaian rekan sejawat akan kurang satu nama dari jumlah seluruh siswa, karena penilaian tidak dilakukan oleh yang bersangkutan/yang menilai.

2. Pengetahuan

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas.

- Mengapa laboratorium kultur jaringan perlu dilakukan pembagian ruangan?
- Sebutkan pembagian ruangan dalam laboratorium kultur jaringan!
- Mengapa subkultur perlu dilakukan?
- Sebutkan fungsi dari *Laminar Air Flow* (LAF).
- Mengapa pemeliharaan peralatan dalam laboratorium kultur jaringan perlu dilakukan?

Rubrik Pedoman Penskoran: Nilai akhir untuk ranah pengetahuan diambil dari nilai rerata

- Setiap jawaban benar diberi nilai tertentu sesuai skor dengan skor maksimal = 18
- Nilai akhir menggunakan rumus berikut.

$$\text{Skor} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 4$$

Contoh: Nilai yang diperoleh soal No : 1 = 6. Nilai soal No :2 = 8

Maka :

$$\text{Nilai yang diperoleh} = \frac{6+8}{18} \times 4 = \frac{14}{18} \times 4 = 3,11$$

3. Keterampilan

Berilah tanda cek list (√) pada kolom penilaian yang sesuai menurut penilaian Anda.

No	Kompetensi/Kegiatan	Kriteria/indikator keberhasilan	Ya	Tidak
A	Menjelaskan desain laboratorium kultur jaringan tanaman.	Desain laboratorium kultur jaringan tanaman sesuai dengan ketentuan pembagian ruangan laboratorium kultur jaringan tanaman.		
B	Menginventarisir peralatan laboratorium kultur jaringan tanaman.	Peralatan laboratorium diinventarisir secara rinci.		
C	Membuat <i>lay out</i> peralatan laboratorium kultur jaringan tanaman.	Peralatan laboratorium kultur jaringan tanaman ditempatkan sesuai dengan <i>lay out</i> .		
D	Menjelaskan cara pengoperasian peralatan laboratorium kultur jaringan tanaman.	Pengoerasian peralatan laboratorium kultur jaringan tanaman dilakukan sesuai prosedur.		

Pembelajaran 3

No	Kompetensi/Kegiatan	Kriteria/indikator keberhasilan	Ya	Tidak
E	Melakukan pemeliharaan peralatan laboratorium kultur jaringan tanaman.	Pemeliharaan peralatan kultur jaringan tanaman dilakukan sesuai prosedur.		

Apabila ada salah satu jawaban “TIDAK” pada salah satu kriteria di atas, maka ulangilah kegiatan menerapkan dan melaksanakan penyiapan laboratorium kultur jaringan serta teknik penyiapan alat dan pengoperasiannya. Apabila jawabannya. “YA” pada semua kriteria, maka anda sudah berkompetensi dalam menerapkan dan melaksanakan penyiapan laboratorium kultur jaringan serta teknik penyiapan alat dan pengoperasiannya.

Kegiatan Pembelajaran 4: Teknik Pembuatan Media Kultur

A. Deskripsi

Kompetensi Dasar (KD) menerapkan dan melaksanakan teknik pembuatan media kultur berisikan uraian materi pokok macam-macam formulasi media tanam, bahan penyusun media tanam, larutan stok untuk media tanam, pembuatan media tanam, sterilisasi media tanam, dan penyimpanan media tanam.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran 4 diharapkan peserta didik mampu memahami dan melaksanakan teknik pembuatan media kultur berisikan uraian materi pokok macam-macam formulasi media tanam, bahan penyusun media tanam, larutan stok untuk media tanam, pembuatan media tanam, sterilisasi media tanam, dan penyimpanan media tanam.

2. Uraian Materi

a. Macam-macam formulasi media tanam



Gambar 32. Media tanam tangkai bunga anggrek
(Sumber: Foto koleksi pribadi Airin Nurmarita SMK-PPN Banjarbaru)



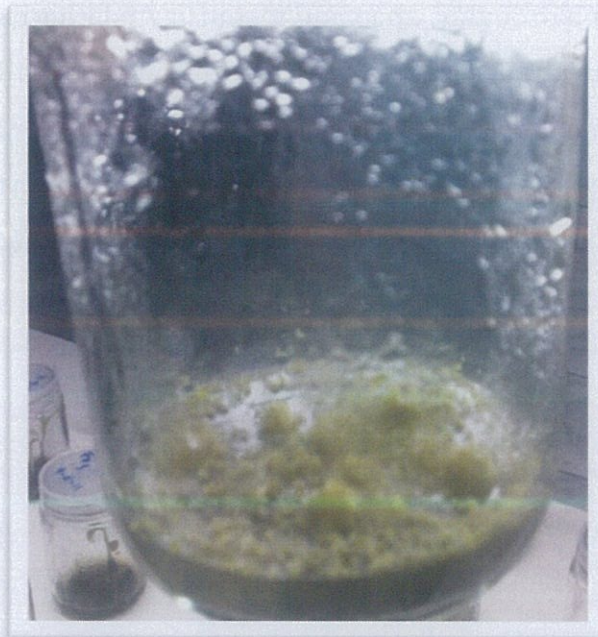
Gambar 33. Media tanam planlet anggrek
(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 34. Media tanam eksplan daun
(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 35. Media tanam bibit jati
(Sumber: Foto diakses 27 April 2016)



Gambar 36. Media tanam biji angrek
(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 37. Media Warna-warni untuk sovenir
(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

Melihat gambar di atas, apa yang menurut Anda berbeda satu dengan yang lain? Media tanam kultur jaringan yang digunakan berbeda-beda untuk jenis bibit atau eksplan yang digunakan. Apakah komposisi dari media tanam tersebut juga berbeda? Apa saja formulasi untuk media tanam yang ada? Permasalahan yang sering timbul terkait dengan media kultur jaringan adalah komposisi dari media kulturnya.

Komposisi Media Tanam mengandung garam-garam anorganik dan zat pengatur tumbuh. **Komponen utama** penyusun media kultur adalah **unsur hara makro dan mikro**, ditambah dengan **gula** sebagai pengganti unsur karbon yang didapat dari hasil fotosintesis. Perkembangan selanjutnya dengan penambahan **vitamin, asam amino, dan bahan-bahan organik**, dilengkapi dengan **zat pengatur tumbuh (ZPT)**

Pada Tabel 1 berikut ini menunjukkan komposisi unsur hara makro dan mikro pada berbagai jenis dasar media kultur jaringan.

Tabel 1. Komposisi unsur hara makro pada berbagai jenis media

Bahan kimia	Heller (1953)	Nitsch & Nitsch (1956)	White (1963)	Hildebrandt Riker&Duggar (1946)	Murashige & Skooge (1962)	Gautheret (1942)
KCl	750	1500	65	65	-	-
NaNO ₃	600	-	-	-	-	-
MgSO ₄ .7H ₂ O	250	250	720	180	370	125
NaH ₂ PO ₄ .H ₂ O	125	250	16.5	33	-	-
CaCl ₂ .2H ₂ O	75	-	-	-	440	-
KNO ₃	-	2000	80	80	1900	125
CaCl ₂	-	25	-	-	-	-
Na ₂ SO ₄	-	-	200	800	-	-
Ca(NO ₃) ₂	-	-	-	-	-	-
NH ₄ NO ₃	-	-	-	-	1650	-
KH ₂ PO ₄	-	-	-	-	170	125
MgSO ₄	-	-	-	-	-	-
Ca(NO ₃).4H ₂ O	-	-	300	400	-	400

Tabel 2. Komposisi unsur hara mikro

Bahan kimia	Heller (1953)	Nitsch & Nitsch (1956)	White (1963)	Hildebrandt Riker&Duggar (1946)	Murashige & Skooge (1962)	Gautheret (1942)
NiSO ₄	-	-	-	-	-	0,05
FeSO ₄ .7H ₂ O	-	-	-	-	27,8	0,05
MnSO ₄ .4H ₂ O	0,01	3	7	4,5	22,3	3
KI	0,01	-	-	-	-	-
NiCl ₂ .6H ₂ O	0,03	-	-	-	-	-
Co Cl ₂ .6H ₂ O	-	-	-	-	0,025	-
Ti(SO ₄) ₃	-	-	-	-	-	0,2

Lanjutan Tabel 2.

Bahan kimia	Heller (1953)	Nitsch & Nitsch (1956)	White (1963)	Hildebrandt Riker&Duggar (1946)	Murashige & Skooge (1962)	Gautheret (1942)
ZnSO ₄ .7H ₂ O	1,0	0,5	3	0,6	8,6	0,18
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,03	0,025	-	-	0,025	0,05
BeSO ₄	-	-	-	-	-	0,1
H ₃ BO ₃	1,0	0,5	1,5	0,38	6,2	0,05
FeCl ₃ .6H ₂ O	1,0	-	-	-	-	-
H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	1,0
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	-	0,025	-	-	0,025	-
AlCl ₃	0,3	-	-	-	-	-
Fe(SO ₄) ₃	-	-	2,5	-	-	-
Ferric tartrat	-	-	-	40,0	-	-

b. Bahan Penyusun Media Tanam

Berikut ini adalah komponen-komponen penyusun media kultur jaringan.

1. Unsur Hara Makro

Unsur hara makro adalah unsur hara yang diperlukan dalam jumlah besar, dan fungsinya mendukung pertumbuhan jaringan tanaman.

Fungsi dan peranan unsur hara makro adalah sebagai berikut.

- 1) Nitrogen (N) adalah unsur utama pendorong pertumbuhan. Nitrogen berperan sebagai penyusun/komponen protein, basa organik, dan vitamin.
- 2) Fosfor (P) berfungsi sebagai aktivator atau pengatur enzim senyawa organik dalam proses fisiologi.
- 3) Kalium (K), berperan penting dalam aktivitas enzim, sebagai pembawa energi, sebagai katalisator yang merubah protein menjadi asam amino. K bukan unsur penyusun tanaman.

- 4) Sulfur (S) merupakan penyusun senyawa penting seperti ester, asam amino, enzim, vitamin B1, penisilin, senyawa organik CaSO_4 , dan sebagai ion.
- 5) Kalsium (Ca) sebagai penyusun senyawa kitin, pektin dan Ca-oksalat.
- 6) Magnesium (Mg) sebagai aktifator beberapa enzim, terutama dalam proses fosforilasi dan sintesis protein, penyusun senyawa klorofil dan Mg-oksalat.

2. Unsur Hara Mikro

Unsur hara mikro adalah unsur hara yang diperlukan dalam jumlah sedikit (ukuran mikromolar).

Peranan unsur hara mikro:

- 1) Besi (Fe) merupakan bagian dari gugus prostetik beberapa enzim seperti peroksidase, katalase, penyusun klorofil, dan protein.
- 2) Mangan (Mn) sebagai aktifator enzim, pembentuk klorofil, aktif dalam metabolisme protein, fotosintesis, dan pembentuk vitamin C.
- 3) Zink (Zn) sebagai aktifator enzim dan penyusun klorofil pemacu pembentukan ZPT.
- 4) Tembaga (Cu) merupakan bagian dari enzim, berperan dalam proses fotosintesis dan reduksi nitrit.
- 5) Klor (Cl) sebagai ion dan berpengaruh terhadap aktivitas enzim.
- 6) Boron (B) berperan dalam proses diferensiasi dan penyusunan dinding sel, mengatur transportasi karbohidrat dan penyerapan ion ke dalam sel, serta sebagai aktifator, dan inaktifator zat tumbuh.
- 7) Molibdenum (Mo) merupakan bagian dari enzim reduktase, ikut serta dalam metabolisme P dan sintesa asam askorbat.

3. Gula

Sumber karbon yang standar adalah sukrosa dan glukosa. Umumnya yang digunakan untuk kultur jaringan adalah sukrosa. Gula putih memenuhi syarat untuk pertumbuhan kultur.

4. Vitamin

Peranan vitamin dalam kultur jaringan:

- 1) Thiamin (B1), untuk mempercepat pembelahan sel, berperan sebagai koenzim dalam reaksi yang menghasilkan energi dan karbohidrat, serta memindahkan energi.
- 2) Piridoksin (B6), berperan dalam pemindahan asam-asam amino dalam sel
- 3) Asam Nikotinat (B12), penting dalam reaksi-reaksi enzimatik, disamping berperan sebagai prekursor dari beberapa alkaloid.
- 4) Vitamin C, bertujuan untuk mencegah terjadinya pencoklatan pada permukaan irisan jaringan.
- 5) Vitamin E (Tokoferol), pada kultur jaringan dengan pemberian konsentrasi 0,95 mM merangsang pembentukan kalus dan juga antioksidan

5. Asam Amino

Merupakan sumber N organik yang lebih cepat diambil daripada N anorganik dalam media yang sama. Contohnya adalah casein.

6. Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Pada tanaman, ZPT adalah senyawa organik bukan hara, yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan merubah proses fisiologi tanaman.

ZPT terdiri dari 5 (lima) kelompok:

- 1) Auksin
- 2) Gibberalin

- 3) Sitokinin
- 4) Etilen
- 5) Onhibitor

7. Persenyawaan Organik Kompleks

Contoh bahan organik kompleks alamiah diantaranya air kelapa, ekstrak ragi, jus tomat, ekstrak kentang. Kandungan air kelapa antara lain: asam amino, asam-asam organik, asam nukleat, purin, gula, gula alkohol, vitamin, mineral dan zat pengatur tumbuh seperti 9-b-d ribofuranosyl zeatin, zeatin, dan n-n- diphenyl urea.

8. Bahan Pekat/Agar

Agar adalah campuran polysakarida yang dibuat dari beberapa spesies algae. Agar mengandung sedikit Ca, Mg, K, dan Na.

9. Arang Aktif

Yaitu arang yang sudah dipanaskan beberapa jam dengan menggunakan uap atau udara panas. Pengaruh penambahan arang aktif pada media dapat mengabsorpsi persenyawaan toksik yang dapat menghambat pertumbuhan kultur, terutama senyawa fenolik dari jaringan yang terluka pada saat inisiasi.

10. Buffer atau pH Media

pH media diatur sehingga tidak mengganggu fungsi membran sel dan pH dari sitoplasma, yang berkisar 5,5 – 5,8.

c. Larutan Stok Untuk Media Tanam

Penggunaan larutan stok bahan, akan lebih memudahkan dan menghemat waktu terutama untuk keperluan media dalam jumlah yang banyak misalnya untuk 50 atau 100 liter, tanpa harus menimbang bahan setiap kali akan membuat media.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan stok, yaitu:

1. Pengelompokannya berdasarkan unsur hara stok makro, stok mikro, stok Fe, stok vitamin, dan stok hormon. Simpan di lemari es/kulkas agar bisa lebih tahan lama.
2. Bila larutan stok terjadi pengendapan, jangan digunakan. Gunakan stok dalam konsentrasi yang lebih rendah.
3. Bila larutan ditumbuhi mikroorganisme terutama vitamin, jangan digunakan. Penggunaan pipet harus benar-benar bersih dan harus ditutup rapat.
4. Unsur hara makro dibuat stok tunggal karena jumlahnya cukup besar. Sering bila dicampur terjadi pengendapan.
5. Stok Fe tidak tahan terhadap suhu atau cahaya, sehingga harus diletakkan dalam wadah yang gelap atau dibungkus dengan aluminium foil. Larutan stok hormon dan vitamin disimpan di lemari es/kulkas.

Tabel 3. Pembuatan dan Komposisi Larutan Stok MS

Stok	Nama Bahan Kimia	Konsentrasi (g/l)	Penggunaan (ml/l)
Stok A	NH ₄ NO ₃	82,5	20
Stok B	KNO ₃	95,0	20
Stok C	KH ₂ PO ₄	34,0	5
	H ₃ BO ₃	1,24	
	Na ₂ MoO ₄	0,05	
	CoCl ₂ .6H ₂ O	0,005	
	KI	0,66	
Stok D	CaCl ₂ .2H ₂ O	88,0	5

Stok E	MgSO ₄ .7H ₂ O	74,0	5
	MgSO ₄ .4H ₂ O	4,4	
	ZnSO ₄ .7H ₂ O	1,72	
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,005	
Stok F	Na Edta	7,45	5
	FeSO ₄ .7H ₂ O	5,57	
Vitamin	Thiamin HCl	0,02	5
	Asam Nicotin	0,1	
	Prydoksin HCl	0,1	
Myo Inositol		10	10



Gambar 38. Larutan Stok A – F
(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

d. Pembuatan Media Tanam

Prosedur pembuatan media racikan:

1. Siapkan alat yang diperlukan seperti labu ukur, pipet gondok, pipet volume, botol kosong, spatula, neraca analitik, botol timbang/kertas minyak, panci, pengaduk, dan kompor.

2. Timbang bahan padat yang dibutuhkan seperti gula sebanyak 30 g/l, agar 7-8 g/l, dan arang aktif.



Gambar 39. Penimbangan bahan
(Sumber: Foto kegiatan praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

3. Ambil larutan stok A, B, C, D, E, dan F, vitamin serta myo inositol sesuai dengan volumenya masing-masing dengan menggunakan pipet gondok atau pipet volume (lihat Tabel 3), dan masukkan ke dalam labu ukur 1 liter (1000 ml).
4. Tambahkan air hingga volume tepat 1000 ml.
5. Tuang larutan ke becker glass/gelas ukur plastik.



Gambar 40. Pengambilan stok untuk pembuatan media
(Sumber: Foto kegiatan praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

6. Ukur pH larutan sehingga pH berkisar 5,5 – 5,8. Tambahkan NaOH bila larutan terlalu asam untuk menaikkan pH dan tambahkan HCl bila larutan terlalu basa dengan menggunakan pH meter atau kertas lakmus.



Gambar 41. Pengukuran pH larutan media
(Sumber: Foto kegiatan praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

7. Masukkan larutan ke dalam panci dan tambahkan gula putih. Masak di atas kompor sampai panci agak panas/suhu larutan \pm 30-35°C, masukkan agar sehingga larut sempurna. Masak hingga mendidih.



Gambar 42. Memasak larutan media (larutan stok, agar, gula)
(Sumber: Foto kegiatan praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

8. Letakkan larutan media yang telah masak ke dalam gelas ukur. Tepatkan dengan volume 25 ml. Tuangkan ke dalam botol, yang tepat berisi 25 ml larutan tersebut. Letakkan sisa larutan ke gelas plastik, tuangkan dengan segera masing-masing botol sebanyak 25 ml dengan menggunakan indikator volume dari botol yang telah diisi tepat 25 ml.



Gambar 43. Memasukkan larutan media ke botol

(Sumber: Foto kegiatan praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

9. Tutup botol dengan tutupnya atau dengan menggunakan plastik yang tahan panas dan diikat dengan karet
10. Setia 1 liter/1000 ml larutan akan menghasilkan 40 botol media tanam.
11. Larutan siap disterilisasi dengan menggunakan *autoclave*.

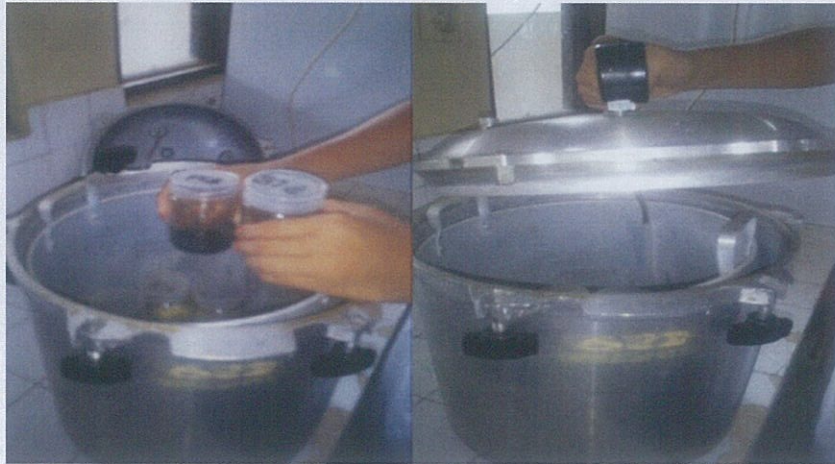
e. Sterilisasi Media Tanam

Sterilisasi media tanam yang telah dimasukkan ke dalam botol dan ditutup rapat dengan menggunakan *autoclave*.

Cara sterilisasi media tanam:

1. Siapkan *autoclave* listrik atau manual dengan menggunakan pemanasan di atas kompor.
2. Pastikan air di dalam *autoclave* telah berisi air sesuai kapasitas/volumenya.

3. Masukkan dan susun botol yang telah berisi media ke dalam *autoclave*.
4. Tutup rapat *autoclave* dengan memastikan terkunci rapat.
5. Sterilisasi media tersebut dengan suhu 121°C dan tekanan 17,5 psi selama 25 menit.



Gambar 44. Sterilisasi media dengan *autoclave*
(Sumber: Foto kegiatan praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

f. Penyimpanan Media Tanam

Media tanam yang telah disterilisasi di autoclave dengan suhu 121°C dan tekanan 17,5 psi selama 25 menit, tunggu sampai tekanan turun sampai 0, barulah *autoclave* dibuka dan media dikeluarkan dari *autoclave*.

Sambil dikeluarkan dari *autoclave*, goyang botol untuk meratakan arang aktif (jika digunakan). Dinginkan botol yang berisi media telah disteril tadi pada suhu kamar. Setelah dingin, lakukan penyimpanan media tanam pada ruang inkubasi yang merupakan ruang ber AC dan letakkan pada rak hingga media hendak digunakan.



Gambar 45. Penyimpanan berbagai media dalam ruang inkubasi yang steril dan ber AC

(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 46. Penyimpanan berbagai media dan beberapa eksplan yang ditanam dalam ruang inkubasi yang steril dan ber AC

(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

3. Refleksi

- a. Deskripsikan hal-hal yang telah Anda pelajari/temukan selama pembelajaran mengamati, mengidentifikasi macam-macam formulasi media tanam, bahan penyusun media tanam, larutan stok untuk media

tanam, pembuatan media tanam, sterilisasi media tanam, dan penyimpanan media tanam.

- b. Rencanakan pengembangan dari materi pembelajaran tersebut baik sikap, pengetahuan maupun keterampilannya.
- c. Berdasarkan informasi yang diperoleh berikan input terhadap pembelajaran berikutnya secara lisan dalam diskusi kelompok di kelas dan dalam laporan.

4. Tugas

Buatkan kelompok kerja yang beranggotakan 5-6 siswa dalam satu kelas. Lakukan pengamatan terhadap lingkungan sekitar. Pembuatan larutan stok, pembuatan media tanam, sterilisasi dan penyimpanan media tanam. Diskusikan dan presentasikan teknik penimbangan bahan, pemipetan larutan, pengukuran pH larutan media dengan lakmus atau pH meter, cara sterilisasi dengan autoclave serta langkah-langkah apa yang harus diambil dalam upaya pemeliharaan mengurangi terjadinya kontaminasi pada media tersebut.

5. Tes Formatif

- a. Sebutkan dan jelaskan komponen penyusun media kultur.
- b. Sebutkan dan jelaskan larutan stok yang diperlukan untuk membuat media MS.
- c. Sebutkan tahapan yang perlu dilakukan dalam pembuatan media.

C. Penilaian

1. Sikap

Selama pembelajaran, sikap Anda akan dinilai, penilaian sikap meliputi; sikap spiritual (KI 1) dengan pengamatan sikap cara berdoa, mensyukuri karunia Tuhan YME, dan sikap sosial (KI 2) dengan pengamatan sikap dalam diskusi, melakukan eksperimen/mencoba, dan saat presentasi dimana sikap sosial yang dinilai jujur, disiplin, keaktifan, dan kerjasama. Penilaian akan dilakukan oleh dua observer/penilai, yaitu Bapak/Ibu Guru dan Anda atau teman Anda.

Form Penilaian Guru.

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai												Nilai Akhir	
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab					Keaktifan
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1/2/3/4
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

Pedoman Penskoran : Nilai akhir yang diperoleh untuk ranah sikap diambil dari nilai modus (nilai yang terbanyak muncul)

Kriteria penskoran

Skor 1 (K) : jika 1 indikator terlihat (1)

Skor 2 (C) : jika 2 indikator terlihat (2)

Skor 3 (B) : jika 3 indikator terlihat (3)

Skor 4 (SB) : jika 4 indikator terlihat (4)

Indikator penilaian sikap

Rubrik

Indikator : 1.1.1 Disiplin

- a) Tertib mengikuti Tata Tertib (Masuk kelas tepat waktu)
- b) Mengumpulkan tugas tepat waktu
- c) Memakai seragam sesuai tata tertib
- d) Ikut menciptakan kondisi kelas menjadi kondusif

2.1.1 Jujur

- a) Menyampaikan sesuai dengan keadaan sebenarnya
- b) Selalu jujur
- c) Tidak pernah berbohong
- d) Berkata dan bertindak sesuai aturan

3.1.1 Tanggung Jawab

- a) Menyelesaikan tugas sesuai dengan tanggung jawabnya
- b) Mengerjakan tugas dengan tuntas
- c) Membantu teman yang kesulitan
- d) Membereskan alat yang digunakan sesudah kegiatan

4.1.1 Keaktifan

- a) Menjawab, saat diberi pertanyaan
- b) Menjelaskan, saat diberi kesempatan menyampaikan pendapat
- c) Bertanya, saat diberikan waktu dan kesempatan
- d) Menyanggah, saat ada argumentasi/pernyataan yang salah

5.1.1 Santun

- a) Saling menghormati
- b) Toleransi
- c) Bertutur kata dengan bahasa baik
- d) Menghargai pendapat dan masukan dari orang lain

Form Penilaian rekan sejawat:

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai													Nilai Akhir
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab				Keaktifan	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1/2/3/4	
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															

Ket: Form penilaian rekan sejawat akan kurang satu nama dari jumlah seluruh siswa, karena penilaian tidak dilakukan oleh yang bersangkutan/yang menilai.

2. Pengetahuan

Soal :

1. Sebutkan dan jelaskan komponen penyusun media kultur.
2. Sebutkan dan jelaskan larutan stok yang diperlukan untuk membuat media MS.
3. Sebutkan tahapan yang perlu dilakukan dalam pembuatan media.

Kunci Jawaban dari Soal Pengetahuan/Tes Formatif

Jawaban	Nilai max
4.1.1.1 Komponen penyusun media kultur: <ol style="list-style-type: none">1. Unsur Hara Makro2. Unsur Hara Mikro3. Gula4. Vitamin5. Asam Amino6. Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)7. Persenyawaan Organik Kompleks8. Bahan Pekat/Agar9. Arang Aktif10. Buffer atau pH Media	10
4.1.1.2 Larutan stok yang diperlukan untuk membuat media MS. <ol style="list-style-type: none">a. Stok Ab. Stok Bc. Stok Cd. Stok De. Stok Ef. Stok Fg. Vitaminh. Myo inositol	10

Jawaban	Nilai max
4.1.1.3 Tahapan yang perlu dilakukan dalam pembuatan media a. Penimbangan bahan (gula, agar, dan lain-lain) b. Pengambilan/pemipetan dan pencampuran larutan stok c. Pengecekan pH larutan d. Perebusan/pemasakan larutan stok, agar, gula dan arang aktif e. Memasukkan larutan media yang telah dimasak ke dalam botol dalam volume tertentu f. Sterilisasi larutan media dengan <i>autoclave</i> g. Pendinginan h. Penyimpanan media yang sudah jadi	8

Penskoran Pengetahuan

Rubrik Pedoman Penskoran : Nilai akhir untuk ranah pengetahuan diambil dari nilai rerata

1. Setiap jawaban benar diberi nilai tertentu sesuai skor dengan skor maksimal = 28
2. Nilai akhir menggunakan rumus berikut.

$$\text{Skor} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Contoh: Nilai yang diperoleh soal No:

4.1.1.3.1.1.1 8

4.1.1.3.1.1.2 8

4.1.1.3.1.1.3 6

Maka:

$$\text{Nilai yang diperoleh} = \frac{8+8+6}{28} \times 100 = \frac{22}{28} \times 100 = 78,6$$

3. Keterampilan

No.	Nama Siswa	K3LH	Penyiapan alat dan Bahan	Membuat media tanam	Hasil/media yang dihasilkan	Nilai
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
dst.						

Penskoran nilai Keterampilan

Rubrik Pedoman Penskoran: Nilai akhir untuk ranah keterampilan diambil dari nilai nilai maksimal yang diperoleh dari aspek penilaian.

Kegiatan Pembelajaran 5: Penyiapan Bahan Tanam/Eksplan dan Teknik Inokulasi

A. Deskripsi

Kompetensi Dasar (KD) menerapkan dan melaksanakan teknik pembuatan media kultur berisikan uraian materi pokok pengertian bahan tanam, bagian-bagian tanaman yang digunakan untuk eksplan, sterilisasi bahan tanam.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran 5 diharapkan peserta didik mampu memahami pengertian bahan tanam, bagian-bagian tanaman yang digunakan untuk eksplan dan dapat melaksanakan teknik sterilisasi bahan tanam.

2. Uraian Materi

a. Pengertian Bahan Tanam



Gambar 47. Bahan tanam tangkai bunga anggrek
(Sumber: Foto koleksi pribadi Airin Nurmarita SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 48. Bahan tanam daun
(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 49. Bahan tanam biji/benih
(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 50. Bahan tanam buah anggrek
(Sumber: Foto hasil praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

Melihat gambar di atas, menurut Anda bahan apa yang digunakan sebagai bahan tanam pada perbanyakan secara kultur jaringan? Bagaimana syarat bahan tanam tersebut?

Bahan Tanam/Eksplan adalah bagian tanaman yang akan kita kulturkan. Bahan tanam/eksplan yang paling mudah dikultur adalah dalam bentuk organ seperti batang, daun, atau akar, sedangkan pada tingkat sel atau jaringan lebih sulit untuk mendapatkan eksplannya.

b. Bagian-bagian tanaman yang digunakan untuk eksplan

Pemilihan eksplan berdasarkan tingkat perkembangannya:

1. Sel

Sel adalah suatu unit biologi yang dibatasi membran semipermeable dan mempunyai kemampuan reproduksi dalam media yang bebas dari sistem kehidupan lain. Fungsi penting dari sel tumbuhan adalah selnya mampu mengikat energi dan mengubahnya dalam bentuk lain. Sel

tumbuhan yang mempunyai klorofil mengubah energi radiasi menjadi energi kimia.

Salah satu teknik dalam kultur jaringan untuk tingkat sel contohnya adalah fusi protoplas. Protoplas adalah bagian dalam sel selain nukleus. Prinsip dari teknik ini adalah menggabungkan dua protoplas dari jenis tanaman yang berlainan sehingga akan menghasilkan jenis tanaman baru.

2. Jaringan

Jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk, struktur dan fungsi yang sama karena adanya aktivitas pembelahan sel, sel-sel yang terus membelah (disebut kalus), kemudian mengalami morfogenesis dan proses diferensiasi (perubahan bentuk dan fungsi) maka terbentuklah jaringan.

Jaringan dapat dikelompokkan berdasarkan umur:

- a. Jaringan Muda (Meristem), biasanya terdiri dari sel-sel yang masih embrio/muda dan memiliki dinding sel tipis, kaya akan plasma, serta ukuran vakuolanya kecil-kecil.

Berdasarkan letaknya, meristem terbagi menjadi empat jenis, yaitu meristem pucuk/epikal yang disebut juga titik tumbuh, meristem interkalar yang terletak pada jaringan dewasa berdekatan dengan nodus dan selundang daun misalnya pada ruas bambu, meristem lateral yang terbentuk pada sisi lateral akar dan batang dan meristem aksiler, yaitu meristem yang terdapat pada ketiak daun atau braktea.

- b. Jaringan Dewasa atau Permanen, terdiri dari sel-sel yang sudah mempunyai bentuk dan fungsi tertentu serta tidak bersifat embrional lagi. Salah satu teknik kultur jaringan pada tingkat jaringan ini contohnya kultur meristem, eksplan yang diambil

terutama adalah berasal dari bagian meristem pucuk atau apikal untuk tujuan mendapatkan tanaman bebas virus.

3. Organ

Organ adalah jaringan-jaringan dalam tanaman akan berkelompok dan terorganisir menjadi satu kesatuan yang lebih besar membentuk sistem jaringan. Contohnya akar, batang, daun, dan bunga atau buah.

Kultur jaringan untuk skala rumah tangga atau kultur jaringan yang paling mudah pada tingkat organ.

Pemilihan Eksplan Berdasarkan Kemampuan Sel Untuk Membelah

Pengambilan eksplan dari sel-sel yang sedang aktif membelah (sel meristem) karena mengandung hormon tanaman.

Pemilihan Eksplan Berdasarkan Umur Tanaman

1. Eksplan dari Tanaman Dewasa, kelebihanannya dapat langsung diambil sebagai eksplan dan cepat. Kelemahannya, pada saat sterilisasi harus benar-benar cermat, umunya sering terjadi pencoklatan/*browning*, sebab jaringan dewasa sering mengeluarkan fenol.
2. Eksplan yang diambil dari *Seedling*, prosesnya berasal dari penanaman biji yang sudah cukup tua, setelah tumbuh, embrio atau tunas *seedling* diambil untuk dikulturkan.

Pemilihan Eksplan Berdasarkan Kemudahan Tumbuh

Eksplan yang berasal dari jaringan yang mempunyai titik tumbuh (termasuk biji), seperti mata tunas pada batang dan tangkai bunga.

Pemilihan Eksplan Berdasarkan Kemudahan Sterilisasinya.

Tujuan utama sterilisasi adalah eksplan terbebas dari bakteri dan jamur/cendawan.

1. Biji, yang masih dilindung daging buah umumnya masih steril dan mudah untuk disterilkan, tekniknya melalui pembakaran buah langsung, misalnya biji anggrek atau adenium, sedangkan teknik sterilisasi secara kimiawi dengan bahan kimia dengan konsentrasi rendah seperti pada biji anggur, jeruk, dan semangka.
2. Bagian Tanaman yang Masih Terlindungi (Meristem) oleh bagian pelepah/selundang daun atau batang. Biasanya lebih mudah disterilisasi karena cendawan dan serangga belum menyentuh jaringan ini. Perlakuannya dengan bahan kimia dengan konsentersasi rendah.
3. Tanaman yang telah dikarantina, dimana pemberian bakterisida, fungisida, dan insektisida selama dikarantina, akan membebaskan tanaman dari mikroorganisme penyebab kontaminasi terutama yang sistemik.

c. Sterilisasi Bahan Tanam/Eksplan

Setiap bahan tanaman mempunyai tingkat kontaminasi permukaan yang berbeda, tergantung unsur-unsur berikut.

1. Jenis tanamannya
2. Bagian tanaman yang digunakan
3. Morfologi permukaan
4. Lingkungan tumbuh
5. Musim saat pengambilan eksplan
6. Umur tanaman
7. Kondisi tanaman (sehat/sakit)

Kegiatan sterilisasi eksplan meliputi proses:

1. Karantina

Prinsipnya adalah suatu usaha agar tanaman menjadi lebih sehat dan steril, atau sebelum perlakuan kultur jaringan agar tanaman terbebas dari hama dan penyakit. Langkah awal proses karantina adalah

mengganti media tanam yang ada dengan yang lebih steril seperti sekam bakar atau *cocopeat*, tanaman diletakkan ditempat yang terlindung dari hama seperti dilindungi inseknet. Selanjutnya adalah memelihara tanaman lebih kurang 3 bulan dengan pemberian insektisida, fungisida, dan bakterisida secara bergantian setiap minggu. Pemberian hormon sitokinin di luar juga sangat membantu pembentukkan tunas di kultur.

2. Sterilisasi Eksplan sebelum di *Laminar/Enkas*

Perlakuan terhadap eksplan sebelum di ruang *laminar/enkas* tergantung jenis, tingkat kelunakan jaringan, dan kandungan kontaminasi pada eksplan yang digunakan.

Tahap awal eksplan terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran atau debu dengan menggunakan air bersih. Rendam sambil dikocok dengan larutan deterjen 0,1 g/100 ml selama \pm 10 menit.

Untuk mencegah pencoklatan/*browning*, dilakukan perendaman dalam larutan 50 mg/l asam sitrat dan 150 mg/l asam askorbat sebagai antioksidan.

Untuk tanaman berkayu, biasanya dicelupkan kedalam alkohol 70% selama beberapa detik, dengan tujuan untuk menghilangkan gelembung udara, meningkatkan daya antar disinfentan, sekaligus mematiakan sebagian kontaminan di permukaan eksplan. Pemberian fungisida dan bakterisida dilakukan selama 30 menit sambil dikocok terus terutama biji-bijian dari lapangan. Perendaman antibiotik 50-100 mg/l selama beberapa jam atau selama satu hari dapat dibantu dengan aerator untuk memberikan bantuan oksigen terhadap eksplan.

3. Sterilisasi Eksplan di *Laminar/Enkas*

Berbagai cara bisa dilakukan pada saat sterilisasi eksplan didalam *laminar/enkas* dengan menggunakan berbagai bahan sterilan serta

tingkat konsentrasi dan durasi yang berbeda yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Kisaran Konsentrasi dan Lama Waktu Perendaman Untuk Bahan Sterilan

Bahan	Konsentrasi	Lama Perendaman (Menit)
Kalsium Hipoklorit	1 - 10%	5 - 30
Natrium Hipoklorit	1 - 2%	7 - 15
Hidrogen Peroksida	3 - 10%	5 - 15
Perak Nitrat	1 %	5 - 30
Merkuri Klorit	0,1 - 0,2 %	10 - 20
Gas Klorin		60 - 240
Betadine	10 %	5 - 10
Benlate	2 g/l	20 - 30
Antibiotik	50 mg/l	30 - 60
Alkohol	70 %	0,5 - 1

Sterilisasi bisa dilakukan dengan menggunakan lebih dari satu bahan sterilan seperti kombinasi antara alkohol, cairan pemutih pakaian dan HgCl₂.

d. Teknik Inokulasi

Inokulasi adalah kegiatan penanaman eksplan ke dalam botol kultur atau penanaman ulang eksplan pada media dengan jenis yang sama atau ke tahap pertumbuhan selanjutnya. Teknis inokulasi sangat tergantung dengan jenis eksplannya.

Sedangkan multiplikasi merupakan tahap penumbuhan tunas hasil inisiasi yang dirangsang dengan memotong planlet dengan media kultur yang baru.

Berikut ini adalah teknik inokulasi berbagai eksplan, yang dimulai dari sterilisasi eksplan dan penanamannya.

Pemotongan dan Penanaman Buah Anggrek

1. Ambil buah yang sudah matang (4 – 5 bulan) setelah penyilangan.
2. Bersihkan bekas mahkota bunga dengan cara memotong dengan scalpel.
3. Cuci dengan sabun cair sampai bersih, kemudian ulangi pencucian dengan Chlorox dengan menggunakan kapas bersih.
4. Bilas dengan air yang mengalir sampai benar-benar bersih.
5. Bawa buah yang sudah bersih ke dalam laboratorium untuk kemudian ditabur.
6. Siapkan alat-alat (scalpel, pinset), siapkan juga larutan Chlorox 20% + tween-20 sebanyak 2 (dua) tetes dalam botol enlermeyer (± 300 ml). Masukkan buah ke dalam larutan Chlorox +/- 5menit.
7. Potong bagian ujung buah, kemudian belah buah secara melintang menjadi 2 (dua) bagian.
8. Kerok biji yang berwarna coklat dengan ujung scalpel, dan tampung pada 1 (satu) botol media tabur.
9. Biji kemudian dibagi-bagi ke dalam botol-botol media tabur kurang lebih 10 sampai 20 botol, tergantung besar kecilnya buah.
10. Tutup botol dan sterilisasi berturut-turut mulut dan leher botol, tutup botol dan botol yang telah ditutup rapat.
11. Lak tutup botol dengan menggunakan plastik *wrapping*.
12. Simpan dalam ruang inkubasi.
13. Biji dapat dipindah ke media kedua (PLB) kurang lebih 3 bulan setelah tabur.

Penaburan Protocorm Like Bodies (Plb)

1. Ambil botol media bibit tabur yang sudah siap dipindahkan, kemudian pindahkan bibit dalam bentuk shoot tersebut ke dalam media PLB, dengan cara dikerok dengan sendok.
2. Ratakan bibit tersebut ke seluruh media PLB sampai merata.
3. Satu botol bibit tabur dapat dipindahkan ke media PLB menjadi kurang lebih 5 – 10 botol PLB. Satu botol PLB diisi kurang lebih 100 – 125 bibit.
4. Tutup botol dan sterilisasi berturut-turut mulut dan leher botol, tutup botol dan botol yang telah ditutup rapat.
5. Lak tutup botol dengan menggunakan plastik wrapping
6. PLB dapat dipindahkan ke media ketiga (Planlet) kurang lebih 3 bulan setelah tabur.

Penaburan Bibit Kecil (Planlet)

1. Ambil botol media PLB yang sudah siap dipindahkan ke dalam media planlet.
2. Kriteria yang sudah dapat dipindahkan adalah sudah keluar daun dan akar panjangnya $\pm 1 - 2$ cm.
3. Cara pengambilannya adalah dengan menggunakan pinset, ambil bagian pangkal tanaman, kemudian tancapkan ke dalam media planlet, diatur supaya bibit berdiri.
4. Satu botol planlet diisi 15 tanaman.
5. Tutup botol dan sterilisasi berturut-turut mulut dan leher botol, tutup botol dan botol yang telah ditutup rapat.
6. Lak tutup botol dengan menggunakan plastik *wrapping*.
7. Planlet dapat dipindahkan ke lapangan kurang lebih 2–3 bulan setelah tanam.
8. Selain kriteria tersebut di atas, bibit yang lain (yang tidak sesuai dengan kriteria plantlet) dipindahkan ke dalam media PLB lagi, kurang lebih 120 – 125 bibit.

Sterilisasi dan Penanaman Eksplan Pisang

1. Eksplan

- Penggunaan tunas pisang yang mempunyai tinggi +/- 30 cm
- Tunas sehat tidak terlihat adanya bekas hitam/coklat, tidak busuk.

2. Sterilisasi I

- Lakukan di luar laminar.
- Tunas dicuci bersih dikupas sampai besarnya +/- 3 cm, kemudian direndam dalam larutan fungisida/bakterisida dengan dosis 2 gr/500 ml selama 1 – 3 jam. Bilas dalam air.

3. Sterilisasi II

- Eksplan yang sudah bersih dimasukkan ke dalam laminar dan untuk proses sterilisasi selanjutnya.
- Masukkan eksplan ke dalam larutan Chlorox 20% selama 10 - 15 menit sambil digojok.
- Buang air Chlorox, lalu dibilas dengan air steril sebanyak 2 – 3 kali agar bersih dari Chlorox.
- Bersihkan tunas dari daun pelindung, cuci dengan larutan Chlorox 10% selama 15 menit.
- Buang air Chlorox, lalu dibilas dengan air steril sebanyak 2 - 3 kali.
- Bersihkan kembali tunas pucuk dari daun pelindung, cuci lagi dengan larutan Chlorox 5% selama 5 menit sambil digojok.
- Buang air Chorox, kemudian dibilas dengan air steril sebanyak 2 kali.
- Masukkan dalam HgCl₂ 0,2 % selama 5 menit, bilas 2 - 3 kali. Kupas satu lapis daun pembungkus. Bilas 1 kali dengan air steril.
- Apabila terdapat bakteri atau jamur, maka perlu diulang lagi sterilisasinya dan diganti media yang baru.

Cara Kerja Pemotongan Bibit Pisang (Sub Kultur)

1. Siapkan *laminar air flow* (LAF) dan alat kerja, kemudian masukkan botol bibit dan botol media. Sebelum dimasukkan, cuci/semprot dengan alkohol 70%.
2. Ambil pinset kemudian bakar di atas Bunsen, kemudian masukkan dalam larutan alkohol 96%. Demikian juga dengan scalpel dan sendok. Ambil kaca untuk alas pemotong, kemudian bakar di atas Bunsen.
3. Ambil botol bibit, pegang dengan tangan kiri dalam posisi botol sedikit miring. Sebelumnya bakar mulut botol di atas api. Buka tutup botol dengan tangan.
4. Letakkan botol bibit, ambil pinset, masukkan pinset ke dalam botol dan ambil bibit, kemudian keluarkan bibit dari botol, letakkan bibit di atas kaca. Bibit yang jatuh diluar kaca apabila satu gerombol, langsung dibilas dengan air steril. Selain kriteria tersebut jangan diambil kembali (dibuang saja).
5. Pisahkan bibit yang besar dari yang kecil-kecil, dalam satu botol, ukuran harus seragam.
 - Bibit ukuran kurang lebih 3 (tiga) cm, dimasukkan pada media MS-0.
 - Bibit ukuran 1–2 centimeter, dimasukkan dalam botol tersendiri, 1 (satu) botol 5 – 6 pucuk.
 - Bibit ukuran kecil-kecil (gerombol) dipotong-potong 1 (satu) centimeter persegi.
6. Lakukan pemotongan bibit.
 - Plb > 0,5 cm, dipecah menjadi 2/3 bagian. Potong bagian daun (atas), jangan melakukan pemotongan pada bagian callus (bawah), kecuali pembuangan akar dan bagian yang berwarna hitam.
 - Bibit berdaun dan berakar, buang daun dan akar hingga tersisa potongan bibit 0,5 cm tingginya. Jika batang bibit cukup besar,

lakukan goresan 1–2 kali melintang pada pangkal batang, tetapi batang tidak putus. Jika batang kecil, tidak dilakukan goresan.

- Kriteria bibit/planlet yang dapat ditanam di Nursery, yaitu yang sudah berdaun 2 helai dan berakar cukup (>2 akar), tinggi sampai ujung daun >3 cm. Diluar kriteria di atas, diperbanyak lagi (dimasukkan ke media perbanyakan).
7. Sisa potongan (sampah) dan planlet diletakkan di mangkok.
 8. Selesai pemotongan bibit, masukkan pinset dan scalpel ke dalam botol alkohol kembali.
 9. Ambil botol yang berisi media yang sudah dibuka tutupnya, pegang pada posisi miring.
 10. Ambil pinset, dibakar sebentar, kemudian ambil hasil potongan bibit dengan pinset, masukkan ke dalam botol media. Usahakan ujung pinset dan bibit tidak mengenai mulut botol. Sebarkan bibit secara merata di atas media pinset. Bakar mulut botol, kemudian tutup dengan tutup plastik yang sudah dibakar.
 11. Hasilnya disimpan di sebelah kiri.
 12. Jika masih ada bibit dari botol yang sama, selesaikan terlebih dahulu dengan cara yang sama. Sisa-sisa potongan tidak dikeluarkan/dibuang dahulu.
 13. Jika satu botol bibit telah selesai, bersihkan kaca dan meja laminar dari sisa potongan. Keluarkan pula hasil penanaman, planlet disimpan dalam stoples berisi air.
 14. Lakukan sterilisasi pada kaca pemotongan dengan dibakar di atas Bunsen. Setelah laminar bersih siap melakukan pemotongan berikutnya.
 15. Penyimpanan bibit hasil dari laboratorium
 - Penyinaran 16 jam/hari, lampu menyala waktu malam hari (16.00 – 08.00)
 - Suhu 23 – 27°C.

Penanaman Kultur Meristem, Tunas Umbi-Umbian / Di Dalam Tanah

- Sterilisasi dan cara inisiasinya sama dengan sterilisasi tunas pisang
- Cara pemotongan cluster/clump sama dengan pemotongan cluster/clump pisang

Penanaman Eksplan Daun

- Ambil daun tanaman yang akan dikloning. Cuci dengan sabun cair dibilas di bawah air mengalir.
- Potong - potong daun agar dapat masuk ke dalam botol. Potongan daun yang akan dikloning disertakan tulang daunnya.
- Sterilisasi di dalam mesin laminar urutannya sama dengan sterilisasi pisang, hanya bedanya kalau pada daun setiap bekas potongan disayat sedikit. Setiap kali selesai dibilas.

Sterilisasi dan Penanaman eksplan tangkai bunga.

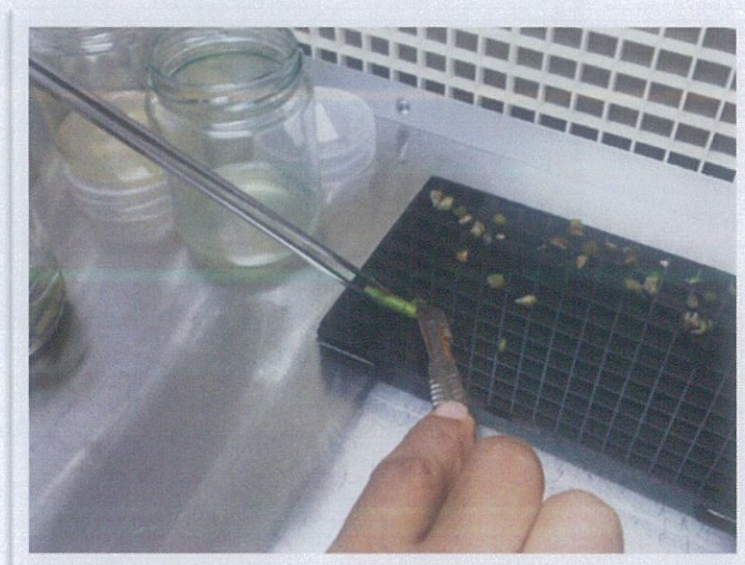
1. Sebelum menanam, botol media, alat dan bahan yang digunakan dimasukkan ke dalam *laminar air flow* (LAF) yang telah disemprot dengan alkohol 70%.
2. Ambil eksplan tangkai bunga yang telah direndam dan dikocok dalam campuran fungisida (dithane) dan bakterisida (lanate) + 3 jam dengan shaker.
3. Masukkan kedalam larutan Bayclin 20% tambahkan 3 tetes tween-20 selama 30 menit, kemudian bilas dengan air steril sebanyak 3 kali selama masing-masing 5 menit.
4. Lakukan perendaman dengan Bayclin 10% tambahkan 3 tetes tween-20 selama 15 menit, kemudian bilas lagi dengan air steril sebanyak 3 kali selama masing-masing 5 menit.
5. Rendam kembali dengan HgCl₂ 0,2% dan tambahkan tween-20 3 tetes selama 15 menit, lalu bilas dengan air steril sebanyak 3 kali selama masing-masing 5 menit.

6. Selanjutnya letakkan di atas pemotong kaca steril, lalu potong ujung-ujung eksplan tangkai bunga, dan terakhir kupas kelopak penutup mata tunas di atas pemotong kaca.
7. Tanam pada media agar yang sudah padat secara vertikal.



Gambar 51. Pengambilan dan meletakkan eksplan tangkai bunga di plat kaca

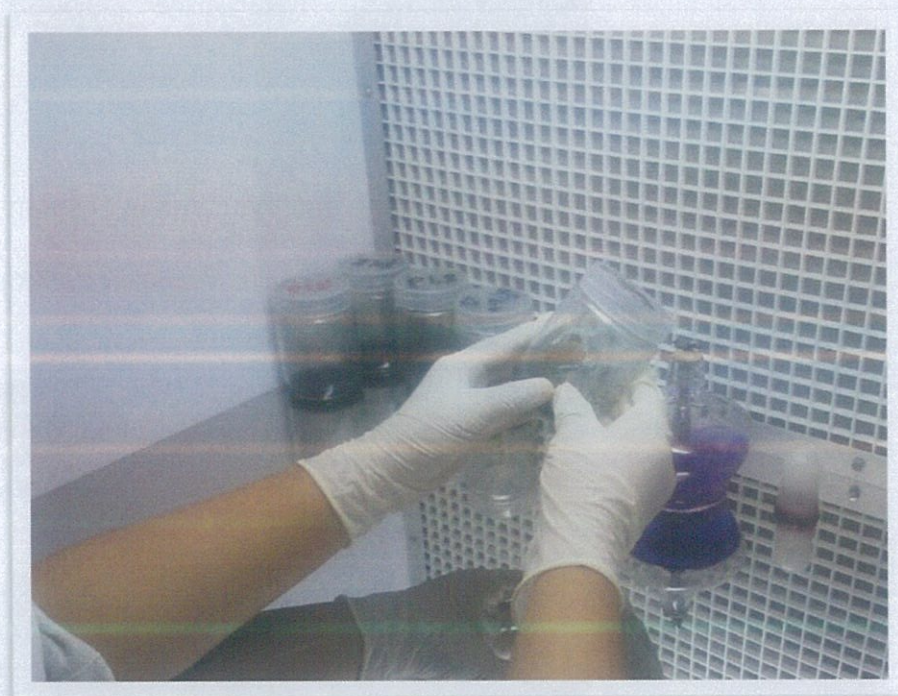
(Sumber: Foto koleksi pribadi Airin Nurmarita SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 52. Pemotongan ujung eksplan tangkai bunga
(Sumber: Foto koleksi pribadi Airin Nurmarita SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 53. Penanaman eksplan tangkai bunga
(Sumber: Foto koleksi pribadi Airin Nurmarita SMK-PP N Banjarbaru)



Gambar 54. Sterilisasi dengan api bunsen setelah penanaman
(Sumber: Foto kegiatan praktek siswa SMK-PP N Banjarbaru)

Penanaman Biji Steril Dan Embrio

- Biji dicuci dengan air sabun, digojok pelan-pelan. Dibilas dengan air mengalir.
- Sterilisasi lagi di dalam mesin laminar seperti setrilisasi pada pisang.
- Untuk embrio, kotiledon perlu dipotong agar biji dapat dibuka untuk diambil embrionya.

3. Refleksi

- a. Deskripsikan hal-hal yang telah Anda pelajari/temukan selama pembelajaran mengamati, mengidentifikasi dan cara memelihara pohon/tanaman induk.
- b. Rencanakan pengembangan dari materi pembelajaran tersebut baik sikap, pengetahuan maupun keterampilannya.
- c. Berdasarkan informasi yang diperoleh berikan input terhadap pembelajaran berikutnya secara lisan dalam diskusi kelompok di kelas dan dalam laporan.

4. Tugas

Buatkan kelompok kerja yang beranggotakan 5-6 siswa dalam satu kelas. Lakukan pemeliharaan dari masing-masing tanaman yang dipilih dan akan diambil bagian tanaman tersebut sebagai eksplan. Diskusikan dan presentasikan tahapan/langkah-langkah apa yang harus diambil dalam upaya pemeliharaan tanaman tersebut.

5. Tes Formatif

- a. Sebutkan dan jelaskan pemilihan eksplan berdasarkan tingkat perkembangannya.
- b. Sebutkan proses tahapan kegiatan yang perlu dilakukan pada sterilisasi eksplan.

C. Penilaian

1. Sikap

Selama pembelajaran, sikap Anda akan dinilai, penilaian sikap meliputi; sikap spiritual (KI 1) dengan pengamatan sikap cara berdoa, mensyukuri karunia Tuhan YME, dan sikap sosial (KI 2) dengan pengamatan sikap dalam diskusi, melakukan eksperimen/mencoba, dan saat presentasi dimana sikap sosial yang dinilai Jujur, disiplin, keaktifan dan kerjasama. Penilaian akan dilakukan oleh dua observer/penilai, yaitu Bapak/Ibu Guru dan Anda atau teman Anda.

Form Penilaian Guru.

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai													Nilai Akhir
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab				Keaktifan	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1/2/3/4	
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

Pedoman Penskoran : Nilai akhir yang diperoleh untuk ranah sikap diambil dari nilai modus (nilai yang terbanyak muncul)

Kriteria penskoran

- Skor 1 (K) : jika 1 indikator terlihat (1)
- Skor 2 (C) : jika 2 indikator terlihat (2)
- Skor 3 (B) : jika 3 indikator terlihat (3)
- Skor 4 (SB) : jika 4 indikator terlihat (4)

Indikator penilaian sikap

Rubrik

- Indikator : 1.1.1 Disiplin
- a. Tertib mengikuti Tata Tertib (Masuk kelas tepat waktu)
 - b. Mengumpulkan tugas tepat waktu
 - c. Memakai seragam sesuai tata tertib
 - d. Ikut menciptakan kondisi kelas menjadi kondusif
- 2.1.1 Jujur
- a. Menyampaikan sesuai dengan keadaan sebenarnya
 - b. Selalu jujur
 - c. Tidak pernah berbohong
 - d. Berkata dan bertindak sesuai aturan
- 3.1.1 Tanggung Jawab
- a. Menyelesaikan tugas sesuai dengan tanggung jawabnya
 - b. Mengerjakan tugas dengan tuntas
 - c. Membantu teman yang kesulitan
 - d. Membereskan alat yang digunakan sesudah kegiatan
- 4.1.1 Keaktifan
- a. Menjawab, saat diberi pertanyaan
 - b. Menjelaskan, saat diberi kesempatan menyampaikan pendapat
 - c. Bertanya, saat diberikan waktu dan kesempatan
 - d. Menyanggah, saat ada argumentasi/pernyataan yang salah
- 5.1.1 Santun
- a. Saling menghormati
 - b. Toleransi
 - d. Bertutur kata dengan bahasa baik
 - e. Menghargai pendapat dan masukkan dari orang lain

Form Penilaian rekan sejawat:

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai													Nilai Akhir	
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab				Keaktifan		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1/2/3/4		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																

Ket: Form penilaian rekan sejawat akan kurang satu nama dari jumlah seluruh siswa, karena penilaian tidak dilakukan oleh yang bersangkutan/yang menilai.

2. Pengetahuan

Soal:

1. Sebutkan dan jelaskan pemilihan eksplan berdasarkan tingkat perkembangannya.
2. Sebutkan proses tahapan kegiatan yang perlu dilakukan pada sterilisasi eksplan.
3. Jelaskan proses inokulasi/penanaman buah anggrek pada media tanam.

Kunci Jawaban dari Soal Pengetahuan/Tes Formatif

Jawaban	Nilai max
<p>1. Pemilihan eksplan berdasarkan tingkat perkembangannya:</p> <p>1. Sel</p> <p>Prinsip dari teknik ini adalah menggabungkan dua protoplas dari jenis tanaman yang berlainan sehingga akan menghasilkan jenis tanaman baru.</p>	

Jawaban	Nilai max
<p>2. Jaringan</p> <p>Jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk, struktur dan fungsi yang sama karena adanya aktivitas pembelahan sel, sel-sel yang terus membelah (disebut kalus), kemudian mengalami morfogenesis dan proses diferensiasi (perubahan bentuk dan fungsi) maka terbentuklah jaringan.</p> <p>Jaringan dapat dikelompokkan berdasarkan umur:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Jaringan Muda (Meristem), biasanya terdiri dari sel-sel yang masih embrio/muda dan memiliki dinding sel tipis, kaya akan plasma, serta ukuran vakuolanya kecil-kecil. b. Jaringan Dewasa atau Permanen, terdiri dari sel-sel yang sudah mempunyai bentuk dan fungsi tertentu serta tidak bersifat embrional lagi. Eksplan yang diambil terutama adalah berasal dari bagian meristem pucuk atau apikal untuk tujuan mendapatkan tanaman bebas virus. <p>3. Organ</p> <p>Organ adalah jaringan-jaringan dalam tanaman akan berkelompok dan terorganisir menjadi satu kesatuan yang lebih besar membentuk sistem jaringan. Contohnya akar, batang, daun, dan bunga atau buah.</p>	15

Jawaban	Nilai max
<p>2. Prose tahapan kegiatan yang perlu dilakukan pada sterilisasi eksplan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Karantina, lebih kurang 3 bulan dengan mengganti media yang lebih steril. 2. Sterilisasi sebelum di <i>Laminar/Enkas</i>, dengan air bersih, larutan deterjen, atau direndam dengan larutan asam askorbat atau asam sitrat untuk mencegah <i>browning</i>. 3. Sterilisasi di dalam <i>Laminar/Enkas</i>. Dengan bahan sterilan, satu jenis atau kombinasi lebih dari satu jenis, dengan konsentrasi dan lama perendaman yang disesuaikan dengan jenis dan bagian tanaman yang digunakan. <p>3. Cara Penanaman buah anggrek adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ambil buah yang sudah matang (4 – 5 bulan) setelah penyilangan. 2. Bersihkan bekas mahkota bunga dengan cara memotong dengan scalpel. 3. Cuci dengan sabun cair sampai bersih, kemudian ulangi pencucian dengan Chlorox dengan menggunakan kapas bersih. 4. Bilas dengan air yang mengalir sampai benar-benar bersih. 5. Bawa buah yang sudah bersih ke dalam laboratorium untuk kemudian ditabur. 6. Siapkan alat-alat (scalpel, pinset), siapkan juga larutan Chlorox 20% + tween-20 sebanyak 2 (dua) tetes dalam botol enlermeyer (± 300 ml). 	<p>15</p>

Jawaban	Nilai max
Masukkan buah ke dalam larutan Chlorox +/- 5menit.	
7. Potong bagian ujung buah, kemudian belah buah secara melintang menjadi 2 (dua) bagian.	
8. Kerok biji yang berwarna coklat dengan ujung scalpel, dan tampung pada 1 (satu) botol media tabur.	
9. Biji kemudian dibagi-bagi ke dalam botol-botol media tabur kurang lebih 10 sampai 20 botol, tergantung besar kecilnya buah.	
10. Tutup botol dan sterilisasi berturut-turut mulut dan leher botol, tutup botol, dan botol yang telah ditutup rapat.	
11. Lak tutup botol dengan menggunakan plastik <i>wrapping</i> .	
12. Simpan dalam ruang inkubasi.	
13. Biji dapat dipindah ke media kedua (PLB) kurang lebih 3 bulan setelah tabur.	

Penskoran Pengetahuan

Rubrik Pedoman Penskoran : Nilai akhir untuk ranah pengetahuan diambil dari nilai rerata

1. Setiap jawaban benar diberi nilai tertentu sesuai skor dengan skor maksimal = 18
2. Nilai akhir menggunakan rumus berikut.

$$\text{Skor} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Pembelajaran 5

Contoh: Nilai yang diperoleh soal No:

1. 12

2. 15

Maka:

$$\text{Nilai yang diperoleh} = \frac{12+15}{30} \times 100 = \frac{27}{30} \times 100 = 90$$

3. Keterampilan

No.	Nama Siswa	K3LH	Penyiapan Alat dan Bahan	Sterilisasi Eksplan	Inokulasi/ Penanaman Eksplan	Nilai
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
dst						

Penskoran nilai Keterampilan

Rubrik Pedoman Penskoran : Nilai akhir untuk ranah keterampilan diambil dari nilai nilai maksimal yang diperoleh dari aspek penilaian.

Kegiatan Pembelajaran 6: Menerapkan teknik inkubasi/pemeliharaan secara kultur jaringan tanaman dan aklimatisasi tanaman

A. Deskripsi

Kompetensi Dasar (KD) menerapkan teknik inkubasi/pemeliharaan secara kultur jaringan dan aklimatisasi tanaman berisikan uraian pokok materi syarat tumbuh planlet di laboratorium (suhu, cahaya, dan kelembaban), pemeliharaan planlet/sub kultur, alat bahan yang digunakan untuk aklimatisasi, kriteria planlet siap aklimatisasi, syarat media aklimatisasi, teknik aklimatisasi planlet.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 6 diharapkan peserta didik mampu memahami teknik inkubasi/pemeliharaan secara kultur jaringan dan aklimatisasi tanaman.

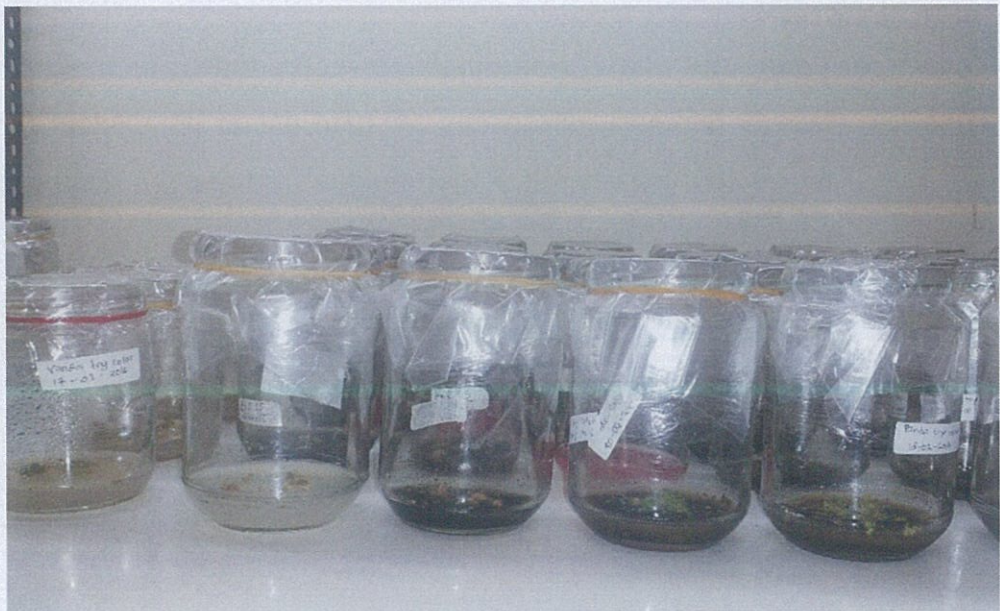
2. Uraian Materi

a. Teknik inkubasi/pemeliharaan secara kultur jaringan

Teknik inkubasi merupakan tahapan dalam pembiakan tanaman dengan teknik kultur jaringan. Pada tahapan ini tanaman disimpan dalam ruang inkubasi.



Gambar 55. Eksplan pisang setelah ditanam dalam media kultur disimpan dalam ruang inkubasi
(Sumber: Hasil Praktik Inisiasi Anakan Pisang Siswa SMKPP Negeri Mataram)



Gambar 56. Soot Anggrek dalam Ruang Inkubasi
(Sumber: Hasil Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)



Gambar 57. Planlet pisang siap untuk diaklimatisasi
(Sumber: Hasil praktik siswa SMKPP Negeri Mataram)

Perhatikan gambar di atas. Silahkan Anda *menanyakan* lebih lanjut hal-hal yang belum Anda ketahui dengan jelas berkaitan dengan hasil kultur dalam ruang inkubasi seperti pada gambar tersebut kepada Guru. Selanjutnya bacalah uraian materi di bawah ini untuk menambah informasi Anda tentang teknik inkubasi/pemeliharaan secara kultur jaringan.

Inkubasi kultur adalah proses penyimpanan kultur dalam botol setelah penanaman. Eksplan yang telah ditanam di dalam botol kultur dan telah diberi label yang berisi informasi seperti jenis eksplan, tanggal penanaman, perlakuan (hormon, sterilisasi, media) disimpan di ruang inkubasi, yaitu di ruang dengan suhu sekitar 25–28°C dengan kelembaban sekitar 40 % dengan rak-rak kultur di dalamnya.

- **Syarat tumbuh planlet di laboratorium**

Kondisi lingkungan kultur berpengaruh terhadap keberhasilan pembiakan tanaman, oleh karena itu kita harus memperhatikan syarat tumbuh planlet di laboratorium. Adapun syarat tumbuh planlet dalam laboratorium meliputi:

- a. Suhu

Faktor suhu berpengaruh secara langsung terhadap perkembangan sel dan jaringan serta pembentukan organ tanaman. Peranan suhu pada kultur *in vitro* lebih kritis dibandingkan dengan *in vivo*.

Suhu optimum untuk terjadinya morfogenesis setiap tanaman berbeda-beda. Kisaran suhu untuk pertumbuhan tanaman antara 20–27° C. Suhu umum yang digunakan untuk kultur berbagai jenis tanaman adalah 24–28° C. Suhu yang terlalu rendah, bagi kebanyakan tanaman dapat menghambat pertumbuhan, sedangkan suhu yang tinggi dapat menyebabkan tanaman mati.

- b. Cahaya

Cahaya sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan teknik kultur jaringan. Kebutuhan lama penyinaran pada kultur jaringan tanaman merupakan pencerminan dari kebutuhan periodisitas tanaman tersebut di lapangan. Kualitas cahaya berpengaruh terhadap diferensiasi jaringan. Kultur yang kurang cahaya, biasanya menunjukkan gejala etiolasi dan vitrifikasi. Etiolasi ditandai dengan ciri-ciri panjangnya ruas tanaman yang terbentuk. Vitrifikasi ditandai dengan sukelensi, batang bening, dan lemas karena banyak mengandung air.

- c. Kelembaban

Kelembaban merupakan faktor penting yang juga mempengaruhi keberhasilan kultur *in vitro* untuk berbagai spesies tanaman.

Kelembaban relatif kultur sekitar 70%, tetapi kelembaban dalam wadah kultur hampir 90%. Kelembaban dalam wadah kultur yang terlalu tinggi sering menyebabkan terbentuknya daun-daun pucuk yang mengalami vitrifikasi.

- **Pemeliharaan planlet/sub kultur**

Kegiatan yang perlu dilakukan di dalam masa inkubasi adalah mengamati apakah terjadi kontaminasi pada kultur yang ditanam atau tidak. Bila terjadi kontaminasi dan apabila kita ingin menyelamatkan kultur tersebut, dapat dilakukan sterilisasi ulang pada eksplan tersebut dan ditanam kembali pada media kultur yang baru. Kemampuan tumbuh setiap kultur tanaman berbeda-beda, ada yang cepat dan ada yang lambat. Setelah tiga bulan planlet berada di ruang inkubasi, maka perlu dilakukan sub kultur. Penentuan waktu tiga bulan sebenarnya lebih disebabkan pada waktu tersebut biasanya makanan yang diberikan pada media sudah mulai habis, sehingga sudah harus diremajakan dan disubkultur kembali. Sub kultur dilakukan secara berulang sampai diperoleh jumlah tanaman yang dikehendaki, sesuai dengan kapasitas laboratorium. Setelah planlet yang didapat sesuai jumlah yang diinginkan, planlet/biakan dipindahkan pada media perakaran.



Gambar 58. Plantlet anggrek siap dilakukan sub kultur
(Sumber: Hasil praktik siswa SMKPP Negeri Mataram)

Berikut beberapa kegiatan dalam sub kultur anggrek yang ditanam dari biji.



Gambar 59. Pengambilan planlet saat sub kultur
(Sumber: Foto praktik siswa SMKPP Negeri Mataram)



Gambar 60. Planlet diambil sedikit demi sedikit saat sub kultur
(Sumber: Foto praktik siswa SMKPP Negeri Mataram)



Gambar 61. Penanaman planlet dalam botol kultur pada sub kultur
(Sumber: Foto praktik siswa SMKPP Negeri Mataram)



Gambar 62. Planlet anggrek selesai dilakukan sub kultur
(Sumber: Foto praktik siswa SMKPP Negeri Mataram)

Planlet anggrek setelah dilakukan sub kultur disimpan kembali di ruang inkubasi. Penyusunan botol diusahakan agar tidak berdesak-desakan. Penataan ini bertujuan agar memudahkan dalam pemeliharaan ruangan agar tetap bersih dan steril serta dapat menghindari terjadinya kontaminasi.

b. Teknik aklimatisasi tanaman

Aklimatisasi adalah proses pengkondisian planlet atau tunas mikro di lingkungan baru di luar botol dengan media tanam yang berbeda sehingga planlet dapat bertahan dan terus tumbuh menjadi bibit baru yang siap tumbuh di lapangan. Atau secara umum dapat dikatakan bahwa aklimatisasi adalah pemindahan dari lingkungan steril (*in vitro*) ke lingkungan semi steril sebelum dipindahkan ke lapang.

Aklimatisasi merupakan saat paling kritis, karena merupakan peralihan dari heterotrof (organisme yang kebutuhan makanannya memerlukan satu atau lebih senyawa karbon organik. Jadi makanannya tergantung pada hasil sintesis organisme lain) ke autotrof (organisme yang dapat membuat makanan dari zat-zat organik). Penanganan bibit pada tahap aklimatisasi bila kurang baik dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit menjadi tidak baik, bahkan dapat menyebabkan kematian, oleh karena tahap-tahap pekerjaan aklimatisasi harus diperhatikan.

- **Alat dan bahan yang digunakan untuk aklimatisasi tanaman**

Alat dan bahan hendaknya telah disiapkan pada area kerja sebelum aklimatisasi dilaksanakan, agar tidak menghambat jalannya aklimatisasi karena ketidaktersediaannya alat dan bahan yang dibutuhkan.

Alat dan bahan yang digunakan untuk aklimatisasi sebagai berikut.

1. Alat, antara lain:
 - a. Pinset panjang dan pendek
 - b. Potongan kawat dengan ujung dibengkokkan dan tumpul

- c. Baskom
- d. Ember
- e. Gunting
- f. Alat tulis
- g. Label

2. Bahan, antara lain:

- a. Planlet atau bibit dalam botol
- b. Air bersih
- c. Pestisida
- d. Pot/bak plastik untuk pembibitan
- e. Kertas koran atau sejenisnya yang bersifat hidroskopis
- f. Media tanam

- **Kriteria planlet siap aklimatisasi**

Planlet yang akan diaklimatisasi memiliki syarat sebagai berikut.

- a. Sehat dan kuat
- b. Memiliki perakaran baik
- c. Bibit dalam botol tidak terkontaminasi mikroorganisme
- d. Bibit yang telah dikeluarkan dari botol harus bebas dari media agar.



Gambar 63. Planlet anggrek siap untuk diaklimatisasi
(Sumber: Balithi Cianjur)



Gambar 64. Planlet pisang siap untuk diaklimatisasi
(Sumber: Foto hasil praktik siswa SMKPP Negeri Mataram)

- **Syarat media aklimatisasi**

Media tanam digunakan sebagai tempat melekatnya akar atau tempat berdirinya tanaman. Tanaman yang berdiri tegak dapat memanfaatkan cahaya matahari serta udara di sekitarnya dengan leluasa. Selain itu, media tanam juga berperan menyimpan air dan hara, serta menjaga kelembaban.

Media tanam yang baik harus memenuhi beberapa persyaratan, antar lain:

- Mampu mengikat air dan zat hara dengan baik
- Tidak mudah melapuk
- Tidak menjadi sumber penyakit
- Mempunyai aerasi dan drainase yang baik
- Mudah didapat dalam jumlah yang dibutuhkan
- Relatif murah harganya

Penggunaan media disesuaikan dengan jenis tanaman/planlet yang akan diaklimatisasi.

- a. Media tanam untuk aklimatisasi tanaman/planlet pisang

Media tanam untuk aklimatisasi planlet pisang dapat menggunakan tanah subur dan pupuk organik/kompos. Dapat juga menggunakan tanah subur dan sekam. Media diayak terlebih dahulu, barulah kemudian diletakkan pada keranjang/bak plastik. Sebelum bibit pisang botolan ditanam, media terlebih dahulu dibasahi.



Gambar 65. Penyiapan media aklimatisasi pisang dengan Menggunakan tanah subur dan sekam
(Sumber: Foto praktik siswa SMKPP Negeri Mataram)



Gambar 66. Penyiraman media sebelum planlet pisang hasil aklimatisasi ditanam
(Sumber: Foto praktik siswa SMKPP Negeri Mataram)

b. Media tanam untuk aklimatisasi tanaman/planlet anggrek

Media tanam untuk aklimatisasi anggrek dapat menggunakan:

- Arang kayu
Arang kayu tidak lekas lapuk, tidak mudah ditumbuhi cendawan dan bakteri, tetapi sukar mengikat air dan miskin unsur hara.

- Sabut kelapa atau serat sabut kelapa
Media ini mempunyai daya menyimpan air sangat baik dan mengandung unsur hara yang diperlukan serta mudah didapat dan murah harganya. Kekurangan media ini adalah mudah lapuk dan mudah busuk, sehingga dapat menjadi sumber penyakit. Penggunaan media ini disarankan memakai sabut kelapa atau serat sabut kelapa yang sudah tua agar tidak mudah melapuk.

- Serutan kayu atau potongan kayu
Serutan kayu atau potongan kayu memiliki aerasi dan drainase yang baik, proses pelapukannya berlangsung lambat, karena kayu banyak mengandung senyawa yang sulit terdekomposisi seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin.

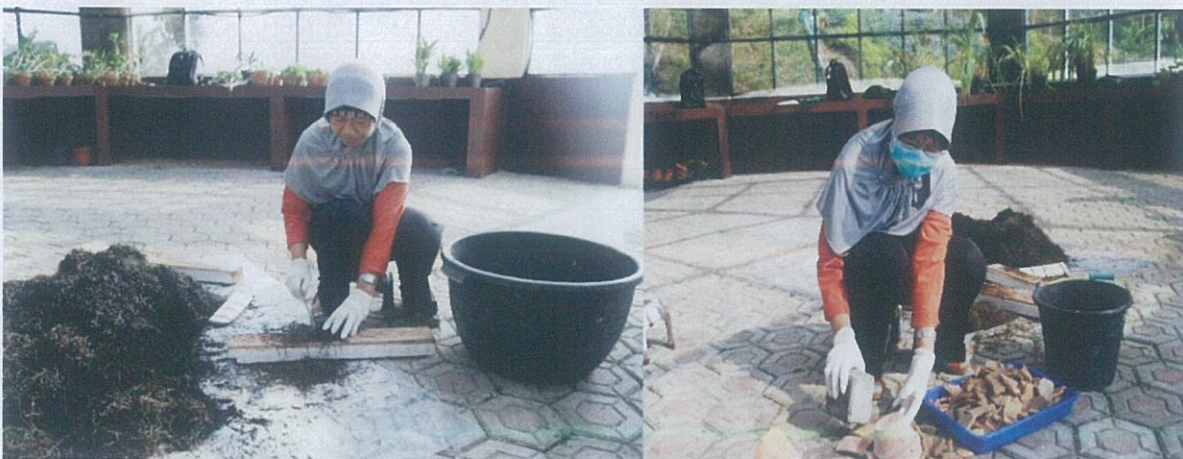
- Pakis dan Moss
Memiliki daya mengikat air, aerasi dan drainase yang baik, melapuk secara perlahan-lahan, serta mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman anggrek untuk pertumbuhannya. Namun jika pakis dan moss yang tumbuh di hutan ini secara terus menerus diambil untuk digunakan sebagai media tanam, dikhawatirkan keseimbangan ekosistem terganggu. Pemerintah daerah mulai mearang eksploitasi dengan menerbitkan Peraturan Daerah (Perda).

- Pecahan genting atau batu bata

Pecahan genting atau batu bata banyak digunakan sebagai media untuk dasar pot anggrek. Kelemahan pecahan batu bata ialah lebih cepat ditumbuhi lumut bila dibandingkan dengan pecahan genting. Kelebihan pecahan genting atau batu bata tidak mudah melapuk tetapi miskin unsur hara. Oleh karena itu sebaiknya pecahan genting atau batu bata digunakan sebagai dasar pot, karena mempunyai kemampuan aerasi dan drainase yang baik.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyiapan media tanam untuk aklimatisasi anggrek antara lain:

- Media tanam yang akan digunakan dipotong-potong dan disesuaikan dengan jenis media dengan ukuran tergantung pada besar kecilnya serta ukuran pot.



Gambar 67. Proses pemotongan media tanam anggrek
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi Cianjur)



Gambar 68. Pembuatan larutan pestisida untuk merendam media tanam
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi Cianjur)

- Kemudian media tanam tersebut direndam dengan larutan pestisida 0,2% atau sesuai dosis anjuran selama satu hari satu malam



Gambar 69. Memasukkan media tanam ke dalam larutan pestisida
(Sumber : Foto diklat Instruktur Anggrek Balithi Cianjur)

- Selanjutnya media tanam diangkat dan dikering anginkan sampai kering. Media tanam yang telah dikeringanginkan ditampung dalam wadah dan diangkat ke tempat penampungan. Selanjutnya media tanam tersebut dimasukkan ke dalam karung atau sejenisnya. Karung-karung yang telah berisi media tanam ditempatkan secara rapi ke tempat penyimpanan. Media tanam tersebut siap untuk digunakan.

- Teknik pengisian media tanam

Media tanam yang telah steril dimasukkan ke dalam pot dengan cara sebagai berikut.

1. Dimasukkan terlebih dahulu pecahan genting atau arang
2. Kemudian dimasukkan media pakis/mos setinggi 2/3 pot
3. Media dalam pot siap dipakai



Gambar 70. Pengisian pot dengan pecahan genting
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi Cianjur)



Gambar 71. Pengisian pot dengan media pakis
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi Cianjur)

- **Teknik aklimatisasi planlet**

Seperti kita ketahui aklimatisasi merupakan proses pengkondisian planlet atau tunas mikro di lingkungan baru di luar botol dengan media tanam sehingga planlet dapat bertahan dan terus tumbuh menjadi bibit baru yang siap tumbuh di lapang. Aklimatisasi merupakan tahap kritis karena kondisi iklim mikro di luar/di lapangan berbeda dengan di dalam botol. Sehingga harus diperhatikan tahapan dalam aklimatisasi.

Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan ketika akan melakukan aklimatisasi anggrek serta tahapan aklimatisasi:

1. Menyiapkan alat dan bahan

- a. Alat yang digunakan antara lain:

- Pinset panjang dan pendek
- Potongan kawat dengan ujung dibengkokkan dan tumpul
- Baskom
- Ember
- Gunting
- Alat tulis dan label

- b. Bahan yang digunakan antara lain:

- Planlet (bibit dalam botol)
- Air bersih
- Pestisida
- Pot
- Kertas koran atau sejenisnya yang hidroskopis
- Media siap pakai

- c. Alat, bibit dan pot berisi media disiapkan pada area kerja yang telah ditetapkan



Gambar 72. Pot untuk penanaman anggrek hasil aklimatisasi
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek
Balithi Cianjur)



Gambar 73. Peralatan untuk aklimatisasi
(Sumber : Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi Cianjur)

- Lingkungan di sekitar tempat penanaman dengan kelembaban tinggi $\pm 85\%$, suhu bekisar antara 25° - 29° C.
 - Diperlukan naungan untuk mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk, dan menghindari tetesan hujan
- d. Bibit diperiksa dalam kondisi baik
- Bibit dalam keadaan sehat dan kuat dengan perakaran yang baik.
 - Bibit yang telah dikeluarkan dari botol harus bebas dari media agar yang melekat pada bagian tanaman terutama bagian akarnya.

2. Mengeluarkan planlet dari botol

Planlet dikeluarkan dari botol dengan cara:

- Planlet atau bibit dalam botol sebelum dikeluarkan dari botol sebaiknya diletakan dan dipelihara pada suhu kamar, yaitu berkisar antara 27° – 29° C.



Gambar 74. Mengeluarkan planlet dari botol
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi Cianjur)

- Pada saat mengeluarkan planlet dari botol, bagian pangkal batang atau pseudobulb/umbi semu ditarik lebih dahulu dengan menggunakan pinset panjang atau kawat yang bengkok pada bagian ujungnya tumpul
- Planlet atau bibit dicuci dan dibersihkan dari media agar yang melekat pada semua bagian planlet terutama bagian akarnya. Media agar yang masih melekat pada bagian bibit dapat mempengaruhi pertumbuhan bibit, karena media agar tersebut juga merupakan media tumbuh yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme seperti cendawan dan bakteri.



Gambar 75. Mencuci bibit yang baru dikeluarkan dari botol dengan air untuk menghilangkan media agar yang menempel pada akar
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi, Cianjur)

- Setelah dicuci bersih, bibit dicelup dalam larutan fungisida atau bakterisida 0,1 – 0,2 % atau sesuai dosis anuran pada kemasan untuk mencegah tumbuhnya cendawan atau bakteri.



Gambar 76. Mencelupkan bibit angrek alam larutan fungisida
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi, Cianjur)

- Selanjutnya bibit ditiriskan di atas kertas koran atau sejenisnya yang bersifat hidroskopis (menyerap air). Akar yang sudah



Gambar 77. Meniriskan bibit dengan menggunakan kertas koran mati/
berwarna coklat dipotong dengan menggunakan gunting.
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi, Cianjur)

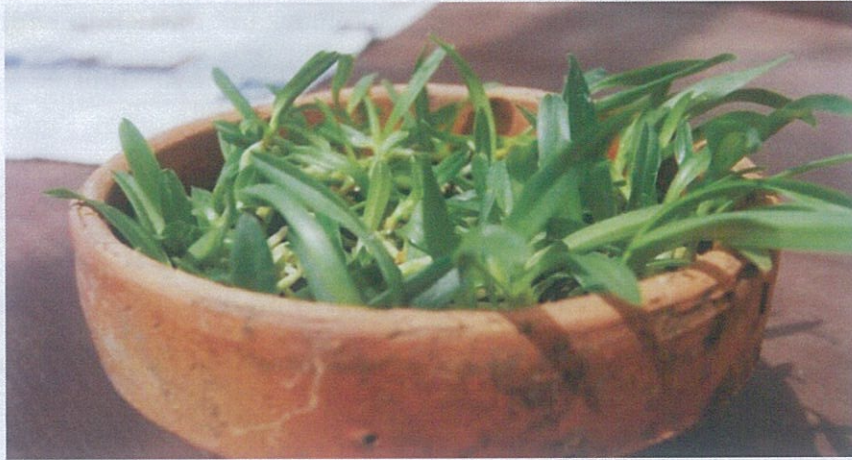
3. Menanam planlet ke dalam pot
 - a. Planlet ditanam dalam keadaan segar
 - Bibit yang akan ditanam harus sehat.

- Bibit yang telah dikeluarkan dari botol dikelompokkan menurut besar kecil ukurannya untuk mendapatkan keseragaman bibit dalam kompot.
- Media tanam yang akan digunakan harus bersih/semi steril dan siap untuk penanaman.
- Sebelum ditanami dasar pot diisi pecahan batu bata atau genting atau sejenisnya kurang lebih sepertiga dari tinggi pot.
- Di atas pecahan tersebut diisi cacahan media tanam sepertiga bagian lagi dari tinggi pot.
- Bibit/planlet yang sudah dikering anginkan ditanam secara rapat dalam pot hingga penuh membentuk kelompok.



Gambar 78. Menanam bibit angrek dalam pot
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi, Cianjur)

- Batang/pseudobulb bibit anggrek yang ditanam tidak boleh tertutup rapat oleh media tanam karena dapat menyebabkan kebusukan.



Gambar 79. Bibit anggrek hasil aklimatisasi yang telah ditanam dalam pot
(Sumber : Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi, Cianjur)

- Bibit yang baru selesai ditanam jangan disiram selama kurang lebih 1-2 minggu.
 - Pemberian label menggunakan spidol tahan air.
- b. Pot tanaman diatur dengan rapi pada tempat yang telah ditetapkan
- Kompot diletakkan pada rak khusus kompot dengan diberi naungan 75%.
 - Penyemprotan pestisida dilakukan bila diperlukan dengan dosis sesuai anjuran.
 - Penyiraman dilakukan menurut kebutuhan bibit akan air dengan cara menyemprot air dengan sistem pengkabutan sampai bibit berumur sekitar 4 - 6 bulan tergantung jenis anggreknya.
4. Memberi pelabelan pada setiap pot tanaman
- a. Bahan untuk label disiapkan
 - Label
 - Spidol tahan air

- Pensil/balpoint
- Tali/pengikat label
- b. Nomor/kode ditulis pada label
- c. Label dipasang pada pot



Gambar 80. Penulisan nomor/kode bibit anggrek pada kertas Label
(Sumber: Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi, Cianjur)



Gambar 81. Pemasangan label pada pot
(Sumber : Foto Diklat Instruktur Anggrek Balithi, Cianjur)

Tahapan aklimatisasi pisang tidak beda jauh dengan aklimatisasi pada anggrek. Planlet pisang yang akan diaklimatisasi harus memenuhi kriteria bibit siap diaklimatisasi. Tahapan aklimatisasi pisang tidak beda jauh dengan tahapan aklimatisasi pada anggrek, demikian juga alat dan bahan yang digunakan. Perbedaan hanya terletak pada media yang digunakan dan tempat penanaman. Planlet pisang ditanam dalam keranjang pembibitan dengan media campuran antara tanah dan sekam, pupuk organik dan sekam dengan perbandingan 1 : 1.

Berikut tahapan aklimatisasi pisang dengan alat yang sama dengan aklimatisasi pada anggrek. Yang membedakan hanya bahan berupa media dan jenis tanaman dalam botol. Aklimatisasi pada pisang juga menggunakan larutan fungisida untuk merendam bibit.

1. Mengeluarkan planlet pisang dari botol.

Bibit yang dikeluarkan telah memiliki akar semputna dan daun sempurna. Teknik mengeluarkannya sama dengan planlet anggrek.



Gambar 82. Planlet pisang siap diaklimatisasi
(Sumber: Foto Hasil Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)

2. Membersihkan sisa media agar pada akar planlet dengan menggunakan air



Gambar 83. Mencuci sisa media agar pada planlet pisang dengan Menggunakan air
(Sumber: Foto Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)

3. Merendam planlet pisang dalam larutan fungisida



Gambar 84. Merendam planlet dalam larutan fungisida
(Sumber: Foto Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)

4. Meniriskan planlet pisang menggunakan kertas hidroskopis/menyerap air



Gambar 85. Meniriskan planlet pisang di atas kertas hidroskopis
(Sumber: Foto Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)

5. Menyiapkan media tanam



Gambar 86. Menyiapkan media tanam planlet pisang hasil
aklimatisasi
(Sumber: Foto Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)

6. Memasukkan media tanam dalam keranjang pembibitan



Gambar 87. Memasukkan media dalam keranjang pembibitan
(Sumber: Foto Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)

7. Menyiram media dalam keranjang pembibitan



Gambar 88. Menyiram media dalam keranjang pembibitan
sebelum planlet ditanam
(Sumber: Foto Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)

8. Menanam planlet pada media tanam dalam keranjang pembibitan



Gambar 89. Menanam planlet pisang dalam keranjang pembibitan
(Sumber: Foto Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)

9. Memberikan sungkup pada keranjang pembibitan



Gambar 90. Memasang sungkup pada keranjang pembibitan yang telah ditanami planlet pisang
(Sumber: Foto Praktik Siswa SMKPP Negeri Mataram)

3. Refleksi

- a. Deskripsikan hal-hal yang telah Anda pelajari/temukan selama pembelajaran menerapkan teknik inkubasi/pemeliharaan secara kultur jaringan tanaman dan aklimatisasi tanaman.
- b. Rencanakan pengembangan dari materi pembelajaran tersebut baik sikap, pengetahuan, maupun keterampilan.
- c. Berdasarkan informasi yang diperoleh berikan input terhadap pembelajaran berikutnya secara lisan dalam diskusi kelompok di kelas dan dalam laporan.

4. Tugas

- a. Lakukan pengamatan pada hal-hal yang berkaitan dengan teknik inkubasi/pemeliharaan secara kultur jaringan tanaman dan aklimatisasi tanaman.
- b. Buat pertanyaan-pertanyaan dalam diskusi kelompok. Kumpulkan informasi atau Anda dapat mencoba melakukan identifikasi hal-hal yang berkaitan dengan teknik inkubasi/pemeliharaan secara kultur jaringan tanaman dan aklimatisasi tanaman.
- c. Buat kesimpulan dari apa yang telah Anda amati, diskusikan dan kemudian coba presentasikan hasil kesimpulan Anda.

5. Tes Formatif

- a. Jelaskan fungsi ruang inkuasi.
- b. Jelaskan syarat tumbuh planlet dalam laboratorium.
- c. Bila terjadi kontaminasi dan apabila kita ingin menyelamatkan kultur tersebut, apa yang perlu dilakukan?
- d. Kapan planlet dipindah dalam media perakaran?
- e. Mengapa aklimatisasi perlu dilakukan?

C. Penilaian

1. Sikap

Selama pembelajaran, sikap Anda akan dinilai, penilaian sikap meliputi; sikap spiritual (KI 1) dengan pengamatan sikap cara berdoa, mensyukuri karunia Tuhan YME, dan sikap sosial (KI 2) dengan pengamatan sikap dalam diskusi, melakukan eksperimen/mencoba, dan saat presentasi dimana sikap sosial yang dinilai jujur, disiplin, keaktifan dan kerjasama. Penilaian akan dilakukan oleh dua observer/penilai, yaitu Bapak/Ibu Guru dan Anda atau teman Anda.

Form Penilaian Guru

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai												Nilai Akhir	
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab					Keaktifan
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1/2/3/4
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

Pedoman Penskoran : Nilai akhir yang diperoleh untuk ranah sikap diambil dari nilai modus (nilai yang terbanyak muncul)

Kriteria penskoran

Skor 1 (K) : jika 1 indikator terlihat (1)

Skor 2 (C) : jika 2 indikator terlihat (2)

Skor 3 (B) : jika 3 indikator terlihat (3)

Skor 4 (SB) : jika 4 indikator terlihat (4)

Indikator penilaian sikap

Rubrik

Indikator : 1.1.1 Disiplin

- a. Tertib mengikuti tata tertib (Masuk kelas tepat waktu)
- b. Mengumpulkan tugas tepat waktu
- c. Memakai seragam sesuai tata tertib
- d. Ikut menciptakan kondisi kelas menjadi kondusif

2.1.1 Jujur

- a. Menyampaikan sesuai dengan keadaan sebenarnya
- b. Selalu jujur
- c. Tidak pernah berbohong
- d. Berkata dan bertindak sesuai aturan

3.1.1 Tanggungjawab

- a. Menyelesaikan tugas sesuai dengan tanggungjawabnya
- b. Mengerjakan tugas dengan tuntas
- c. Membantu teman yang kesulitan
- d. Membereskan alat yang digunakan sesudah kegiatan

4.1.1. Keaktifan

- a. Menjawab, saat diberi pertanyaan
- b. Menjelaskan, saat diberi kesempatan menyampaikan pendapat
- c. Bertanya, saat diberikan waktu dan kesempatan
- d. Menyanggah, saat ada argumentasi/ Pernyataan yang salah

5.1.1 Santun

- a. Saling menghormati
- b. Toleransi
- c. Bertutur kata dengan bahasa baik
- d. Menghargai pendapat dan masukkan dari orang lain

Form Penilaian rekan sejawat :

No	Nama Siswa	Sikap Spiritual dan sosial yang Dinilai													Nilai Akhir
		Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab				Keaktifan	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1/2/3/4	
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															

Ket: Form penilaian rekan sejawat akan kurang satu nama dari jumlah seluruh siswa, karena penilaian tidak dilakukan oleh yang bersangkutan/yang menilai.

2. Pengetahuan

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas.

1. Jelaskan fungsi ruang inkuasi.
2. Jelaskan syarat tumbuh planlet dalam laboratorium.
3. Bila terjadi kontaminasi dan apabila kita ingin menyelamatkan kultur tersebut, apa yang perlu dilakukan?
4. Kapan planlet dipindah dalam media perakaran?
5. Mengapa aklimatisasi perlu dilakukan?

Rubrik Pedoman Penskoran: Nilai akhir untuk ranah pengetahuan diambil dari nilai rerata

1. Setiap jawaban benar diberi nilai tertentu sesuai skor dengan skor maksimal = 18
2. Nilai akhir menggunakan rumus berikut.

$$\text{Skor} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 4$$

Contoh: Nilai yang diperoleh soal No : 1 = 6. Nilai soal No : 2 = 8

Maka:

$$\text{Nilai yang diperoleh} = \frac{6+8}{18} \times 4 = \frac{14}{18} \times 4 = 3,11$$

3. Keterampilan

Berilah tanda cek list (√) pada kolom penilaian yang sesuai menurut penilaian Anda.

No	Kompetensi/Kegiatan	Kriteria/indikator keberhasilan	Ya	Tidak
A	Menjelaskan syarat tumbuh planlet di laboratorium.	Syarat tumbuh planlet di laboratorium dijelaskan secara rinci yang berhubungan dengan suhu, cahaya dan kelembababan).		
B	Menerapkan teknik pemeliharaan planlet/sub kultur.	Teknik pemeliharaan planlet/sub kultur dilakukan sesuai ketentuan yang berlaku.		
C	Menyebutkan alat dan bahan yang digunakan untuk aklimatisasi.	Alat dan bahan aklimatisasi dirincikan secara benar.		
D	Menjelaskan kriteria planlet siap aklimatisasi.	Kriteria planlet siap pakai dijelaskan dengan benar sesuai jenis tanaman.		

No	Kompetensi/Kegiatan	Kriteria/indikator keberhasilan	Ya	Tidak
E	Menjelaskan syarat media aklimatisasi.	Syarat media aklimatisasi dijelaskan sesuai dengan jenis tanaman.		
F	Menerapkan teknik aklimatisasi planlet.	Teknik aklimatisasi planlet dilakukan sesuai tahapan yang telah ditetapkan.		

Apabila ada salah satu jawaban “TIDAK” pada salah satu kriteria di atas, maka ulangilah kegiatan menerapkan dan melaksanakan penyiapan laboratorium kultur jaringan serta teknik penyiapan alat dan pengoperasiannya. Apabila jawabannya. “YA” pada semua kriteria, maka anda sudah berkompetensi dalam menerapkan dan melaksanakan penyiapan laboratorium kultur jaringan serta teknik penyiapan alat dan pengoperasiannya

III. PENUTUP

Bahan ajar ini tersusun sesuai dengan sistematika Pembiakan Tanaman secara Kultur jaringan yang disertai dengan gambar-gambar pendukung. Siswa dapat dinyatakan kompeten apabila telah memperoleh penilaian diatas standart yang telah ditetapkan dari hasil proses pembelajaran atau telah dinyatakan kompeten setelah mengikuti assesmen yang dilakukan oleh lembaga sertifikasi profesi melalui uji komptensi.

Penguasaan Pengetahuan, keterampilan dan perubahan sikap siswa dalam proses pembelajaran tentang Pembiakan Tanaman secara Kultur Jaringan dapat menjadikan modal dasar dalam pengembangan usaha di masa mendatang.

Dukungan sarana dan prasarana yang berstandart disetiap SKP-PP akan sangat membantu mempercepat alih teknologi kultur jaringan melalui proses belajar mengajar, demikian pula kretifitas dan inisiatif siswa dan guru sangat menentukan keberhasilan kompetensi siswa.

Keberhasilan siswa dalam berwirausaha sebagai penangkar benih yang berasal dari pembiakan secara kultur jaringan akan mempercepat penyediaan bibit yang berkualitas dalam jumlah yang cukup seta tersedia setiap saat, karena untuk menghasilkan bibit hasil pembiakan kultur jaringan dilakukan di laboratorium, sehingga tidak banyak dipengaruhi oleh musim/lingkungan.

Mudah-mudahan bahan ajar ini dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi penerus di bidang teknologi Pertanian, khususnya pengembangan kultur jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Candra E. 2012. **Cara Mudah Memahami dan Menguasai Kultur Jaringan Skala Rumah Tangga**. IPB Press. Bogor.
- Darmono D. W. 2015. **Menangani Bibit dalam Botol pada Tanaman Anggrek**. Materi Diklat.
- Darmono D.W., 2016. **Menghasilkan Anggrek Silangan**. Penebar Swadaaya. Jakarta
- Hendaryono D.S. 2000. **Pembibitan Anggrek dalam botol**. PT Kanisius. Yogyakarta.
- Nurwardani P. 2008. **Teknik Pembibitan Tanaman dan Produksi Benih Jilid 2 untuk SMK**. Direktorat Bimbingan Sekolah menengah Kejuruan. Jakarta
- Sugiarto. L. 2015. **Pengenalan Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Pembuatan Media dan Methoda Sterilisasi**. Matri Diklat FMIPA UNY. Yogyakarta
- Suryowinoto M. 2000. **Pemuliaan Tanaman secara In Vitro**. Kanisius. Yogyakarta
- Yudiarti N. 2010. **Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga**. Andi offset. Yogyakarta.
- Zulkarnain, 2014. **Kultur Jaringan Tanaman. Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya**. Bumi Aksara. Jakarta.