

**ANATOMI BATANG, KADAR KLOOROFIL DAN
KULTUR JARINGAN SEMAI SENGON PUTATIF
TOLERAN PENYAKIT KARAT TUMOR**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagai persyaratan mencapai
derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



disusun oleh :

Tiyaningsih

10640015

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2015**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1618/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Anatomi Batang, Kadar Klorofil dan Kultur Jaringan Semai
Sengon Putatif Toleran Penyakit Karat Tumor

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Tiyaningsih
NIM : 10640015
Telah dimunaqasyahkan pada : 28 Mei 2015
Nilai Munaqasyah : A

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Ir. Asri Insiana Putri, M.P
NIP. 196609 14200501 2003

Penguji I

Ika Nugraheni A.M., S.Si., M.Si
NIP. 19800207 200912 2 002

Penguji II

Muhamad Wisnu, M. Biotech
NIP. 19810923 000000 1 301

Yogyakarta, 10 Juni 2015

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Delehan



Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si
NIP. 19550427 198403 2 001

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/ Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Tiyaningsih

NIM : 10640015

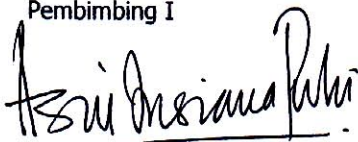
Judul Skripsi : Anatomi Batang, Kadar Klorofil dan Kultur Jaringan Semai Sengon Putatif Toleran Penyakit Karat Tumor

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

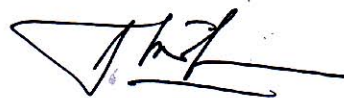
Pembimbing I



Ir. Asri Insiana Putri, M.P
NIP. 196609 14200501 2003

Yogyakarta, 12 Juni 2015

Pembimbing II



Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si
NIP. 19800207 200912 2 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tiyaningsih
NIM : 10640015
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Anatomi Batang, Kadar Klorofil dan Kultur Jaringan Semai Sengon Putatif Toleran Penyakit Karat Tumor”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 12 Juni 2015

Penulis,



Tiyaningsih
NIM. 10640015

MOTTO

"wa man jaahada fa-innamaa yujaahidu linafsihi."

"Barangsiapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri." (QS Al-Ankabut [29]: 6)

"Inna ma'al 'usri yusrao."

"Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan."

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Skripsi ini saya persembahkan kepada
ALLAH SWT yang telah menciptakan alam semesta
beserta isi dan kehidupan di dalamnya*

*Almamater saya Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga*

*Kedua orang tua saya Bapak Subarlan dan Ibu Samirah
beserta keluarga besar saya*

*Keluarga besar Biologi
khususnya angkatan 2010 (Gabinas)
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta*

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada seluruh makhluk ciptaan-Nya. Shalawat serta salam senantiasa dilimpahkan kepada junjungan kita Nabi Agung Muhammad SAW beserta keluarganya dan para sahabat-sahabatnya, yang telah membawa kita dari jaman jahiliyah sampai ke jaman yang penuh dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga penulis dapat menyelesaikan dalam menyusun skripsi.

Skripsi dengan judul **“Anatomi Batang, Kadar Klorofil dan Kultur Jaringan Semai Sengon Putatif Toleran Penyakit Karat Tumor”** ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan ini, tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Atas semua partisipasinya pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Dr. Maizer Said Nahdi, M. Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.

2. Ibu Siti Aisah, M. Si selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, terimakasih atas bimbingan dan juga arahan dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Erny Quratul Ainy, M. Si selaku Dosen Pembimbing Akademik terimakasih telah membimbing selama menempuh pendidikan di UIN Sunan Kalijaga.
4. Ibu Ir. Asri Insiana Putri, M.P selaku Pembimbing I dan Ketua Sidang yang telah berjasa dalam membimbing, mengarahkan serta memberikan kesempatan besar selama penelitian sehingga penulis mendapatkan pengalaman yang sangat berharga dan InsyaAllah bermanfaat dikemudian hari.
5. Ibu Ika Nugraheni Ari Martiwi, S. Si., M. Si selaku Pembimbing II dan Penguji I terimakasih banyak atas bimbingan, arahan serta banyak pencerahan dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Muhamad Wisnu, M. Biotech selaku Penguji II terimakasih atas masukan selama munaqosyah sehingga skripsi ini dapat lebih baik.
7. Ibu Ardha, Mbak Titis, Ibu Prih, Mas Rudi, Mbak Arti, Ibu Mar dll, yang telah membantu mengarahkan dalam penelitian kultur jaringan di Laboratorium Kuljar BBPBPTH Yogyakarta.
8. Bapak Widi, Mas Fajar, Mas Hairi dan staff Laboratorium THH Fakultas Kehutanan UGM, terimakasih telah mengajarkan saya membuat preparat yang indah.

9. Mas Dony, Mbak Anif beserta staff di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga, terimakasih atas segala bantuan dan kerjasamanya selama pelaksanaan penelitian ini.
10. Kedua orangtuaku, Bapak Subarlan dan Ibu Samirah. Terimakasih selalu menyebut namaku dalam do'a Ibu & Bapak semoga Allah selalu menghijabah do'a tersebut. Terimakasih telah menjadi penyemangat penulis selama pengerjaan skripsi ini.
11. Mas Heri Purwanto *partner* dikala suka duka, terimakasih atas segala bentuk dukungan, do'a, bantuan dan penyemangat supaya penulis segera menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Teman seperjuangan ku Ucik, Lucy, Sinta, Rina dkk. Team sukses Munaqosyah yang hebat Rozad, Wahida, Lana terimakasih atas segala bentuk *support* dan bantuannya saat penulis sedang memperjuangkan menuntaskan tugas akhir ini.
13. Teman-teman Biologi 2010 (GABINAS) yang telah menjadi keluarga selama menimba ilmu di almamater Prodi Biologi UIN Sunan Kalijaga. *See you on top, guys! InsyaAllah!*
14. Keluarga kecil ketika mengabdikan di masyarakat Dusun Purworejo, Sukoharjo, Ngaglik. KKN-82 Kelompok 2 (Purworejo). Aan Nurdiyanto, Indro Prakoso, Lucy Ana, Sa'atus Saidah, Zirachmi, Hirman, Saiful Millah, Asif. Kalian luar biasa!

15. Semua pihak yang telah membantu, menyemangati sekecil apapun itu, semoga Allah membalas kebaikan anda semua.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menjadikan skripsi ini lebih baik. Semoga skripsi ini dapat memberikan wawasan dan bermanfaat bagi kita semua. *Amiiinn ya rabbal'alaminn*.

Yogyakarta, 28 Mei 2015

Penulis

Stem Anatomy, Chlorophyll Content and Tissue Culture Seedlings of Sengon Putative Tolerance of Gall Rust Disease

Tiyaningsih
10640015

Abstract

Sengon (*Falcataria moluccana*) is one of the valuable multipurpose tree species for forest plantations in Indonesia. However, since 1993 sengon attacked by gall rust diseases causing severe damage to all growth stages of the plant from seedlings in the nursery to mature trees in the field. This aims of this research were to identify the anatomical structure, chlorophyll content and tissue culture propagation of sengon putative tolerant of gall rust in seedling stage. 9 months old of sengon putative tolerant seedlings from 6 Wamena families used as plants material. The result of qualitative analysis of the rod indicates that there is dark substrate content in same samples either at upper, middle, and lower part. Quantitatively, the average value of tracheal cells mostly at the upper, middle, and lower ends are family of Pt 16.3.8 respectively by 29.3 cells, 20.3 cells, and 16 cells. The average yield of parenchyma apotracheal cells mostly at the upper part is family of Pt 19.3.6 by 12,6 cells, at the middle part is family of Pt 5.2.9 by 9,3 cells, and lower part is family of Ts 4.4.3 (control) by 7,6 cells. The average result of parenchyma apotracheal cells ajar at the upper, middle, and lower part is family of Pt 16.3.8 by each distance 87,85 μ m, 145,4 μ m, and 167,78 μ m. Based on the result of rod anatomy analysis, it is known that family of Pt 16.3.8 the upper part that has difference thing indicated as the good ekspaln rather than other families, whereas chlorophyll a as well as b doesn't show the result significantly. At the tissue culture of sengon, the combination of ZPT on MS medium most optimal in shoot induction, multiplication, and roots is the combination of BAP 1 mg/l and NAA 0,5 mg/l added of IBA 0,5 mg/l in the rooting stage.

Key words: anatomy, chlorophyll, gall rust, sengon, tissue culture

Anatomi Batang, Kadar Klorofil dan Kultur Jaringan Semai Sengon Putatif Toleran Penyakit Karat Tumor

Tiyaningsih
10640015

Abstrak

Sengon (*Falcataria moluccana*) adalah salah satu jenis pohon serbaguna di hutan Indonesia. Akan tetapi, sejak tahun 1993 sengon terserang penyakit karat puru (karat tumor) yang menyebabkan kerusakan parah pada semua tahap pertumbuhan tanaman dari bibit di persemaian hingga pohon di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur anatomi, kadar klorofil dan perbanyakkan kultur jaringan sengon putatif toleran karat tumor tingkat semai. Sampel sengon putatif toleran karat tumor berasal dari 6 famili Wamena berumur 9 bulan. Hasil analisis kualitatif anatomi batang menunjukkan bahwa terdapat *dark substrate content* pada bagian ujung, tengah dan pangkal. Secara kuantitatif, nilai rerata jumlah sel trakea terbesar dibagian ujung, tengah dan pangkal adalah famili Pt 16.3.8 masing-masing sebesar 29, 3 sel; 20,3 sel dan 16 sel. Hasil rerata jumlah sel parenkim apotrakeal terbesar dibagian ujung adalah famili Pt 19.3.6 sebanyak 12, 6 sel, dibagian tengah pada famili Pt 5.2.9 sebanyak 9,3 sel, dan dibagian pangkal adalah famili Ts 4.4.3 (kontrol) sebanyak 7, 6 sel. Hasil rerata jarak sel parenkim apotrakeal dibagian ujung, tengah dan pangkal adalah famili Pt 16.3.8 dengan masing-masing jarak 87,85 μm ; 145, 4 μm dan 167,78 μm . Berdasarkan hasil analisis anatomi batang, diketahui bahwa famili Pt 16.3.8 bagian ujung memiliki perbedaan yang mengindikasikan sebagai eksplan terbaik daripada famili lainnya, sedangkan klorofil a dan b tidak menunjukkan hasil yang signifikan. Pada kultur jaringan sengon, kombinasi ZPT pada media MS yang paling optimal dalam induksi tunas dan multiplikasi yaitu pada kombinasi BAP 1 mg/l dan NAA 0,5 mg/l yang ditambahkan IBA 0,5 mg/l pada tahap perakaran.

Kata Kunci: anatomi, karat tumor, klorofil, kultur jaringan, sengon

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRACT.....	xi
ABSTRAK	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sengon.....	6
1. Sistematika dan Deskripsi Sengon.....	6
2. Daerah Penyebaran dan Lingkungan Tempat Tumbuh.....	7
B. Penyakit Karat Tumor	7
C. Studi Anatomi Batang	10
1. Struktur Sekunder Batang	11
2. Anatomi Batang Berkayu.....	13
D. Klorofil.....	17
E. Kultur Jaringan.....	19

1. Tahap Kultur Jaringan.....	20
2. Zat Pengatur Tumbuh.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	24
B. Alat dan Bahan	24
C. Prosedur Penelitian.....	27
1. Anatomi Batang Sengon	27
2. Penentuan Kadar Klorofil	29
3. Kultur Jaringan.....	30
D. Analisis Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil	34
1. Anatomi Batang	34
2. Kadar Klorofil	42
3. Kultur Jaringan.....	44
B. Pembahasan.....	47
1. Anatomi Batang	47
2. Kadar Klorofil	54
3. Kultur Jaringan.....	55
BAB V KESIMPULAN	
A. Kesimpulan	60
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Famili sengon putatif toleran karat tumor dan kontrol	24
Tabel 2. Rancangan perlakuan hormon BAP dan NAA	33
Tabel 3. Hasil analisis keragaman jumlah sel trakea pada bagian ujung, tengah dan pangkal	38
Tabel 4. Hasil uji lanjut Duncan jumlah sel trakea pada bagian tengah dan pangkal	39
Tabel 5. Hasil analisis keragaman jumlah sel parenkim apotrakeal pada bagian ujung, tengah dan pangkal.....	40
Tabel 6. Hasil uji lanjutan Duncan jumlah sel parenkim apotrakeal pada bagian tengah	40
Tabel 7. Hasil analisis keragaman jarak sel parenkim apotrakeal pada bagian ujung, tengah dan pangkal	42
Tabel 8. Hasil uji lanjutan Duncan jarak sel parenkim apotrakeal pada bagian ujung	42
Tabel 9. Hasil analisis keragaman kadar klorofil A dan B	43
Tabel 10. Hasil analisis keragaman panjang tunas.....	44
Tabel 11. Hasil uji lanjutan Duncan panjang tunas.....	45
Tabel 12. Hasil analisis keragaman koefisien perbanyakan.....	45
Tabel 13. Hasil uji lanjutan Duncan koefisien perbanyakan.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Karat tumor (<i>gall rust</i>) yang menginfeksi batang sengon tingkat semai (A) dan ranting pohon sengon (B) (Sumber: Rianti, 2014)	8
Gambar 2. Penampang melintang struktur anatomi batang dikotil pada <i>Tilia</i> sp. berumur 1 tahun (Sumber: McCauley, 2012).....	17
Gambar 3. Morfologi variasi gejala pada daun semai sengon berupa melengkung bagian pucuk (A), mudah rontok (B) dan daun kering (C).	19
Gambar 4. Batang semai sengon terserang karat tumor (kontrol (M)). Penampang melintang batang sengon (kontrol (M1 dan M2)) pada bagian ujung perbesaran 100x. M1 bagian tepat <i>gall</i> . M2 bagian tidak tepat <i>gall</i> . Tanda panah kuning menunjukkan <i>dark substrate content</i> , tanda panah putih menunjukkan sel trakea. Sampel G, S dan P adalah penampang melintang batang sengon putatif toleran karat tumor pada bagian ujung perbesaran 100x. Epidermis (ep); Korteks (kr), Floem primer (fp); Floem sekunder (fs); Kambium vaskuler (kv); Xilem sekunder (xs); Xilem primer (xp); Empulur (em); sel parenkim apotrakeal (ap); sel trakea (tr).....	34
Gambar 5. Penampang melintang batang sengon putatif karat tumor bagian tengah (B, H, dan T) dan kontrol (N) perbesaran 100X.....	35
Gambar 6. Penampang melintang batang sengon putatif karat tumor bagian pangkal (C, F, I, L, R dan U) dan kontrol (O) perbesaran 100	36
Gambar 7. Penampang melintang batang sengon (famili Pt 5.2.9 bagian pangkal (I)) yang menunjukkan adanya endapan menyerupai endapan fenolik pada sel parenkim apotrakeal (tanda panah kuning) (perbesaran 100x)	37
Gambar 8. Nilai rerata jumlah sel trakea pada bagian ujung, tengah dan pangkal.	37

Gambar 9. Nilai rerata jumlah sel parenkim apotrakeal pada bagian ujung, tengah dan pangkal.....	39
Gambar 10. Nilai rerata jarak sel parenkim apotrakeal pada bagian ujung, tengah dan pangkal.....	41
Gambar 11. Nilai rerata kadar klorofil A dan klorofil B daun sengon putatif toleran karat tumor	43
Gambar 12. Nilai rerata panjang tunas (mm) sengon <i>in vitro</i>	44
Gambar 13. Nilai rerata koefisien perbanyakan sengon <i>in vitro</i>	45
Gambar 14. Nilai presentase akar (%) sengon <i>in vitro</i>	47
Gambar 15. Kultur jaringan sengon putatif toleran karat tumor famili Pt 16.3.8 pada perlakuan BAP 1 mg/l dan NAA 0,5 mg/l. Induksi eksplan (A); Multiplikasi pada satu eksplan (B); Multiplikasi dengan pemotongan eksplan (tanda panah: muncul akar) (C);Perakaran (D); Aklimatisasi dengan sungkup di rumah kaca (E); Aklimatisasi tanpa sungkup di rumah kaca (F) (Sumber: Putri, 2013)	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengukuran parameter anatomi	72
Lampiran 2. Hasil pengolahan uji beda nyata struktur anatomi.....	73
Lampiran 3. Nilai absorbansi klorofil pada panjang gelombang 646 nm dan 663 nm.....	75
Lampiran 4. Komposisi Media Murashige dan Skoog's (MS Mediaum).....	75
Lampiran 5. Data hasil pengamatan tahap induksi, multiplikasi dan perakaran	76
Lampiran 6. Hasil pengolahan uji beda nyata panjang tunas dan koefisien perbanyakan	79
Lampiran 7. Foto-foto kegiatan.....	81

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes)) termasuk jenis pohon yang cepat tumbuh (*fast growing species*) karena dapat dipanen dalam waktu relatif singkat yaitu sekitar 5-8 tahun. Sengon tumbuh secara alami di Pulau Banda (Maluku), Papua dan Taompala (Sulawesi Selatan) yang saat ini banyak ditanam di beberapa daerah seperti Sumatra, Jawa dan Kalimantan sebagai hutan tanaman industri (HTI) maupun hutan rakyat (Haneda dan Nur, 2012; Baskorowati dan Harry, 2007). Manfaat hutan rakyat selain nilai kayu, juga memberikan manfaat berupa fungsi hidrologis, *suplay* oksigen, estetika dan kenyamanan lingkungan. Pertanaman sengon sangat berkembang pesat, hal ini disebabkan karena permintaan kayu sengon untuk berbagai industri di Jawa seperti kayu lapis dan furnitur sangat diminati (Baskorowati dan Harry, 2007).

Di Indonesia saat ini, penyakit *gall rust* (karat tumor) menyerang tanaman sengon (*F. moluccana*) pada tingkat epidemi dengan skala luas. Serangan penyakit ini dapat terjadi pada tanaman semai hingga dewasa. Dampak yang ditimbulkan mulai dari menghambat pertumbuhan sampai dapat mematikan tanaman (Rahayu, 2008).

Penyebab penyakit karat tumor diberbagai wilayah seperti Philipina, Timor Timur, Malaysia dan Indonesia (Jawa dan Bali) telah diidentifikasi yaitu jamur *Uromycladium tepperianum* (Rahayu dan Lee, 2010). Menurut Rahayu (2010), kelompok jamur karat merupakan anggota jamur dari kelas Basidiomycetes yang

bersifat parasit obligat. Parasit obligat merupakan organisme yang dapat tumbuh dan berkembang biak secara alami hanya dalam inang yang hidup (Agrios, 1996).

Jamur *U. tepperianum* dapat menginfeksi pada tanaman mulai dari biji, semai hingga tanaman dewasa dan juga dapat menginfeksi semua bagian tanaman (Rahayu, 2008). Saat ini, hampir seluruh pertanaman dan persemaian sengon di pulau Jawa telah terinfeksi oleh jamur karat tumor. Dengan demikian, infeksi pada semai hampir 100% selalu terjadi. Akan tetapi, gejala yang ditimbulkan akan sangat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungannya (Rahayu, 2014). Hal ini akan mengancam kelangsungan produksi di Jawa serta mengakibatkan gangguan serius terhadap penyediaan bahan baku dan kelangsungan industri kehutanan yang berbasis kayu sengon (Masyhud, 2009). Berbagai usaha pencegahan menggunakan fungisida telah dilakukan tetapi tidak efektif apabila lokasi yang terserang terlalu luas. Dengan demikian perlu dilakukan upaya lain yaitu seleksi ketahanan penyakit dengan melakukan seleksi individu (Charomaini & Ismail, 2008).

Adanya penyakit karat tumor pada beberapa tumbuhan yang dapat menyebabkan perubahan pada penanda anatomi. Beberapa habitus seperti pohon, perdu hingga herba dapat terserang penyakit karat tumor dan merubah struktur anatominya. Penyakit yang menyerang tanaman dan telah diteliti sifat anatominya diantaranya, *Neofabraea alba* yang menginfeksi *Fraxinus* spp. (Angeles *et al.*, 2006 dalam Rukhama & Nugroho, 2014), *Capsicum annum* L. yang terinfeksi virus (Arini *et al.*, 2013), dan Rukhama & Nugroho (2014) telah meneliti anatomi tumor kayu pada sengon trubusan yang terserang Jamur *U.*

tepperianum. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Jewell (1988), menunjukkan bahwa pada penampang transversal terjadi kenampakan perubahan anatomi terhadap tumor yang mirip *gall rust* pada pinus yaitu, batang yang terkena tumor jari-jari apotrakeal (*xylem ray*) dan jari-jari floem lebih rapat, peningkatan jumlah sel parenkim floem, hiperplasia di korteks serta batas kambium yang tidak terlihat daripada batang yang tidak terkena tumor.

Kerusakan pada suatu tanaman dapat disebabkan oleh faktor biotis seperti jamur, bakteri, insekta, virus dan gulma (Matnawi, 1989). Perubahan utama akibat terserang patogen pada fotosintesis tumbuhan adalah terjadi perubahan dan fungsi kloroplas yang tidak normal, dimana terjadinya degenerasi yang dapat menghambat perkembangan pada jaringan yang muda. Kloroplas yang tidak normal diperkirakan karena adanya toksin yang dikeluarkan oleh patogen, selain itu toksin tersebut juga dapat menghambat proses fotofosforilasi dan menekan sintesis klorofil (Yunasfi, 2008). Penelitian tentang kandungan klorofil pada tanaman hutan yang terserang penyakit masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap kadar klorofil pada tanaman yang terinfeksi maupun diinokulasi oleh penyakit untuk mengetahui kondisi fisiologisnya.

Kultur jaringan merupakan teknik budidaya suatu jaringan tanaman menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat sama seperti induknya (Hendaryono, 1994). Budidaya sengon putaif toleran karat tumor secara konvensional memerlukan proses yang tidak sederhana dan waktu yang relatif lama. Manfaat utama kultur jaringan adalah menghasilkan tanaman baru dalam jumlah yang besar dalam jangka waktu yang relatif singkat dengan sifat dan kualitas yang sama (Robbiani

et al., 2010). Kultur jaringan sengon putatif toleran karat tumor merupakan upaya pemuliaan tanaman. Dengan dilakukannya budidaya sengon putatif toleran karat tumor dengan teknik kultur jaringan, diharapkan dapat memperbanyak sengon putatif karat tumor dalam rangka mendapatkan bibit yang unggul.

Media kultur jaringan yang dimodifikasi dengan menambah zat pengatur tumbuh telah banyak dilakukan untuk mendapatkan prosentase keberhasilan yang optimal. Menurut Wetherel (1982), terdapat dua jenis hormon tanaman yaitu auksin dan sitokinin yang banyak digunakan dalam metode propagasi secara *in vitro*. Pada penelitian ini golongan auksin yang ditambahkan dalam media adalah *Naphtalene Acetic Acid* (NAA) sedangkan golongan sitokininnya adalah *Benzyl Amino Purine* (BAP). Auksin berperan sebagai perangsang pembentukan akar, sedangkan sitokinin dapat merangsang pembelahan sel pada jaringan eksplan serta merangsang pertumbuhan tunas. Kombinasi antara BAP dan NAA dalam media dengan konsentrasi yang tepat diharapkan dapat mengoptimasi perbanyakan secara *in vitro*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis anatomi dan kadar klorofil sebagai penanda untuk sengon putatif toleran terseleksi belum diketahui.

2. Informasi dasar sifat anatomi dan kadar klorofil untuk pemilihan sumber eksplan kultur jaringan belum dikaji dalam rangka penyediaan bibit unggul sengon toleran karat tumor.
3. Bagaimana medium MS optimal untuk regenerasi dan multiplikasi sengon putatif toleran karat tumor berdasar sumber eksplan terbaik?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dan membandingkan struktur anatomi dan kadar klorofil antar famili sengon putatif toleran terhadap karat tumor dengan sengon terserang karat tumor ditingkat semai.
2. Kultur jaringan sengon putatif toleran karat tumor berdasarkan struktur anatomi dan kadar klorofil.
3. Mengetahui komposisi medium MS terbaik untuk regenerasi sengon putatif toleran karat tumor.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui anatomi dan kadar klorofil antar famili sengon putatif toleran terhadap karat tumor dengan sengon terserang karat tumor ditingkat semai dan mendapatkan informasi tentang media MS optimal untuk regenerasi sengon putatif toleran karat tumor berdasarkan sumber eksplan terbaik.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Anatomi batang sengon putatif karat tumor pada bagian ujung, tengah dan pangkal secara kualitatif terdapat perbedaan. Pada bagian ujung (sampel G, P, S dan M2 (kontrol)); bagian tengah (sampel B, H, T dan N (kontrol)) dan bagian pangkal (sampel C, F, I, L, R, U, dan O) memperlihatkan adanya *dark substrate content*. Secara kuantitatif, nilai rerata sel trakea terbanyak pada bagian ujung, tengah dan pangkal yaitu famili Pt 16.3.8 masing-masing sebanyak 29, 3 sel; 20, 3 sel dan 30 sel. Hasil rerata jumlah sel parenkim apotrakeal terbanyak pada bagian ujung yaitu famili Pt 19.3.6 sebanyak 12,6 sel, bagian tengah pada famili Pt 5.2.9 sebanyak 9,3 sel dan bagian pangkal famili Ts 4.4.3 (kontrol) sebanyak 7,6 sel. Hasil rerata jarak sel parenkim apotrakeal terenggang pada bagian ujung, tengah dan pangkal terdapat pada famili Pt 16.3.8 dengan masing-masing rerata jarak adalah 87,85 μm , 145,4 μm dan 167,78 μm .
2. Berdasarkan hasil analisis anatomi batang diketahui famili Pt 16.3.8 bagian ujung dapat dijadikan penanda untuk selanjutnya diregenerasikan secara *in vitro*, sedangkan analisis klorofil tidak menunjukkan hasil yang signifikan.
3. Kombinasi ZPT pada media MS terbaik sebagai media teroptimal dalam induksi tunas, multiplikasi dan perakaran adalah pada kombinasi BAP 1 mg/l dan NAA 0,5 mg/l yang ditambahkan IBA 0,5 mg/l pada tahap perakaran.

B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan pengamatan anatomi kayu dengan parameter sifat anatomi lainnya.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai sengon putatif toleran karat tumor dengan penanda lain seperti biokimia.
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai kombinasi ZPT dengan konsentrasi selain yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. (1996). *Ilmu Penyakit Tumubuhan (Terjemah Munzir Busnia)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Agrios, G. N. (1997). *Plant Pathology* 4 th Ed. 803.p. Academic Press: New York
- Alitalia, Yayu. (2008). Pengaruh pemberian BAP dan NAA terhadap pertumbuhan dan perkembangan tunas mikro kantong semar (*Nepenthes mirabilis*) secara *in vitro*. skripsi. Program Studi Hortikultura. Institut Pertanian Bogor.
- Allen, E. A., P. V. Blenis. & Y. Hiratsuka. (1989). Histological evidence of resistance to *Endocronartium harknessii* in *Pinus controrta* var. *latifolia*. *Can. J. Bot.* 68: 1728-1737
- Aloni, R., K. S. Pradel, C. I Ullrich. (1994). *The Three – Dimensional Structure of Vascular Tissues in Agrobacterium tumefaciens – Induced Crown Galls and In the host Stems of Ricinus communis L.* Institut Fur Botanic. Darmstand. Jerman. *Planta* 196; 597-605
- Alrasyid, H. (1973). *Beberapa Keterangan tentang Albizia falcataria (L). Fosberg*. Lembaga Penelitian Hutan: Bogor.
- Angeles, G., Adams, M. L. Putnam. (2006). Effect Of *Neofabraea Alba* On Bark And Wood Anatomy Of *Fraxinus* Spp.. Oregon State University, Departemen of Botany and Plant Pathology, Corvallis, OR 97331-2903, USA. *IAWA Journal* 27: 409-418
- Anggraeni, Illa dan Neo E. L. (2011). *Diagnosis penyakit tanaman hutan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan. Yogyakarta
- Arini, Liss D. D., Suranto., Edwi Mahajoeno. (2013). Studi morfologi dan anatomi pada tanaman *capsicum annum* l. Terinfeksi virus di daerah eks karesidenan Surakarta. *EL-VIVO Vol.1, No.1, 2013 (hal 45 – 54), September 2013 ISSN: 2339-1901 <http://jurnal.pasca.uns.ac.id>*
- Armini, N. M., G. A. Wattimena dan L. W. Gunawan. (1991). Perbanyakan tanaman. *Dalam: Tim Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman (Eds.)*. Bioteknologi Tanaman 1. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Armini, N. M., G. A. Wattimena, L. W. Gunawan. (1992). Perbanyakan Tanaman: Bioteknologi Tanaman. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. PAU Bioteknologi IPB, Bogor

- Arrohmah. (2007). *Studi karakteristik klorofil pada daun seagi material photodetector organik*. [Skripsi]. Surakarta. UNS
- Balachandran, S., C. B. Osmond and A. Makino. (1994). Effect of two strain of *Tobacco mosaic virus* on photosynthetic characteristics and nitrogen partitioning in leaves of *Nicotiana tabaccum* CV xanthi during photoacclimation under two nitrogen nutrition regimes. *Journal Plant. Physio* 104:1043-1050.
- Baskorowati, L dan Harry B. S. (2007). Pengembangan tanaman sengon untuk ketahanan terhadap penyakit karat tumor. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian*
- Campbell, N.A., J.B. Reece, and L.G. Mitchell. (2002). *Biologi*. Jilid ke lima edisi 1. alih bahasa oleh Rahayu Lestari et al., Penerbit Erlangga; Jakarta
- Charomaini Z, M., Burhan Ismail. (2008). Indikasi awal ketahanan sengon (*F. moluccana*) provenan Papua terhadap jamur *Uromycladium tepperianum* penyebab penyakit karat tumor (*Gall Rust*). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* Vol. 2 No. 2
- Cipta, Hairi. (2014). Pengaruh peleburan TER terhadap pembentukan sel-sel penyusun kayu sengon yang menunjukkan gejala karat tumor. [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Dwijoseputro, D. (1980). *Plant Physiology*. Thrid Edition. Van Nostrand Company. New York
- Elviera, D. (1995). Deskripsi Fungi Penyebab Penyakit Bercak Daun pada Anakan pulau (*Alstonia pneumatophora* Back. [Skripsi]. Bogor: IPB
- Esau, K. (1965). *Plant anatomy*. John Wiley and Sond Inc. New York
- Evans, D. A. William R. S. , Philip V, Ammiroto and Yasuyuki Y. (1983). *Hand Book of Plant Cell Culture. Vol 1. Techniques for Propagation and Breeding*. Macmillan Publishing Company. New York.
- Fahn, A. (1991). *Anatomi Tumbuhan* (Ir. Ahmad Soediarso, dkk, Terj.) edisi ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Fatmawati, T. A., dkk. (2010). Pengaruh kombinasi zat pengatur tumbuh IAA dan BAP pada kultur jaringan tembakau *Nicotiana tabacum* L. VAR. Prancak 95. Program Studi Biologi, Fakultas MIPA. ITS. Diakses 16 Mei 2015, dari <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100010041038/13519>

- Fauzi, A. R. (2010). Induksi multiplikasi tunas ubi kayu (*Mannihot esculenta* Crantz.) var. Adira 2 secara *in vitro*. Skripsi. Departemen Agronomidan Hortikultura. Institut Pertanian Bogor
- Fengel, D dan G. Wegener. (1995). *Kayu; Kimia, Ultrastruktur, reaksi-reaksi*. (Sastrohamidjojo H. Terj. Prawirohatmodjo S. editor)) Gadjah Mada University; Yogyakarta
- Fitriani, H. (2008). Kajian konsentrasi bap dan naa terhadap multiplikasi tanaman *artemisia annua* l. secara *in vitro*. [Skripsi] . Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Freeman, B.C. and G.A. Beattie. (2008). An Overview of Plant Defenses against Pathogens and Herbivores. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2008-0226-01 Iowa State University
- Fry WE. (1982). *Principles of Plant disease Management*. Academic Press, New York Berger RD. 1977. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. *Annu. Rev.Phytopatol.* 15: 165-183. 376p.
- George, E.F. and Sherrington. (1984). *Plant propagation by tissue culture. Handbook and Directory of Commercial Laboratories* Eastern Press: Exegetics Ltd.,England
- Gramacho, K.P., Thomas M., Robert A. S. (2013). Comparative Histopathology of Host Reaction in Slash Pine Resistant to *Cronartium quercuum* f. sp. fusiform. Diakses 15 April 2015, dari www.mdpi.com/journal/forest
- Gunawan, L. W. (1987). *Teknik Kultur Jaringan. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gunawan, L. W. (1992). *Teknik Kutur Jaringan Tumbuhan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Biotechnology Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Haneda, N. F dan Nur T. A. (2012). *Potensi hama pada tanaman kehutanan agroforestry*. Seminar Nasional Agroforestri III, 29 Mei 2012
- Hanum IF, Van der Maersen LJG. (2007). *PROSEA : Plant Resources of South-East Asia 11, Auxiliary Plants*. LIPI Press. Jakarta
- Harborne, J. B. (1987). *Metode Fitokimia: penentuan cara modern menganalisis tumbuhan (Terj)*. Penerbit ITB. Bandung
- Hardiatmi, JM. Sri. (2010). Investasi tanaman kayu sengon dalam wanatani cukup menjanjikan. *Jurnal inovasi pertanian. Vol.9, No. 2, September 2010 (17 - 21)*

- Hartmann, H. T. dan D. E. Kester. (1983). Plant propagation, principles, and practice, p. 523-280. *In* Englewood Cliffs (Ed.). Prentice-Hall inc, New Jersey.
- Hendaryono, D. P. S dan A. Wijayani. (1994). *Teknik Kultur Jaringan, Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetatif-Modern*. Kanisius.Yogyakarta.
- Hidayat, E. B. (1995). *Anatomi tumbuhan berbiji*. Penerbit Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Hooks, C.R.R, M.G wright, D.S Kabasmua, R. Manandhar and R.P.P. Almeida. (2008). Effect of *Banana bunchy top virus* infection on morphology and growth characteristics of banana. *Journal Annals of applied Biology*.153:1-9.
- Huang L, and Murashige T,. (1976). *Plant tissue culture media: major constituents, their preparation and some applications*. Tissue Culture Association Manual 3, 539-48
- Irwanto. (2001). Pengaruh hormon IBA (*Indole Butyric Acid*) terhadap persen jadi stek pucuk merati putih (*Shorea montigena*). Jursan Kehutanan. Universitas Pattimura
- Ismail, Burhan dan Yayan Hadiyan. (2008). Evaluasi awal uji keturunan sengon (*Falcataria moluccana*) umur 8 bulan di kabupaten Kediri Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* Vol. 2 No. 3, November 2008
- Iswanto, A.H. (2008). *Struktur Anatomi Kayu Daun Lebar (Hardwood) dan Kayu Daun Jarum (Softwood)*. Karya Tulis. Medan: Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
- Iwaro DA, Sreenivasan TN & Umaharan. (1995). Differential reaction of cocoa clones to *Phytophthora palmivora* infection. CRU, Univ.West Indies, Trinidad: 79-85
- Izudin, E..(2013). Teknik aklimatisasi tanaman hasil kultur jaringan : *Acclimatization Technique for Tissue Culture Plants*. Informasi Teknis. Vol.11 No. 2, September 2013, 49 - 56
- Jayusman. (2006). Peran media dasar dan konsentrasi hormone pertumbuhan terhadap induksi dan multiplikasi tunas pucuk kemenyan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vol. 3 No. 1, Maret 2006, 1-10
- Jewell, F. F., (1991). Histopathology of Backcross Progeny from (Shortleaf X Slash) X Slash Hybrids Inoculated with Fusiform Rust. *Dalam*

Proceedings of the IUFRO Rusts of Pine Working Party Conference Banff, Alberta, Canada

- Jewell, F. F. (1988). *Histopathology of Fusiform Rust-Inoculated Progeny from (Shortleaf x Slash) x Shortleaf Pine Crosses*. Phytopatology. School of Forestry. Louisiana Tech University
- Jewell, F.F & Speirs D. C. (1975). *Histopathology of one and two-year-old resisted infection by cronartium fusiforme in slash pine*. Cytology and Histology.
- Kane, M.E. (2005). Shoot Culture Procedures. *In* : R.J. Trigiano and D.J. Gray (Eds.). Plant Development and Bioechnology. CRC Press. London.
- Kasmudjo. (1994). Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Kurniawan, A. C. (2013). *Ketahanan Kakao (Theobroma cacao L) terhadap Penyakit Busuk Buah (Phytophthora Palmivora)*. Fakultas Pertanian. UGM: Yogyakarta
- Kusumo, S. (1984). *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman. Edt. 1*. CV. Yasaguna: Jakarta
- Loebenstein, G., Berger, P.H., Brunt, A. A., Lawson, R. H. (2001). Virus and virus-like disease of potatoes and production of seed-potatoes. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. Olanda
- Lee, Dong Ju. (2002). The Regulation of Korean Radish Cationic Peroxidase Promoter by a Low Ratio of Cytokinin to Auxin. *Plant Science* 162 (2002) 345–353
- Mandang, Damayanti, Komar, dan Nurjannah. (2008). *Pedoman Identifikasi Kayu Ramin Dan Kayu Mirip Ramin*. Departemen Kehutanan: Bogor
- Masyhud, (2009). *Pencegahan dan Pengendalian Karat Puru*. Siaran Pers Nomor: S.256/PIK-1/2009. Kementrian Kehutanan. Jakarta
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, Y.I Mandang, S.A Prawira dan K. Kadir. (1989). *Atlas kayu jilid II*. Departemen Kehutanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor
- Matnawi, Hadi. (1989). *Perlindungan tanaman*. Kanisius. Yogyakarta
- Moctezuma, Edgar. (n.d). Lecture 3: Plant anatomy and physiology . Diakses 3 Maret 2015, dari www.life.umd.edu/CBMG/faculty/Moctezuma/.../Lec3_PlantAnat.ppt

- Muiz. D. Ebtihal. (2010). How Plants Defend Themselves Against Pathogens. University of Babylon. Diakses 15 April 2015, dari <http://www.uobabylon.edu.iq/uobcoleges/lecture.aspx?fid=5&lcid=34122>
- Murashige, T. (1974). Plant propagation through tissue culture. *Ann. Rev. Plant Physiol.*
- Nugroho, W. D., Kasmudjo dan P.B Siagian. (2005). *Tingkat Akuransi Pengamatan Proporsi Sel Kayu dengan Bberapa Metode*. Seminar Nasional MAPEKI VIII. Kutai Kertanegara
- Nugroho L. H, Purnomo M.S dan Issirep S. (2010). *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Omon, R.M, A.F. Mas'ud, dan Harbagung, (1989). Pengaruh Media Padat dan Rootone-F terhadap Pertumbuhan akar Stek Batang Shorea cf. polyandra. *Buletin Penelitian Kehutanan Vol.5 No.3*. Balai Penelitian Kehutanan Pematang Siantar.
- Pandey, B.P. (1982). *Plant anatomy*. Third Edition, S. Chand CoLad; New Delhi
- Pandey, IM. (2001). *Capital structure and the firm characteristics: evidence from an emerging market*. IIMA Working Paper. India
- Pandit, IKN dan Ramdan H. (2002). *Anatomi kayu pengantar sifat kayu sebagai bahan baku*. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB: Bogor.
- Pierik, R. L. M. (1987). *In Vitro Culture of Higher Plant*. Martinus Nijhoff Publisher. Dardrecht.
- Pradjadinata S, Masano. (1994). *Teknik penanaman sengan (Albizia falcataria (L) Fosberg)*. Informasi teknis No; 45/1994. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor.
- Putri, A. I & Jayusman. (2012). Inisiasi tunas aksiler serta kalus *Toona sinensis* dan *Toona sureni* dengan sumber bahan stek cabang [*axillary buds and callus initiation from stem cutting of Toona sinensis and Toona sureni*]. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan Vol 6 No. 3, November 2012, 167 - 180*
- Rahayu, S. (2007). *Karat tumor disease of Falcataria moluccana on Tawau, Sabah, Malaysia* PhD. Thesis. Universiti Putra Malaysia, Malaysia.
- Rahayu, S. dan Lee S.S. (2007). *Gall rust disease epidemic on Falcataria moluccana in Indonesia and Malaysia*. Working Party on: Up Dating The Status of Pest and Disease In The Tropical Forest, Under Global Climate Change Era. Retrieved Mei 4, 2014, from www.apafri.org

- Rahayu, S. (2008). *Penyakit Karat Tumor pada Sengon*. Makalah Workshop Penanggulangan Serangan Karat Puru pada Tanaman Sengon 19 November 2008. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Bogor.
- Rahayu, S. (2010). *Modul Pelatihan Karat Tumor pada Sengon dan Pengelolaannya*. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta
- Rahayu S, Lee SS, Shukor NAAb. (2010). *Uromycladium tepperianum, the gall rust fungus from Falcataria moluccana in Malaysia and Indonesia*. Mycoscience 51 (2);149-153
- Rahayu, S. (2014). *Strategi Pengelolaan Penyakit Tanaman di Indonesia: Penyakit Karat Tumor pada Tanaman Sengon (Falcataria moluccana)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Rianti, I. P dan Budi. B. (2014, Januari). *Teknik pengendalian penyakit karat puru pada pohon sengon*. Diakses 02 Juni 2015 dari <http://bp2sdmk.dephut.go.id/emagazine/index.php/teknis/25-teknik-pengendalian-penyakit-karat-puru-pada-pohon-sengon.html>
- Robbiani, D., Tutik K, Nurul J. (2010). Pengaruh kombinasi *naphthalene acetic acid* (naa) dan kinetin pada kultur *in vitro* eksplan daun tembakau (*Nicotiana tabacum* l. var. *prancak 95*). FMIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Robinson, T. (1995). *Kandungan organik tumbuhan tingkat tinggi*. Alih bahasa oleh Kosasih Padmawinata. Penerbit ITB. Bandung
- Rukhama, Shofi dan Widyanto Dwi Nugroho. 2014. *Anatomi tumor kayu pada sengon trubusan yang terserang jamur U. tepperianu*. [Skripsi]. UGM; Yogyakarta
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid III*. Penerbit ITB. Bandung.
- Santoso HB. (1992). *Budidaya sengon*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Santoso, U. dan F. Nursandi. (2004). *Kultur Jaringan Tanaman*. Universitas Muhammadiyah Malang Press. Malang
- Selvaraj, K. dan Fofana B. (2012). An Overview of Plant Photosynthesis Modulation by Pathogen Attacks, *Advances in Photosynthesis - Fundamental Aspects*, Dr Mohammad Najafpour (Ed.), ISBN: 978-953-307-928-8, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/advances-in>

photosynthesisfundamental-aspects/an-overview-of-plant-photosynthesis-modulation-by-pathogen-attacks

- Serdani, M. (2001). *The acacia gall rust (Uromycladium tepperianum): A fungal pathogen of port jackson (Acacia saligna) in South Africa*. Plant Protection Research Institute. Stellenbosch.
- Sinaga, Meity Suradji. (2003). *Dasar-dasar penyakit tumbuhan*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sinnot, E. W., and K. S. Wilson. (1995). *Botany: Principles and Problem*. Fifth edition. The Mc Millan Company. New York
- Siregar IZ, Yunanto T, Ratnasari J. (2008). *Kayu sengon : Prospek bisnis, budidaya, panen dan pasca panen*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Soerodikoesoemo, W dan Sri W. S. (1990). *Materi Pokok Anatomi Tumbuhan*. Jakarta: Karunika, Universitas Terbuka.
- Soerianegara, I. dan R.H.M.J. Lemmens. (1993). *Plant resources of South – East Asia 5 (1): Timber trees: major commercial timbers*. Poduc Scientific Publishers, Wageningen, Belanda.
- Sucipto, Tito. (2009). *Struktur, Anatomi dan Identifikasi Jenis Kayu*. Karya Tulis. Medan: Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Sumardi, I. dan A. Pudjorinto, (1992). *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan. Fakultas Biologi*. UGM .Yogyakarta
- Sutrian, Yayan. (2011). *Pengantar Anatomi Tumbuh-Tumbuhan, Tentang Sel dan Jaringan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Taufik, M. Sarawa, A. Hasan, Kiki A.. (2013). Analisis Pengaruh Suhu dan Kelembapan terhadap Perkembangan Penyakit *Tobacco Mosaic Virus* pada Tanaman Cabai. *Jurnal Agroteknos* Juli 2013 Vol. 3 No. 2. Hal 94-100 ISSN: 2087-7706
- Wattimena, G. A.. (1988). *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Pusat Antar Universitas. IPB. Bogor.
- Wattimena, G. A.. (1989). *Zat pengatur tumbuh : peran fisiologis dan dasar-dasar pemakaian*. *Bul. Agron.*(edisi khusus November): 28-49
- Wetherel, D. F.. (1982). *Pengantar Propagasi Tanaman secara In vitro*. Avery Publishing Group, Inc. New Jersey.

- Widyastuti, SM., Sumardi dan Harjono. (2005). *Patologi Hutan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Woelaningsih, S.. (2001). *Struktur dan perkembangan tumbuhan II*. Laboratorium Anatomi Fakultas Biologi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Yunasfi, (2008). *Serangan pathogen dan gangguan terhadap proses fisiologis pohon*. Karya tulis: Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
- Yusnita. (2003). *Kultur jaringan cara memperbanyak tanaman secara efisien*. Agromedia Pustaka: Jakarta
- Zulkarnain. (2009). *Kultur jaringan tanaman*. Bumi Aksara: Jakarta



LAMPIRAN



Lampiran 1. Hasil pengukuran parameter anatomi

Sifat Anatomi	Bagian	Famili						
		Pt 5.2.9	Pt 9.3.8	Pt 13.1.2	Pt 14.1.2	Pt 16.3.8	Pt 19.3.6	Ts 4.4.3 (kontrol)
Jumlah Sel trakea	Ujung	19	12	21	19	24	18	35
		19	11	32	18	44	25	19
		22	28	26	25	20	25	24
	Tengah	7	4	15	9	22	8	15
		8	5	8	12	25	10	11
		10	18	9	9	14	9	16
	Pangkal	3	2	7	6	16	8	7
		7	8	14	6	16	9	10
		4	8	11	5	16	7	14
Jumlah sel parenkim apotrakeal	Ujung	10	5	9	12	8	12	8
		12	10	6	13	9	13	8
		10	13	15	12	8	13	13
	Tengah	9	5	4	7	5	7	6
		7	4	5	5	5	9	6
		12	4	6	5	5	10	7
	Pangkal	5	6	7	4	2	6	9
		6	7	6	5	6	4	8
		3	7	4	7	7	5	6
Jarak sel parenkim apotrakeal (μm)	Ujung	67.25	51.43	32.10	80.29	89.60	55.38	50,08
		77.35	55.55	41.70	80.57	92.72	66.59	33,91
		83.85	51.55	76.42	99.30	81.23	65.37	30,51
	Tengah	73.28	128,74	136,67	104,65	152.30	80.23	59.91
		143.02	103.4	73,65	103.4	166.82	71.16	56.29
		73.68	130,26	76,09	74,95	117.80	66.25	89.62
	Pangkal	103.60	146.91	112.05	131.38	260.78	109.51	89.24
		119	118.70	108.41	147.63	122.93	190.28	85.70
		220.05	119.86	181.39	121.98	119.62	103.03	74.97

Lampiran 2. Hasil pengolahan uji beda nyata struktur anatomi

1. Anatomi batang

ANOVA							
Sifat Anatomi	Bagian		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Jumlah sel trakea	Ujung	Between Groups	331.905	6	55.317	1.000	.463
		Within Groups	774.667	14	55.333		
		Total	1106.571	20			
	Tengah	Between Groups	708.476	6	118.079	11.533	.000
		Within Groups	143.333	14	10.238		
		Total	851,810	20			
	Pangkal	Between Groups	1468.286	6	244.714	29.366	.000
		Within Groups	116.667	14	8.333		
		Total	1584, 952	20			
Jumlah sel parenkim apotrakeal	Ujung	Between Groups	45.143	6	7.524	1.097	.411
		Within Groups	96.000	14	6.857		
		Total	141.143	20			
	Tengah	Between Groups	67.333	6	11.222	6.733	.002
		Within Groups	23.333	14	1.667		
		Total	90.667	20			
	Pangkal	Between Groups	20.952	6	3.492	1.384	.288
		Within Groups	35.333	14	2.524		
		Total	56.286	20			
Jarak sel parenkim apotrakeal	Ujung	Between Groups	6645,78	6	1107,63	8,425	0,001
		Within Groups	1840,58	14	131,470		
		Total	8486,36	20			
	Tengah	Between Groups	24984,43	6	4164,07	2,373	0,086
		Within Groups	24569,289	14	1754,94		
		Total	49553,72	20			
	Pangkal	Between Groups	11740,84	6	1956,8	0,912	0,514
		Within Groups	30048,26	14	2146,3		
		Total	41789,10	20			

Keterangan :

* : berbeda nyata dengan taraf signifikansi 5%

Homogeneous Subsets

1. Jumlah sel trakea bagian tengah

Famili	N	Subset for alpha= 0,05		
		1	2	3
Pt 9.3.8	3	3,6667		
Pt 5.2.9	3	8,3333	8,3333	
Pt 19.3.6	3	9,0000	9,0000	
Pt 14.1.2	3		10	
Pt 13.1.2	3		10,6667	
Pt 16.3.8	3			20,3333
Ts 4.4.3 (kontrol)	3			20,3333
Sig.		0,072	0,424	1,000

2. Jumlah sel trakea bagian pangkal

Famili	N	Subset for alpha= 0,05			
		1	2	3	4
Pt 5.2.9	3	4,6667			
Pt 14.1.2	3	5,6667	5,6667		
Pt 9.3.8	3	6,0	6,00		
Pt 19.3.6	3	8,0	8,00		
Pt 13.1.2	3		10,66		
Ts 4.4.3 (kontrol)	3			16,33	
Pt 16.3.8	3				30,00
Sig.		0,212	0,069	1,000	1,000

3. Jumlah sel parenkim apotrakeal bagian tengah

Famili	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Pt 9.3.8	3	4,3	
Pt 13.1.2	3	5	
Pt 16.3.8	3	5	
Pt 14.1.2	3	5,6	
Ts 4.4.3 (kontrol)	3	6,3	
Pt 19.3.6	3		8,6
Pt 5.2.9	3		9,3
Sig.		0,106	0,537

4. Jarak sel parenkim apotrakeal bagian ujung

Famili	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Ts 4.4.3 (kontrol)	3	38,16			
Pt 13.1.2	3	50,07	50,07		
Pt 9.3.8	3	52,84	52,84		
Pt 19.3.6	3		62,44	62,44	
Pt 5.2.9	3			76,15	76,15
Pt 14.1.2	3				86,72
Pt 16.3.8	3				87,85
Sig.		0,158	0,230	0,165	0,255

Lampiran 3. Nilai absorbansi klorofil pada panjang gelombang 646 nm dan 663 nm

Sampel (Famili)	Panjang Gelombang	
	646nm	663 nm
Pt 19.3.6	0.502	0.776
	0.412	0.8
	0.502	0.955
Pt 16.3.8	0.462	0.825
	0.552	1.005
	0.452	0.855
Pt 5.2.9	0.5	0.905
	1.32	1.999
	0.584	1.11
Pt 13.1.2	0.522	0.9
	0.6	1.13
	0.57	1.04
Pt 9.3.8	0.32	0.57
	0.402	0.608
	0.404	0.714
Pt 14.1.2	0.251	0.404
	0.396	0.56
	0.44	0.698
Ts 4.4.3 (kontrol)	0.424	0.72
	0.92	1.999
	0.532	0.84

Lampiran 4. Komposisi Media Murashige dan Skoog's (MS Medium)

Garam-garam	Jumlah (mg/l)	Larutan Stok (g)	Keterangan
NH ₄ NO ₃	1650	33,000	mg/l, stock A 50 ml/l dalam media
KNO ₃	1900	38,000	
MgSO ₄ . 7 H ₂ O	370	7,400	
KH ₂ PO ₄	170	3,400	
H ₃ BO ₃	6.2	124	
MnSO ₄ . 4H ₂ O	22,3	0,338	
ZnSO ₄ . 7 H ₂ O	10.58	0,211	
KI	0,83	0,0166	
Na ₂ MoO ₄ . 2 H ₂ O	0.25	0,005	
CuSO ₄ . 5 H ₂ O	0.025	0,0005	
CoCl ₂ . 6 H ₂ O	0.025	0,0005	
CaCl ₂ . 2H ₂ O	440	8,800	mg/l, stock B 50 ml/l dalam media
Na ₂ -EDTA*	37.3	747	mg/l, stock C 50 ml/l dalam media
FeSO ₄ . 7H ₂ O	27.8	557	

Lampiran 4. (Lanjutan)

Myo-inositol	100	5	g/0,5 l, stock 10 ml/l
Pyridoxine-hcl	0,5	0,025	
Thiamine-hcl	0,1	0,005	
Nicotinic-acid	0,5	0,1	
Glycine	2,0		
Sukrosa	30		
Agar	10		
pH	5,8		

*: Ethylenediaminetetraacetic acid, disodium salt

Sumber : Murashige, T and Skoog, F. (1992). A revised medium for rapid growth and biossays with tabacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15 : 473-497.

Lampiran 5. Data hasil pengamatan tahap induksi, multiplikasi dan perakaran

Ulangan	BAP	NAA	Panjang tunas (mm)	Koefisien perbanyakan	ada/tidak tumbuh akar	% akar
1	0	0	13.41	4.83	-	10
2	0	0	16.30	4.33	-	
3	0	0	18.00	4.20	-	
4	0	0	13.29	4.54	+	
5	0	0	18.41	4.69	-	
6	0	0	18.22	4.67	-	
7	0	0	18.71	4.65	-	
8	0	0	17.51	4.49	-	
9	0	0	19.41	4.23	-	
10	0	0	16.65	5.19	-	
1	0	0.5	23.41	4.29	+	20
2	0	0.5	23.61	4.98	+	
3	0	0.5	25.11	4.79	-	
4	0	0.5	24.42	5.49	-	
5	0	0.5	25.43	5.83	-	

Lampiran 5. Lanjutan

Ulangan	BAP	NAA	Panjang tunas (mm)	Koefisien perbanyakan	ada/tidak tumbuh akar	% akar
6	0	0.5	25.22	5.93	-	
7	0	0.5	24.34	5.88	-	
8	0	0.5	26.22	5.83	-	
9	0	0.5	26.27	4.77	-	
10	0	0.5	26.31	5.10	-	
1	0	1	37.65	4.62	-	20
2	0	1	35.12	4.71	-	
3	0	1	33.23	4.63	-	
4	0	1	29.32	5.00	+	
5	0	1	27.23	4.33	-	
6	0	1	28.23	4.43	-	
7	0	1	28.23	4.19	-	
8	0	1	27.23	5.67	+	
9	0	1	28.89	5.73	-	
10	0	1.5	32.56	5.11	-	
1	0	1.5	33.67	5.67	+	20
2	0	1.5	33.46	5.73	-	
3	0	1.5	30.66	5.00	-	
4	0	1.5	30.45	5.73	-	
5	0	1.5	32.66	5.41	-	
6	0	1.5	30.22	5.87	+	
7	0	1.5	30.77	5.03	-	
8	0	1.5	32.55	5.13	-	
9	0	1.5	31.67	5.90	-	
10	0	1.5	32.22	5.18	-	
1	1	0	31.56	5.57	-	20
2	1	0	30.01	5.13	-	
3	1	0	32.92	5.51	-	
4	1	0	31.36	5.23	-	
5	1	0	30.23	5.11	+	
6	1	0	30.45	5.37	-	
7	1	0	31.32	5.09	+	
8	1	0	30.71	5.93	-	
9	1	0	30.11	5.69	-	
10	1	0	30.67	5.98	-	

Lampiran 5. Lanjutan

Ulangan	BAP	NAA	Panjang tunas (mm)	Koefisien perbanyakan	ada/tidak tumbuh akar	% akar
1	1	0.5	61.11	7.12	-	60
2	1	0.5	63.30	7.08	+	
3	1	0.5	68.34	6.92	+	
4	1	0.5	57.66	6.63	-	
5	1	0.5	59.75	6.39	-	
6	1	0.5	65.78	6.20	-	
7	1	0.5	62.37	6.95	+	
8	1	0.5	55.78	6.19	+	
9	1	0.5	63.77	6.29	+	
10	1	0.5	67.56	6.74	+	
1	1	1	43.78	4.13	+	40
2	1	1	41.88	4.37	-	
3	1	1	40.67	4.27	-	
4	1	1	42.44	4.04	-	
5	1	1	40.37	4.39	+	
6	1	1	40.67	4.61	+	
7	1	1	41.88	4.25	+	
8	1	1	40.58	4.09	-	
9	1	1	42.57	4.13	-	
10	1	1	41.99	4.77	-	
1	1.5	1.5	30.67	4.04	-	30
2	1.5	1.5	30.46	4.44	-	
3	1.5	1.5	30.66	3.98	-	
4	1.5	1.5	30.45	3.98	-	
5	1.5	1.5	32.66	3.69	+	
6	1.5	1.5	30.22	4.69	-	
7	1.5	1.5	30.77	4.29	-	
8	1.5	1.5	29.55	3.62	+	
9	1.5	1.5	29.67	4.81	+	
10	1.5	1.5	29.22	4.28	-	
1	1.5	0.5	30.17	4.44	-	30
2	1.5	0.5	30.06	3.20	-	
3	1.5	0.5	30.26	3.76	+	
4	1.5	0.5	30.10	4.22	-	
5	1.5	0.5	31.27	4.53	-	
6	1.5	0.5	30.41	4.67	+	
7	1.5	0.5	31.44	4.29	-	

Lampiran 5. Lanjutan

8	1.5	0.5	30.15	4.62	-	
9	1.5	0.5	31.67	4.27	-	
10	1.5	0.5	30.17	3.83	-	
1	1.5	1	19.41	3.59	-	30
2	1.5	1	17.29	4.12	-	
3	1.5	1	20.41	4.58	-	
4	1.5	1	15.59	3.98	-	
5	1.5	1	20.29	3.66	+	
6	1.5	1	15.75	3.87	+	
7	1.5	1	13.46	4.99	-	
8	1.5	1	13.61	4.19	+	
9	1.5	1	15.17	4.22	-	
10	1.5	1	21.47	3.62	-	
1	1.5	1.5	11.39	3.42	-	20
2	1.5	1.5	13.76	3.18	-	
3	1.5	1.5	10.67	3.41	+	
4	1.5	1.5	10.56	3.27	-	
5	1.5	1.5	11.89	3.16	-	
6	1.5	1.5	16.63	3.55	-	
7	1.5	1.5	13.90	3.25	-	
8	1.5	1.5	12.56	3.45	-	
9	1.5	1.5	14.34	3.77	+	
10	1.5	1.5	10.44	3.19	-	

Lampiran 6. Hasil pengolahan uji beda nyata panjang tunas dan koefisien perbanyakan

Tahap		Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Induksi tunas	Between Groups	16790,144	9	1865,572	417,917	0,001
	Within Groups	401,758	90	4,464		
	Total	17191,903	99			
Koefisien perbanyakan	Between Groups	76,501	9	8,500	55,303	0,001
	Within Groups	13,833	90	0,154		
	Total	90,334	90			

Homogeneous Subsets

Induksi tunas							
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
BAP1,5NAA1,5	10	12.6140					
BAP0NAA0	10		16.9910				
BAP0NAA0,5	10			25.0340			
BAP1,5NAA0	10				30.4330		
BAP1,5NAA1	10				30.5700		
BAP0NAA1	10				30.7690		
BAP1NAA0	10				30.9340		
BAP0NAA1,5	10				31.8330		
BAP1NAA1	10					41.6830	
BAP1NAA0,5	10						62.5420
Sig.		1.000	1.000	1.000	.194	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.							

Koefisien Perbanyakan							
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
BAP1,5NAA1,5	10	3.3650					
BAP1,5NAA0	10		4.1820				
BAP1,5NAA1	10		4.1830				
BAP1NAA1	10		4.3050	4.3050			
BAP0BNAA0	10			4.5820	4.5820		
BAP0NAA1	10				4.8420		
BAP0NAA0,5	10					5.2890	
BAP1NAA0	10					5.4610	
BAP1NAA1,5	10					5.4650	
BAP1NAA0,5	10						6.6510
Sig.		1.000	.513	.118	.142	.349	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.							

Lampiran 7. Foto-foto kegiatan

Gambar 1. Semai sengon putatif karat tumor



Gambar 2. Fiksasi sampel sengon



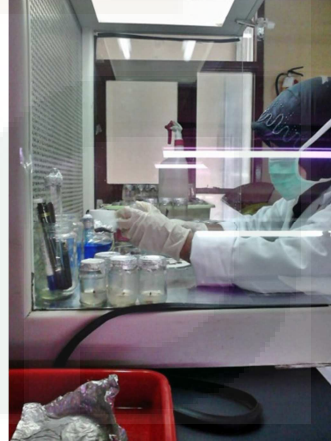
Gambar 3. Pengukuran kadar klorofil



Gambar 4. Sterilisasi eksplan di luar LAF



Gambar 5. Kultur jaringan sengon *in vitro*



Gambar 6. Penanaman sengon *in vitro*