



**INDUKSI KALUS MENGGUNAKAN 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic Acid)
PADA SENGON (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)
DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI PETUNJUK PRAKTIKUM
KULTUR JARINGAN**

SKRIPSI

Oleh:

**Farida Handayani
NIM. 150210103065**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**INDUKSI KALUS MENGGUNAKAN 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic Acid)
PADA SENGON (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)
DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI PETUNJUK PRAKTIKUM
KULTUR JARINGAN**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar Sarjana (S1)
Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh:

**Farida Handayani
NIM. 150210103065**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2019

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, dan sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Baginda Muhammad SAW, saya persembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih sayang kepada :

1. Ibu Siti Romlah dan Bapak Muhammad Sulaiman tersayang yang telah mencurahkan kasih sayang, do'a, air mata, keringat dan semangat tanpa lelah dalam merawat dan mendukung setiap impian dan usaha saya selama ini;
2. Kakak-kakak tersayangku Ahmad Yusuf Effendi, Lailatul Fitriyah, dan Ahmad Rizky Ariyanto (Alm), terimakasih atas kasih sayang yang selalu tercurahkan untuk adik bungsumu ini;
3. Ayah Mujib dan Ibu Keni yang sudah ku anggap sebagai orangtua kedua, terimakasih atas kasih sayang, motivasi dan dukungan moril selama ini;
4. Dosen Pembimbing skripsi saya Bapak Ir. Didik Pudji Restanto, MS., Ph.D. dan Ibu Erlia Narulita, S.Pd., M.Si, Ph.D. yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi hingga terselesaikannya skripsi ini;
5. Guru-guru dari Tk Roudlotul Mujtahidin, SDN Kalirejo 02, SMPN 01 Sukorejo, MAN 02 Pasuruan dan Dosen program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmunya tanpa pamrih, terimakasih atas segala ilmu dan do'anya yang telah diberikan dengan penuh keikhlasan sehingga bisa menghantarkanku hingga jenjang saat ini;
6. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang kubanggakan.

MOTTO

“....., wa 'asā an takrahū syai`aw wa huwa khairul lakum, wa 'asā an tuḥibbū syai`aw wa huwa syarrul lakum, wallāhu ya'lamu wa antum lā ta'lamun”

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu;

Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(QS Al-Baqarah : 216)¹⁾

“Janganlah engkau mengucapkan perkataan yang engkau sendiri tak suka mendengarnya jika orang lain mengucapkannya kepadamu.”

(Ali bin Abi Thalib)

"Kehebatan seseorang relatif, bergantung pada siapa yang memandang."

(Dee Lestari)²⁾

-
- 1) Kementerian Agama RI. 2014. *Al Quran Al-Karim dan Terjemahannya*. Surabaya : PT Halim Publishing dan Distributing
 - 2) Dee Lestari. *Supernova : Petir*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Farida Handayani

NIM : 150210103065

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid) pada Sengon (Falcataria Moluccana (Miq.) Barneby And Grimes) dan Pemanfaatannya Sebagai Petunjuk Praktikum Kultur Jaringan*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakkan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 15 Juli 2019

Yang menyatakan

Farida Handayani
NIM. 150210103065

SKRIPSI

**INDUKSI KALUS MENGGUNAKAN 2,4-D (*2,4-dichlorophenoxyacetic Acid*)
PADA SENGON (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)
DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI PETUNJUK PRAKTIKUM
KULTUR JARINGAN**

Oleh :

Farida Handayani

150210103065

Pembimbing :

Pembimbing Utama : Ir. Didik Pudji Restanto, MS., Ph.D.

Pembimbing Anggota : Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D.

PERSETUJUAN

**INDUKSI KALUS MENGGUNAKAN 2,4-D (*2,4-dichlorophenoxyacetic Acid*)
PADA SENGON (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)
DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI PETUNJUK PRAKTIKUM
KULTUR JARINGAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh :

Nama Mahasiswa : Farida Handayani
NIM : 150210103065
Jurusan/Program : Pendidikan MIPA/Pend. Biologi
Angkatan Tahun : 2015
Daerah Asal : Pasuruan
Tempat, Tanggal Lahir : Pasuruan, 12 Agustus 1997

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Ir. Didik Pudji Restanto, MS., Ph.D.
NIP. 19650426 199403 1 001

Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D.
NIP. 19800705 200604 2 004

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (2,4-*Dichlorophenoxyacetic Acid*) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby And Grimes) dan Pemanfaatannya sebagai Petunjuk Praktikum Kultur Jaringan” telah diuji dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal : Juli 2019

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Didik Pudji Restanto, MS., Ph.D.

NIP. 19650426 199403 1 001

Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D.

NIP. 19800705 200604 2 004

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP.

NIP. 19730614 200801 2 008

Dra. Pujiastuti, M.Si.

NIP. 19610222 198702 2 001

Mengesahkan,

DekanFKIP Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

NIP. 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby And Grimes) dan Pemanfaatannya sebagai Petunjuk Praktikum Kultur Jaringan; Farida Handayani; 150210103065; 2019; 85 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan; Universitas Jember.

Sengon merupakan salah satu jenis tanaman penghasil kayu terbesar di Indonesia. Saat ini sudah banyak ditemukan berbagai jenis sengon, namun jenis sengon yang sekarang banyak diminati oleh masyarakat dan industri adalah jenis sengon solomon dikarenakan pertumbuhan tinggi dan diameter batangnya yang lebih cepat dibandingkan jenis sengon lainnya. Namun masih banyak ditemukan permasalahan dalam hal pembibitan. Pembibitan sengon dapat dilakukan dengan cara pembibitan langsung dari biji sengon, stek atau pencangkakan. Teknik tersebut sering menghasilkan bahan tanam tidak seragam, tidak bebas dari patogen, dan membutuhkan waktu propagasi yang relatif lebih lama daripada teknik *in vitro*. Sehingga, perlu pengembangan teknologi perbanyakan *in vitro* untuk menghasilkan bahan tanam yang seragam dan berkualitas. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu menggunakan teknik kultur jaringan dalam pembibitan sengon.

Dalam kultur jaringan paling utama perlu diperhatikan jenis media dan ZPT yang digunakan. Media yang digunakan adalah *Murashige and Skoog* dan ZPT yang digunakan adalah 2,4-D. ZPT 2,4-D diharapkan mampu menginduksi kalus dari bahan tanam/eksplan sengon solomon. Induksi kalus merupakan tahapan penting dalam proses embriogenesis somatik untuk tumbuh menghasilkan planlet (tanaman baru). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh 2,4-D terhadap induksi kalus pada tanaman sengon, dan konsentrasi optimum 2,4-D dari beberapa variasi konsentrasi untuk induksi kalus pada tanaman sengon serta mengetahui apakah hasil penelitian ini layak dijadikan sebagai buku petunjuk praktikum.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember dari bulan Februari 2019 sampai Juni 2019. Metode

yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali yang terdiri dari ; 2,4-D 0 ppm, 2,4-D 0,5 ppm, 2,4-D 1 ppm, 2,4-D 1,5 ppm, 2,4-D 2 ppm, dan 2,4-D 2,5 ppm. Variabel pengamatan meliputi: kedinihan muncul kalus, persentase jumlah kalus, tekstur kalus, dan warna kalus. Penelitian diawali dengan mempersiapkan eksplan yang steril yaitu germinasi sengon solomon secara kultur *in vitro* selama 4 minggu. Kemudian bagian batang dan petiole diinokulasi pada media sesuai perlakuan yang sudah disiapkan. Lalu melakukan pengamatan selama 60 hari untuk memperoleh data kuantitatif setelah itu pada hari ke 60 dilakukan pengamatan tekstur dan warna kalus untuk memperoleh data kualitatif.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (Anova) yang kemudian diuji lanjut dengan Uji Duncan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 2,4-D konsentrasi 1 ppm memiliki respon paling cepat menginduksi kalus dibandingkan perlakuan konsentrasi lainnya dengan rerata 10,67 hari setelah tanam serta persentase jumlah kalus paling banyak yaitu 73,33%. Sedangkan perlakuan 2,4-D konsentrasi 0 ppm tidak menunjukkan respon pada semua variabel pengamatan. Pengamatan tekstur kalus terdapat 2 kriteria meliputi kompak dan remah. Pengamatan warna kalus berpedoman dengan *Munsell Color Chart for Plant Tissue*. Hasil penelitian ini layak dijadikan petunjuk praktikum kultur jaringan berdasarkan hasil validasi oleh validator. dengan nilai 68,03%.

Kata kunci: Sengon, 2,4-D, kalus.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes) dan Pemanfaatannya sebagai Petunjuk Praktikum Kultur Jaringan”** sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Biologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan, Universitas Jember.

Penyusunan karya tulis ilmiah (skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember dan selaku Penguji Utama yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini;
4. Ir. Didik Pudji Restanto, MS., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama yang membimbing dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang membimbing serta meluangkan waktu dan pikiran menyelesaikan skripsi ini;
6. Dra. Pujiastuti, M.Si., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini;
7. Siti Murdiah, S.Pd., M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu dan membimbing selama studi;
8. Semua dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember atas semua ilmu yang telah diberikan selama saya menjadi mahasiswa.
9. Budi Kriswanto, S.P., selaku teknisi laboratorium kultur jaringan yang telah banyak mengajari serta membimbing selama mengerjakan penelitian skripsi.

10. Ibu Romlah dan Bapak Sulaiman, Ayah Mujib dan Bu Keni yang selalu berjuang membantu tercapainya semua impian dan cita. Mas Yusuf dan Mbak Fitri yang selalu membuatku tidak pernah kekurangan kasih sayang.
11. Rekan penelitian saya di Laboratorium Kultur Jaringan, Kunad, Ajeng, Indah Sri, Whilliyen, Hadi, Seto, Mas Rizky Ndut, Kak Dian, Mbak Ita, dan Mas AUFAR, terimakasih atas tenaga, pikiran, saran, canda tawa dan waktu bersama kalian yang selalu membahagiakan.
12. Saudara kosan Vela, Lilik, Farah, Mbak Atun, Mbak Dinar, Mbak Ima, Mbak Ayu, Mbak Suci, Mbak Eva dan Mbak Agnes, Ema, Ilmi, Rizma, Selvi, Anggi, Tutul, Dinda Kucum, Nestha, Anne, terimakasih telah menjadi saudara di Jember, serta semua kenangan serta suka dukanya dikosan bersama kalian.
13. Sahabat seperjuangan Rizka, Reny, dan Zuhri, terimakasih telah menjadi teman pemalasku yang selalu mendukung.
14. Sahabat tersayangku, Devi, Firda, Nuro, dan Iin, terimakasih telah yang selalu setia mendengar keluh kesahku, dan aku bahagia punya kalian.
15. Teman-teman Biogas Pendidikan Biologi Angkatan 2015 Universitas Jember, terutama penghuni kelas B, terimakasih sudah menjadi teman seperjuangan melewati suka duka selama menjadi mahasiswa biologi.
16. BigBang terutama bang ji, terimakasih atas musik, motivasi, dan cerita perjuangan impian kalian yang selalu menjadi penyemangat dan inspirasiku. Saudara VIP ku terimakasih banyak sekali atas cinta, perjuangan dan dukungan kalian untuk mereka.
17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi, sehingga kritik dan saran dari semua pihak masih diperlukan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Jember, Juli 2019

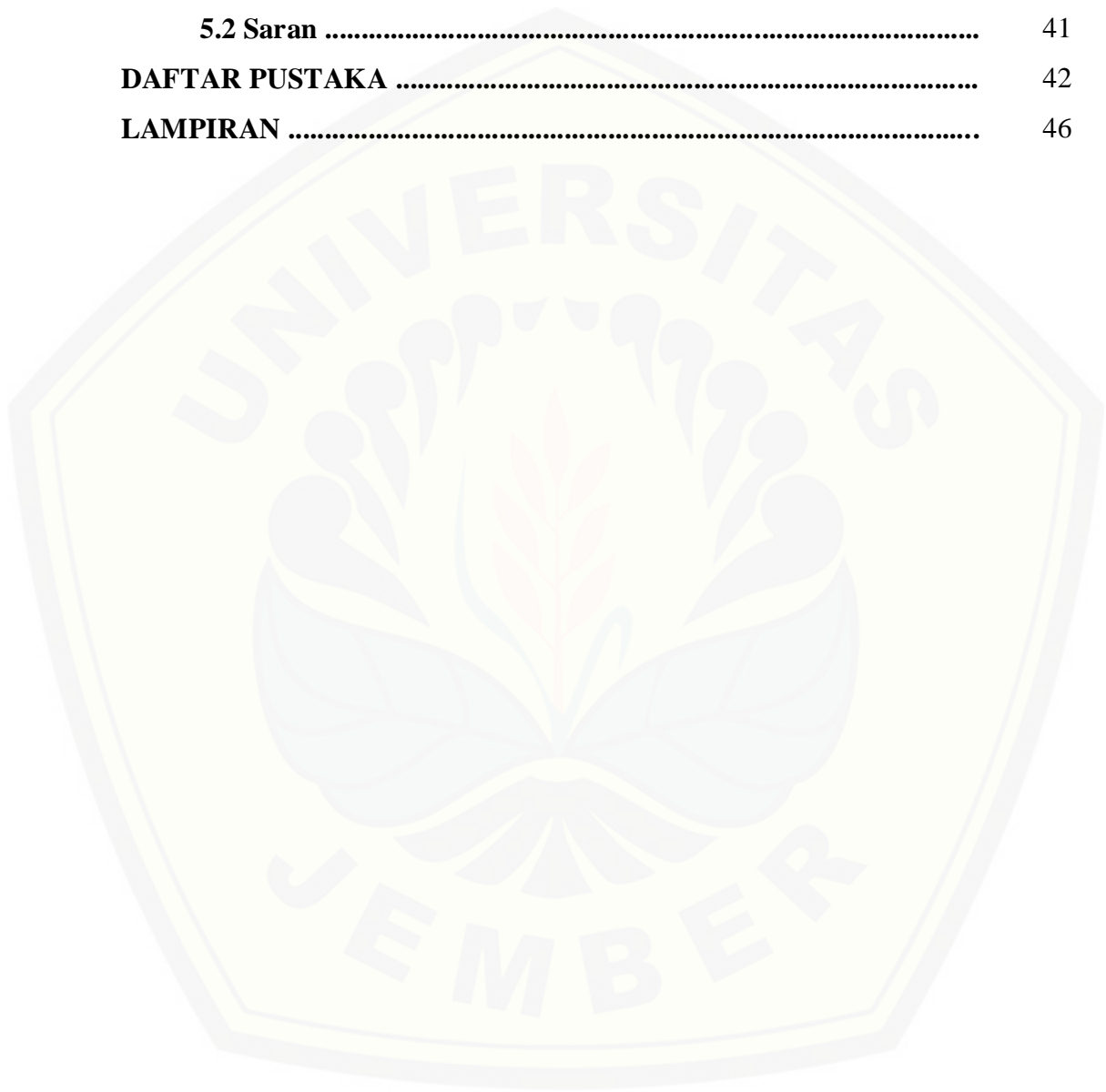
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	Iwi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sengon (<i>Falcataria moluccana</i> (Miq.) Barneby and Grimes)	6
2.2 Kultur Jaringan	8
2.3 Induksi Kalus	9
2.4 Media MS (Murashige and Skoog)	11
2.5 Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh	11
2.6 Petunjuk Praktikum	13
2.7 Kerangka Konseptual	15
2.8 Hipotesis	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	17

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Variabel Penelitian	17
3.3 Definisi Operasional	17
3.4 Populais dan Sampel	17
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.6 Desain Penelitian	18
3.7 Prosedur Penelitian	19
3.7.1 Sterilisasi Alat	19
3.7.2 Pembuatan Media Tahap Perkecambahan	19
3.7.3 Perkecambahan Biji	20
3.7.4 Pemeliharaan	21
3.7.5 Pembuatan Media Tahap Induksi Kalus	21
3.7.6 Penanaman Eksplan Tahapan Induksi Kalus	22
3.7.7 Pemeliharaan Eksplan	23
3.8 Parameter Pengamatan	23
3.8.1 Kedinian Muncul Kalus	23
3.8.2 Persentase Jumlah Kalus	23
3.8.3 Tekstur Kalus	23
3.8.4 Warna Kalus	24
3.9 Petunjuk Praktikum	24
3.9.1 Tahap Pembuatan Petunjuk Praktikum	24
3.9.2 Tahap Uji Validasi atau Kelayakan Buku	24
3.10 Analisis Data	25
3.11 Alur Penelitian	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Penelitian	27
4.1.1 Persiapan Bahan Tanam Kultur <i>In vitro</i>	27
4.1.2 Kedinian Munculnya Kalus	28
4.1.3 Persentase Jumlah Kalus	29
4.1.4 Tekstur Kalus	32
4.1.5 Warna Kalus	33

4.1.6 Hasil Uji Validasi Petunjuk Praktikum	35
4.2 Pembahasan	35
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	46

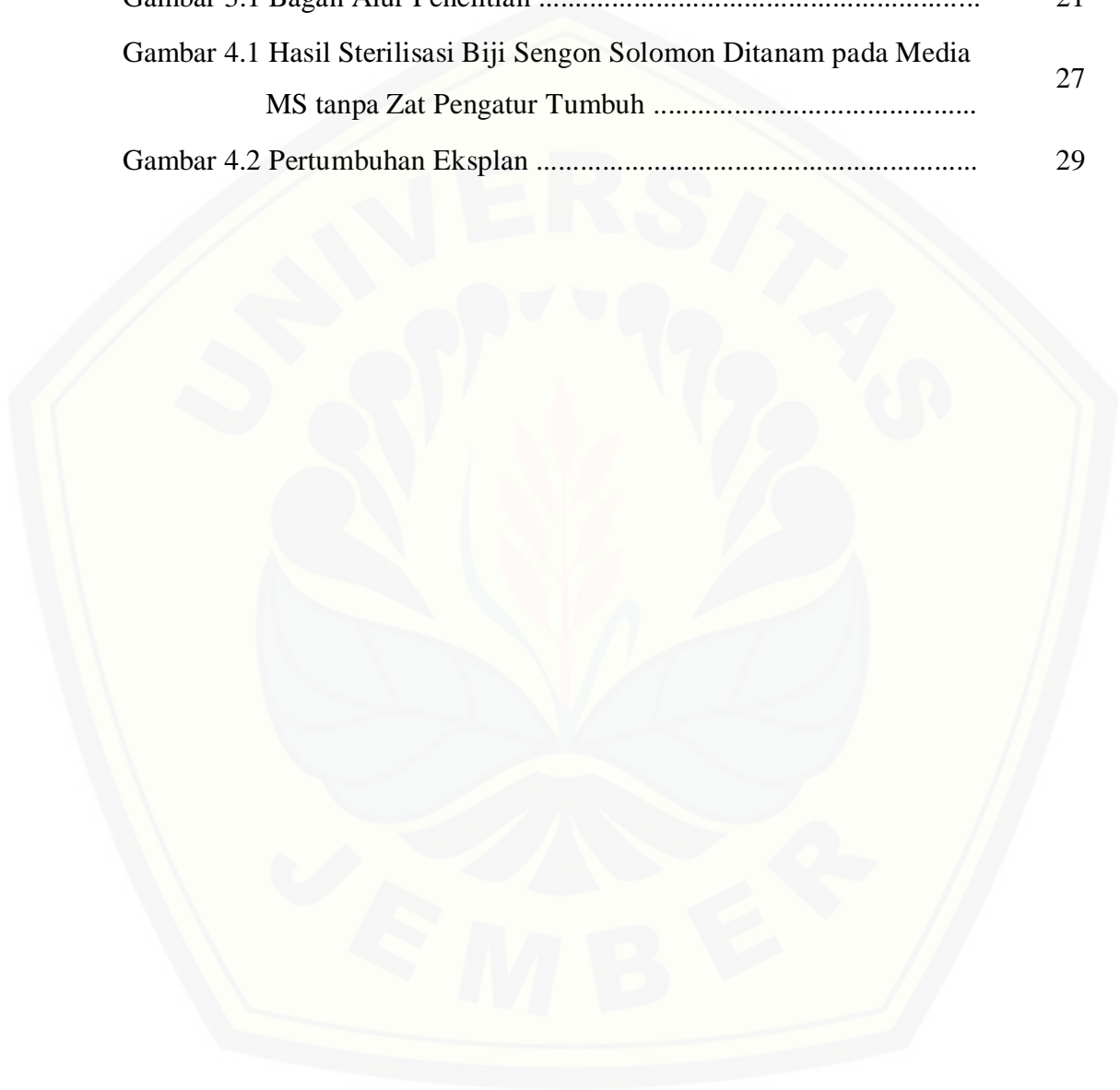


DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Rancangan penelitian	18
Tabel 3.2 Kriteria Kevalidan Petunjuk Praktikum	25
Tabel 4.1 Analisis Ragam (Anova) Pengaruh Variasi Konsentrasi 2,4-D terhadap Kedinian Muncul Kalus Sengon	28
Tabel 4.2 Hasil Uji Lanjut Duncan 5% Pengaruh Variasi Konsentrasi 2,4-D terhadap Kedinian Muncul Kalus Sengon	28
Tabel 4.3 Analisis Ragam (Anova) Pengaruh Variasi Konsentrasi 2,4-D terhadap Persentase Jumlah Kalus	30
Tabel 4.4 Hasil Uji Lanjut Duncan 5% Pengaruh Variasi Konsentrasi 2,4-D terhadap Persentase Jumlah Kalus	30
Tabel 4.5 Tekstur Kalus yang Terbentuk pada Berbagai Konsentrasi 2,4-D ppm	32
Tabel 4.6 Warna Kalus yang Terbentuk pada Berbagai Konsentrasi 2,4-D ppm	34
Tabel 4.7 Hasil Uji Validasi Petunjuk Praktikum	35

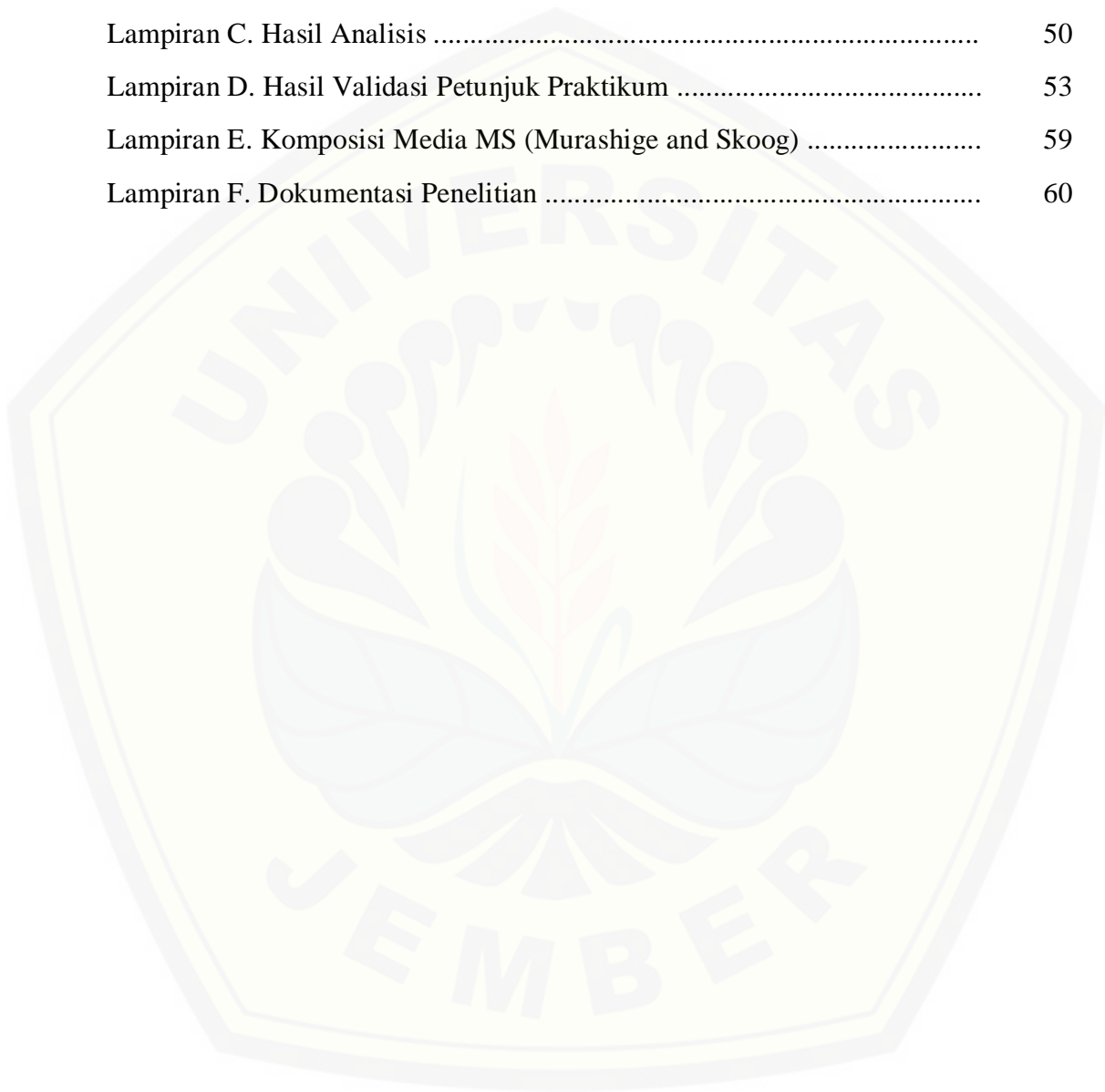
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kerangka Berpikir	15
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian	21
Gambar 4.1 Hasil Sterilisasi Biji Sengon Solomon Ditanam pada Media MS tanpa Zat Pengatur Tumbuh	27
Gambar 4.2 Pertumbuhan Eksplan	29



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Matriks Penelitian	46
Lampiran B. Data Hasil Pengamatan	49
Lampiran C. Hasil Analisis	50
Lampiran D. Hasil Validasi Petunjuk Praktikum	53
Lampiran E. Komposisi Media MS (Murashige and Skoog)	59
Lampiran F. Dokumentasi Penelitian	60



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sengon merupakan salah satu jenis tanaman penghasil kayu yang dikembangkan dalam pembangunan Hutan Tanaman Industri maupun Hutan Rakyat di Indonesia. Sengon mulai banyak dikembangkan sebagai hutan rakyat karena prospek penanaman sengon cukup baik. Semakin tingginya permintaan kayu menyebabkan permintaan benih sengon juga meningkat karena berkembang luasnya penanaman tanaman sengon untuk Hutan Tanaman Industri dan Hutan Rakyat (Baskorowati, 2014). Sengon dipilih sebagai salah satu jenis tanaman hutan tanaman industri pionir serbaguna yang sangat penting di Indonesia karena pertumbuhannya yang sangat cepat, mampu beradaptasi pada berbagai jenis tanah, karakteristik silvikulturnya bagus dan kualitas kayunya sesuai untuk industri panel dan kayu pertukangan. Selain itu, sengon berperan sangat penting baik dalam sistem pertanian tradisional maupun komersial di beberapa daerah di Indonesia (Krisnawati *et al.*, 2011). Oleh karena itu, kayu sengon merupakan salah satu jenis kayu yang berpotensi ekonomi tinggi untuk dijadikan salah satu produk unggul ekspor di Indonesia.

Sengon solomon merupakan varietas tanaman sengon terbaru yang teridentifikasi dan terbukti tumbuh jauh lebih cepat dibandingkan dengan sengon lain yang sebelumnya telah dikenal di Indonesia. Salah satunya yaitu kayu yang dihasilkan berukuran lebih besar dibandingkan kayu sengon jenis lainnya. Secara konvensional, pembibitan sengon dapat dilakukan dengan cara pembibitan langsung dari biji sengon, stek atau pencangkakan. Teknik konvensional tersebut sering menghasilkan bahan tanam tidak seragam, tidak bebas dari patogen, dan membutuhkan waktu propagasi yang relatif lebih lama daripada teknik *in vitro*. Sehingga, perlu pengembangan teknologi perbanyakan *in vitro* untuk menghasilkan bahan tanam yang seragam dan berkualitas (Hartman *et al.*, 1990) yaitu menggunakan teknik kultur jaringan pada pembibitan sengon solomon. Penggunaan teknik tersebut memiliki keuntungan yaitu jumlah bibit yang dihasilkan lebih banyak dengan waktu yang relatif lebih cepat dan bibit yang

dihasilkan memiliki sifat yang identik dengan induknya. Selain itu kesehatan dan mutu bibit hasil kultur jaringan lebih terjamin dan aman (Mulyana *et al.*, 2012).

Kultur jaringan adalah perbanyak tanaman dengan menggunakan bagian tanaman seperti sel, jaringan, maupun organ yang ditumbuhkan secara *in vitro* dalam kondisi aseptik untuk beregenerasi menjadi tanaman yang lengkap. Yang mendasari kultur jaringan tanaman adalah sifat totipotensi sel, yaitu bahwa setiap sel organ tanaman mampu tumbuh menjadi tanaman yang lengkap bila ditempatkan lingkungan yang sesuai (Yuliarti, 2010). Sebagian sel pada permukaan irisan eksplan tersebut akan mengalami proliferasi dan membentuk kalus. Apabila kalus yang terbentuk dipindahkan kedalam media diferensiasi yang cocok, maka akan terbentuk planlet. Dengan teknik kultur jaringan ini hanya irisan kecil suatu jaringan tanaman dapat dihasilkan kalus yang dapat menjadi planlet berjumlah banyak (Hendaryono dan Wijayani, 1994). Dalam budidaya kultur jaringan, induksi kalus merupakan salah satu langkah penting, yang selanjutnya diberi rangsangan untuk mengalami diferensiasi. Proses induksi kalus sampai tahap diferensiasi berbeda-beda, tergantung jenis dan bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan, metode yang digunakan, serta zat pengatur tumbuh yang ditambahkan pada media tanam (Suryowinoto, 1996).

Keberhasilan kultur jaringan dipengaruhi beberapa faktor, yaitu bentuk regenerasi dalam kultur, eksplan yang dipergunakan sebagai bahan awal untuk perbanyak tanaman, media tumbuh yang terkandung komposisi garam anorganik, zat pengatur tumbuh tanaman, dan lingkungan tumbuh yang mempengaruhi regenerasi tanaman (Yuliarti, 2010). Setiap eksplan dari suatu komoditas tanaman mempunyai kecocokan terhadap suatu media untuk mampu tumbuh menjadi kalus. Dari hasil-hasil penelitian terbukti bahwa media MS (Murashige and Skoog) banyak digunakan untuk induksi kalus (Hendaryono dan Wijayani, 1994). Oleh karena itu, media yang akan digunakan untuk induksi kalus dari tanaman sengon pada penelitian ini adalah media MS.

Pemberian zat pengatur tumbuh pada media tanam kultur juga mempengaruhi terbentuknya kalus. Menurut Pierik (1997), menyatakan bahwa sulit sekali dalam upaya perbanyak tanaman menerapkan teknik kultur jaringan

tanpa menggunakan zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh merupakan hormon yang diproduksi secara eksogen, tetapi memiliki karakteristik yang sama seperti hormon yang dihasilkan secara endogen oleh tumbuhan atau yang disebut fitohormon. ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) 2,4-D merupakan golongan auksin sintetis yang memiliki sifat lebih stabil daripada IAA (*Indole Acetic Acid*), karena 2,4-D tidak terurai oleh enzim-enzim yang disekresikan oleh sel atau oleh pemanasan pada saat proses sterilisasi (Hendaryono dan Wijayani, 1994). Eksplan yang terdiri dari satu jenis sel misalnya eksplan jaringan parenkim yang dikultur pada media MS dengan perlakuan 2,4-D akan mengalami dediferensiasi membentuk kalus dengan sel-sel yang homogen. Sedangkan, eksplan yang terdiri dari berbagai jenis sel misalnya eksplan akar, batang, dan daun yang dikultur pada media MS dengan perlakuan 2,4-D akan mengalami dediferensiasi membentuk kalus yang heterogen (Pierik, 1997).

Selama ini masih belum ada hasil penelitian teknik kultur jaringan sengon yang dapat diketahui oleh masyarakat umum. Salah satu cara untuk menginformasikannya dapat dituangkan dalam bentuk buku petunjuk praktikum kultur jaringan. Buku petunjuk praktikum adalah buku yang berisikan pedoman praktikum meliputi tata cara persiapan, pelaksanaan serta analisis oleh pengajar (Arifin, 2012). Menurut Hudha, Husamah dan Hadi (2011), praktikum adalah salah satu bentuk pengajaran yang dianggap cukup efektif, karena meliputi tiga ranah yaitu kognitif, psikomotor dan afektif serta merupakan kegiatan yang dilakukan secara ilmiah dan sistematis. Oleh karena itu, dalam melakukan kegiatan praktikum harus dilengkapi dengan penuntun praktikum. Buku petunjuk praktikum yang disusun dapat memuat informasi tentang pengetahuan untuk peserta didik tentang pengaruh 2,4-D terhadap induksi kalus. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian yang berjudul “Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid*) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes) dan Pemanfaatannya sebagai Petunjuk Praktikum Kultur Jaringan”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

- a. Apakah 2,4-D berpengaruh terhadap induksi kalus pada tanaman sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)?
- b. Berapakah konsentrasi optimal 2,4-D untuk induksi kalus pada tanaman sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)?
- c. Apakah hasil penelitian “Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)” dapat dijadikan sebagai petunjuk praktikum kultur jaringan?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pemahaman dan mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah yang terkandung di dalam penelitian ini, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut:

- a. Sengon yang digunakan adalah bibit sengon solomon F1 (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes) yang dikecambahkan secara *in vitro*;
- b. Eksplan yang digunakan adalah batang dan petiole tanaman kultur *in vitro* sengon solomon;
- c. Tanaman kultur *in vitro* sengon yang digunakan berumur 4 minggu;
- d. Media yang digunakan adalah Media *Murashige and Skoog* (MS);
- e. Pengamatan dilakukan selama 60 hari setelah tanam.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pengaruh 2,4-D terhadap induksi kalus pada tanaman sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes).
- b. Mengetahui konsentrasi optimum 2,4-D untuk induksi kalus pada tanaman sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes).

- c. Menghasilkan petunjuk praktikum kultur jaringan yang tervalidasi tentang “Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid*) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)”.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti, memperoleh informasi tentang hasil induksi kalus pada tanaman sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes) menggunakan 2,4-D,
- b. Bagi peneliti lain, dapat dijadikan sebagai rujukan untuk penelitian lebih lanjut mengenai perbanyakan bibit sengon solomon melalui teknik kultur jaringan dan dapat digunakan sebagai bahan perbandingan dan acuan penelitian sejenis,
- c. Bagi masyarakat, dapat memperoleh informasi yang disajikan dalam bentuk buku petunjuk praktikum kultur jaringan dikhususkan untuk peserta didik tingkat SMK/MAK Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)

Sengon solomon berasal dari Kepulauan Solomon atau Kepulauan Salomo yang terletak di sebelah Timur Papua Nugini dan merupakan negara kepulauan di Samudera Pasifik bagian selatan (Mulyana dan Asmarahman, 2012). Selain di Pulau Solomon, sengon solomon juga tersebar di pulau-pulau kecil sebelah timur Papua Nugini, Morobe, Milne Bay, New Britain, New Ireland, Manus dan Bougainville. Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes) merupakan tanaman yang saat ini menjadi primadona. Tanaman ini banyak diusahakan dan dikembangkan di kawasan hutan tanaman industri, perkebunan maupun di kebun-kebun milik rakyat (hutan rakyat). Kelebihan jenis tanaman ialah pertumbuhannya yang sangat cepat, sehingga tanaman ini pernah dijuluki sebagai pohon ajaib (*miracle tree*). Selain itu, tanaman ini memberikan dampak ganda, baik sebagai tanaman produksi maupun sebagai tanaman konservasi dan reboisasi (Anggraeni *et al.*, 2010).

Adapun taksonomi dari Sengon menurut ITIS (2019) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Infrakingdom	: Streptophyta
Superdivision	: Embryophyta
Division	: Tracheophyta
Subdivision	: Spermatophytina
Class	: Magnoliopsida
Superorder	: Rosanae
Order	: Fabales
Family	: Fabaceae
Genus	: <i>Falcataria</i> (I.C. Nielsen) Barneby & J.W. Grimes
Species	: <i>Falcataria moluccana</i> (Miq.) Barneby & J.W. Grimes

Bunga sengon tersusun dalam malai berukuran panjang 12 mm dan berwarna putih kekuningan. Bunga sengon bertipe hermaphrodit terdiri atas bunga jantan dan bunga betina dalam satu bunga (Soerianegara dan Lemmens, 1993). Sengon solomon bertajuk lebar dan tingginya bisa mencapai 30 m. Batangnya cenderung lurus dengan kulit batang halus atau sedikit kasar berwarna putih, abu-abu, atau hijau. Panjang buah sengon solomon sekitar 8-12 cm yang berisi 13-15 biji. Panjang biji 7-10 mm dengan diameter 1-10 mm. Helaian daun sengon solomon cenderung lebar dari pangkal hingga ke ujung (Sumarno *et al.*, 2012)

Pertumbuhan diameter sengon solomon dapat mencapai 1,5 kali lipat sengon lokal. Pada umur 5 tahun, diameter sengon solomon bisa mencapai 24 cm. Sedangkan sengon lokal hanya bisa mencapai 22 cm. Volume kayu sengon solomon mencapai 1,7 kali lipat volume kayu sengon lokal. Menurut Sakti Purwiyoko, saat tanaman sudah besar, daun sengon solomon lebih lebar dan hijau muda. Sementara daun sengon lokal cenderung lebih kecil dan warna hijaunya lebih pekat (Sumarno *et al.*, 2012). Menurut Hidayat (2003), pohon berumur 1 tahun bisa mencapai tinggi 7 m, dan pohon berumur 12 tahun bisa mencapai 39 m dengan diameter 63,5 cm. Pohon dewasa dapat berdiameter 100 cm atau terkadang juga bisa lebih. Warna kulitnya abu-abu atau kehijauan, tekstur halus, batangnya lurus dengan bentuk silindris. Daun majemuk dengan panjang hingga mencapai 40 cm, yang terdiri 8-15 pasang pinna. Masing-masing pinna terdapat 15-25 helaian daun yang berbentuk lonjong dengan lebar 3-5 mm dan panjang 6-12 mm.

Di Indonesia sengon Solomon sangat jarang dibudidayakan oleh masyarakat karena benih yang harus didatangkan dari Solomon; dan beberapa tanaman sengon Solomon di daerah Kediri Jawa Timur (KPH Pandantoyo) maupun di Candirotto Jawa Tengah menunjukkan ketidakmampuan berbunga dan berbuah pada umur 8 tahun. Hal tersebut yang menyebabkan semakin sedikitnya penanaman sengon Solomon di Indonesia (Setiadi *et al.*, 2014).

2.2 Kultur jaringan

Kultur jaringan didasari oleh teori sel yang dikemukakan oleh dua ilmuwan biologi dari Jerman, yakni Schleiden dan Schwann. Secara tidak langsung teori tersebut menyatakan bahwa sel tumbuhan mempunyai sifat totipotensi. Totipotensi diartikan sebagai kemampuan dari sel tumbuhan, baik sel somatik (dari organ vegetatif) maupun sel gametik (dari organ generatif), akan mengalami regenerasi menjadi tanaman yang lengkap kembali (Yuliarti, 2010). Teknik dilakukan dengan cara menumbuhkan salah satu bagian tanaman ke dalam media buatan yang kaya nutrisi, aseptik, dan berisi zat pengatur tumbuh. Selama perkembangan sel, media selalu dijaga dalam kondisi stabil sehingga pertumbuhan sel tetap berlangsung optimal. Pembibitan dengan teknik kultur jaringan sangat efektif untuk memperbanyak sengkon solomon (Mulyana *et al.*, 2012). Tujuan teknik kultur jaringan yaitu suatu sel atau irisan jaringan tanaman (eksplan) secara aseptik ditanam dan dipelihara dalam media padat atau cair yang sesuai serta dalam keadaan steril. Selanjutnya sebagian sel pada permukaan irisan tersebut akan mengalami proliferasi dan membentuk kalus. Kalus adalah proliferasi massa sel yang belum terdiferensiasi dan terbentuk pada seluruh permukaan irisan eksplan. Semakin luas permukaan irisan eksplan, maka akan semakin cepat dan semakin banyak kalus yang terbentuk. Kalus biasanya terbentuk dari bagian periderm, periblem dan plerom, sepanjang tulang daun atau di antara tulang daun. Dengan teknik ini, hanya dari satu irisan kecil suatu jaringan tanaman dapat menghasilkan kalus yang dapat menjadi planlet berjumlah banyak (Hendaryono dan Wijayani, 1994).

Kegunaan kultur jaringan di antaranya berfungsi memproduksi bibit dalam jumlah besar yang bersifat unggul dan bebas penyakit, menghasilkan metabolit sekunder, pelestarian plasma nutfah yang hampir punah, percepatan pemuliaan tanaman, termasuk rekayasa genetika. Bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan kultur jaringan sebaiknya diambil dari bagian tanaman yang masih muda agar lebih cepat tumbuh karena terdapat sel-sel bersifat meristematis. Bagian yang mudah tumbuh adalah bagian meristem dan organ tumbuhan yang

pertumbuhannya bersifat meristematik, seperti daun muda, ujung akar, keping biji dan lainnya (Yuliarti, 2010).

2.3 Induksi Kalus

Induksi kalus merupakan tahapan penting dalam hibridisasi somatik untuk menghasilkan tanaman hibrida serta pembentukan embrio dalam embriogenesis somatik (Waryastuti *et al.*, 2017). Pembentukan kalus pada eksplan menunjukkan bahwa respon eksplan terhadap media inisiasi sangat bervariasi. Cara mengetahui kecepatan induksi kalus harus dilakukan pengamatan setiap hari untuk menentukan umur kultur saat pertama kali tanda-tanda tersebut muncul (Mastuti, 2017). Eksplan yang mati ditandai dengan pencoklatan dan gosong pada permukaannya. Kontaminasi eksplan yang terjadi disebabkan karena kontaminan dari eksplan itu sendiri, organisme kecil yang masuk ke dalam media, bakteri dan fungi (Waryastuti *et al.*, 2017). Kalus pada dasarnya terbentuk sebagai respon alami terhadap gangguan mekanik atau pelukaan. Sel-sel di sekitar pelukaan akan membelah secara cepat hingga membentuk membentuk lapisan sel-sel yang menutupi bagian luka. Pada tahap ini terjadi peningkatan aktivitas metabolisme seperti produksi polifenol untuk memperkuat dinding sel (Mastuti, 2017). Munculnya kalus pada eksplan ditandai dengan pembengkakan atau munculnya jaringan berwarna putih bening seperti titik-titik air/lendir pada bekas irisan eksplan dan sayatan di permukaan eksplan yang kemudian berkembang menjadi bulatan-bulatan kecil yang jelas dan agregat kalus (Waryastuti *et al.*, 2017).

Respon pertumbuhan kalus dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu induksi, pembelahan sel dan diferensiasi. Pada tahap induksi sel-sel melakukan persiapan untuk pembelahan yang ditandai dengan perubahan ukuran, struktur dan metabolisme sel seperti sintesis makromolekul. Induksi pembelahan sel secara visual ditandai dengan bertambahnya ukuran jaringan menjadi lebih luas, lebih tebal dan tampak lebih padat serta kaku terutama pada eksplan daun atau kotiledon. Pada tahap pembelahan sel menjadi bersifat meristematik, aktif membelah sehingga rata-rata ukuran selnya menurun sehingga disebut proses dediferensiasi (perubahan secara morfologi dan sitologi dari sel dewasa menjadi

sel muda kembali). Pembelahan sel diawali ada lapisan sel perifer eksplan, kemudian dilanjutkan dengan proses dediferensiasi untuk kembali ke stadium meristematik yang menghasilkan penurunan ukuran sel. Selanjutnya sel-sel yang sudah terinduksi mengalami proliferasi aktif yang berkelanjutan mulai memunculkan nodul atau bentukan amorf pada sisi bekas luka akibat pemotongan sebagai respon perbaikan atau penutup luka dan permukaan eksplan yang akhirnya merata ke seluruh jaringan eksplan (Mastuti, 2017).

Tekstur kalus merupakan salah satu penanda yang dipergunakan untuk menilai kualitas suatu kalus. Tekstur kalus dapat dibedakan menjadi tekstur kompak (non friable) dan remah (friable). Tekstur kalus yang remah (friable) mengalami pembelahan sel yang cepat daripada tekstur kalus yang kompak. Tekstur kompak disebabkan karena kalus mengalami pembentukan lignifikasi sehingga kalus tersebut mempunyai tekstur yang keras yang merupakan efek dari sitokinin yang berperan dalam transport zat hara (Mahadi *et al.*, 2016). Kalus embriogenik dicirikan dengan struktur kalus kering, berwarna putih susu hingga bening, berstruktur remah serta mengalami proses perkembangan membentuk fase-fase embriogenesis somatik sedangkan kalus non-embriogenik memiliki struktur kalus lunak, berair, berwarna kecoklatan serta tidak mengalami proses perkembangan fase embriogenesis somatik (stagnan) (Sholeha *et al.*, 2015).

Kalus yang remah dapat diperoleh dengan cara melakukan sub kultur berulang-ulang dengan media padat. Pembentukan kalus dipengaruhi oleh zat-zat tertentu dalam media seperti zat pengatur tumbuh (Rahayu *et al.*, 2003). Sub-kultur pada media padat lebih mudah dilakukan dengan meletakkan kalus yang terbentuk didalam cawan petri, lalu memotongnya menjadi bagian-bagian kecil lagi menggunakan skalpel dan pinset. Setelah itu, segera dimasukkan kembali ke dalam wadah baru yang berisi media dengan komposisi bahan kimia sama seperti media lama, lalu ditutup dan diinkubasi kembali. Semua pekerjaan sub-kultur harus dilakukan secara aseptik dalam kondisi steril (Hendaryono dan Wijayani, 1994).

2.4 Media MS (Murashige and Skoog)

Pertumbuhan organ vegetatif dipengaruhi oleh aktivitas auksin dan nitrogen dalam media, dan sumber nitrogen organik paling tinggi terdapat pada media MS dibandingkan dengan media lainnya. (Mahadi *et al.*, 2016). Media untuk induksi kalus yang paling banyak digunakan adalah media MS. Setiap eksplan dari suatu komoditas tanaman mempunyai kecocokan terhadap suatu media untuk mampu tumbuh menjadi kalus. Dari hasil-hasil penelitian terbukti bahwa media MS adalah yang paling digemari, karena dapat digunakan untuk tanaman apa saja (Hendaryono dan Wijayani, 1994).

Kalus akan tumbuh pada eksplan di media padat, sedangkan pada eksplan di media cair akan tumbuh PLB (*Protocorm Like Bodies*) atau protokormus (Hendaryono dan Wijayani, 1994). Bahan pematat media yang sering digunakan adalah agar, gelatin, atau agarosa murni. Agar adalah agen pematat yang paling populer dan biasanya ditambahkan sebanyak 2-10 gr/liter. Satu keuntungan menggunakan agar sebagai bahan pematat media adalah bahwa ketika dikombinasikan dengan air maka akan membentuk gel yang akan mencair pada suhu 100°C dan akan memadat pada suhu sekitar 45°C. Hal ini menyebabkan gel yang terbentuk bersifat padat dan stabil pada kebanyakan suhu inkubasi. Selain itu, gel agar tidak bereaksi dengan komposisi media dan tidak dicerna oleh enzim tanaman. Tingkat kepadatan gel dipengaruhi oleh pH media serta konsentrasi dan jenis agar yang ditambahkan di dalam media kultur (Mastuti, 2017).

2.5 Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh

Pemberian hormon eksogen akan menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan sintesa protein dan permeabilitas sel terhadap air, serta melunakkan dinding sel yang diikuti dengan menurunnya tekanan dinding sel sehingga air dapat masuk ke dalam sel dan sel akan membesar dan memanjang (Sitinjak, *et al.*, 2006). Auksin berpengaruh kuat terhadap proses pertumbuhan sel, pengasaman dinding sel, inisiasi pembelahan sel, dan pembentukan kalus atau pertumbuhan akar dari jaringan meristem serta meningkatkan diferensiasi vaskular (Gaspar, *et al.*, 1996). Menurut Samudin (2009), menyatakan bahwa dalam aktivitas kultur

jaringan, terutama hormon auksin sangat dikenal sebagai hormon yang mampu berperan menginduksi terjadinya kalus. Pada konsentrasi rendah akan memacu akar adventif, sedangkan pada konsentrasi tinggi mendorong terbentuknya kalus. Auksin mempunyai peran ganda tergantung pada struktur kimia, konsentrasi, dan jaringan tanaman yang diberi perlakuan.

Penggunaan zat pengatur tumbuh dalam kultur jaringan tergantung pada jenis tanaman yang digunakan serta tujuan kegiatan. Pembentukan tunas umumnya menggunakan zat pengatur tumbuh sitokinin (BA atau kinetin), untuk pembentukan kalus menggunakan auksin 2,4-D dan untuk pembentukan akar menggunakan auksin (IAA, IBA, atau NAA). Pembentukan kalus embriogenik dan struktur embrio somatik seringkali dipacu dengan auksin dalam konsentrasi yang relatif tinggi (Lestari, 2011). Pada umumnya untuk menginduksi pembentukan kalus, kultur suspensi, dan akar, yaitu dengan memacu pemanjangan dan pembelahan sel di dalam jaringan kambium menggunakan auksin (Pierik, 1997). Penambahan auksin misalnya NAA atau 2,4-D cenderung menyebabkan terjadinya pertumbuhan kalus dari eksplan dan menghambat regenerasi pucuk tanaman (Wetherell, 1982). Menurut Mahadi *et al.*, (2014), konsentrasi yang rendah <5 mg/l hormon 2,4-D pada tanaman dikotil dapat merangsang induksi kalus.

ZPT 2,4-D merupakan golongan auksin sintesis yang mempunyai sifat lebih stabil daripada IAA, karena tidak terurai oleh enzim-enzim yang dikeluarkan oleh sel atau oleh pemanasan pada proses sterilisasi (Hendaryono dan Wijayani, 1994). Penambahan 2,4-D dalam media ternyata efektif untuk meningkatkan laju pertumbuhan kalus. Semakin tinggi konsentrasi 2,4-D yang ditambahkan semakin meningkatkan laju pertumbuhan kalus (Mahadi *et al.*, 2016). Semakin tinggi konsentrasi 2,4-D yang digunakan, induksi kalus semakin cepat terjadi karena 2,4-D lebih mudah berdifusi ke dalam jaringan tanaman akibat adanya luka irisan sehingga 2,4-D yang ditambahkan akan membantu auksin endogen untuk menstimulasi atau merangsang pembelahan sel terutama sel disekitar area luka (Yelnititis, 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Waryastuti *et al.*, (2017), perlakuan 2,4-D 2,5 ppm, 2 ppm, 1,5 ppm, 1 ppm, 0,5 ppm maupun 0 ppm tanpa disertai dengan pemberian BAP menghasilkan bobot segar kalus yang lebih banyak dibandingkan dengan kombinasi perlakuan 2,4-D yang disertai penambahan BAP sebanyak 0,15 ppm maupun 0,3 ppm. Perlakuan 2,4-D 2 ppm + BAP 0 ppm menghasilkan kalus yang banyak yaitu 26,18 mg dan persentase kalus yang tinggi yaitu 100%. Media MS dengan penambahan 2,4-D tanpa BAP mampu membentuk kalus yang remah dan embriogenik.

2.6 Petunjuk Praktikum

Menurut Rustaman (2003) petunjuk praktikum merupakan sebagian sarana yang diperlukan agar kegiatan belajar mengajar di laboratorium berjalan dengan lancar, tujuan utama pembelajaran dapat tercapai, memperkecil risiko kecelakaan yang mungkin terjadi. Penuntun praktikum adalah pedoman pelaksanaan praktikum yang berisi tata cara persiapan, pelaksanaan, analisis data dan pelaporan yang disusun oleh seseorang atau kelompok staf pengajar yang menangani praktikum tersebut dan mengikuti kaidah tulisan ilmiah (Nurussaniah dan Nurhayati, 2016).

Validitas isi/konten buku petunjuk praktikum merupakan ukuran validitas yang menggambarkan bahwa komponen-komponen buku petunjuk praktikum yang dibuat telah didasarkan pada landasan teori dalam pengembangan buku petunjuk praktikum berdasarkan penilaian ahli. Validitas desain/konstruksi buku petunjuk praktikum adalah ukuran kevaliditasan yang menggambarkan bahwa semua komponen-komponen dari buku petunjuk praktikum yang dibuat secara konsisten saling berhubungan satu sama lain (Nieveen, 2007). Arifin (1995) menyebutkan komponen-komponen yang harus ada dalam petunjuk praktikum adalah sebagai berikut:

1. Judul Praktikum

Judul harus singkat serta menggambarkan secara umum kegiatan praktikum yang dilakukan meliputi nama atau identitas yang diberikan

kepada setiap jenis praktikum dan dapat disesuaikan dengan materi praktikum.

2. Tujuan Praktikum

Tujuan yang tercantum menggambarkan apa yang akan dilakukan, diuji, dibuktikan, atau dipelajari selama kegiatan praktikum berlangsung.

3. Dasar Teori

Dasar teori berisikan materi yang berkaitan dengan kegiatan praktikum dan dijadikan acuan dalam kegiatan praktikum. Materi tersebut diharapkan dapat menambah informasi yang tidak tercantum di buku utama pedoman ajar. Dasar teori tertulis secara ringkas, jelas, komprehensif, eksplisit, menarik dan menantang, serta mempermudah praktikan dalam melakukan praktikum dan mencapai tujuan praktikum.

4. Alat dan bahan

Komponen ini berisikan daftar alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan praktikum. Bila diperlukan dapat menyajikan gambar yang menunjukkan seperti alat dan bahan tersebut digunakan.

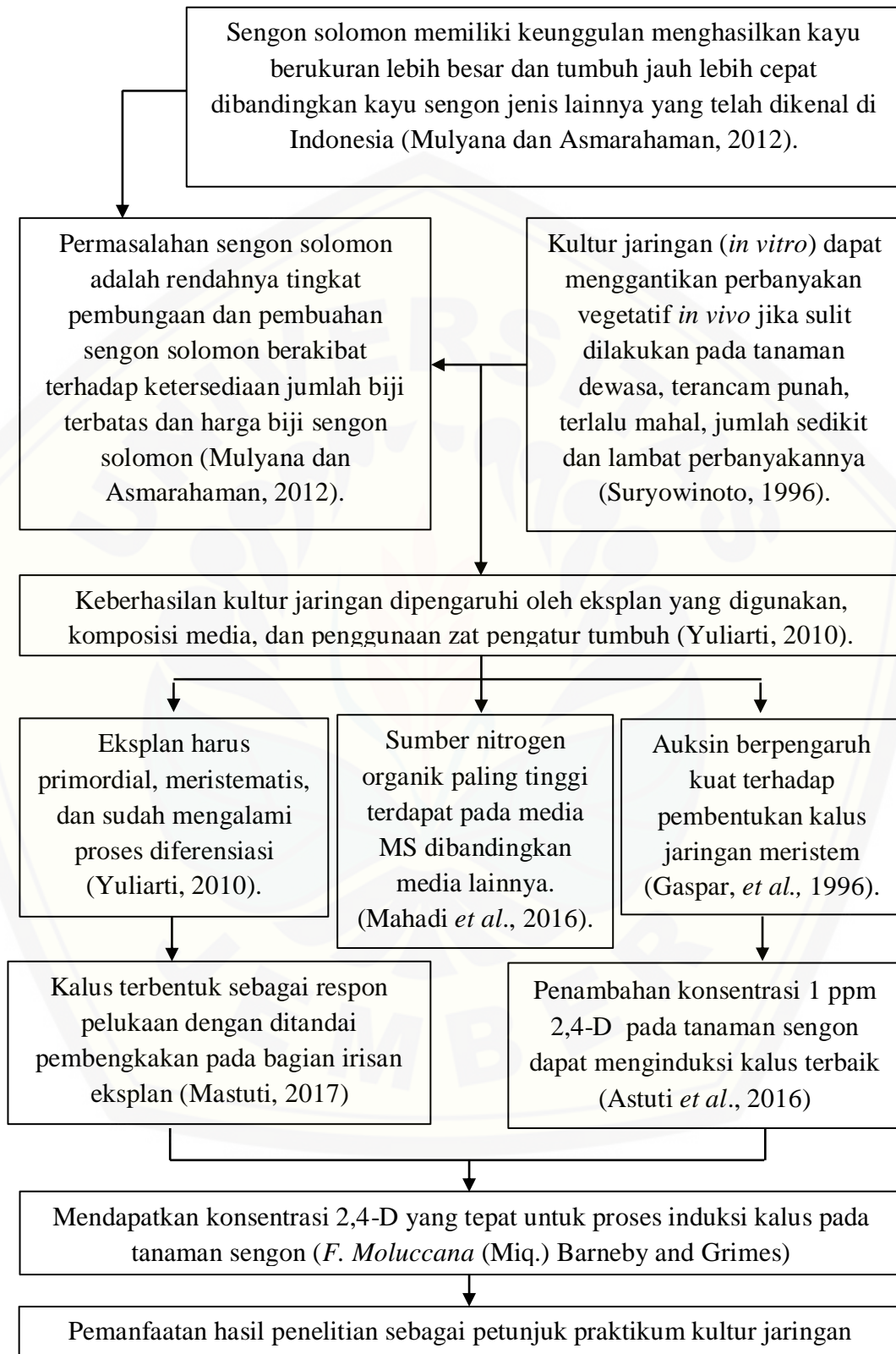
5. Cara Kerja

Komponen ini berisikan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan kegiatan praktikum. Cara kerja dapat berupa uraian ataupun poin-poin maupun skematis.

6. Pertanyaan

Suatu petunjuk praktikum juga harus terdapat pertanyaan menguji kemampuan praktikan setelah kegiatan praktikum dilakukan, sehingga dapat mengetahui pemahaman praktikan terhadap materi yang dipraktikumkan.

2.7 Kerangka Berpikir



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

2.8 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah, maka hipotesis dari penelitian ini adalah :

- a. Pemberian ZPT 2,4-D berpengaruh terhadap induksi kalus pada sengon solomon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes).
- b. Ada konsentrasi 2,4-D yang dapat memberikan pengaruh optimum terhadap induksi kalus pada sengon solomon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes).
- c. Hasil penelitian tentang “Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)” layak dijadikan sebagai petunjuk praktikum.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian induksi kalus menggunakan 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid*) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes) dilaksanakan di Laboratorium Ekofisiologi Fakultas Pertanian Universitas Jember pada bulan Februari 2019 sampai Juni 2019.

3.2 Variabel Penelitian

- Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi konsentrasi 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid*) yang terdiri atas 6 taraf perlakuan yaitu 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm, dan 2,5 ppm.
- Variabel terikat pada penelitian ini adalah kedinian muncul kalus, presentase jumlah kalus, warna dan tekstur kalus yang terbentuk.
- Variabel kontrol pada penelitian ini adalah eksplan, cawan petri, media MS, suhu dan pH media

3.3 Definisi Operasional

- 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid*) adalah zat pengatur tumbuh sintetik yang termasuk golongan auksin. Dalam penelitian ini, konsentrasi 2,4-D yang digunakan terdiri atas 6 taraf yaitu 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm dan 2,5 ppm.
- Media yang digunakan adalah Media MS dengan sukrosa, dan agar-agar. Volume media MS yang dibuat untuk 1 cawan Petri adalah 25 ml dengan pH medianya kisaran 5,8 – 6,0.

3.4 Populasi dan Sampel

Sampel yang digunakan adalah sengon solomon F1 (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby dan Grimes) yang kemudian dikecambahkan secara *in vitro*. Setelah tumbuh diambil batang dan petiolnya untuk dijadikan eksplan tanam. Jumlah eksplan yang digunakan sebagai sampel adalah 5 eksplan setiap perlakuan

satu kali ulangan. Jadi, eksplan yang dibutuhkan sebagai sampel untuk 6 perlakuan dengan 3 ulangan yaitu 90 eksplan.

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

3.5.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Timbangan analitik, *hot plate*, *magnetic stirrer*, pH meter digital, kompor, pipet volume, gelas ukur, autoklaf, erlenmeyer, cawan petri, botol kultur, skalpel, pinset, spatula, gunting eksplan, bunsen, kamera, labu ukur, botol semprot, oven, inkubator, *Laminar Air Flow* (LAF).

3.5.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Tanaman steril Sengon, media MS, ZPT 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid*) 100 ppm, spirtus, larutan HCL, larutan NaOH, aquades steril, alkohol 70% dan 96%, sunlight cair, pemutih-desinfektan komersial, *aluminium foil*, *plastic wrap*, kertas label, plastik, kertas kayu, dan tissue.

3.6 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yakni variasi konsentrasi 2,4-D. Variasi konsentrasi 2,4-D terdiri atas 6 taraf perlakuan yaitu 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm; 1,5 ppm, 2 ppm dan 2,5 ppm dengan 3 kali pengulangan pada setiap perlakuan.

Tabel 3.1 Rancangan penelitian

Perlakuan	Ulangan		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
A0	A0.U1	A0.U2	A0.U3
A1	A1.U1	A1.U2	A1.U3
A2	A2.U1	A2.U2	A2.U3
A3	A3.U1	A3.U2	A3.U3
A4	A4.U1	A4.U2	A4.U3
A5	A5.U1	A5.U2	A5.U3

Keterangan :

- U : Ulangan
P0 : Konsentrasi 2,4-D 0 ppm
P1 : Konsentrasi 2,4-D 0,5 ppm
P2 : Konsentrasi 2,4-D 1 ppm
P3 : Konsentrasi 2,4-D 1,5 ppm
P4 : Konsentrasi 2,4-D 2 ppm
P5 : Konsentrasi 2,4-D 2,5 ppm

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Sterilisasi alat

- Membungkus alat dan cawan petri terlebih dahulu dengan plastik bening. Gelas ukur, gelas kimia dan erlenmeyer ditutup dengan *aluminium foil* pada bagian atasnya.
- Mensterilisasi semua peralatan tersebut dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 17,5 psi selama 30-60 menit.
- Setelah disterilisasi menggunakan autoklaf, menyimpan alat-alat tersebut di oven.

3.7.2 Pembuatan media tahap perkecambahan

Jenis media yang akan digunakan untuk induksi kalus pada daun sengon adalah media MS (Murashige and Skoog) tanpa penambahan zat pengatur tumbuh. Komposisi dasar untuk pembuatan media yang tersedia di laboratorium kultur jaringan sudah berupa larutan stok. Komposisi media dasar MS beserta keterangan komposisi larutan stok dapat dilihat pada lampiran hal 65.

Pembuatan media MS 0 yang dibutuhkan untuk 20 botol kultur adalah 500 ml yang mana setiap botol diisi 25 ml. Pembuatan media MS 0 untuk 500 ml diperlukan 10 ml larutan stok A dan B, 5 ml larutan C dan D, 2,5 ml larutan stok E dan F, 5 ml myoinositol, 0,5 ml larutan vitamin, sukrosa 15 gram. Media yang digunakan adalah media padat, sehingga ditambahkan agar-agar sebanyak 4 gram untuk 500 ml. Berikut adalah langkah kerjanya:

- Memasukkan semua larutan tersebut sesuai takaran yang dibutuhkan kedalam gelas kimia bervolume 1000 ml (sisakan agar-agar) lalu menambahkan aquades steril sesuai kebutuhan.

- Menghomogenkan larutan dengan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer*.
- Mengukur pH menggunakan pH meter digital. (Sel-sel tanaman yang ditumbuhkan secara *in vitro* mempunyai toleransi pH yang relatif sempit dengan titik optimum antara pH 5,0-6,0. Mengetahui pH di dalam suatu larutan sangat penting dalam pekerjaan *in vitro*, karena kondisi tersebut menentukan kelarutan ketersediaan dari ion-ion mineral dan juga menentukan kemampuan membentuk gel dari agar (Wetherell, 1982)).
- Memasak larutan tersebut di kompor lalu menambahkan agar-agar sambil diaduk-aduk sampai mendidih.
- Menuang media ke dalam botol kultur dengan takaran yang sama lalu tutup. Setelah itu, media tersebut disterilisasi menggunakan autoklaf.

3.7.3 Perkecambahan biji

- Mensterilkan ruang tanam (*Laminar Air Flow (LAF) cabinet*) terlebih dahulu sebelum menggunakan ruang tanam,.
- Sebelum melakukan sterilisasi, membersihkan dengan alkohol 70% secara merata. Alat-alat dan bahan yang akan digunakan (kecuali media dan eksplan yang akan digunakan) untuk proses sterilisasi dan penanaman eksplan disterilisasi dengan sinar UV terlebih dahulu di dalam LAF.
- Sebelum dimasukkan kedalam LAF, menyemprot alat-alat dan bahan yang akan digunakan dengan alkohol 70% secara merata.
- Melakukan sterilisasi ruang tanam dengan sinar UV selama ± 30 menit.
- Biji yang akan dikecambahkan, merendamnya dengan deterjen sambil digojok selama 10 menit.
- Membilas biji sampai bersih.
- Merendam dengan air panas selama 18 jam.
- Merendam kedalam botol steril berisikan aquades steril. (Proses sterilisasi dilanjutkan di LAF Cabinet)

- Memindahkan benih ke dalam botol yang terdapat alkohol 70%, lalu merendam selama 1 menit.
- Membilas dengan aquades steril sampai bersih.
- Melakukan perendaman dengan kloroks 20% selama 10 menit lalu membilasnya dengan aquades steril sebanyak 3 kali atau sampai bersih.
- Setelah melakukan sterilisasi, selanjutnya mengeringanginkan.
- Menanam secara aseptik ke dalam media yang sudah disediakan lalu dibalut dengan *plastic wrap*.
- Menginkubasi di rak kultur dengan kondisi tidak terkena cahaya selama tiga hari atau sampai berkecambah. Setelah itu, dipindahkan ke tempat yang terkena cahaya terang.

3.7.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan setiap hari selama masa pemeliharaan meliputi menjaga kebersihan ruang kultur, pengaturan suhu dan cahaya ruang, penyemprotan dengan alkohol 70%, mengambil botol kultur yang terkontaminasi dari ruang kultur.

3.7.5 Pembuatan media tahap induksi kalus

Jenis media yang akan digunakan untuk induksi kalus pada daun sengon adalah media MS dengan penambahan zat pengatur tumbuh. Bahan media MS yang digunakan adalah MS basal yang takaran penggunaannya 4,43 gram untuk pembuatan 1000 ml media. Sedangkan, yang dibutuhkan untuk media 24 cawan petri adalah 600 ml (setiap cawan berisi 25 ml media MS). Sehingga, membutuhkan 2,6 gram MS basal, sukrosa 18 gram, dan agar-agar 4,8 gram. Berikut langkah kerjanya :

- Memasukkan semua larutan tersebut sesuai takaran yang dibutuhkan (kecuali agar-agar).
- Menambahkan aquades steril sesuai kebutuhan.
- Menghomogenkan dengan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer*.
- Mengukur pH menggunakan pH meter kisaran 5,8-6,0. Membagi larutan ke dalam 6 botol secara merata.

- Menambahkan ZPT 2,4-D sesuai perhitungan volume konsentrasi yang diperlukan.
- Menambahkan agar-agar lalu ditutup rapat dengan *aluminium foil*.
- Mensterilisasi media yang sudah dibuat menggunakan autoklaf beserta alat-alat yang akan digunakan untuk menanam eksplan.
- Setelah autoklaf selesai, membawa media tanam ke *Laminar Air Flow (LAF) Cabinet*.
- Menuang media secara aseptik ke cawan petri yang sudah disterilisasi menggunakan sinar UV LAF.
- Mendinginkan beberapa menit sampai media benar-benar memadat.
- Melapisi tutup dengan *plastic wrap* lalu memberi label pada cawan petri,
- Menyimpan dalam ruangan rak kultur minimal 3 hari untuk mengetahui kesterilan media.

3.7.6 Penanaman Eksplan tahap induksi kalus

- Mengambil bagian batang dan petiolnya dari hasil perkecambahan sengan secara *in vitro* untuk dijadikan eksplan tanam.
- Melakukan penanaman eksplan di LAF Cabinet yang dilakukan secara aseptis.
- Mengambil tanaman sengan *in vitro* dengan pinset dan memotongnya sampai pangkal batang.
- Memisahkan daun-daun majemuknya menyisakan batang dan petiolnya saja lalu potong dengan gunting menjadi beberapa bagian.
- Menanam eksplan pada media dengan pinset dengan jumlah 5 eksplan pada tiap cawan petri.
- Melindungi dengan melapisinya *plastic wrap*.
- Menyimpan di ruang kultur dengan suhu yang dibutuhkan dalam kondisi gelap.

3.7.7 Pemeliharaan Eksplan

Pemeliharaan eksplan yang harus dilakukan secara rutin meliputi pengecekan kontaminasi, penyemprotan dengan alkohol 70% secara merata pada semua cawan petri dan sekitarnya untuk meminimalisir terjadinya kontaminasi. Selain itu, perlu juga dilakukan subkultur apabila eksplan yang sudah terbentuk kalus terkontaminasi sedangkan eksplan lainnya masih aman dan berada dalam satu cawan. Eksplan yang tidak terkontaminasi tersebut dipindahkan ke media dengan perlakuan yang sama seperti sebelumnya. Tujuannya untuk mencegah eksplan lainnya agar tidak terkontaminasi dan kalus yang terbentuk tetap tumbuh dan berkembang.

3.8 Parameter pengamatan

3.8.1 Kedinian muncul kalus

Pengamatan ini ditentukan berdasarkan perhitungan jumlah hari yang dibutuhkan eksplan untuk membentuk kalus. Pengamatan parameter ini dilakukan setiap hari. Data yang diperoleh berupa jumlah hari kedinian muncul kalus pada eksplan yang dinyatakan dalam HST (Hari Setelah Tanam).

3.8.2 Persentase Jumlah kalus

Jumlah kalus ditentukan berdasarkan perhitungan jumlah eksplan yang membentuk eksplan. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan presentase jumlah kalus menurut Li, *et al* (2017) :

$$\text{Induksi Kalus} = \frac{\text{Jumlah Kalus}}{\text{Jumlah Benih}} \times 100\%$$

Pengamatan parameter ini dilakukan pada akhir pengamatan dan dinyatakan dalam satuan persen (%).

3.8.3 Tekstur Kalus

Tekstur kalus merupakan salah satu penanda yang dipergunakan untuk menilai kualitas suatu kalus. Tekstur kalus dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu: kompak (non friable), intermediet, dan remah (friable) (Mahadi *et al.*, 2016). Ukuran kualitas tekstur kalus yang digunakan pada pengamatan ini hanya

ada 2 yaitu kompak (non friable) dan remah (friable) yang dilakukan pada akhir pengamatan yang diamati secara visual.

3.8.4 Warna Kalus

Warna kalus diamati pada akhir pengamatan secara langsung yang diukur berdasarkan buku pedoman warna kalus yaitu *Munsell Color Charts for Plant Tissue Culture* (1977). Kriteria pengukuran didasarkan pada kecocokan warna kalus dengan warna yang ada dibuku pedoman. Penulisannya disimbolkan dengan H Value/Chrome. H (Hue) merupakan warna dasar, yang meliputi warna biru (B), hijau (G), kuning (Y), merah (R), dan ungu (P). Value adalah notasi untuk menggambarkan derajat kecerahan dari warna dasar. Notasi Chroma mengindikasikan kekuatan warna dasar pada value yang sama.

3.9 Petunjuk Praktikum

3.9.1 Tahap Pembuatan Petunjuk Praktikum

Buku petunjuk praktikum ditujukan untuk peserta didik SMK/MAK Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi dengan kompetensi keahlian Pemuliaan dan Pembenihan Tanaman. Komponen petunjuk praktikum meliputi Kompetensi Dasar, Tujuan, Dasar Teori, Alat dan Bahan, Prosedur Persetujuan serta Tugas. Petunjuk praktikum dicetak ukuran A5 dan berwarna. Materi praktikum yang dicantumkan dalam petunjuk praktikum adalah hasil penelitian tentang pengaruh 2,4-D terhadap induksi kalus pada tanaman sengon.

3.9.2 Tahap Uji Validasi Atau Kelayakan Buku

Setelah menyusun dan mencetak buku petunjuk praktikum, maka dilakukan uji validasi meliputi uji validasi materi dan uji validasi media (desain). Uji validasi bertujuan untuk mengetahui kelayakan buku petunjuk praktikum berdasarkan penilaian validator ahli materi dan ahli media. Data yang diperoleh dari hasil validasi dikonversi menjadi data kuantitatif. Data kuantitatif menggunakan 4 tingkatan penilaian, dengan kriteri sebagai berikut:

- a. Sangat Baik maka memperoleh skor 4
- b. Baik maka memperoleh skor 3

- c. Cukup maka memperoleh skor 2
- d. Kurang maka memperoleh skor 1

Kemudian dijumlah dan dirata-rata lalu diukur tingkat kevalidan yang digunakan oleh Prayitno (2017) sebagai berikut :

$$P = \frac{\Sigma x}{\Sigma x1} \times 100\%$$

Keterangan :

- P = Nilai kevalidan dalam bentuk persentase
- Σx = Nilai skor yang diperoleh
- $\Sigma x1$ = Nilai skor ideal
- 100% = konstanta

Tahap selanjutnya, data persentase diubah menjadi data kuantitatif deskriptif dengan menggunakan kriteria validasi seperti berikut ini:

Tabel 3.2 Kriteria Kevalidan Petunjuk Praktikum

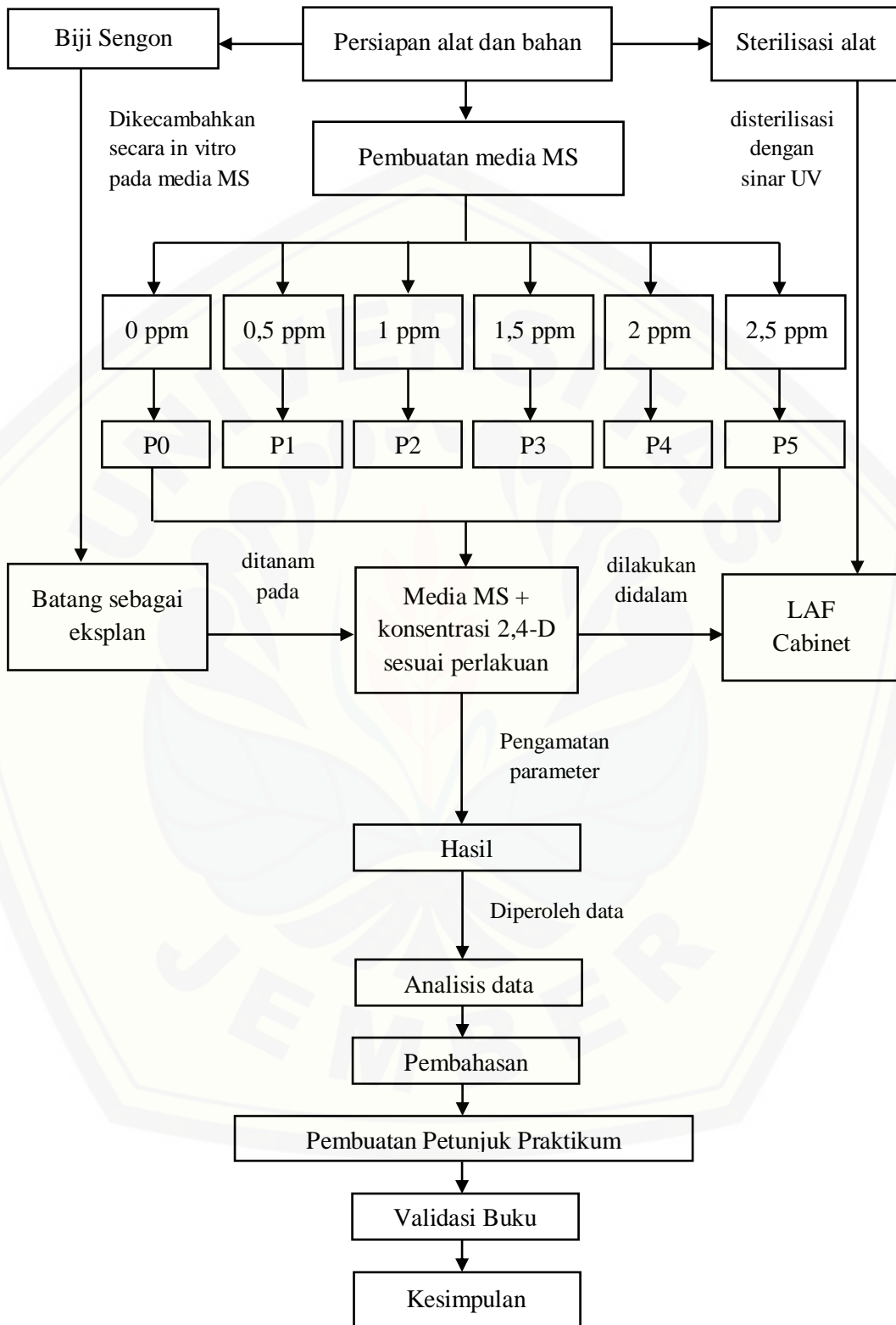
Persentase Kevalidan (K)	Kriteria Kevalidan	Keterangan
$80 < K \leq 100$	Sangat Valid	Tidak Revisi
$60 < K \leq 80$	Valid	Tidak Revisi
$40 < K \leq 60$	Cukup Valid	Tidak Revisi
$21 < K \leq 40$	Kurang Valid	Revisi
$K \leq 21$	Tidak Valid	Revisi

(Arikunto,2016)

3.10 Analisis Data

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor tunggal yaitu variasi konsentrasi 2,4-D. Data yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan 2,4-D terhadap pembentukan kalus. Apabila terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan-perlakuan tersebut, maka analisis akan dilanjutkan dengan uji lanjutan yaitu uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf kepercayaan 95%. Uji DMRT dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang memiliki pengaruh terbaik pada hasil penelitian ini.

3.11 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- a. Penambahan 2,4-D berpengaruh sangat nyata terhadap kedinian muncul kalus dan persentase jumlah eksplan yang membentuk kalus. Hal tersebut didukung juga, bahwa eksplan yang ditanam pada media MS tanpa penambahan 2,4-D (A0 atau 0 ppm), tidak merespon untuk membentuk kalus.
- b. Pemberian 2,4-D konsentrasi 1 ppm memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan hasil konsentrasi lainnya berdasarkan semua variabel pengamatan baik dari segi kuantitas maupun kualitas.
- c. Buku petunjuk praktikum kultur jaringan dinilai layak untuk dijadikan petunjuk praktikum bagi peserta didik SMK/MAK berdasarkan validasi oleh validator.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjut mengenai regenerasi untuk mengetahui perkembangan kalus menjadi planlet melalui metode embriogenesis somatik. Perlu juga dilakukan penelitian lanjut menggunakan variasi konsentrasi 2,4-D diatas 2,5 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, I., B. Dendang Dan N. E. Lelana. 2010. Pengendalian Penyakit Karat Tumor (*Uromycladium Tepperianum* (Sacc.) Mc. Alpin) pada Sengon ((Miq.) Barneby dan J.W. Grimes) di Panjalu Kabupaten Ciamis Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 7(5): 273-278.
- Arifin, M. 1995. *Pengembangan Progreem Pengejaran Bidang Studi Kimia*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Arikunto, S. 2016. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Astuti, P., W. Kustiawan, Sukartiningsih, dan A. Ruchaemi. 2010. Tolerance Planlets *Falcataria Moluccana* On Alumunium *In vitro*. *International Journal of Scientific and Technology Research*. 5(9): 99-105.
- Baskorowati, Liliana. 2014. *Budidaya Sengon Unggul (Falcataria moluccana) untuk Pengembangan Hutan Rakyat*. Bogor : IPB Press
- Daud, N. H., Shashita J., and Rozi M. 2012. An Improved Surface Sterilization Technique for Introducing Leaf, Nodal and Seed Explants of *Aquilaria Malccensis* From Field Sources into Tissue Culture. *Jurnal Molecular Biology Biotechnology*. 20(2): 55-58.
- Fadilah, R., E. Ratnasari, dan Isnawati. 2014. Induksi dan Pertumbuhan Kalus Daun Tin (*Ficus carica*) dengan Penambahan Berbagai Kombinasi Konsentrasi IBA dan Kinetin pada Media MS secara *In vitro*. *Lentera Bio*. 3(3): 141-146.
- Gaspar, T., C. Kevers, C. Penel, H. Greppin, D. M. Reid, And T. A. Thorpe. Plant Hormones and Plants Growth Regulators In Plant Tissue Culture. *Society for In vitro Biology*. 32: 272-289.
- Goerge, E. F., M. A. Hall, and G.J.D. Klerk. 2008. *Plant Propagation by Tissue Culture 3rd Edition Volume. 1 The Background*. Netherland : Springer.
- Gunawan, L. W. 1987. *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Bogor : Pusat Antar Universitas (PAU) Bioteknologi IPB.
- Hartman HT, Kester DE, Davies FT (1990) *Plant Propagation And Practices*. New Jersey : Prentice Hall International Inc.
- Hendaryono, D.P.S. dan A. Wijayani. 1994. *Teknik Kultur Jaringan : Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakkan Tanaman secara Vegetatif-Modern*. Yogyakarta : Kanisius

- Hidayat, J., Irianto, D. and Ochsner. P. 2003. *Paraserianthes Falcataria* (L.) Nielsen. *Seed Leaflet Indonesia Forest Seed Project*. 81: 1-2.
- Hudha, A. M., Husamah, dan Hadi. S. (2011). Pendampingan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Laboratorium untuk Menunjang Pelaksanaan bagi Guru IPA Biologi SMP Muhammadiyah Malang. *Jurnal Dedikasi*. 8: 43-51.
- Indah, P. N., dan D. Ernavitalini. 2013. Induksi Kalus Daun Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada Beberapa Kombinasi Konsentrasi 6-Benzylaminopurine (BAP) dan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(1): 1-6.
- ITIS. 2019. *Taxonomy Hierarchy of Falcataria moluccana*. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=565183#null (diakses pada tanggal 2 Januari 2019).
- Kartika, L., P. K. Atmodjo, L. M. E. Purwijantiningasih. 2014. Kecepatan Induksi Kalus dan Kandungan Eugenol Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz and Pav.) yang Diperlakukan Menggunakan Variasi Jenis dan Konsentrasi Auksin. *E-journal UAJY*. 1(1): 1-15.
- Krisnawati, H., E. Varis, M. Kallio, Dan M. Kanninen. 2011. *Paraserianthes Falcataria* (L.) Nielsen : Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas. Bogor Barat: Center For International Forestry Research (CIFOR).
- Lestari, E. G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh Dalam Perbanyakkan Tanaman Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Agrobiogen*. 7(1):63-68
- Li, G., Wang, L., Liu, Y., Li, Y., Yang, X., Zhan, Q., Zheng, J., and Li, J. 2017. Construction of an Efficient Tissue Culture System for Sorghum Using Mature Embryos. *Pak. J. Bot*, 49(3): 995-1000.
- Mahadi, I., D.W. Syafi'i, dan Y. Sari. 2016. Induksi Kalus Jeruk Kasturi (*Citrus Microcarpa*) Menggunakan Hormon 2,4-D Dan Bap Dengan Metode *In vitro*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 21 (2): 84-89.
- Mahadi, I., D.W. Syafi'i, dan Y. Sari. 2016. Pengaruh Pemberian Hormon 2,4-D Dan Bap Terhadap Pertumbuhan Kalus Jeruk Kasturi (*Citrus Microcarpa*). *Jurnal Biogenesis* Vol. 12 (2): 99 – 104.
- Mastuti, R. 2017. *Dasar-dasar Kultur Jaringan Tumbuhan*. Malang : UB Press.
- Mulyana, D. dan C. Asmarahman. 2012. *Untung Besar dari Bertanam Sengon*. Jakarta Selatan : PT AgroMedia Pustaka

- Mulyana, D., C. Asmarahman dan I. Fahmi. 2012. *Petunjuk Praktis Pembibitan Jabon dan Sengon*. Jakarta Selatan : PT AgroMedia Pustaka
- Nieveen, N. 2007. *An Intruction to Educational*. Natherland: SLO. Pajares,
- Nurussaniah & Nurhayati. 2016. Pengembangan Penuntun Praktikum Fisika Dasar Berbasis Guided Inquiry untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. 5: 63-68.
- Pierik, R.L.M. 1997. *In vitro Culture Of Higher Plants*. Boston : Martinus Nijhoff Publisher.
- Prayitno, T. A. 2017. Pengembangan Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi. *Jurnal Biota*. 3(1): 31-37.
- Purnamaningsih, R. 2002. Regenerasi Tanaman Melalui Embriogenesis Somatik dan Beberapa Gen yang Mengendalikannya. *Buletin Agro Biologi*. 5: 51-58.
- Qosim, W. A. 2006. Studi Iradiasi Sinar Gamma pada Kultur Kalus Nodular Manggis untuk Meningkatkan Keragaman Genetik dan Morfologi Regeneran. *Disertasi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Rahayu, B., Solichatun, E. Anggarwulan. 2003. Pengaruh Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) Terhadap Pembentukan Dan Pertumbuhan Kalus Serta Kandungan Flavonoid Kultur Kalus *Acalypha Indica* L. *Jurnal Biofarmasi*. 1 (1): 1-6.
- Samudin, S. 2009. Pengaruh Kombinasi Auksin-Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Buah Naga. *Media Litbang Sulawesi Tengah*. 2 (1) : 62 – 66.
- Setiadi, D., L. Baskorowati, dan M. Susanto. 2014. Pertumbuhan Sengon Solomon Dan Responnya Terhadap Penyakit Karat Tumor Di Bondowoso, Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. 8 (2): 121-136.
- Sholeha, W., B. Sugiharto, D. Setyati, P. Dewanti. 2015. Induksi Embriogenesis Somatik Menggunakan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) Dan Kinetin Pada Eksplan Gulungan Daun Muda Tanaman Tebu. *Jurnal Ilmu Dasar*. 16 (1): 17-22.
- Sitinjak, R.R. O. Rostiana, Karyono dan T. Supriatun. 2006. Pengaruh 2,4-D Dan Ba Terhadap induksikalus Embriogenik Pada Kultur Meristem Jahe (*Zingiber Officinale* Rose.). *Berita Biologi*. 8 (2): 115-120.
- Soerianegara, I. And R.H.M.J. Lemmens. 1993. *Plant Resources Of South-East Asia*. Wageningen: Pudoc Scientific Publishers.

- Sumarno, Agus dan Tim Redaksi Ketik Buku. 2012. *Sengon dan Jabon Kayu Super Cepat*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Suryowinoto, Moeso. 1996. *Pemuliaan Tanaman Secara In vitro*. Yogyakarta : Kanisius.
- Tonga, I. B., E. B. M. Siregar, dan N. Anna. 2012. Respon Eksplan Biji Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) Terhadap Pemberian 2,4-D Secara *In vitro*. *USU*, 1 (1): 16-21.
- Von Arnold, S., Sabala, I., Bozhkov P., Dyachok J., dan Filonova L., 2002. Developmental Pathways of Somatic Embryogenesis. *Plant Cell Tissue Organ Culture*. 69: 233-249.
- Waryastuti, D. E., L.Setyobudi dan T. Wardiyati. 2017. Pengaruh Tingkat Konsentrasi 2,4-D Dan Bap Pada Media Ms Terhadap Induksi Kalus Embriogenik Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(1): 140-149.
- Wattimena, G. A. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. Bogor : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Dirjen Pendidikan Tinggi. PAU Bioteknologi Bogor.
- Wetherell, D. F. 1982. *Introduction to In vitro Propagation*. New Jersey : Avery Publishing Group.
- Widiastoety, D. 2014. Pengaruh Auksin dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Planlet Angrek Mokara. *J. Hort.*, 24(3): 230-238
- Widyawati, G. 2010. Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA dan BAP terhadap Induksi Kalus Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Tesis*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Winata, L. 1988. *Teknik Kultur Jaringan*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Yelnititis. 2012. Pembentukan Kalus Remah Dari Eksplan Daun Ramin (*Gonystylus Bancanus* (Miq) Kurz.). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. 6 (3) : 181 – 194.
- Yuliarti, N. 2010. *Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga*. Yogyakarta : Lily Publisher.
- Zulkarnain, dan Lizawati. 2011. Proliferasi Kalus dari Eksplan Hipokotil dan Kotiledon Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) pada Pemberian 2,4-D. *JurnalNatur Indonesia*. 14(1): 19-25.

LAMPIRAN

Lampiran A. Matriks Penelitian

MATRIKS PENELITIAN

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metodologi Penelitian
Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (2,4- <i>Dichlorophenoxyacetic Acid</i>) pada Sengon (<i>Falcataria moluccana</i> (Miq.) Barneby And Grimes) dan Pemanfaatannya sebagai Petunjuk Praktikum Kultur Jaringan	Sengon mulai banyak dikembangkan sebagai hutan rakyat karena prospek penanaman sengon cukup baik. Semakin tingginya permintaan kayu menyebabkan permintaan benih sengon juga meningkat karena berkembang luasnya penanaman tanaman sengon untuk Hutan Tanaman Industri dan Hutan Rakyat (Baskorowati, 2014). Menurut Setiadi <i>et al.</i> , (2014), salah satu kriteria bibit sengon yang berkualitas baik adalah bebas penyakit. Sehingga, dapat diatasi melalui teknik kultur jaringan dengan keuntungan jumlah bibit yang dihasilkan lebih	d. Apakah 2,4-D berpengaruh terhadap induksi kalus pada tanaman sengon (<i>Falcataria moluccana</i> (Miq.) Barneby and Grimes)? e. Berapakah konsentrasi optimal 2,4-D untuk induksi kalus pada tanaman sengon (<i>Falcataria moluccana</i> (Miq.)	1. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi konsentrasi 2,4-D (2,4- <i>Dichlorophenoxyacetic Acid</i>) yang terdiri atas 6 taraf perlakuan yaitu 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm, dan 2,5 ppm. 2. Variabel	1. Variasi konsentrasi 2,4-D 2. Induksi kalus meliputi kedinian muncul kalus, persentase jumlah kalus, tekstur kalus dan warna kalus	1. Data primer berdasarkan hasil pengamatan Pengaruh 2,4-D (2,4- <i>Dichlorophenoxyacetic Acid</i>) terhadap induksi kalus Sengon (<i>Falcataria moluccana</i> (Miq.) Barneby And Grimes). 2. Data sekunder berdasarkan jurnal, buku,	1. Rancangan Acak Lengkap dengan 3 kali pengulangan 2. Serial konsentrasi yang digunakan adalah 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm, dan 2,5 ppm. 3. Analisis data menggunakan One Way Anova dengan derajat

	<p>banyak dengan waktu lebih cepat dan memiliki sifat identik dengan induknya. Selain itu kesehatan dan mutu bibit hasil kultur jaringan lebih terjamin dan aman (Mulyana <i>et al.</i>, 2012).</p> <p>Dalam budidaya kultur jaringan, induksi kalus salah satu langkah penting untuk mengalami diferensiasi. Proses induksi kalus sampai tahap diferensiasi berbeda-beda, tergantung jenis dan bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan, metode yang digunakan, serta ZPT yang ditambahkan. (Suryowinoto, 1996). Eksplan dari berbagai jenis sel misalnya eksplan akar, batang, dan daun yang dikultur pada media MS dengan perlakuan 2,4-D akan mengalami dediferensiasi membentuk kalus yang heterogen (Pierik, 1997).</p> <p>Masih belum ada</p>	<p>Barneby and Grimes)?</p> <p>f. Apakah hasil penelitian “Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (2,4-<i>Dichlorophen oxyacetic Acid</i>) Pada Sengon (<i>Falcataria Moluccana</i> (Miq.) Barneby and Grimes)” dapat dijadikan sebagai buku petunjuk praktikum?</p>	<p>terikat pada penelitian ini adalah kedinian muncul kalus, presentase jumlah kalus, warna dan tekstur kalus yang terbentuk.</p> <p>3. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah eksplan, cawan petri, media MS, suhu dan pH media</p>		<p>internet serta berbagai sumber lainnya yang mendukung lengkapnya informasi yang dibutuhkan.</p>	<p>kepercayaan 95% ($p < 0,05$). Jika ada pengaruh nyata maka dilanjutkan uji Duncan 5% ($p < 0,05$).</p>
--	---	---	---	--	--	---

	<p>hasil penelitian teknik kultur jaringan sengon yang dapat diketahui oleh masyarakat umum. Salah satu cara untuk menginformasikannya dapat dituangkan dalam bentuk buku petunjuk praktikum kultur jaringan untuk siswa. Menurut Purnamasari (2012), pembelajaran metode praktikum dibutuhkan petunjuk praktikum yang bertujuan menuntun siswa dalam melakukan praktikum dan membantu guru dalam mencapai tujuan pembelajaran. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian yang berjudul “Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid) Pada Sengon (<i>Falcataria Molluccana</i> (Miq.) Barneby and Grimes) dan Pemanfaatannya sebagai Petunjuk Praktikum Kultur Jaringan”.</p>					
--	--	--	--	--	--	--

Lampiran B. Data Hasil Pengamatan

1. Kedinian Munculnya Kalus (HST)

Ulangan	Perlakuan					
	A0 (0 ppm)	A1 (0,5 ppm)	A2 (1 ppm)	A3 (1,5 ppm)	A4 (2 ppm)	A5 (2,5 ppm)
U1	0	12	9	15	22	20
U2	0	10	13	15	18	17
U3	0	13	10	13	16	22
Total	0	35	32	43	56	59
Rata-rata	0,00	11,67	10,67	14,33	18,67	19,67

2. Persentase Jumlah Kalus (%)

Ulangan	Perlakuan					
	A0 (0 ppm)	A1 (0,5 ppm)	A2 (1 ppm)	A3 (1,5 ppm)	A4 (2 ppm)	A5 (2,5 ppm)
U1	0	60	60	40	20	40
U2	0	60	80	80	40	40
U3	0	40	80	60	40	60
Total	0	160	220	180	100	140
Rata-rata	0,00	53,33	73,33	60,00	33,33	46,67

Lampiran C. Hasil Analisis

1. Kedonian Muncul Kalus

1.a Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kedonian Muncul Kalus
N		18
Normal Parameters ^a	Mean	12.5000
	Std. Deviation	6.88776
Most Extreme Differences	Absolute	.140
	Positive	.132
	Negative	-.140
Kolmogorov-Smirnov Z		.594
Asymp. Sig. (2-tailed)		.872

1.b Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Kedonian Muncul Kalus

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.247	5	12	.116

1.c Uji Analisis Ragam (ANOVA)

ANOVA

Kedonian Muncul Kalus

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	759.167	5	151.833	38.493	.000
Within Groups	47.333	12	3.944		
Total	806.500	17			

1.d Uji Lanjut DMRT (Duncan Multiple Range Test)

Kedinian Muncul Kalus

Duncan

Konsentrasi 2,4-D	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0 ppm	3	.0000		
1 ppm	3		10.6667	
0,5 ppm	3		11.6667	
1,5 ppm	3		14.3333	
2 ppm	3			18.6667
2,5 ppm	3			19.6667
Sig.		1.000	.052	.549

2. Persentase Jumlah Kalus

2.a Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Persentase Jumlah Kalus
N		18
Normal Parameters ^a	Mean	44.4444
	Std. Deviation	26.17188
Most Extreme Differences	Absolute	.210
	Positive	.123
	Negative	-.210
Kolmogorov-Smirnov Z		.892
Asymp. Sig. (2-tailed)		.403

2.b Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Jumlah Kalus

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.785	5	12	.191

2.c Uji Analisis Ragam (ANOVA)

ANOVA

Jumlah Kalus					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9777.778	5	1955.556	12.571	.000
Within Groups	1866.667	12	155.556		
Total	11644.444	17			

2.d Uji DMRT (Duncan Multiple Range Test)

Jumlah Kalus

Duncan

Konsentrasi 2,4-D	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0 ppm	3	.0000			
2 ppm	3		33.3333		
2,5 ppm	3		46.6667	46.6667	
0,5 ppm	3		53.3333	53.3333	53.3333
1,5 ppm	3			60.0000	60.0000
1 ppm	3				73.3333
Sig.		1.000	.086	.236	.086

Lampiran D. Hasil Validasi Petunjuk Praktikum

**LEMBAR VALIDASI BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
OLEH AHLI MATERI**

Judul Penelitian : Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid*)
Pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)
dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Petunjuk Praktikum

Nama Penyusun : Farida Handayani

NIM : 150210103065

Jurusan/Prodi : Pendidikan MIPA/ Pendidikan Biologi

Dengan Hormat,

Berhubungan dengan penyelesaian studi strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Sehubungan dengan penelitian penulis yang berjudul "**Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid*) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes) dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Petunjuk Praktikum**", maka melalui instrumen validasi ini Bapak/Ibu kami mohon dengan hormat kesediaan untuk memberikan penilaian terhadap Buku Petunjuk Praktikum yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga bisadiketahui layak atau tidak buku tersebut digunakan dalam kegiatan pembelajaran siswa. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Saya sampaikan terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi instrumen ini.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda check (✓) pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan kriteria berikut ini
SB: Sangat Baik, **B** : Baik, **C** : Cukup, **K** : Kurang,
2. Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon untuk mengisi identitas terlebih dahulu.
3. Bapak/ibu kami mohon untuk memberikan saran, komentar, dan masukan dengan mencantumkan aspek atau kriteria untuk perbaikan dalam penyusunan buku petunjuk praktikum.

4. Bapak/Ibu juga bisamenuliskan kekurangan dari modul ini dengan merevisi dengan mencoret pada bagian yang salah dalam modul danmenuliskan yang seharusnya dibetulkan oleh penulis.

IDENTITAS

Nama : Agung Muqroho Puspito, Ph.D
 NIP : 76 00 16 793
 Jabatan : Dosen

Kriteria Penilaian	Penilaian			
	SB	B	C	K
A. Kebenaran Konsep				
1. Petunjuk praktikum sesuai kurikulum yang menghubungkan ilmu pengetahuan dan teknologi		✓		
2. Konsep yang terdapat pada petunjuk praktikum sesuai dengan konsep yang dikemukakan oleh ahli biologi		✓		
3. Penjabaran konsep kegiatan petunjuk praktikum sesuai dengan tingkatan peserta didik			✓	
4. Kegiatan praktikum dalam petunjuk praktikum dapat mencapai tujuan pembelajaran		✓		
5. Penggunaan petunjuk praktikum sesuai dengan kurikulum		✓		
6. Kedalaman materi sesuai dengan kematangan berpikir peserta didik		✓		
B. Tingkat Keterlaksanaan Kegiatan Praktikum				
1. Kegiatan yang dilakukan di petunjuk praktikum tidak berbahaya bagi peserta didik			✓	
2. Praktikum dalam petunjuk praktikum mudah dilaksanakan			✓	
3. Kegiatan praktikum dalam petunjuk praktikum sesuai dengan alokasi waktu sekolah		✓		
4. Kegiatan praktikum dalam petunjuk praktikum membentuk pengalaman langsung		✓		
5. Kegiatan praktikum dalam petunjuk praktikum sesuai dengan materi/konsep		✓		
6. Langkah kerja yang disajikan dalm petunjuk praktikum dapat diterapkan dengan runtut dan benar.			✓	
C. Integritas Ketrampilan Laboratorium				
1. <i>Safety Skill</i> (terdapat simbol-simbol keselamatan kerja laboratorium pada petunjuk praktikum)		✓		
2. <i>Manipulative Laboratory Skill</i> (terdapat kegiatan yang mengarah pada keterampilan dan kemampuan melakukan manipulasi bahan dan peralatan pada petunjuk praktikum)		✓		

3. <i>Process Laboratory Skill</i> (terdapat kegiatan mengamati, menafsirkan pengamatan, meramalkan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, dan berkomunikasi pada implementasi petunjuk praktikum)		✓		
4. <i>Thinking Skill</i> (terdapat kegiatan yang mengarahkan siswa untuk menganalisis, mensistesis, mengenal dan memecahkan masalah, keterampilan mengevaluasi atau menilai dan menyimpulkan pada petunjuk praktikum)		✓		

Sumber : Diadaptasi dari Meyhandoko (2013) dan Maharani (2013)

Kritik atau Komentar terhadap Kekurangan Penyusunan Buku Petunjuk Praktikum

Dalam buku praktikum yg dibuat/disyusun harusnya di buat ilustrasi dan bagan untuk memudahkan peserta didik dalam memahami materi yg kompleks

Saran untuk Perbaikan Penyusunan Buku Petunjuk Praktikum

Di buat leat ilustrasi dan bagan / skema kerja praktek dan ilustrasi yg di make sudah adalah gambar yg dapat membantu siswa dalam memahami materi.

Jember, 11 - Juli 2019

Validator Materi,

Angga Mulyo D. PhD
NIP. 76 02 16 793

**LEMBAR VALIDASI BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
OLEH AHLI MEDIA**

Judul Penelitian : Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid*)
Pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes)
dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Petunjuk Praktikum

Nama Penyusun : Farida Handayani

NIM : 150210103065

Jurusan/Prodi : Pendidikan MIPA/ Pendidikan Biologi

Dengan Hormat,

Berhubungan dengan penyelesaian studi strata I (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Sehubungan dengan penelitian penulis yang berjudul "**Induksi Kalus Menggunakan 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid*) pada Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby and Grimes) dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Petunjuk Praktikum**", maka melalui instrumen validasi ini Bapak/Ibu kami mohon dengan hormat kesediaan untuk memberikan penilaian terhadap Buku Petunjuk Praktikum yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak buku tersebut digunakan dalam kegiatan pembelajaran siswa. Kerasahasaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Saya sampaikan terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi instrumen ini.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda check (✓) pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan kriteria berikut ini
SB : Sangat Baik, **B** : Baik, **C** : Cukup, **K** : Kurang.
Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon untuk mengisi identitas terlebih dahulu.
2. Bapak/ibu kami mohon untuk memberikan saran, komentar, dan masukan dengan mencantumkan aspek atau kriteria untuk perbaikan dalam penyusunan buku petunjuk praktikum.

3. Bapak/Ibu juga bisa menuliskan kekurangan dari modul ini dengan merevisi dengan mencoret pada bagian yang salah dalam modul dan menuliskan yang seharusnya dibetulkan oleh penulis.

IDENTITAS

Nama : Ika Lia N., S.Pd., M.Pd
 NIP : 760014635
 Jabatan :

Kriteria Penilaian	Penilaian			
	SB	B	C	K
A. Kejelasan kalimat dan Tingkat keterbacaan				
1. Kalimat mudah dipahami		✓		
2. Penggunaan bahasa yang komunikatif dan benar		✓		
3. Kebenaran dan ketepatan istilah biologi yang digunakan		✓		
4. Kalimat tidak menimbulkan makna ganda/penggunaan kata kiasan	✓			
5. Bahasa yang digunakan sesuai EYD		✓		
B. Tampilan Fisik Petunjuk Praktikum				
1. Desain petunjuk praktikum secara keseluruhan menarik		✓		
2. Cetak tulis dan gambar jelas		✓		
3. Desain halaman petunjuk praktikum teratur dan bagus			✓	
4. Penampilan fisik petunjuk praktikum dapat menarik perhatian peserta didik		✓		
5. Komponen petunjuk praktikum sudah lengkap		✓		
C. Merangsang Keingintahuan Siswa				
1. Petunjuk praktikum dapat membantu menumbuhkan rasa ingin tahu siswa		✓		
2. Petunjuk praktikum dapat membantu merangsang kemampuan berpikir siswa	✓			
3. Petunjuk praktikum dapat membantu mendorong siswa dalam memperkaya informasi		✓		

Sumber : Diadaptasi dari Meyhandoko (2013) dan Maharani (2013)

Kritik atau Komentar terhadap Kekurangan Penyusunan Buku Petunjuk Praktikum

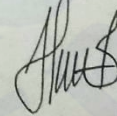
- Gambar sudah ada (dari pada validator pertama kosong gambar) namun gambar yg ditampilkan tdk ada uraian kerja gambar. Silahkan tambahkan uraian prosedur gambar
- Jangan ada judul yg menggantung

Saran untuk Perbaikan Penyusunan Buku Petunjuk Praktikum

Silahkan perbaikan sesuai saran / catatan

Jember, Juli 2019

Validator Media,



Ika Liz N, S.Pd, M.Pd

NIP. 760014635

Lampiran E. Komposisi Media MS (*Murashige and Skoog*)

Jenis Stok	Jenis bahan kimia	Volume pemakaian	
		MS (mg/l)	Pengambilan (ml)
A	NH ₄ NO ₃	1650	20
B	KNO ₃	1900	20
C	CaCl ₂ .2H ₂ O	440	10
D	MgSO ₄ .7H ₂ O	0,025	10
	KH ₂ PO ₄	370	
E	FeSO ₄ .7H ₂ O	170	5
	Na ₂ EDTA	27,8	
F	MnSO ₄ .4H ₂ O	37,3	5
	ZnSO ₄ .4H ₂ O	22,3	
	H ₃ BO ₃	8,6	
	KI	6,2	
	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,83	
	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,25	
	CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025	
	Myo-inositol	0,5	
Vitamin	Niacin	0,5	1
	Pyridoxine HCl	0,1	
	Thiamine HCl	2	
	Glycine	10	
Sukrosa		30000	30 gram

Sumber : Winata, 1988

Lampiran F. Dokumen Penelitian



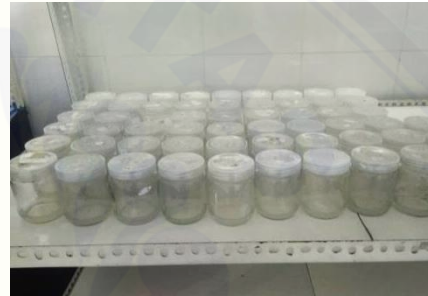
Pengambilan Larutan Stok Media MS



Penimbangan Sukrosa dan Agar



Sterilisasi Media dengan Autoklaf



Media MS Perkecambahan *In vitro*



Sterilisasi Benih Sengon



Inokulasi Benih Sengon



Peletakan Perlakuan dan Ulangan



Tanaman Kultur *In vitro* Sengon