

**Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon (*Falcataria moluccana*) Toleran dan Rentan Karat Tumor**

**SKRIPSI**

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



disusun oleh  
**Lucy Ana Ika Cahyasari**  
**10640023**

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



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1833/ 2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon (*Falcataria moluccana*) Toleran dan Rentan Karat Tumor

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Lucy Ana Ika Cahyasari  
NIM : 10640023  
Telah dimunaqasyahkan pada : 17 Juni 2015  
Nilai Munaqasyah : A -  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

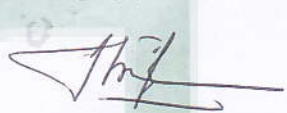
Ketua Sidang

  
Dr. Liliana Baskorowati, S.Hut., MP  
NIP. 19730412 200003 2 004

Penguji I

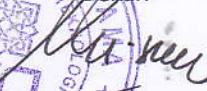
  
Anti Damayanti H, S.Si, M.MolBio  
NIP.19810522 200604 2 005

Penguji II

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

Yogyakarta, 24 Juni 2015

UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan

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



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lucy Ana Ika Cahyasari  
NIM : 10640023  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon (*Falcataria moluccana*) Toleran dan Rentan 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, 08 Juni 2015

Penulis,



Lucy Ana Ika Cahyasari  
NIM. 10640023



## **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 : Lucy Ana Ika Cahyasari  
NIM : 10640023  
Judul Skripsi : Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon (*Falcataria moluccana*) Toleran dan Rentan 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.*


Yogyakarta, 29 Mei 2015

Pembimbing II

Pembimbing I

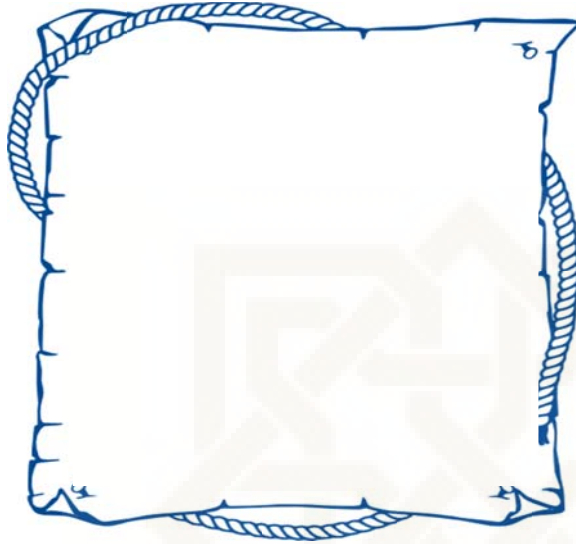
  
Dr. Liliana Baskorowati, S.Hut., MP.

NIP. 19730412 200003 2 004

  
Anti Damayanti H., S.Si., MMolBio

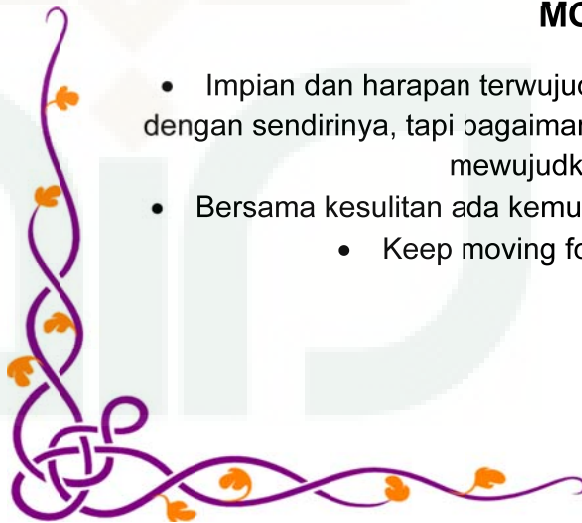
NIP. 19810522 200604 2 005

## HALAMAN PERUNTUKAN



### MOTTO

- Impian dan harapan terwujud tidak dengan sendirinya, tapi bagaimana kita mewujudkannya
- Bersama kesulitan ada kemudahan
  - Keep moving forward



## KATA PENGANTAR



Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-nya. Sholawat serta salam semoga senantiasa dilimpahkan kepada teladan umat, Rasullulah SAW. beserta keluarganya dan para sahabatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi generasi yang haus akan ilmu, khususnya bagi anak-anak kelas di program studi Biologi, dan umumnya bagi para pembaca.

Skripsi dengan judul “**Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon (*Falcataria moluccana*) Toleran dan Rentan 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, untuk itu 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 Erny Quratul Ainy, M. Si selaku Dosen Pembimbing Akademik
3. Dr. Liliana Baskorowati, S. Hut., MP. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, pengetahuan, nasehat dan arahan.



4. Anti Damayanti H., S.Si., MMolBio selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan pengetahuan, kepercayaan dan nasehat dengan sabar.
5. Ika Nugraheni Ari Martiwi, M. Si sebagai penguji II terima kasih atas masukan, saran serta ilmu yang diberikan semoga dapat bermanfaat.
6. Orangtuaku (Wiyono dan Sugiati) yang telah memberikan dukungan baik moral, spiritual maupun finansial, serta doa tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
7. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Yogyakarta yang telah memberikan kemudahan dan ijin untuk melakukan penelitian.
8. Bapak Setya Budi selaku mentor di Laboratorium Kayu BBPBPTH yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan dalam mengerjakan penelitian ini.
9. Mas Doni dan mbak Anif, terima kasih atas bantuan kerjasamanya selama penelitian ini.
10. Sahabat ku Simbul Rina, Mbak Ike, Sinta, Tiyaningsih, Iza, Dila, Silo, Novita dan Ayu Dila yang telah membantu dari awal sampai akhir penulisan skripsi ini. *Love you guys!!!*
11. Teman-teman biologi (Gabinas '10) yang telah memberikan semangat dalam penyelesaian laporan ini. Terima kasih atas kebersamaan dan dukungannya.

12. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan dalam penyusunan laporan ini.

Semoga segala kebaikan, bantuan dan perhatiannya kepada penulis, mendapat balasan yang berlipat ganda dan keridhoan dari Allah SWT. Penulis menyadari akan keterbatasan dan kelemahan ilmu pengetahuan serta pengalaman, sehingga penulis mengharapkan saran, masukan dan kritikan yang membangun demi kesempurnaan laporan ini.

*Alhamdulillahilahi robbilalamin*

Penulis



# **Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon (*Falcataria moluccana*) Toleran dan Rentan Karat Tumor**

Lucy Ana Ika Cahyasari  
10640023

## **Abstrak**

Sengon (*Falcataria moluccana*) merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak ditanam masyarakat, terutama di Jawa namun dalam penanamannya terkendala penyakit karat tumor. Penelitian tentang anatomi kayu khususnya struktur xilem batang sengon yang terserang dan rentan terhadap penyakit belum dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan struktur anatomi dan perbandingan berdasarkan proporsi sel xilem dan dimensi sel xilem antara batang yang toleran dengan batang rentan karat tumor. Sampel yang digunakan berjumlah 12. Enam sampel batang toleran berasal dari Wamena dan 6 sampel batang rentan berasal dari Solomon. Sampel tersebut diambil dari plot uji keturunan di Lumajang, Jawa Timur. Parameter yang diamati adalah struktur anatomi batang sengon serta sel trakea, sel parenkim apotrakeal, sel parenkim paratrakeal, serat xilem, panjang serat dan diameter serat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara penampang melintang, tangensial dan radial pada bagian periderm hingga bagian empelur tidak ada perbedaan struktur anatomi batang toleran dengan batang rentan karat tumor. Namun pada salah satu sampel rentan, terdapat zona reaksi berwarna hitam pada bagian xilem sekunder. Hasil analisis menunjukkan bahwa sel parenkim paratrakeal, serat xilem, panjang serat xilem dan diameter serat xilem berpengaruh nyata terhadap perubahan struktur anatomi, sedangkan parameter lain tidak berpengaruh nyata.

*Kata kunci:* anatomi, karat tumor, rentan, sengon, toleran, xilem

## **Overview the Xylem Structure of Stem of Sengon (*Falcataria moluccana*) Stem Tolerant and Susceptible to Gall Rust Disease**

Lucy Ana Ika Cahyasari  
10640023

### **ABSTRACT**

Sengon (*Falcataria moluccana*) is a famous species plant by farmers especially in Java, however, there is an obstacles in terms of growing since many plantations attacked by gall rust disease. There is no previous study in terms of structure stem xylem comparing susceptible and tolerant sengon to gall rust disease. Therefore, this study was undertaken to determine the differences of anatomical structure of sengon stem and to compare the xylem cell based proportions and dimensions of the stem xylem tolerant and susceptible sengon to gall rust disease. Samples used were 12. Six samples of stem tolerant from Wamena and six samples of stem susceptible from Solomon were used in this study. Samples were collected from progeny trail of sengon in Lumajang, Jawa Timur. Parameters measured i. e. the anatomical structures and vessel element, parenchyma apotracheal cell, parenchyma paratracheal cell, xylem fiber, fiber length, and fiber diameter. The result showed that there were no difference in terms of anatomical structure between tolerant and susceptible stem in cross section, tangential and radial section of periderm, phloem, secondary xylem (vessel cell, xylem fiber, and parenchyma xylem) and pith. However, it found in one of susceptible sample, there was a black reaction zone on the secondary xylem. Analysis variance showed that parenchyma paratracheal cell, xylem fibers, xylem fiber diameter and fiber length were significantly affected changes in the anatomical structure, while the other parameters were not significant.

*Key words* : anatomical, gall rust, sengon, susceptible, tolerant, xylem

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN (BEBAS PLAGIARISME)</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERUNTUKKAN</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan .....	6
D. Manfaat .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Deskripsi Sengon ( <i>Falcataria moluccana</i> ) .....	7
1. Klasifikasi dan Morfologi .....	7
2. Kegunaan .....	9
B. Komposisi Anatomi Batang Dikotil.....	10
C. Penyakit Karat Tumor ( <i>Gall rust</i> ) .....	15
1. Penyebab Penyakit Karat Tumor .....	15
2. Gejala Penyakit .....	17
3. Pengaruh Faktor Lingkungan.....	19
D. Perubahan Anatomi Karena Tumor .....	22
E. Uji Keturunan.....	25

**BAB III METODE PENELITIAN**

A. Alat.....	27
B. Bahan .....	27
C. Cara kerja .....	27
1. Koleksi Sampel .....	27
2. Penentuan Proporsi Sel .....	29
3. Penentuan Dimensi Sel dengan Maserasi Kayu.....	30
D. Analisis Data.....	31

**BAB IV HASIL DAN PENELITIAN**

A. Hasil .....	32
1. Struktur Anatomi.....	32
2. Proporsi Sel Xilem .....	35
3. Dimensi Serat Xilem.....	39
B. Pembahasan.....	43

**BAB V KESIMPULAN**

A. Kesimpulan .....	48
B. Saran .....	49

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>56</b>
-----------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data sampel batang sengon.....	28
Tabel 2. Data faktor lingkungan terukur .....	29
Tabel 3. Hasil rerata proporsi sel penyusun jaringan xilem pada pada batang sengon .....	35
Tabel 4. Hasil analisis proporsi sel .....	37
Tabel 5. Hasil uji lanjut Duncan pada sel parenkim paratrakeal.....	38
Tabel 6. Hasil uji lanjut Duncan pada serat xilem .....	38
Tabel 7. Hasil rata-rata panjang serat xilem dan diameter serat xilem .....	39
Tabel 8. Hasil analisis dimensi sel .....	41
Tabel 9. Hasil uji Duncan pada panjang serat xilem.....	42
Tabel 10. Hasil uji Duncan pada diameter serat xilem. ....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagian tanaman sengon: a. batang, b. daun, c. buah dan biji.....	8
Gambar 2. Penampang melintang struktur anatomi batang dikotil pada <i>Tilia</i> sp. berumur 2 tahun .....	11
Gambar 3. Bentuk teliospora <i>Uromycladium tepperianum</i> .....	17
Gambar 4. Batang yang mengalami hiperplasia .....	19
Gambar 5. Penampang melintang A. kontrol B. rentan karat. Di gambar B, terjadi peningkatan sel jari-jari, peningkatan jumlah jari-jari xilem (panah merah), dan batas kambium yang tidak terlihat (panah kuning) perbesaran 122x. ....	22
Gambar 6. A. penampang melintang pada anatomi pinus normal (perbesaran 18x); B. penampang melintang tipe rentan yang memperlihatkan jari-jari xilem yang lebar dan reaksi parenkima yang mengelilingi empelur (perbesaran 18x); C. penampang radial pada tipe rentan menunjukkan perkembangan hifa yang berlimpah (perbesaran 75x); D. penampang melintang empelur tipe rentan menunjukkan parenkima yang terganggu dan daerah empelur yang sudah ditempati patogen (perbesaran 75x); E. penampang melintang tipe <i>pseudoresistant</i> dimana zona infeksi terisolasi di jaringan normal dan jaringan tumor inang; F. penampang radial perpanjangan hifa dari pewarnaan sel yang berbatasan dengan zona infeksi dari tipe <i>pseudoresistant</i> .....	23
Gambar 7. A. penampang melintang tipe rentan menunjukkan area rentan di xilem (perbesaran 75x); B. perbesaran gambar A menunjukkan parenkima yang tidak biasa dan penurunan hifa (perbesaran 470x). ....	24
Gambar 8. A.) penampang melintang batang pohon toleran bagian periderm (kulit batang) 100x, B.) bagian xilem sekunder (tengah), C.) bagian empelur (bagian tengah batang) 40x. D.) penampang melintang batang pohon rentan, bagian periderm (kulit batang)	

100x, E.) bagian xilem sekunder (tengah), F.) bagian empelur (bagian tengah batang) 40x. periderm (pr), korteks (c), floem sekunder (sf), pembuluh/sel trakea (v), xilem sekunder (sx), sel parenkim apotrakeal (pa), sel parenkim paratrakeal (pp), xilem primer (px), empelur (pt).....	32
Gambar 9. Penampang tangensial 100x, A) toleran, B) batang rentan. Penampang radial 100x, A) toleran, B) batang rentan. Sel parenkim paratrakeal (r), serat xilem (s).....	33
Gambar 10. A. penampang melintang batang yang mengalami infeksi jamur <i>U. tepperianum</i> terdapat zona infeksi berwarna hitam disekitar xilem sekunder (anak panah kuning) dan disekitar pembuluh (anak panah biru) 100x, B. Bagian xilem sekunder yang dekat dengan empelur tidak mengalami infeksi 40x. pembuluh (v), sel parenkim apotrakeal (pa), xilem primer (px), empelur (pt) .....	34
Gambar 11. Rata-rata jumlah proporsi sel penyusun jaringan xilem batang sengon toleran provenan Wamena (D1-D6) dan batang sengon rentan provenan Solomon (E1-E6). Bidang pandang 855, 294 mm.....	36
Gambar 12. Rata-rata proporsi sel penyusun jaringan xilem pada batang toleran (provenan Wamena) dan rentan (provenan Solomon). Bidang pandang 855, 294 mm. ....	37
Gambar 13. Rata-rata panjang dan dimeter serat xilem ( $\mu\text{m}$ ) pada batang sengon toleran provenan Wamena (D1-D6) dan batang sengon rentan provenan Solomon (E1-E6).....	40
Gambar 14. Rata-rata panjang dan diameter serat xilem ( $\mu\text{m}$ ) pada batang toleran provenan Wamena dan rentan provenan Solomon .....	41
Gambar 15. Pemotongan batang .....	68
Gambar 16. Pelunakan batang .....	68
Gambar 17. Proses maserasi dengan oven.....	68
Gambar 18. Pewarnaan dengan serat .....	68
Gambar 19. Pewarnaan pada preparat anatomi.....	68



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengukuran parenkim tegak, pembuluh, parenkim apotrakeal dan serat xilem .....	57
Lampiran 2. Uji pendahuluan untuk jumlah panjang serat yang digunakan....	59
Lampiran 3. Statistik pendahuluan panjang serat .....	60
Lampiran 4. Hasil pengukuran panjang serat yang digunakan .....	61
Lampiran 5. Hasil pengukuran diameter serat xilem .....	64
Lampiran 6. Hasil pengolahan uji beda nyata.....	67
Lampiran 7. Kegiatan penelitian .....	70

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.)) yang dikenal dengan nama lokal batai, sengon laut, atau jeujing merupakan tanaman yang sering dibudidayakan oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan jenis tanaman ini mudah tumbuh dan mampu beradaptasi pada berbagai tipe lahan dengan baik (Sudomo, 2012; Anggraeni & Lelana, 2011). Selain itu, seluruh bagian tanaman sengon dapat dimanfaatkan terutama bagian kayunya sebagai bahan bangunan, bahan baku pulp dan kertas, peti kemas, papan partikel, pensil, kayu lapis dan lain-lain (Hadiyan, 2010; Hardiatmi, 2010).

Karena banyaknya manfaat tersebut, maka permintaan kayu jenis ini terus mengalami peningkatan hingga mencapai 500 ribu meter kubik per tahunnya (Hardiatmi, 2010). Oleh karena itu, penanaman besar-besaran pun dilakukan oleh masyarakat (Anggraeni & Lelana, 2011). Namun demikian, penanaman tersebut mengalami kendala penyakit, salah satunya adalah penyakit karat tumor.

Penyakit karat tumor atau karat puru (*gall rust*) adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh jamur dari kelas Basidiomycetes yaitu *Uromycladium tepperianum*. Jenis jamur ini dikenal sebagai penyebab penyakit karat dan bersifat parasit obligat. Parasit obligat adalah organisme yang dapat tumbuh dan berkembang biak dalam satu inang saja (Agrios, 1996). Namun penyakit ini tidak hanya menyerang tanaman sengon saja. Tanaman lain yang juga dilaporkan

terkena penyakit ini adalah *Acacia* sp. Bahkan menurut McAlpine (1906) dalam Orchard (1996), *Acacia* merupakan inang terbesar *U. tepperianum* di Australia.

Secara umum, ciri khas serangan dari jamur *U. tepperianum* adalah adanya benjolan pada bagian yang terserang seperti pada bagian daun, cabang dahan, ranting atau batang pohon (Budiman & Rianti, 2012). Menurut Rahayu (2010), infeksi *U. tepperianum* pada biji sengon dapat menurunkan kualitas biji dan menimbulkan tumor pada semai dan tanaman muda di lapangan. Dampak lain adanya penyakit karat tumor adalah menjadikan tanaman tidak lurus, menghambat pertumbuhan tanaman, menurunkan kualitas kayu, dan dapat menyebabkan kematian pada tanaman. Pada tanaman yang telah dewasa, pohon menjadi mudah patah saat terkena angin kencang.

Siklus penetrasi *U. tepperianum* dimulai ketika teliospora mendapatkan tempat yang sesuai dan kondisi lingkungan yang mendukung. Teliospora akan berkecambah kemudian membentuk basidiospora, kemudian basidiospora akan melakukan penetrasi melalui epidermis dan membentuk hifa di dalam atau di antara sel-sel epidermis, xilem atau floem. Kerusakan dinding sel yang diakibatkan miselia menyebabkan periderm, xilem dan floem kehilangan bentuk aslinya (Rahayu, 2010).

Penyebaran karat tumor pada sengon telah menjadi epidemik di berbagai daerah. Menurut Baskorowati & Harry (2011), penyakit ini sudah menyebar di berbagai daerah di Indonesia. Penyebarannya meliputi Sorowako di Sulawesi Selatan, Batu Putih di Kalimantan Timur, Bangli Barat dan Kintamani di Bali, di Jawa Tengah seperti di kabupaten Purworejo, Banjarnegara, Magelang,

Temanggung, Wonosobo dan Boyolali. Bahkan Jawa Timur juga tidak luput terhadap dampak serangan penyakit karat tumor ini, terutama di lereng gunung Semeru, Pegunungan Ijen, dan gunung Raung yang meliputi Banyuwangi, Bondowoso, Pasuruan, Malang, Probolinggo dan Jember.

Kerugiannya tidak hanya terlihat dalam luasnya serangan penyakit, namun menyebabkan menurunnya kualitas dan produktivitas kayu (Budiman & Indri, 2012). Bahkan pada tahun 2006, di Lumajang dan Jember penyakit ini mengakibatkan kerusakan tanaman hingga lebih dari 50% (Tambunan, 2006 dalam Charomaini & Burhan, 2008). Lebih lanjut menurut Charomaini (2007), kerugian juga dialami oleh perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang penghasil kayu sengon. Serangan juga dialami oleh Perum Perhutani yang menyebabkan kematian pada tanaman yang masih muda di persemaian maupun di lapangan (Charomaini & Burhan, 2008).

Berdasarkan evaluasi plot uji keturunan di Kediri Jawa Timur diketahui bahwa provenan dari Papua memberikan indikasi lebih toleran terhadap penyakit karat tumor dibandingkan dengan provenan lainnya (Baskorowati & Harry, 2011; Charomaini & Burhan, 2008). Penelitian lanjutan juga menunjukkan bahwa provenan Wamena lebih toleran terhadap serangan karat tumor dibandingkan provenan lain. (Baskorowati, *et al.*, 2012; Baskorowati & Nurrohmah, 2011).

Adanya indikasi tersebut menunjukkan bahwa tanaman tersebut memiliki materi genetik yang resisten terhadap penyakit. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kemunculan mekanisme resistensi tersebut adalah cekaman lingkungan (Hopkins & Huiiner, 2008). Respon tanaman terhadap berbagai

cekaman dapat menghasilkan variasi morfologi, anatomi dan fisiologi tanaman, misalnya perubahan pada pertumbuhan tanaman, volume sel menjadi lebih kecil, penurunan luas daun, daun menjadi lebih tebal, penurunan rasio akar, sensitivitas stomata, penurunan laju fotosintesis, perubahan metabolisme serta perubahan ekspresi gen (Salisbury & Ross, 1995). Contohnya, tanaman kedelai yang mengalami cekaman salinitas memiliki berat kering, berat total tanaman, tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak terkena cekaman (Dolatabadian *et al.*, 2011). Cekaman salinitas juga menyebabkan daun lebih tebal dan sukulen serta kutikula daun yang lebih tebal dari pada tanaman yang hidup di tempat yang normal (Boyce 1954; Gates 1972; Waisel 1991; Shannon *et al.* 1994 dalam Kozlowski, 1997). Reid & Bradford (1984), juga menyatakan bahwa cekaman banjir mengakibatkan produksi etilen pada tanaman berkayu meningkat.

Ditinjau dari aspek anatominya, adanya cekaman banjir juga dapat menyebabkan benih *Pinus halepensis* memiliki jari-jari xilem, saluran resin, dan sel parenkim floem yang lebih banyak daripada benih dari daerah yang tidak terkena banjir (Yamamoto *et al.*, 1987 dalam Kozlowski, 1997). Banjir juga dapat meningkatkan diameter trakeid pada bibit *Thuja orientalis* (Yamamoto & Kozlowski, 1987 dalam Kozlowski, 1997). Selain itu, cekaman salinitas menyebabkan dinding sel epidermis lebih tebal dari pada tanaman yang tidak terkena cekaman salinitas (Boyce 1954; Gates 1972; Waisel 1991; Shannon *et al.* 1994 dalam Kozlowski, 1997).

Serangan patogen juga merupakan salah satu jenis cekaman. Beberapa penelitian terkait perubahan anatomi akibat serangan patogen, diantaranya adanya *dark substrate content*, serta ukuran dan presentase sel pembuluh yang menyempit pada bagian batang yang terkena tumor *U. tepperanium* (Rukhama & Nugroho, 2014). Anatomi batang pinus yang terkena tumor (*gall rust*) memiliki jari-jari xilem (*xylem ray*) dan jari-jari floem (*floem ray*) lebih rapat, peningkatan jumlah sel parenkim floem, hiperplasia di korteks serta batas kambium yang tidak terlihat jelas dibandingkan batang yang sehat atau normal (Jewell, 1988). Selain itu, cabang yang terinfeksi pada *Pinus densiflora* memiliki jumlah trakeid, jumlah saluran resin dan jari-jari yang lebih banyak daripada cabang yang tidak terinfeksi (Yamamoto *et al.*, 1998). Adanya patogen juga menyebabkan penebalan pada sel sklerenkima, sel parenkim di daerah sekitar berkas pembuluh (Maiti *et al.*, 2012).

Beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa struktur anatomi dapat digunakan sebagai indikator karakteristik adanya suatu cekaman. Selain itu, beberapa penelitian tersebut juga menyebutkan bahwa jaringan yang sering mengalami modifikasi karena cekaman adalah jaringan xilem (Rukhama & Nugroho, 2014; Maiti *et al.*, 2012; Yamamoto *et al.*, 1998; Kozlowski, 1997; Jewell, 1988). Oleh karena itu, studi anatomi memungkinkan untuk memahami dasar adaptasi tanaman dalam berbagai kondisi cekaman lingkungan. Diharapkan adanya penelitian ini dapat mengetahui perbandingan struktur anatomi batang sengon yang toleran dan sengon yang rentan ditinjau dari jaringan xilemnya.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan struktur anatomi batang sengon yang toleran karat tumor (berasal dari provenan Wamena) dengan batang sengon yang tidak toleran karat tumor (berasal dari provenan Solomon)?
2. Bagaimana perbandingan proporsi sel penyusun jaringan xilem dan dimensi serat xilem batang sengon antar famili dan provenan?

## **C. Tujuan**

Tujuan penelitian mengenai gambaran struktur xilem batang sengon (*Falcataria moluccana*) toleran dan rentan karat tumor adalah:

1. Membandingkan perbedaan struktur anatomi batang sengon yang toleran karat tumor (berasal dari provenan Wamena) dengan batang sengon yang tidak toleran karat tumor (berasal dari provenan Solomon).
2. Membandingkan proporsi sel penyusun jaringan xilem dan dimensi serat xilem batang sengon antar famili dan provenan.

## **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat hasil penelitian ini dapat memberikan informasi dalam memilih atau menyeleksi pohon sengon yang memiliki resiko kecil terserang penyakit karat tumor sehingga dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan industri.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa anatomi antara batang yang toleran karat tumor dengan batang yang rentan tidak menunjukkan perbedaan. Tidak adanya perbedaan tersebut dapat disebabkan beberapa hal, misalnya kolonisasi fungi karat hanya terjadi pada bagian yang terinfeksi serta ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen.

Hasil analisis secara kuantitatif berdasarkan jumlah sel parenkim paratrakeal dan serat xilem serta ukuran panjang dan diameter serat xilem diketahui bahwa antara batang yang rentan dengan batang yang toleran berbeda nyata, sedangkan pada jumlah sel trakea dan sel parenkim apotrakeal tidak berbeda nyata. Namun berdasarkan uji lanjutan diketahui bahwa sel parenkim paratrakeal, serat xilem panjang dan diameter serat xilem tidak signifikan antar sampel uji, karena sampel-sampel tersebut tidak mengelompok berdasarkan famili dan provenannya. Selain itu dari jumlah dan ukuran selnya baik pada batang rentan maupun toleran sel penyusun xilemnya relatif sama. Sehingga secara famili maupun provenan kedua jenis sampel tersebut tidak berbeda berdasarkan jaringan xilemnya.

## **B. SARAN**

Demi kemajuan penelitian untuk membandingkan anatomi antara batang rentan karat tumor dengan batang toleran disarankan pengamatan yang dilakukan melalui ketebalan dinding selnya. Indikator lain untuk mengetahui karakteristik batang rentan dan toleran dapat dilakukan melalui aspek biokimia maupun molekulernya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, H. A., S. Pudjiono & Mahfudz. (2013). Pembangunan Uji Keturunan Jati Di Gunung Kidul Dalam Rangka Penyediaan Benih Unggul Di Masa Depan. *Info BPK Manado Volume 3 No 1*.
- Adinugroho, C. W. (2008). *Konsep Timbulnya Penyakit Tanaman*. Mayor Silvikultur Tropika Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Agrios, G. N. (1996). *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Allen E. A., Blenis, P. V. & Hiratsuka, Y. (1990a). Histological evidence of Resistant to *Endocronartium harknessii* in *Pinus contoria* var. *latifolia*. *Canadian Journal of Botony* 68: 1728-1737
- . (1990b). Early Symptom Development in Lodgepole Pine Seedling Infected with *Endocronartium harknessii*. *Canadian Journal of Botony* 68: 270-277.
- Anggraeni, I. & Lelana, N. E. (2011). *Penyakit Karat Tumor Pada Sengon*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Anggraeni, I. (2011). Penyakit Karat Tumor Pada Sengon (*Falcataria moluccana* Miq.). Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- . (2012). *Penyakit karat Tumor Pada Sengon Dan Hama Cabuk Lilin Pada Pinus*. *Badan Litbang Kehutanan*. Kementrian Kehutanan, Badan Litbang Kehutanan, Puslitbang Peningkatan Produktivitas Hutan Bogor.
- Atmosuseno, S. B. S. (1994). *Budidaya, Kegunaan dan Prospek Sengon*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Bab V Patologi dan Patogenitas*. (2014). Universitas Gajah Mada. Diakses 2 November 2014, dari [elisa.ugm.ac.id/user/archive/download/29095/59708175da718f7d67039d7314983](http://elisa.ugm.ac.id/user/archive/download/29095/59708175da718f7d67039d7314983)
- Baskorowati, L. & Nurrohmah, S. H. (2011). Variasi Ketahanan Terhadap Penyakit Karat Tumor Pada Sengon Tingkat Semai. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan, Vol. 5 No. 3*. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Baskorowati, L. & Santoso, H. B. (2011). Pengembangan Tanaman Sengon Untuk Ketahanan Terhadap Penyakit Karat Tumor. *Dalam Prosiding Seminar*

*Hasil-Hasil Penelitian Balai Besar Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman Hutan*. Yogyakarta.

- Baskorowati, L., Susanto, M. & Charomaini M. (2012). Genetic Variability in Resistance of *Falcataria moluccana* (Miq.) Barbeby & J. W. Grimes to Gall Rust Disease. *Journal of Forestry Research* Vol. 9 No. 1, 1-9.
- Bond, B. H. (2002). *PB1692 Wood Identification for Hardwood and Softwood Species Native to Tennessee*. The University of Tennessee Agricultural Extension Service, PB1692-1.5M-2/02 E12-4915-00-010-002. Diakses 21 Oktober 2014, dari [http://trace.tennessee.edu/utk\\_agexfores/10](http://trace.tennessee.edu/utk_agexfores/10)
- Budiman, B. & Rianti, I. P. (2012). *Teknik Pengendalian Karat Puru Pada Tanaman Sengon*. Dari [www.bp2sdmk.dephut.go.id](http://www.bp2sdmk.dephut.go.id).
- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchell, L. G. (2003). *Biologi edisi kelima jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Charomaini, M. (2007). *Inventarisasi Penyakit Karat Puru Di PT. Glenmore*. Banyuwangi
- Charomaini, M. Z. & Ismail, B. (2008). Indikasi Awal Ketahanan Sengon (*Falcataria moluccana*) Provenan Papua Terhadap Jamur *Uromycladium tepperianum* Penyebab Penyakit Karat Tumor (*Gall Rust*). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, Vol. 2 No.2. Balai Besar Penelitian dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Dolatabadian, A., Modarres, S. S. A. M. M., & Ghanati, F. (2011). Effect of Salinity on Growth, Xylem Structure and Anatomical Characteristics of Soybean. *Notulae Scientia Biologicae*, 3(1), 41-45. Diakses 5 April 2015, dari [www.notulaebiologicae.ro](http://www.notulaebiologicae.ro).
- Evert, R. F. (2006). *Esau's Plant Anatomy : Meristems, Cells, And Tissues Of The Plant Body : Their Structure, Function, And Development* Edisi Ketiga. Rev. ed. of: *Plant anatomy* / Katherine Esau. 2nd. ed. 1965. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Fahn, A. (1995). *Anatomi Tumbuhan Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Franje, N. S., Alovera, H. C., Isidora, M. O., Expedito, E. D. C. & Revelieta, B. A. (1993). Karat tumor of Falcata (*Albizzia falcataria* (L.)) Beck: its biology and identification. Northern Mindanao Consortium for Agriculture Resources Research & Development (NOMCARRD). Mindanao. Philippines.

- Freeman, B. C. & Beattie, G. A. (2008). An Overview of Plant Defenses against Pathogens and Herbivores. *The Plant Health Instructor*. doi: 10.1094/PHI-I-2008-0226-01
- Gafur, A. (2003). Aspek Fisiologis dan Biokimiawi Infeksi Jamur Patogen Tumbuhan. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 3 (1), 24-28.
- Gramacho, K. P., Miller, T., & Schmidt, R. A. (2013). Comparative Histopathology of Host Reaction in Slash Pine Resistant to *Cronartium quercuum* f. sp. *fusiform*. *Journal Forest* 4, 319-328; doi: 10.3390/f4020319. Diakses 3 November 2014, dari [www.mdpi.com/journal/forest](http://www.mdpi.com/journal/forest).
- Hadiyan, Y. (2010). Evaluasi Pertumbuhan Awal Kebun Keturunan Sengon (*Falcataria moluccana* Sinonim : *Paraserianthes falcataria*) Umur 4 Bulan Di Cikampek Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Vol.7 No.2*, 85 – 91.
- Hagen, E. M., Webster, J. R., & Benfield, E. F. (2006). Are leaf breakdown rates a useful measure of stream integrity along an agricultural land use gradient. *Journal The North American Benthological Society*, 25 (2), 330-343.
- Hardiatmi, JM Sri. (2010). Investasi Tanaman Kayu Sengon Dalam Wanatani Cukup Menjanjikan. *Jurnal Inovasi Pertanian Vol.9, No. 2*: 17-21.
- Hidayat, J. & IFSP. (2002). *Paraserianthes Falcataria* (L.) Nielsen. *Informasi Singkat Benih No. 23 Juni 2002*. Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan.
- Hopkins W. G. & Huiner N. P. A. (2008). *Introduction to Plant Physiology* Edisi Keempat. John Wiley & Sons, Inc. United States of America
- Jewell, F. F. (1988). Histopathology of Fusiform Rust-Inoculated Progeny from (Shortleaf X Slash) X Shortleaf Pine Crosses. *Phytopathology* 78: 396-402.
- . (1991). Histopathology of Backcross Progeny from (Shortleaf X Slash) X Slash Hybrids Inoculated With Fusiform Rust. *Proceedings of the IUFRO Rusts of Pine Working Party Conference September 18-22, 1989, Banff, Alberta, Canada*, pp114-119.
- Kasmudjo. (1985). *Teknologi Hasil Hutan*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.
- . (1994). *Cara Penentuan Tipe Sel dan Dimensi Sel Kayu*. Yogyakarta: Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.

- Kozłowski, T. T. (1997). Responses of Woody Plants to Flooding and Salinity. *Tree Physiology Monograph No. 1*.  
<http://www.heronpublishing.com/tp/monograph/kozłowski.pdf>
- Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M. & Kanninen, M. (2011). *Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen: Ekologi, Silvikultur Dan Produktivitas*. CIFOR, Bogor, Indonesia. [www.cifor.cgiar.org](http://www.cifor.cgiar.org).
- Kurniawan, A. C. (2013). *Ketahanan Kakao (Theobroma cacao L) terhadap Penyakit Busuk Buah (Phytophthora Palmivora)*. Fakultas Pertanian. UGM: Yogyakarta
- Lestari, P., Rahayu, S., & Widiyatno. (2012). Dinamika Penyakit Karat Tumor Pada Sengon (*Falcataria moluccana*) Di Berbagai Pola Agroforestri. *Dalam Seminar Nasional Agroforestri III*.
- Lisar, S. Y. S., Motafakkerzad, R., Hossain M. M. & Rahman, I. M. M. (2012). Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses, Water Stress, Prof. Ismail Md. Mofizur Rahman (Ed.), ISBN: 978-953-307-963-9, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/water-stress/water-stress-inplants-causes-effects-and-responses>
- Maiti, R., Satya, P., Rajkumar, D., & Ramaswamy, A. (2012). *Crop Plant Anatomy*. India: CPI Group (UK) Ltd, Croydon, CR0 4YY.
- Manengkey, G. S. J. & Emmy S. (2011). Intensitas Dan Laju Infeksi Penyakit Karat Daun *Uromyces Phaseoli* Pada Tanaman Kacang Merah. *Eugenia Volume 17 No. 3*, 218-224.
- McCauley. (2012). *Seed Plant Anatomy: Stems*. Diakses 22 September 2014, dari <http://www.deanza.edu/faculty/mccauley/6a-labs-plants-05.htm>
- Mood, A. (2008). *Uromyces phaseolii* (Sacc.) McAlpine Pathogen of the month. South Africa.
- Muiz, D. E. (2010). How Plants Defend Themselves Against Pathogens. University of Babylon. Diakses 6 Maret 2015, dari <http://www.uobabylon.edu.iq/uobcoleges/lecture.aspx?fid=5&lcid=34122>
- Mukmin, A. (2004). Uji Keturunan Saudara Tiri (*Half-Sib*) Sengon (*Paraserianthes falcataria L. Nielsen*) Di Taman Hutan Blok Cikabayan. [Skripsi]. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nugroho, L. H., Purnomo, & Sumardi, I. (2005). *Struktur Dan Perkembangan Tumbuhan*. Yogyakarta: Penebar Swadaya.

- Orchard, A. E. (1996). *Fungi of Australia Volume 1A, Introduction-Clasification*. Canberra: Australia Biological Resources Study.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Simons, A. 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0 <http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>
- Pandey, B. P. (2001). *Plant Anatomy edisi keenam*. India: S. Chand & Company LTD.
- Rahadian, A. (2003). *Pengaruh Famili dan Dosis Kapur Dolomit Pada Uji Keturunan Half-Sib Sengon (Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen) di Taman Hutan Cikabayan IPB*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rahayu, S. (2008). Penyakit karat tumor pada sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes). *Makalah workshop penanggulangan serangan karat puru pada tanaman sengon*. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta, 19 November 2008, 1-6.
- Rahayu, S. (2010). *Modul Pelatihan Penyakit Karat Tumor pada Sengon dan Pengelolaannya*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan UGM.
- Reid, D. M. & Bradford, K. J. (1984). Effects of flooding on hormone relations. *In Flooding and Plant Growth*. Ed. T.T. Kozłowski. Orlando: Academic Press.
- Rukhama, S. & Nugroho, W. D. (2014). *Anatomi Tumor pada Kayu Sengon Trubusan yang Terserang Jamur Uromycladium tepperianum*. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. V. (1995). *Fisiologi Tumbuhan*; Diterjemahkan Diah R Lukman dan Sumaryono. Bandung: Penerbit ITB
- Schweingruber, F. H. (2007). *Wood Structure and Environment*. XI, 279 p. 449. Dari <http://www.springer.com/978-3-540-48299-4>.
- Semangun, H. (2001). *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Setiadi, D., Susanto, M. & Baskorowati, L. (2014). Estimasi Peningkatan Genetik *Falcataria moluccana* Di Cikampek Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Tanaman Hutan*, Vol. 11 No. 2, 65-76.
- Siddiqui, I., Bajwa, R. & Javaid, A. (2009). Some factors affecting the pathogenicity of *Alternaria alternata* against the weed *Rumex dentatus*. *The Philippine Agric. Scientist* 92, 282-289.



- Siregar, I. Z., Yunanto, T. & Ratnasari, J. (2008). *Kayu Sengon: Prospek Bisnis, Budidaya, Panen dan Pasca Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Soerianegara, D. R. & Djamhuri. (1979). *Pemuliaan Pohon Hutan*. Departemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.
- Soerianegara, I. & Lemmens, R. H. M. J. (1993) *Plant resources of South-East Asia 5(1): Timber trees: major commercial timbers*. Wageningen, Belanda: Pudoc Scientific Publishers.
- Soerodikoesoemo, W. & Sri, W. S. (1990). *Materi Pokok Anatomi Tumbuhan*. Jakarta: Karunika, Universitas Terbuka.
- Sudomo, A. (2012). Perkecambahan Benih Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq) Barbneby & J. W. Grimes) pada 4 Jenis Media. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (SNaPP): Sains, Teknologi, dan Kesehatan Vol 3, No. 1, 37-42*.
- Sutrian, Y. (2011). *Pengantar Anatomi Tumbuh-Tumbuhan Tentang Sel Dan Jaringan*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. (2007). Invasive Fungi. *Uromycladium tepperianum* on *Acacia* spp. Diakses February 4, 2014, from/sbmlweb/fungi/index.cfm.
- USDA, NRCS. (2009). *The Plants Database*. National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA. Diakses 28 Agustus 2014. Dari <http://plants.usda.gov>.
- Whiting, D., Roll, M. & Vickerman, L. (2011). *CMG GardenNotes #133 Plant Structures: Stems*. Colorado State University Extension. <http://www.ext.colostate.edu/mg/gardennotes/133.pdf>
- Widyastuti, S. M., Sumardi & Harjono. (2005). *Patologi Hutan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wiryadi Putra, S. (2007). Epidemi Penyakit Tumor Pada Sengon (*Paraserianthes falcataria*) Di Jawa Timur Indonesia. *Jurnal Ilmu Kehutanan Volume I No. 1, 31-39*.
- Yamamoto, F., Nakamura, K. & Hiratsuka, Y. (1998). Is Ethylene a Trigger of Stem Hyperplasia Caused by Eastern Gall Rust in *Pinus densiflora*. *Pfoc. First IUFRO Rusts Of Forest Trees WP Conf., 2-7 Aug. Saariselklj, Finland Finnish Forest Research Institute, Research Papers 712, 243-251*.



**LAMPIRAN**



Lampiran 1. Hasil pengukuran parenkim tegak, pembuluh, parenkim apotrakeal dan serat xilem

Kode sampel	Parameter																	
	Parenkim tegak				Rerata	Rerata	Pembuluh				Rerata	Rerata	Parenkim apotrakeal				Rerata	Rerata
	Ulangan						Ulangan						Ulangan					
	1	2	3	4	1			4	1	2	3	4						
D1	32	39	28	32	32.75	31.17	9	6	4	3	5.5	4.17	10	9	10	7	9	8.50
D2	30	38	27	26	30.25		3	3	3	1	2.5		7	8	6	7	7	
D3	27	28	27	29	27.75		1	3	3	3	2.5		8	8	11	6	8.25	
D4	35	37	41	34	36.75		5	4	5	6	5		8	11	12	9	10	
D5	26	26	29	28	27.25		3	7	4	2	4		10	12	6	7	8.75	
D6	31	38	29	31	32.25		6	7	4	5	5.5		9	8	8	7	8	
E1	23	34	28	23	27	27.38	3	2	7	3	3.75	4.71	9	7	12	8	9	8.13
E2	27	29	26	24	26.5		5	3	8	3	4.75		11	6	9	9	8.75	
E3	35	29	30	27	30.25		4	4	3	2	3.25		7	6	7	8	7	
E4	34	34	33	30	32.75		3	5	2	3	3.25		10	10	7	10	9.25	
E5	24	22	27	23	24		6	6	7	12	7.75		7	6	8	10	7.75	
E6	24	25	26	20	23.75		7	3	5	7	5.5		8	6	6	8	7	

Lampiran 1. (Lanjutan)

Kode sampel	Parameter					Rerata	Rerata			
	Parenkim tegak				Rerata			Rerata		
	Ulangan								Rerata	Rerata
	1	2	3	4						
D1	12	24	13	7	14	17.79				
D2	17	32	26	31	26.5					
D3	21	22	26	21	22.5					
D4	23	23	7	21	18.5					
D5	8	5	10	22	11.25					
D6	16	16	14	10	14					
E1	8	10	11	14	10.75	16.63				
E2	26	21	15	26	22					
E3	15	17	18	20	17.5					
E4	22	21	14	12	17.25					
E5	14	20	20	19	18.25					
E6	15	14	12	15	14					

Lampiran 2. Uji pendahuluan untuk jumlah panjang serat yang digunakan

No.	Panjang serat ( $\mu\text{m}$ )	No.	Panjang serat ( $\mu\text{m}$ )	No.	Panjang serat ( $\mu\text{m}$ )	No.	Panjang serat ( $\mu\text{m}$ )	No.	Panjang serat ( $\mu\text{m}$ )
1	383.3	21	553.1	41	607.5	61	648.4	81	728.2
2	399.6	22	556	42	608.8	62	658.8	82	729.5
3	416.3	23	559.5	43	614.8	63	667.4	83	730.5
4	418.8	24	567.4	44	614.8	64	668.2	84	731.7
5	435.9	25	570.4	45	616.1	65	670.3	85	743.3
6	446.2	26	572.7	46	616.6	66	676.7	86	750.3
7	478.1	27	574	47	620.7	67	686.7	87	758.5
8	492.8	28	576.3	48	622.9	68	687.4	88	763.5
9	495.9	29	580.8	49	624.6	69	699	89	770.9
10	501.5	30	581.6	50	629	70	700.2	90	779.2
11	505.5	31	585	51	629.3	71	702.8	91	779.5
12	507.8	32	585.6	52	630.1	72	703.2	92	794.7
13	512	33	590.4	53	633.9	73	704.5	93	804.4
14	519.1	34	594.6	54	633.9	74	708.3	94	808.1
15	521.6	35	597.9	55	634.3	75	713.1	95	873.8
16	522.4	36	600.4	56	635	76	713.5	96	917.3
17	527.1	37	600.7	57	639.7	77	716.2	97	920.1
18	531.3	38	604.2	58	639.7	78	716.2	98	926.2
19	543.1	39	604.6	59	643.2	79	718.5	99	931.5
20	546.6	40	604.8	60	648	80	722	100	957.5

Lampiran 3. Statistik pendahuluan panjang serat

Interval	fi	xi	xi <sup>2</sup>	fixi	fixi <sup>2</sup>
350-400	2	375	140625	750	281250
401-451	4	426	181476	1704	725904
452-502	4	477	227529	1908	910116
503-553	11	527.5	278256.3	5802.5	3060819
554-604	19	578	334084	10982	6347596
605-655	21	629	395641	13209	8308461
656-706	12	680	462400	8160	5548800
707-757	13	731	534361	9503	6946693
758-808	8	782	611524	6256	4892192
809-859	0	833	693889	0	0
860-910	1	884	781456	884	781456
911-961	5	935	874225	4675	4371125
Jumlah	100	7857.5	5515466	63833.5	42174412

Perhitungan panjang serat yang digunakan:

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{\sum \text{fixi}^2 \frac{(\sum \text{fixi})^2}{n}}{n - 1} \\
 &= \frac{42174412 \frac{(63833,5)^2}{100}}{100 - 1} \\
 &= \frac{42174412 - 40747157,22}{99} \\
 &= 14416,7124 \\
 L &= \frac{(\sum \text{fixi})}{n} \times 0,05 \\
 &= \frac{63833,5}{100} \times 0,05 \\
 &= 31,91675 \\
 N &= \frac{4 \times S^2}{L^2} \\
 &= \frac{4 \times 14416,7124}{(31,91675)^2} \\
 &= \frac{57666,8496}{1018,678931} \\
 &= 56,60944569
 \end{aligned}$$

Pembulatan 57

Lampiran 4. Hasil pengukuran panjang serat yang digunakan

No.	Nama Sampel ( $\mu\text{m}$ )											
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
1	730.5	672.0	638,8	681.6	842.2	488.0	682.9	548.9	816.7	729.0	775.5	558.4
2	728.2	466.3	753,7	832.1	621.2	518.5	839.3	732.3	710.9	748.4	833.7	590.7
3	522.4	511.2	712,4	654.2	628.1	401.9	696.7	854.4	881.4	835.4	832.3	570.1
4	763.5	583.0	564,3	543.7	627.9	454.4	636.7	693.4	861.1	689.3	803.8	739.6
5	604.8	604.2	643,6	671.1	656.6	592.3	581.0	603.5	848.9	709.6	654.4	746.1
6	622.9	527.5	595,9	680.8	561.5	539.2	607.9	753.1	866.6	716.2	848.4	694.9
7	512.0	747.1	715,1	582.8	541.4	628.7	641.9	583.5	552.4	827.9	786.8	498.7
8	718.5	597.4	504,5	723.8	547.3	680.3	723.0	748.9	673.4	642.7	650.8	774.5
9	920.1	595.5	564,1	653.4	788.5	430.3	731.9	578.8	643.2	662.1	780.8	652.4
10	676.7	620.2	495,6	444.2	803.3	683.2	419.9	703.5	691.2	616.9	827.2	423.8
11	585.0	710.7	631,4	554.3	664.4	652.5	882.3	742.7	1071.2	627.9	615.4	486.8
12	716.2	565.4	575,5	697.2	779.6	678.2	428.2	488.4	608.5	832.2	883.4	654.8
13	873.8	762.8	893,4	665.2	562.2	643.6	784.1	430.6	780.9	915.7	653.6	725.8
14	779.2	641.0	581,7	729.3	769.8	847.0	755.1	770.3	799.4	620.4	846.7	537.2
15	635.0	545.9	801,7	725.9	660.9	590.7	769.7	662.1	616.5	734.9	927.6	702.0
16	624.6	492.8	819,8	614.4	713.7	549.0	949.4	772.8	874.2	810.1	936.8	586.6
17	521.6	535.2	647,5	490.7	564.5	694.2	678.0	741.2	620.0	878.5	708.2	580.8
18	527.1	483.2	601,6	659.9	598.7	560.5	732.6	702.4	503.9	596.3	787.1	476.1
19	585.6	642.0	458,1	543.0	683.6	759.1	532.6	649.8	601.1	662.2	1140.8	555.8
20	567.4	690.3	563,0	652.3	723.2	611.3	702.8	558.8	885.6	719.6	659.8	674.1
21	630.1	502.6	543,7	690.7	863.1	700.9	562.8	747.5	440.4	718.6	955.0	493.5
22	926.2	554.1	592,3	767.5	677.1	627.9	820.9	604.0	643.9	697.5	730.6	492.3

Lampiran 4. (Lanjutan)

No.	Nama Sampel ( $\mu\text{m}$ )											
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
23	383.3	662.9	723,0	685.7	625.5	735.2	669.4	629.0	922.2	736.3	803.0	516.2
24	543.1	595.0	589,6	525.7	561.4	701.5	730.6	698.3	899.7	664.6	610.2	497.5
25	507.8	627.6	657,5	771.6	927.0	689.3	608.5	617.6	666.5	726.7	767.9	518.8
26	770.9	625.1	793,1	814.6	661.4	581.7	542.4	648.9	1007.5	935.0	935.1	577.7
27	648.4	603.3	829,9	514.0	785.2	657.3	652.9	568.8	722.0	773.7	611.2	555.8
28	716.2	505.1	707,9	681.2	672.0	561.2	791.6	650.8	802.2	743.2	795.7	520.5
29	446.2	590.4	637,8	531.7	600.2	483.8	808.8	653.4	860.6	730.5	867.2	592.7
30	616.1	513.8	688,0	770.2	481.4	611.6	742.8	738.4	641.5	808.8	604.4	463.7
31	808.1	440.1	643,8	690.2	536.3	494.7	581.5	520.9	660.9	796.7	727.0	559.6
32	556.0	452.0	538,1	675.7	709.1	506.9	602.4	661.7	824.9	654.1	653.8	598.8
33	553.1	463.7	621,5	683.5	705.8	604.0	549.1	785.7	801.2	738.8	686.7	644.5
34	519.1	611.1	931,7	624.9	675.1	467.2	776.4	802.5	1092.4	934.7	788.7	637.9
35	607.5	583.6	473,7	727.1	581.5	833.9	527.7	816.8	779.0	810.9	956.1	615.7
36	633.9	490.1	842,1	565.0	654.2	588.4	836.7	463.2	801.8	632.1	853.6	664.0
37	590.4	633.5	672,2	863.8	758.0	667.7	638.8	662.9	886.2	628.5	736.2	618.4
38	574.0	634.9	785,7	652.2	768.2	462.0	688.2	747.7	706.8	913.5	980.3	548.4
39	639.7	711.3	816,9	693.2	800.8	683.2	768.5	725.3	947.3	495.9	836.7	603.5
40	633.9	672.0	674,0	654.8	808.5	417.3	729.0	690.3	756.0	1021.6	769.0	597.6
41	750.3	511.8	548,9	462.6	845.9	442.5	688.0	698.0	527.4	692.7	972.1	514.9
42	667.4	707.6	589,9	742.6	610.0	608.0	654.6	857.2	1035.4	773.4	764.0	617.5
43	779.5	667.4	500,0	548.3	655.5	594.8	728.2	542.5	1006.0	874.9	838.8	694.9
44	702.8	671.7	649,3	566.1	584.9	608.5	585.7	642.2	940.9	695.2	925.9	566.2



Lampiran 4. (Lanjutan)

No.	Nama Sampel ( $\mu\text{m}$ )											
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
45	416.3	638.8	742.0	667.7	847.7	745.9	424.2	746.5	822.4	644.5	500.2	605.7
46	501.5	770.2	691.9	648.5	609.7	724.5	791.2	858.9	713.2	540.2	1108.3	566.2
47	620.7	885.5	579,3	701.7	772.9	506.4	583.4	741.2	642.4	923.4	629.0	606.4
48	572.7	558.3	488.9	545.2	797.3	629.6	627.4	723.9	824.8	726.1	862.1	458.6
49	670.3	661.2	846.9	605.9	730.4	602.3	646.5	684.6	905.8	617.5	654.0	450.7
50	492.8	609.1	759.2	502.0	454.7	641.7	602.9	517.9	869.3	642.7	853.8	580.8
51	708.3	646.2	589.6	636.3	712.1	465.2	696.3	622.0	729.1	558.9	908.5	610.0
52	713.5	665.0	779.6	732.5	680.3	513.2	866.0	670.3	832.3	795.1	702.0	613.3
53	580.8	523.9	642.5	538.6	641.9	335.8	860.9	731.4	702.8	994.7	924.3	475.7
54	658.8	680.3	687.9	717.1	784.2	623.5	827.2	758.5	987.5	822.6	1075.0	471.0
55	687.4	569.8	788.9	538.0	658.6	677.0	864.1	705.3	959.3	915.6	820.8	488.4
56	634.3	598.7	731.8	343.7	577.2	444.2	430.9	570.4	1164.0	763.6	845.4	687.5
57	435.9	645.4	718.8	622.3	478.5	586.2	866.2	563.5	827.5	774.9	783.5	522.8
Rerata	633.6	604.9	701.3	640.4	677.8	593.5	686.8	673.5	794.0	745.5	803.3	580.3
Rerata	641.9						713.9					

Lampiran 5. Hasil pengukuran diameter serat xilem

No.	Nama Sampel ( $\mu\text{m}$ )											
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
1	39.0	46.6	21.8	34.3	29.2	25.6	35.1	44.9	49.7	46.7	36.5	34.7
2	28.9	38.8	28.4	36.2	36.9	19.6	26.9	33.7	22.5	45.1	28.0	30.4
3	51.3	35.2	39.6	28.5	38.5	32.1	42.2	43.0	48.2	38.5	37.6	22.7
4	43.3	44.0	26.1	26.3	33.7	20.8	37.4	38.5	48.7	38.8	38.8	41.8
5	43.3	35.6	32.3	33.0	32.1	20.1	28.0	42.2	44.2	49.0	33.7	27.7
6	25.8	28.9	29.5	31.8	32.9	31.6	41.7	35.3	43.3	30.4	36.3	19.3
7	43.0	36.0	38.8	32.3	36.0	11.3	37.2	42.6	31.8	36.9	45.3	25.9
8	44.3	38.6	34.1	43.6	40.6	20.8	27.3	28.7	26.1	48.1	37.4	38.1
9	42.2	24.0	34.6	33.0	44.9	20.8	37.5	33.8	32.4	49.7	32.1	39.6
10	29.5	35.3	27.3	37.4	43.3	24.6	41.8	44.0	41.7	24.1	31.8	25.6
11	31.8	32.1	13.8	37.3	31.6	16.0	34.3	35.1	39.1	40.1	38.6	21.8
12	46.5	37.0	34.3	36.9	36.9	13.2	38.9	28.0	38.0	33.7	42.2	36.9
13	48.7	45.1	27.4	37.9	33.0	17.6	37.0	43.3	28.8	41.7	41.9	32.3
14	42.8	38.2	29.8	33.7	36.9	32.3	31.8	35.8	37.3	32.1	34.4	47.1
15	44.9	37.2	44.9	40.4	33.3	20.8	28.4	37.2	29.8	44.9	42.4	40.1
16	41.7	35.5	27.6	24.9	32.3	26.1	28.5	20.1	26.3	54.0	34.4	36.3
17	41.0	42.2	38.8	30.8	46.8	21.6	23.8	29.0	38.5	25.3	37.4	38.0
18	49.5	26.3	39.2	30.6	41.8	21.6	18.3	43.0	41.7	28.8	39.3	41.8
19	42.1	37.4	41.0	36.3	35.6	20.1	36.9	24.0	40.9	44.9	43.3	32.2
20	40.2	41.7	37.0	29.8	36.6	28.4	19.6	40.1	41.7	43.3	29.9	41.1
21	39.3	34.0	32.4	46.5	35.8	27.7	30.8	36.9	52.1	44.5	25.3	37.8
22	47.1	17.0	26.9	40.2	42.3	25.3	12.2	43.3	31.6	27.3	35.1	32.4

## Lampiran 5. (Lanjutan)

No.	Nama Sampel ( $\mu\text{m}$ )											
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
23	28.9	22.7	37.0	48.1	32.4	36.9	18.7	27.3	30.2	51.9	46.6	41.9
24	35.3	41.9	24.4	33.7	47.6	16.3	11.2	51.1	32.1	24.1	37.0	37.3
25	46.5	40.1	25.7	44.2	33.0	8.2	26.9	43.2	35.8	39.0	35.1	22.4
26	50.1	28.8	33.7	30.4	38.1	33.7	32.1	44.0	33.7	35.2	32.1	37.4
27	43.4	32.2	31.1	33.0	33.0	12.9	32.7	41.1	33.8	44.4	33.8	39.6
28	35.5	17.7	35.5	28.0	42.8	25.3	31.5	59.4	44.0	38.7	40.9	33.4
29	35.8	26.1	43.0	38.8	37.8	20.9	35.1	43.3	35.6	38.6	32.1	31.5
30	41.7	32.1	26.9	27.7	44.9	22.9	28.5	36.9	30.6	34.7	32.1	39.1
31	37.2	35.3	35.3	42.8	40.2	22.4	28.5	30.8	30.6	41.8	29.5	26.1
32	28.5	37.5	35.3	38.1	41.7	22.4	29.8	36.9	20.9	38.8	38.6	41.9
33	45.9	17.3	25.7	39.0	34.0	30.6	35.3	33.7	38.0	33.3	31.0	40.2
34	25.8	21.1	21.8	41.6	31.9	28.9	27.2	38.6	32.9	41.0	30.8	41.7
35	35.6	40.5	33.0	36.9	33.7	14.4	31.8	40.2	38.0	55.3	37.3	37.4
36	36.6	27.2	43.7	40.1	37.8	23.8	30.6	48.7	41.2	56.7	40.2	40.1
37	43.7	33.0	25.8	34.7	33.7	24.1	36.9	43.5	34.3	44.0	38.5	38.0
38	46.3	33.7	45.6	40.1	49.7	16.0	28.0	41.6	41.0	38.8	33.0	35.5
39	38.5	37.5	33.0	27.2	41.7	17.6	32.9	39.8	25.3	49.7	37.2	24.4
40	36.6	30.6	48.2	27.4	38.1	24.9	31.7	41.6	51.6	46.5	33.8	42.3
41	35.8	32.1	33.7	48.7	38.6	11.6	29.5	53.1	38.5	40.6	35.5	32.1
42	45.8	38.8	33.5	26.9	41.7	21.8	30.8	33.7	31.1	45.0	43.1	34.1
43	40.5	29.4	40.4	33.7	22.5	20.9	32.9	43.2	41.8	51.3	35.5	31.6
44	35.6	25.6	30.4	36.5	35.2	22.4	32.4	31.0	25.1	36.5	37.4	38.1
45	32.9	36.3	28.9	35.1	44.9	41.7	32.1	47.8	28.4	46.5	35.3	35.0
46	32.1	28.0	34.7	32.1	33.7	25.3	30.4	40.1	45.6	42.1	36.9	35.8
47	36.5	43.8	30.8	36.9	38.2	23.1	40.1	35.2	36.9	41.4	35.3	42.4
48	39.1	40.1	31.8	35.3	33.7	28.9	30.4	35.3	49.7	26.3	38.6	40.1



## Lampiran 6. Hasil pengolahan uji beda nyata

## 1. Proporsi sel

## ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Parenkim tegak	Between Groups	673.729	11	61.248	5.355	0.001*
	Within Groups	411.750	36	11.438		
	Total	1085.479	47			
pembuluh	Between Groups	103.062	11	9.369	2.748	0.011
	Within Groups	122.750	36	3.410		
	Total	225.812	47			
Parenkim apotrakeal	Between Groups	42.562	11	3.869	1.343	0.242
	Within Groups	103.750	36	2.882		
	Total	146.312	47			
Serat xilem	Between Groups	992.917	11	90.265	3.607	0.002*
	Within Groups	901.000	36	25.028		
	Total	1893.917	47			

Keterangan : \* : berbeda nyata dengan taraf signifikasi 5%

## Homogeneous Subsets

## Parenkim tegak

sampel	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
E6	4	23.7500				
E5	4	24.0000				
E2	4	26.5000	26.5000			
E1	4	27.0000	27.0000	27.0000		
D5	4	27.2500	27.2500	27.2500	27.2500	
D3	4	27.7500	27.7500	27.7500	27.7500	
D2	4		30.2500	30.2500	30.2500	
E3	4		30.2500	30.2500	30.2500	
D6	4			32.2500	32.2500	32.2500
D1	4				32.7500	32.7500
E4	4				32.7500	32.7500
D4	4					36.7500
Sig.		.151	.178	.060	.051	.093

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

## Serat xilem

sampel	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
E1	4	10.7500			
D5	4	11.2500			
D1	4	14.0000	14.0000		
D6	4	14.0000	14.0000		
E6	4	14.0000	14.0000		
E4	4	17.2500	17.2500	17.2500	
E3	4	17.5000	17.5000	17.5000	
E5	4	18.2500	18.2500	18.2500	
D4	4	18.5000	18.5000	18.5000	
E2	4		22.0000	22.0000	22.0000
D3	4			22.5000	22.5000
D2	4				26.5000
Sig.		.068	.058	.202	.238

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

## 2. Dimensi sel

### ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Panjang serat	Between Groups	3381833.050	11	307439.368	24.066	0.001*
	Within Groups	8584866.612	672	12775.099		
	Total	1.197E7	683			
Diameter serat	Between Groups	12323.891	11	1120.354	24.591	0.001*
	Within Groups	26789.199	588	45.560		
	Total	39113.090	599			

Keterangan :

\* : berbeda nyata dengan taraf signifikansi 5%

### Homogeneous Subsets

Panjang serat

sampel	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
E6	57	5.8030E2						
D6	57	5.9347E2	5.9347E2					
D2	57	6.0486E2	6.0486E2	6.0486E2				
D1	57		6.3355E2	6.3355E2	6.3355E2			
D4	57			6.4039E2	6.4039E2			
D3	57				6.6383E2	6.6383E2		
E2	57				6.7346E2	6.7346E2		
D5	57				6.7776E2	6.7776E2		
E1	57					6.8682E2		
E4	57						7.4549E2	
E3	57							7.9404E2
E5	57							8.0332E2
Sig.		.277	.073	.114	.062	.329	1.000	.661

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Diameter serat

sampel	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
D6	50	22.8380						
E1	50		31.1200					
D3	50		32.6440	32.6440				
D2	50		33.5400	33.5400	33.5400			
E6	50			35.3100	35.3100	35.3100		
D4	50				35.7820	35.7820		
E5	50				36.3640	36.3640	36.3640	
E3	50					36.7080	36.7080	
D5	50					37.0040	37.0040	
E2	50						38.8560	38.8560
D1	50							39.8500
E4	50							40.2860
Sig.		1.000	.091	.062	.055	.272	.093	.322

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

## Lampiran 7. Kegiatan penelitian



Gambar 15. Pemotongan batang



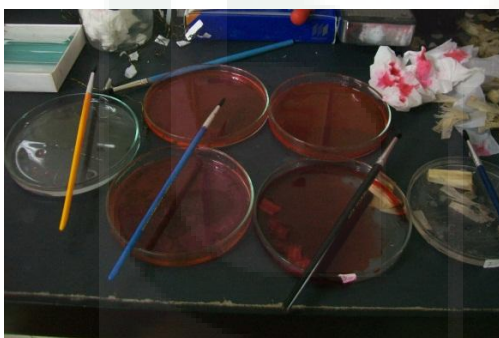
Gambar 16. Pelunakan batang



Gambar 17. Proses maserasi dengan oven



Gambar 18. Pewarnaan pada serat



Gambar 19. Pewarnaan pada preparat anatomi