

**GAMBARAN STRUKTUR XILEM BATANG SENGON
TOLERAN DAN RENTAN KARAT TUMOR
PROVENAN PAPUA**

SKRIPSI

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



disusun oleh

Rina Dwi Susiani
10640045

**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/ 2363 /2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon Toleran dan Rentan Karat Tumor Provenan Papua

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Rina Dwi Susiani

NIM : 10640045

Telah dimunaqasyahkan pada : 13 Juli 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, 19 Agustus 2015



Dr. Maizier 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 : Rina Dwi Susiani

NIM : 10640045

Judul Skripsi : Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon Toleran dan Rentan Karat Tumor
Provenan Papua

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 ucapan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing I

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

Yogyakarta, 29 Mei 2015

Pembimbing II

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rina Dwi Susiani

NIM : 10640045

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon Toleran dan Rentan Karat Tumor Provenan Papua** adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 1 Juli 2015

yang menyatakan,



Rina Dwi Susiani
NIM. 10640045

HALAMAN PERUNTUKKAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya ini diperuntukkan Kepada;
Almamater Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Keluarga,

Sahabat Biologi' 10

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

MOTTO

Demi waktu,
lakukan sesuatu dengan sebaik-baiknya.

Dan kehidupan dunia ini hanya senda gurau dan permainan. Dan sesungguhnya negeri akhirat itulah kehidupan yang sebenarnya, sekiranya mereka mengetahui
(Q.S. al-‘Ankabūt [29] 64).

Diatas langit masih ada langit.

KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Sholawat beserta salam tak lupa tercurahkan pada Nabi Muhammad SAW sebagai suri teladan dan selalu diharapkan safatnya. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat.

Penyusunan skripsi dengan judul “Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon Toleran dan Rentan Karat Tumor Provenan Papua” untuk melengkapi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Selesainya skripsi ini, tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Dr. Liliana Baskorowati, S.Hut., MP., selaku dosen pembimbing I yang memberikan saran, nasehat, kesempatan serta bimbingan sehingga skripsi ini tersusun.
3. Ibu Anti Damayanti H., S.Si., MMolBio selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan saran, pengetahuan, bimbingan dan nasehat dengan sangat tekun dan sabar dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Ika Nugraheni Ari Martiwi, M.Si selaku penguji II terima kasih atas masukan, saran, ilmu dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.

5. Mas doni selaku PLP pendamping yang telah membantu pelaksanaan penelitian sehingga dapat berjalan lancar.
6. Bapak Setya Budi selaku PLP di Laboratorium Kayu BBPBPTH yang telah membantu dalam penelitian ini.
7. Sahabat Biologi 2010 dan sahabat seperjuangan (lusi, muha, sintia, rani, onik, meida, tya dkk) yang turut membantu dalam penulisan laporan skripsi.
8. Bapak, Ibu dan keluarga yang banyak memberikan dukungan dan doanya dalam penyusunan laporan skripsi.
9. Semua pihak yang membantu penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Dalam penulisan Skripsi tersebut, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan laporan ini jauh dari sempurna. Kritik dan saran sangatlah diharapkan demi kesempurnaan Skripsi ini.

Yogyakarta, 30 Juni 2015

Penulis

Gambaran Struktur Xilem Batang Sengon Toleran dan Rentan Karat Tumor Provenan Papua

**Rina Dwi Susiani
10640045**

Abstrak

Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes) merupakan tanaman yang cepat tumbuh, mudah dibudidayakan dan banyak ditanam di Indonesia. Namun demikian, tanaman ini rentan terhadap jamur *Uromycladium tepperianum* penyebab penyakit karat tumor. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan struktur jaringan xilem pada batang sengon yang toleran dan rentan karat tumor melalui proporsi sel dan dimensi sel. Sampel pohon toleran berjumlah 6 pohon yang berasal dari Hubikosi dan Kuluru sedangkan 5 pohon rentan berasal dari Angkaisera dan Kimi. Sampel diambil dari uji keturunan di Lumajang, Jawa Timur. Parameter proporsi sel penyusun jaringan xilem yang diamati berupa sel trakea, sel parenkim apotrakea, sel parenkim paratrakea dan sel serat xilem. Sedangkan parameter pada dimensi sel pada sel serat xilem berupa panjang serat xilem dan diameter serat xilem. Hasil pengamatan pada sayatan jaringan penyusun xilem menunjukkan bahwa ukuran, kepadatan, jarak antar sel, sebaran dan bentuk sel pada jaringan xilem tampak sama. Akan tetapi, hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa parameter sel serat xilem, panjang serat xilem dan diameter serat xilem berbeda nyata antara batang yang toleran dan rentan. Namun, hasil uji lanjutan menunjukkan bahwa data-data tersebut tidak konsisten membagi tanaman sesuai sifat toleran dan rentan. Hal tersebut menunjukkan bahwa sifat rentan dan toleran terhadap karat tumor pada batang sengon tidak dapat ditentukan dari parameter proporsi sel dan dimensi sel pada jaringan xilem.

Kata kunci : karat tumor, rentan, sengon, struktur xylem, toleran

Overview of Structure Xylem of Sengon -Tolerant and Susceptible to Gall Rust - Provenances Papua

**Rina Dwi Susiani
10640045**

Abstract

Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes) is a fast growing species, and widely cultivated in Indonesia. However, this species are susceptible to gall rust disease caused by *Uromycladium tepperianum*. Therefore, this study were aimed to compare the anatomy of xylem tissue in tolerant and susceptible sengon. Sample were consisted of 6 tolerant trees originated in Hubikosi and Kuluru Papua; and 5 suceptible trees originated in Angkaisera and Kimi Papua. All sample were harvested from sengon seedling orchards at Lumajang, East Java. Several parameters were examined such as trachea cells, parenchymal apotrakea cells, paratrakea parenchyma cells, and xylem fibers. Mean while, the dimensions of the cell were observed through the length and diameter of xilem fibers. Observations on anatomy of the xylem tissue did not show the differences between susceptible and tolerant plants including the size, density, cell gap, distribution and type. But then, analysis variance showed differences on xylem fibers, xylem fiber diameter and fiber length while the other parameters were not significant. However, the analyses of Duncan showed that the parameter did not consistently gruped the plants based on their susceptibility. Therefore, character of susceptible and tolerance plants can not be determined from the parameters of proportions and dimensions of the cell in the xylem tissue.

Key words : gall rust, sengon, susceptible, tolerant, xylem structures

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN SURAT PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
HALAMAN PERUNTUKKAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan	7
D. Manfaat	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sengon (<i>Falcataria moluccana</i>)	8
1. Klasifikasi dan Morfologi Sengon	8
2. Penyebaran dan Kegunaan Sengon	10
3. Anatomi Batang Sengon	11
B. Penyakit Karat Tumor	18
1. Penyebab Penyakit Karat Tumor pada Sengon	18
2. Gejala Penyakit Karat Tumor pada Sengon	20
3. Gambaran Anatomi pada Batang yang Terkena Tumor	22
C. Mekanisme Ketahanan dan Uji Keturunan	23

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat	26
B. Alat dan Bahan	26
C. Cara kerja	26
1. Koleksi Sampel	26
2. Penentuan Proporsi Sel	28
3. Penentuan Dimensi Sel	29
D. Analisis Data	31

BAB IV HASIL DAN PENELITIAN

A. Hasil	32
1. Struktur Anatomi.....	32
2. Proporsi Sel pada Jaringan Xilem	34
3. Dimensi Sel Xilem	37
B. Pembahasan.....	41

BAB V KESIMPULAN

A. Kesimpulan	45
B. Saran	46

DAFTAR PUSTAKA 47**LAMPIRAN** 52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data sampel batang sengon.....	27
Tabel 2. Data faktor lingkungan terukur	27
Tabel 3. Hasil rata-rata perhitungan jumlah proporsi sel jaringan serat xilem pada setiap sampel perbesaran 100x	34
Tabel 4. Hasil analisis proporsi sel jaringan xilem	36
Tabel 5. Hasil uji Duncan proporsi serat xilem pada pohon sengon.....	37
Tabel 6. Rata-rata panjang serat xilem (μm) dan diameter serat xilem (μm) dengan perbesaran 40x.....	38
Tabel 7. Hasil analisis (ANOVA) dimensi serat xilem.....	39
Tabel 8. Hasil uji Duncan panjang serat xilem pohon sengon.....	39
Tabel 9. Hasil uji Duncan diameter serat xilem pohon sengon.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman sengon berumur 2 tahun yang ditanam di lahan petani di Sukabumi, Jawa Barat.....	9
Gambar 2. Penampang melintang batang dikotil pada <i>Tilia sp.</i> berumur 3 tahun	12
Gambar 3. Telium fungi <i>Uromycladium tepperianum</i>	18
Gambar 4. Fungi <i>Uromycladium tepperianum</i> yang berdaur hidup pendek....	19
Gambar 5. Batang yang mengalami <i>hiperplasia</i>	21
Gambar 6. Sebaran sampel berasal dari provenan Hubikosi (1), Kuluru (2), Kimi (3) dan Angkaisera (4)	28
Gambar 7. Penampang melintang batang toleran (A,B,C) dan rentan (D,E,F). Bagian empelur/bagian tengah batang (A,D) perbesaran 40X. Bagian xilem sekunder/tengah (B,E) perbesaran 40X. Bagian periderm/kulit batang (C,F) perbesaran 40X. t; trachea. pa; parenkim apotrakea. e; empulur. xp; xilem primer. p; periderm. sx; serat xilem	32
Gambar 8. A) Penampang tangensial batang toleran, B) batang rentan, C) Penampang radial batang toleran, D) batang rentan. Parenkim paratrakea (pp), serat xilem (sx) perbesaran 100X	33
Gambar 9. Dimensi serat xilem pada perbesaran 40X, A) batang resisten, B) batang rentan.	34
Gambar 10 Batang sengon rentan karat tumor	69
Gambar 11. Batang sengon toleran karat tumor.....	69
Gambar 12. Proses pelunakan batang	69
Gambar 13. Preparat anatomi.....	69
Gambar 14. Pewarnaan pada serat xilem	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Uji pendahuluan pada diameter serat xilem	53
Lampiran 2. Statistik uji pendahuluan pada diameter serat xilem	54
Lampiran 3. Hasil perhitungan diameter serat (μm)	55
Lampiran 4. Hasil uji pendahuluan pada panjang serat xilem	59
Lampiran 5. Data statistik uji pendahuluan pada panjang serat xilem.....	60
Lampiran 6. Hasil perhitungan pada panjang serat xilem (μm).....	61
Lampiran 7. Hasil perhitungan pada proporsi sel trakea.....	64
Lampiran 8. Hasil perhitungan pada proporsi sel parenkim apotrakea.....	64
Lampiran 9. Hasil perhitungan pada proporsi sel parenkim paratrakea.....	65
Lampiran 10. Hasil perhitungan pada proporsi sel serat xilem.....	65
Lampiran 11. Hasil pengolahan data uji beda nyata ANOVA.....	66
Lampiran 12. Hasil pengolahan data uji Duncan	67
Lampiran 13. Foto-foto bahan dan kegiatan penelitian	69

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barney & J.W. Grimes) termasuk salah satu jenis tanaman yang dikembangkan di Indonesia. Pada umumnya, sengon dikembangkan masyarakat dalam bentuk hutan rakyat maupun sebagai penaung pada tanaman perkebunan, karena pertumbuhannya sangat cepat hingga mencapai 7 m dalam setahun (Wiryadiputra, 2007). Selain itu, tanaman sengon mampu beradaptasi pada berbagai kondisi tanah, mempunyai karakter silvikultur yang baik, serta batangnya dapat digunakan sebagai bahan industri panel dan berbagai industri pertukangan (Krisnawati *et al.*, 2011).

Banyaknya keunggulan dan manfaat sengon tersebut membuat permintaan kayu meningkat. Menurut Siregar *et al.* (2008), permintaan akan kayu sengon mencapai 500.000 m³ per tahun. Hal tersebut membuat penanaman sengon yang umumnya terkonsentrasi di pulau Jawa berkembang pesat (Wiryadiputra, 2007). Akan tetapi, dalam upaya perkembangan penanaman tersebut terdapat kendala adanya penyakit karat tumor/ *gall rust*/ karat puru (Rahayu, 2008).

Penyakit karat tumor disebabkan oleh fungi *Uromycladium tepperianum* (Sacc.) McAlpine (Old & Cristovao, 2003). Jenis fungi ini masuk famili Pileolariaceae (Anggraeni & Lelana, 2011). Fungi *U. tepperianum* bersifat parasit obligat karena hanya dapat hidup pada jaringan hidup (Anggraeni, 2012). Jamur tersebut hanya memerlukan satu inang untuk dapat menyelesaikan siklus

hidupnya. Jamur karat tumor hanya membentuk satu spora yang dinamakan teliospora. Spora tersebut berukuran panjang 17-28 μm dan lebar 14-20 μm . Teliospora mempunyai struktur yang bergerigi, berjalur dan setiap tangkai terdapat tiga teliospora (Rahayu & Lee, 2007 *dalam* Rahayu, 2008).

Penyebaran teliospora tersebut dibantu oleh angin, air (embun), serangga dan manusia. Proses perkecambahan teliospora dibantu oleh air. Sedangkan lamanya perkecambahan dipengaruhi oleh suhu dan kondisi yang berkabut. Teliospora tersebut tidak dapat langsung menginfeksi inang karena harus berkecambah menjadi basidiospora dan memerlukan waktu 10 jam setelah inokulasi (Anggraeni, 2012). Basidiospora dapat melakukan penetrasi secara langsung menembus epidermis dan membentuk hifa di antara maupun di dalam sel-sel epidermis, xilem dan floem (Rahayu, 2007).

Gejala khas yang ditimbulkan oleh jamur *U. tepperianum* adalah *hiperplasia*. Gejala ini menyebabkan adanya pembengkakan lokal di bagian yang terserang seperti daun, cabang dan batang. Pembengkakan lama-lama berubah menjadi bintil-bintil kecil tumor atau puru (Anggraeni, 2008). Penyakit ini, tidak hanya menyerang pada tanaman yang sudah dewasa, namun juga menyerang ketika tanaman masih semai dan benih. Penyakit ini juga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, bagian ranting dan batang yang mudah patah ketika terkena angin, mengurangi volume dan kualitas kayu bahkan dapat menyebabkan kematian pada tanaman (Anggraeni, 2008; Rahayu, 2008).

Penyakit karat tumor di Indonesia pertama kali dilaporkan di pulau Seram Maluku (Anggraeni & Santoso, 2003 *dalam* Anggraeni 2008). Sedangkan di

Jawa, khususnya Jawa Timur dilaporkan pada tahun 2003. Namun hal tersebut, belum ditangani dengan baik oleh pemerintah dan pihak swasta. Akibatnya, pada tahun 2005 penyakit telah menyebar luas di seluruh Jawa Timur, terutama di lereng gunung Semeru, pegunungan Ijen, dan gunung Raung, serta daerah lain seperti di Banyuwangi, Bondowoso, Pasuruan, Malang, Probolinggo dan Jember (Rahayu, 2008). Menurut Wiryadiputra (2007), penyakit tersebut telah mencapai tingkat epidemi di area perkebunan Jawa Timur.

Usaha yang dilakukan untuk mengendalikan penyakit tersebut juga telah banyak dilakukan, seperti membatasi sebaran penyakit, sanitasi gejala tumor, aplikasi fungisida, pengendalian biologis dan penanaman sengon tahan penyakit. Oleh karena itu, penanaman sengon yang tahan penyakit dibutuhkan untuk mendapatkan galur baru atau varietas yang tahan patogen (Charomaini & Ismail, 2008). Seleksi melalui tegakan benih provenan dilakukan untuk mendapatkan produksi benih resisten.

Berdasarkan hasil uji keturunan diketahui bahwa sengon yang berasal dari Papua yaitu Waga-Waga, Wamena, Hubikosi dan Muliamma Bawah lebih tahan terhadap serangan karat tumor dibanding Provenan dari Kediri, Malang, Wonogiri, Pacitan dan Filipina (Charomaini & Ismail, 2008). Selain itu, plot uji resistensi di Kediri Jawa Timur juga menunjukkan bahwa provenan dari Papua lebih toleran terhadap penyakit karat tumor (Baskorowati & Santoso, 2011). Menurut Anggraeni & Lelana (2011), berdasarkan kecepatan infeksi, pengaruh patogen terhadap kecepatan pertumbuhan dan mortalitas total serangan karat tumor, bibit sengon yang berasal dari Wamena lebih resisten dibandingkan bibit

sengon dari sumber benih dari tempat lain. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya sifat ketahanan yang dimiliki oleh tumbuhan (Semangun, 2006).

Suatu tanaman disebut tahan terhadap patogen jika mempunyai sifat yang memungkinkan tanaman menghindar atau pulih kembali dari serangan penyakit, pada keadaan yang akan mengakibatkan kerusakan pada varietas yang tidak tahan. Selain itu, memiliki sifat-sifat genetik yang dapat mengurangi tingkat kerusakan yang disebabkan oleh serangan patogen. Sifat tersebut dapat diwariskan sehingga mengurangi kemungkinan patogen untuk menggunakan tanaman tersebut sebagai inang. Sehingga menghasilkan produk yang lebih banyak dan lebih baik dibandingkan dengan varietas lain pada tingkat populasi penyakit yang sama (Sumarno, 1992). Kemunculan sifat ini dapat dipengaruhi oleh adanya cekaman, baik cekaman abiotik maupun biotik (Widyastuti *et al.*, 2005).

Cekaman lingkungan (*stress*) yang terjadi pada tanaman merupakan faktor eksternal yang merugikan bagi tanaman (Taiz *et al.*, 1991 *dalam* Mercuriani 2006). Beberapa tanaman melakukan mekanisme ketahanan terhadap patogen atau cekaman lingkungan dengan penghalang fisik, kimia maupun melakukan ekspresi gen-gen ketahanan (Koga *et al.*, 1998). Ekspresi tersebut dapat menyebabkan perubahan secara morfologi dan fisiologi pada tumbuhan (Semangun, 2006). Misalnya, tanaman yang mengalami kekeringan biasanya memiliki jumlah akar tajuk, tinggi, luas daun dan berat kering yang lebih kecil daripada tanaman tahan terhadap kekeringan (Oemar *et al.*, 1997). Tanaman yang mengalami cekaman intensitas cahaya lebih sedikit memiliki daun yang lebih tipis dan lebar

dibandingkan pada tanaman yang hidup di area yang terbuka (Anderson *et al.*, 1995 *dalam* Sopandie & Trikoesoemaningtyas, 2011). Secara fisiologi, tanaman *Pyricularia orizae* memiliki kandungan senyawa orthodihydroxy-phenol yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang rentan terhadap serangan Blast (Djafaruddin, 2008).

Selain itu, cekaman juga dapat mempengaruhi struktur anatomi pada tanaman (Semangun, 2006). Misalnya, tanaman jagung yang tahan terhadap cekaman kekeringan memiliki protoderm yang lebih tebal daripada tanaman yang tidak mengalami cekaman (Maiti *et al.*, 2012). Hasil penelitian di India dan Jepang pada daun padi yang tahan terhadap bercak cokelat memiliki sel-sel epidermal yang tebal dan lapisan kutikula yang tebal dibanding tanaman rentan (Ou, 1985 *dalam* Semangun, 2006). Dari data diatas diketahui, bahwa karakteristik struktural yang bersifat anatomi dapat mempengaruhi ketahanan inang terhadap patogen (Fry, 1982 *dalam* Rubiyo *et al.*, 2010). Tanaman pisang yang terserang penyakit bercak daun yang disebabkan oleh jamur *Mycosphaerella musicola* memiliki lapisan epidermis yang lebih tipis daripada tanaman yang toleran (Aliah *et al.*, 2015). Hal ini, menunjukkan bahwa sifat rentan dan toleran terekspresikan dalam struktur anatomi.

Beberapa penelitian terkait anatomi batang yang terkena cekaman patogen, kebanyakan mengacu pada jaringan xilem. Hal tersebut dikarenakan xilem merupakan jaringan yang penting dalam transportasi air, mineral dan unsur hara. Serta pada tahap tertentu berfungsi sebagai jaringan penguat (Mulyani, 2006). Jaringan tersebut berfungsi memberi kekuatan dan melindungi secara mekanik

jaringan disekitarnya (Hidayat, 1995; Mulyani, 2006). Selain itu pertahanan pada tanaman juga terjadi pada jaringan xilem (sel sklerenkima) dengan cara sel-sel menebal pada proses lignifikasi (Maiti *et al.*, 2012).

Beberapa penelitian pada anatomi jaringan xilem yang terkena cekaman patogen dan menyebabkan karat tumor, diantaranya pada anatomi batang pada sengon trubusan yang terserang *U. tepperianum* terjadi penurunan presentase proporsi sel pembuluh (*trachea*) dan diameter pembuluh (Rukhama & Nugroho 2014). Selain itu, batang pinus merah korea (*Pinus densiflora*) yang terkena tumor memiliki susunan sel trakeids dan jari-jari (*xylem ray*) tidak teratur (Eom & Chung, 1994). Menurut Gülsøy *et al.* (2005), anatomi batang *Quercus robur* yang terkena tumor memiliki diameter elemen pembuluh (*trachea*) lebih kecil dan jumlah per mm² lebih tinggi daripada batang normal. Selain itu, pada penampang tangensial arah kayu, terbentuk sidik jari pada anatomi batang yang terkena tumor. Hal tersebut, menunjukkan bahwa adanya kerusakan batang akibat patogen dapat diketahui melalui perubahan susunan, ukuran maupun struktur sel jaringan xilem. Kerusakan tersebut, mengindikasikan bahwa tanaman tersebut rentan terhadap patogen.

Secara morfologi sifat rentan dan toleran terhadap *U. tepperianum* pada sengon dapat dilihat dari adanya *gall*. Sengon yang rentan terhadap *U. tepperianum* mempunyai karakter terdapatnya *gall*. Sedangkan pada sengon yang toleran, *gall* tersebut tidak ada. Namun, perbedaan karakter anatomi batang sengon yang rentan dan toleran karat tumor belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian tentang struktur anatomi batang sengon toleran dan rentan karat tumor

dilakukan dengan harapan untuk mengetahui karakter struktur anatomi yang khas dan bisa digunakan untuk melihat batang toleran dan rentan karat tumor.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan anatomi batang sengon yang toleran karat tumor (Provenan Hubikosi dan Kuluru) dan rentan karat tumor (Provenan Angkaisera dan Kimi) pada plot uji keturunan sengon di Lumajang Jawa Timur?
2. Bagaimana perbandingan proporsi sel penyusun jaringan xilem dan dimensi serat xilem batang sengon antar provenan?

C. Tujuan Penelitian

1. Membandingkan anatomi batang sengon yang toleran karat tumor (Provenan Hubikosi dan Kuluru) dan rentan karat tumor (Provenan Angkaisera dan Kimi) pada plot uji keturunan sengon di Lumajang Jawa Timur.
2. Membandingkan proporsi sel penyusun jaringan xilem dan dimensi serat xilem batang sengon antar provenan.

D. Manfaat Penelitian

Dapat mengetahui karakter anatomi jaringan xilem pada batang sengon yang toleran dan rentan terhadap karat tumor dari beberapa daerah asal (Provenan) yang berada di plot uji keturunan sengon Lumajang Jawa Timur. Dengan manfaat dapat digunakan untuk memilih dan menyeleksi batang sengon yang diindikasikan rentan dan toleran karat tumor sesuai kebutuhan dalam industri perkayuan.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa anatomi jaringan xilem sengon toleran (Provenan Hubikosi dan Kuluru) dan rentan (Provenan Angkaisera dan Kimi) karat tumor tidak menunjukkan perbedaan. Hal tersebut dapat disebabkan karena mekanisme/sistem pertahanan tanaman yaitu perubahan anatomi pada batang sengon yang terkena karat tumor hanya pada daerah yang terinfeksi dan sifat kekebalan bawaan tidak terekspresikan dalam parameter tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter sel parenkim apotrakea, sel parenkim paratrakea, dan sel trakea antara batang yang toleran dan rentan tidak berbeda. Sedangkan parameter sel serat xilem, panjang serat xilem dan diameter serat xilem berbeda nyata pada batang yang toleran dan rentan. Namun, hasil uji lanjutan menunjukkan bahwa data tersebut tidak konsisten membagi tanaman sesuai sifat toleran dan rentan. Selain itu data juga tidak membagi tanaman konsisten sesuai provenan sehingga secara provenan kedua jenis sampel tersebut tidak berbeda berdasarkan jaringan xilemnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa sifat rentan dan toleran terhadap karat tumor pada batang sengon tidak dapat ditentukan dari parameter proporsi sel dan dimensi sel pada jaringan xilem.

B. SARAN

Perlu dikaji lebih lanjut antara batang yang rentan dan toleran pada bagian periderm. Perlu dilakukan pengambilan data antara pohon yang toleran dan rentan secara biokimia, berupa kandungan lignin dan tanin.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. (1996). *Ilmu Penyakit Tumbuhan* (M. Busnia, Terj). Gadjah Mada University Press: Yogyakarta. (Karya asli dipublikasikan tahun 1988).
- Aliah, N. U., Sulistyowati, L., & Muhibbudin, A. (2015). Hubungan ketebalan lapisan epidermis daun terhadap serangan jamur (*Mycosphaerella musicola*) penyebab penyakit bercak daun sigatoka pada sepuluh kultivar pisang. *Jurnal HPT*. Volume 3 Nomor 1. Universitas Brawijaya: Malang.
- Aloni, R., Pradel, K.S., & Ullrich C.I. (1995). The three-dimensional structure of vascular tissues in Agrobacterium tumefaciens-induced crown galls and in the host stems of *Ricinus communis* L. *Planta*, 196, 597-605.
- Anggraeni, I. & Lelana, N. E. (2011). *Penyakit Karat Tumor Pada Sengon*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan: Jakarta.
- Anggraeni, I. (2008). Pengendalian Penyakit Karat Tumor (*Gall Rust*) pada Sengon (*Paraseranthes Falcataria*) di RPH Pandantoyo, PKPH Pare, KPH Kediri. *Makalah Workshop Penanggulangan Karat Puru pada Tanaman Sengon*. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan: Yogyakarta. 19 Nop 2008
- _____. (2012). Penyakit Karat Tumor Pada Sengon dan Hama Cabuk Lilin pada Pinus. Badan Peneliti dan Pengembangan Kehutanan: Bogor. Halaman 1-11.
- Baskorowati, L., & Nurrohmah, S.H. (2011). Variasi Ketahanan Terhadap Penyakit Karat Tumor pada Sengon Tingkat Semai. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, Vol. 5 No. 3, November 2011. Hal 129-138. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta: Yogyakarta.
- Baskorowati, L., & Santoso, H.B. (2011). Pengembangan tanaman sengon untuk ketahanan terhadap penyakit karat tumor. *Prosiding seminar hasil hasil penelitian*. Balai Besar Penelitian Bioteknologi Tanaman Hutan dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta: Yogyakarta. Hal 151-160.
- Baskorowati, L., Susanto, M., & Charomaini, M. (2012). Genetic Variability in Resistance of *Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & Grimes to Gall Rust Disease. *Journal of Forestry Reserach*, Vol. 9 No. 1, 2012. Page 1-9. Ministry of Forestry, Forestry Research and Development Agency : Jakarta, Indonesia.
- CABI. (2014). Akses tanggal 24 Desember 2014 pukul 10.20. <http://www.cabi.org>.

- Charomaini, Z. M., & 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*. BBPBPTH: Yogyakarta. Vol. 2 No. 2.
- Cipta, H., & Nugroho, W.D. (2014). Pengaruh Pelaburan Ter terhadap Pembentukan Sel-Sel Penyusun Kayu Sengon yang Menunjukkan Gejala Karat Tumor. [Skripsi]. Bagian Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Djafaruddin. (2008). *Dasar-Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Bumi aksara: Jakarta.
- Eom, Y. G., & Chung ,Y. B. (1994). Tumor Wood Anatomy in Korea Red Pine (*Pinus densiflora*). *IAWA Journal*. Volume 1 (2). Pages 149-155
- Esau, K. (1965). *Plant anatomy*. John Wiley and Sons Inc: New York.
- 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. John Wiley & Sons, Inc: New Jersey
- Fahn, A. (1995). *Anatomi Tumbuhan (Penerjemah: Ir. Ahmad Soediarto, dkk) edisi ketiga*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta. (Karya asli dipublikasikan 1991).
- Gafur, A. (2003). Aspek Fisiologis dan Biokimiawi Infeksi Jamur Patogen Tumbuhan. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 3 (1), 24-28.
- Gülsoy, S., Eroğlu.,K.H., & Merev, N. (2005). Chemical and Wood Anatomical Properties of Tumorous Wood in A Turkish White Oak (*Quercus robur*subsp. *robur*). *IAWA Journal*, 26 (4): 469-476.
- Gunawan. (2010). Eksplorasi materi genetik untuk mendapatkan sengon tahan karat tumor di wilayah Nabire-Papua. *prosiding seminar hasil hasil penelitian*. Balai penelitian kehutanan: Ciamis. Hal 161-167.
- Hidayat, E.B. (1995). *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Penerbit ITB: Bandung.
- Hidayat, J. (2002). *Paraserianthes Falcataria (L.)* Informasi Singkat Benih No 23. Direktorat Pemberian Tanaman Hutan dan Indonesia Forest Seed Project.
- Kasmudjo. (1994). Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Koga, J.K., Oshima., Ogasawara., N & Shimura. (1998). A new bioassay for measuring elicitor activity in rice leaves. *Ann .phytopathol.soc. japan*.

- Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M., & Kanninen, M. (2011). *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen, Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas. CIFOR: Bogor.
- Kurniawan, A. C. (2013). *Ketahanan Kakao (Theobroma cacao L) terhadap Penyakit Busuk Buah (Phytophthora Palmivora)*. Fakultas Pertanian. UGM: Yogyakarta
- Maiti, R., Satya, P., Rajkumar, D., & Ramaswamy, A. (2012). *Crop plant anatomy*. British Library London: UK.
- Manggala, Z. S. (2013). Sifat Fisika dan Dimensi Serat Kayu Sengon dengan Gejala Tumor di Daerah Cangkringan. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta. Tidak Dipublikasikan
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Mandang, Y.I., Prawira, S.A., & Kadir, K. (1989). Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan : Bogor, Indonesia.
- McCauley. (2012). *Seed Plant Anatomy: Stems*. Diakses 22 September 2014, dari <http://www.deanza.edu/faculty/mccauley/6a-labs-plants-05.htm>
- Mercuriani, I.S. (2006). Isolasi Gen-Gen pada Tanaman yang Ekspresinya Diinduksi oleh Cekaman Lingkungan. *Seminar Nasional MIPA 2006*. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta. Hal 57-70.
- Mulyani, S. (2006). *Anatomi Tumbuhan*. Cetakan kelima. Penerbit Kanisius: Yogyakarta
- Nair, K.S.S & Sumardi. (2000). Insect pests and diseases of major plantation species. Research efforts and literature. CIFOR: Bogor.
- Nugroho, L.H., Purmono., & Sumardi, I. (2010). *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Cetakan Ke 2. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Oemar, O., Sumartono & Woerjono. (1997). Studi Metode Penyaringan Ketahanan Kedelai Terhadap Kekeringan Menggunakan Larutan Polyethylen Glycol. *BPPS–UGM*. Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Old, K.M., & Cristovao, C.D.S. (2003). A Rust Epidemic of The Coffee Shade Tree *Paraserianthes falcataria*) in East Timor. Eds. Costa H, Piggin C, Cruz CJ, Fox JJ. *ACIAR Proceeding*: Canberra Australia.113, 139-145.
- Pandit, I., Ketut, N., Dodi, N., & Wayan, I.D. (2011). Analisis sifat dasar kayu hasil hutan tanaman rakyat (analysis of woodcharacter of social plantation forests). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Agustus 2011, hlm. 119-124. Vol. 16 No.2 Pemuliaan Tanaman Hutan: Yogyakarta

- Pandit, I.K.N., & Ramdan, H. (2002). *Anatomi kayu pengantar sifat kayu sebagai bahan baku*. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB: Bogor.
- PapuaWeb. (2011). Maps of Papua (Irian Jaya, West Papua). Akses tanggal 13 januari 2015. <http://papuaweb.org/gb/peta/p-pwb/papua-26k.gif>
- Praptoyo, H. (2002). Studi Proporsi Sel dan Dimensi Serat pada Arah Aksial dan Radial Kayu Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*) Salomon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. Vol.3.No 2
- Praptoyo, H., & Puspitasari, R. (2012). Variasi sifat anatomi kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) dari dua jenis pemudaan yang berbeda. *Seminar Nasional Mapeki XV*. (6-7 November 2012), Makassar). Hal 33-41.
- Rahayu, S. (2007). Karat tumor disease of *Falcataria moluccana* on Tawau, Sabah, Malaysia PhD.[Thesis]. Universiti Putra Malaysia: Malaysia.
- _____. (2008). Penyakit Karat Tumor pada Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.)Barneby & J.W. Grimes). *Workshop Penyakit Karat Tumor pada Sengon*. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta, 19 Nopember 2008.
- _____. (2010). Biology And Management Of Gall Rust Disease Caused By *Uromycladium Tepperianum* On *Falcataria Moluccana* In Indonesia Nursery. *Proceedings Of The Seventh Meeting Of IUFRO Working Party 7.03.04 (Diseases And Insects In Forest Nurseries)*. Hawai'I USA. Hal 63-68
- Rahayu, S., Lee , S.S., & Shukor, N.A.A.B. (2010). *Uromycladium tepperianum*, the gall rust fungus from *Falcataria moluccana* in Malaysia and Indonesia. *Mycoscience* 51 (2), 149-153.
- Rubiyo., Purwantara, A., & Sudarsono. (2010). Aktivitas Kitinase dan Peroksidase, Kerapatan Stomata Serta Ketahanan Kakao Terhadap Penyakit Busuk Buah. *Pelita Perkebunan*. 6(2), 111—121
- Rukhama, S., & Nugroho, W.D. (2014). *Anatomi Tumor pada Kayu Sengon Trubusan yang Terserang Jamur Uromycladium tepperianum*. [Skripsi]. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Tidak dipublikasikan.
- Semangun, H. (2006). *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Cetakan ketiga. Gadjah mada university press: Yogyakarta.
- Sigalingging, P. (2004). Pengaruh Letak Aksial dan Radial Dalam Batang Kayu Terhadap Proporsi Sel dan Dimensi Serat Kayu Sengon Buto (*Enterolobium cyclocarpum*) Yang Tumbuh di Hutan Pekarangan Klaten. [Skripsi]. Bagian

- Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta. Tidak Dipublikasikan
- Siregar, E.B.M. (2003). Pertahanan Metabolik Dan Enzim Litik Dalam Mekanisme Resistensi Tanaman Terhadap Serangan Patogen. Digitized by USU digital library: Sumatra Utara.
- Siregar, I. Z., Yunanto, T., & Ratnasari, J. (2008). *Kayu sengon: Prospek bisnis, budidaya, panen dan pasca panen*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Soerianegara, I. & Lemmens, R.H.M.J. (1993). Plant resources of South – East Asia 5 (1): Timber trees: major commercial timbers. Poduc Scientific Publishers: Wegeningen, Belanda.
- Sopandie, D. & Trikoesoemaningtyas. (2011). Pengembangan Tanaman Sela di Bawah Tegakan Tanaman Tahunan. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan* Vol. 6 No. 2 – 2011. Hal 169-181. IPB : Bogor.
- Sumarno. (1992). Pemuliaan untuk ketahanan terhadap hama. *Prosiding symposium Pemuliaan Tanaman I*. Perhimpunan Pemuliaan Tanaman Indonesia, Komisariat Daerah Jawa Timur.
- Susilo, A.W., Mangoendidjojo, W & Witjaksono. (2007). Hubungan Karakteristik Jaringan Kulit Buah Beberapa Klon Kakao (*Theobroma cacao L.*) Dengan Sifat Ketahanan Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao. *Pelita Perkebunan* 2007, 23(3), 159-175
- Sutrian, Y. (2011). *Pengantar Anatomi Tumbuh-Tumbuhan Tentang Sel dan Jaringan*. Penerbit Rineka Cipta : Jakarta
- USDA/NRCS. (2014). *Falcataria moluccana*. Akses tanggal 13 november 2014. <http://plans.usda.gov>.
- Widyastuti, SM., Sumardi & Harjono. (2005). *Patologi Hutan*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Wiryadiputra, S. (2007). Epidemi Penyakit Tumor pada Sengon (*Paraserianthes falcataria*) di Jawa Timur Indonesia. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. Vol. 1 No. 1.
- Zubaedi, M.A. (2004). Pengaruh Tempat Tumbuh dan Kedudukan Kayu Terhadap Dimensi Serat dan Proporsi Sel Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) dari Kabupaten Gunung Kidul. [Skripsi]. Bagian Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Uji pendahuluan pada diameter serat xilem

No	Diameter serat xilem (μm)	No	Diameter serat xilem (μm)	No	Diameter serat xilem (μm)	No	Diameter serat xilem (μm)
1	33.9	26	34.3	51	38.3	76	30.4
2	31.6	27	32.9	52	40.6	77	40.3
3	36.3	28	37.5	53	45.6	78	41.1
4	35.1	29	27.2	54	44.6	79	39.6
5	38.9	30	30.9	55	41.0	80	49.8
6	31.9	31	28.7	56	32.2	81	36.1
7	35.1	32	31.9	57	30.3	82	42.3
8	45.1	33	24.0	58	27.1	83	29.6
9	49.1	34	39.4	59	26.3	84	23.9
10	53.1	35	39.9	60	32.3	85	41.9
11	46.5	36	34.3	61	31.9	86	46.7
12	48.5	37	39.2	62	41.4	87	44.7
13	44.9	38	54.6	63	34.5	88	45.6
14	36.8	39	54.4	64	26.1	89	45.3
15	36.4	40	46.2	65	22.1	90	33.5
16	34.8	41	27.1	66	25.5	91	32.9
17	35.8	42	31.9	67	37.0	92	29.6
18	47.8	43	33.8	68	39.8	93	43.1
19	44.1	44	35.6	69	43.1	94	36.8
20	17.2	45	32.3	70	47.5	95	34.5
21	28.9	46	29.4	71	46.7	96	29.9
22	33.2	47	41.4	72	45.6	97	27.4
23	29.4	48	37.3	73	48.8	98	47.4
24	40.6	49	46.7	74	49.6	99	39.9
25	38.3	50	39.9	75	36.1	100	29.4

Lampiran 2. Statistik uji pendahuluan pada diameter serat xilem

Interval	Fi	Xi	xi^2	Fixi	$fixi^2$
16-20	1	18	324	18	324
21-25	4	23	529	92	2116
26-30	16	28	784	448	12544
31-35	22	33	1089	726	23958
36-40	22	38	1444	836	31768
41-45	16	43	1849	688	29584
46-50	19	48	2304	912	43776
Jumlah	100	231	8323	3720	144070

Perhitungan panjang serat yang digunakan :

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{(\sum fixi)^2}{\sum fixi^2 - \frac{n}{n-1}} \\
 &= \frac{144070 - (3720)^2}{100} \\
 &= \frac{144070 - 138384}{99} \\
 &= \frac{5686}{99} \\
 &= 57.43
 \end{aligned}$$

$$L = (\sum fixi) \times 0.05$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{n}{100} \\
 &= \frac{3720}{100} \times 0.05 \\
 &= 1.86
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{4 \times S^2}{L^2} \\
 &= \frac{4 \times 57.43}{(1.86)^2} \\
 &= \frac{229.72}{3.46} \\
 &= 66.4
 \end{aligned}$$

Pembulatan 66

Lampiran 3. Hasil perhitungan diameter serat (μm)

NO	Nama sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
1	33.9	33.5	31.9	38.8	36.2	54.6	39.1	27.5	44.2	39.3	39.2
2	31.6	29.9	37	36.2	35.3	38.6	42.1	21.9	43	35.3	49.4
3	36.3	31.6	30.4	47.9	28.5	35.1	33.3	25.8	49.1	41.9	41.2
4	35.1	26.3	39.8	47.2	39.2	29.9	26.7	25.5	52.8	39.4	31.4
5	38.9	20	28.7	42.4	47.2	43.1	33.4	23.5	43	29.1	37.3
6	31.9	27.7	30.4	43.8	27.5	40.4	36.6	27.5	50.1	23.6	41.2
7	35.1	26.3	28.7	39.2	33.7	45.7	23.9	29.7	51.3	22.2	33.3
8	45.1	37	33.5	58.8	36.2	43.8	27.1	27.7	50	27.7	32.9
9	49.1	50.2	30.3	45.9	33.3	31.4	31.9	23.9	31.2	36.2	49.8
10	53.1	24.8	52.2	35.5	25.1	37	39.2	29.9	43.9	40.8	51.5
11	46.5	39.9	36.3	27.5	40.9	28.3	31.9	20.2	36.8	41.3	44.4
12	48.5	40.4	39.6	40	43.3	40.9	27.9	21.9	33.3	47.1	35.9
13	44.9	43.8	36.3	44.7	31.6	40.9	24.8	25.2	31.6	32.5	29.9
14	36.8	28.5	19.2	51.6	50.3	37.2	22.4	23.6	45.6	33.4	45.8
15	36.4	35.1	35.2	43.8	31.4	35.3	25.5	29.1	44.7	54.6	40.8
16	34.8	47.1	41.6	42.2	27.5	55.5	18.6	29.1	48.4	37.2	38.5
17	35.8	39.2	45.4	35.5	36.9	39.4	40.8	24.3	48.4	34.2	44.8
18	47.8	31.4	42.8	36.2	29.9	48.5	41.4	29.4	57.7	43.4	39.7

Lampiran 3. (Lanjutan)

NO	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
19	44.1	39.2	23	33	40.4	60.9	49.2	21.1	37.7	26.2	32.6
20	17.2	39.2	18	47.4	45.7	54.5	43.5	22.9	47.2	33.3	32.7
21	28.9	36.2	28.7	52.3	33.3	38.8	23.5	19.6	44.1	27.5	31.4
22	33.2	38.8	23	30.6	42.4	47.2	29.4	11.8	54.9	33.3	43.1
23	29.4	19.6	25.7	35.3	36.2	54.9	37.3	31.5	42.8	44.1	37.7
24	40.6	29.9	21.4	27.7	32.3	51	29.4	32.7	45.1	42.2	48.3
25	38.3	26.3	39	49.1	23.5	47.2	29.1	31.6	46.7	42.2	42.5
26	34.3	25.1	38.9	41.7	27.5	29.9	37	26.4	50.8	35.1	42.5
27	32.9	27.5	45.1	47.1	32.3	28.3	28.1	31.4	53.2	34.2	47
28	37.5	32.3	35.1	39.4	31.4	37.2	38.6	37.1	37.7	34.2	51.1
29	27.2	40.9	35.1	39.2	47.1	37.2	43.1	29.4	29.1	43.1	36
30	30.9	49.1	32	31.6	39.2	31.4	51.1	32.2	46.9	47.4	52.6
31	28.7	26.3	38.5	49.6	31.6	52.6	45.5	25.6	42.4	41.4	50.8
32	31.9	26.3	28.7	47.9	33.5	35.3	37.3	18.6	43.5	37	37.7
33	24	24.8	26.7	33.7	43.3	28.3	43	21.6	47.4	38.1	27.5
34	39.4	28.4	27.1	49.6	19.6	37	50.6	21.9	41.6	46.6	27.5
35	39.9	35.5	21.7	39.5	31.4	47.4	50	20.5	46.2	45.5	27.7
36	34.3	40.8	26.3	40	33.5	47.4	59.2	16.6	50.3	43.6	34.2
37	39.2	35.3	25.5	44.7	30.6	51.1	38.5	19.6	37.7	43.1	38.1

Lampiran 3. (Lanjutan)

NO	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
38	54.6	31.4	31.9	41.7	19.6	22.9	38.9	22.4	34.1	29.4	47.1
39	54.4	26.3	40	38.6	35.3	38.6	33.3	20.8	29.4	25.5	43.5
40	46.2	23.9	35.2	44.7	39.2	47.7	34.3	29.4	50.4	23.6	40.4
41	27.1	50.3	31.4	36.2	39.4	47.1	37.7	27.5	36.2	40.5	29.4
42	31.9	48.7	27.8	47.1	39.4	41.5	33.4	19.6	39.7	41.2	28.3
43	33.8	27.5	35.4	54.9	55.2	35.3	47.1	24.3	43.1	40.4	25.5
44	35.6	22.9	39.4	31.6	40.8	35.5	39.4	26.7	43.5	29.5	40.8
45	32.3	29.9	39.6	35.3	50.3	37.3	37.3	25.5	45.1	43.3	43.8
46	29.4	24.8	50.8	35.5	38.5	35.3	51.8	38.2	42.5	40.4	44.2
47	41.4	22.9	35.4	67.6	27.5	41.4	36.2	25.6	39.2	37.2	46.4
48	37.3	37	23.9	55.7	37	32.5	35.8	38.1	31.4	31.6	59.9
49	46.7	27.7	36.7	51.6	47.9	34.2	29.9	37.3	41.7	39.4	40.5
50	39.9	27.7	33.9	40	25.1	41.2	48.7	39.7	36.6	38.1	32.8
51	38.3	21.1	21.4	36.2	37	36.5	42.4	27.9	39.7	25	29.1
52	40.6	26.3	33.8	46.4	27.5	40.8	34.3	29.1	39.8	41.7	52.7
53	45.6	40.9	35.1	44.8	27.7	47.4	34.6	36.5	31	33.4	17.5
54	44.6	49.1	27.1	47.1	28.5	31	41.4	15.3	38.1	25.6	25.5
55	41	26.3	17.5	48.7	33.3	31.9	38.9	21.1	43.3	27.5	35.3
56	32.2	26.3	29.8	31.4	26.3	41.2	42	20.8	42.2	23.9	43.9

Lampiran 3. (Lanjutan)

NO	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
57	30.3	24.8	34.2	41.7	30.6	39.7	50.6	23.2	37.7	36.6	35.3
58	27.1	28.4	28.7	58.3	37.2	33.6	45.9	22.9	31.4	40.4	46.1
59	26.3	35.5	28.7	47.2	51.6	37.9	45.3	19.6	29.7	38.5	49.6
60	32.3	40.8	25.5	39.2	29.9	37.4	43.4	20.8	24.6	31.6	42.1
61	31.9	35.3	43.4	48	39.2	41.5	46.7	31.7	35.3	26.3	47.7
62	41.4	31.4	41.3	67.2	31.6	35.3	45.6	29.9	43	23.9	48.6
63	34.5	26.3	40.6	48.7	32.3	31	45.3	18.6	35.8	24.8	41.3
64	26.1	23.9	43.4	51.6	44.7	59.7	44.8	13.7	36.6	29.9	36.2
65	22.1	50.3	43.1	47.1	49.9	39.2	48.1	18.1	33.4	47.2	55.8
66	25.5	48.7	27.4	47.1	42.5	47.7	47.1	18.5	36.6	52.6	57.1
Rata-rata	36.4	32.9	33	43.4	35.7	40.4	38.3	25.5	41.5	36.2	40.2

Lampiran 4. Hasil uji pendahuluan pada panjang serat xilem

No	Panjang serat (μm)	No	Panjang serat (μm)	No	Panjang serat (μm)	No	Panjang serat (μm)
1	633.1	26	606.0	51	621.1	76	705.2
2	481.9	27	906.4	52	487.4	77	684.5
3	521.2	28	721.2	53	543.0	78	404.0
4	579.9	29	636.3	54	392.9	79	588.2
5	562.0	30	798.9	55	747.7	80	562.6
6	600.2	31	682.6	56	575.5	81	697.0
7	610.6	32	675.1	57	592.1	82	603.5
8	562.4	33	512.8	58	604.4	83	751.6
9	614.4	34	567.8	59	499.5	84	868.7
10	553.5	35	719.8	60	589.9	85	697.0
11	489.5	36	563.2	61	577.5	86	702.2
12	593.8	37	668.3	62	903.3	87	838.4
13	556.6	38	601.4	63	765.0	88	629.0
14	686.4	39	609.0	64	597.2	89	768.3
15	548.2	40	495.1	65	581.6	90	553.6
16	614.2	41	485.4	66	743.1	91	904.5
17	649.6	42	629.9	67	487.8	92	565.7
18	591.3	43	521.4	68	674.0	93	729.5
19	760.2	44	587.7	69	468.0	94	518.8
20	500.6	45	427.1	70	557.8	95	649.9
21	574.2	46	517.3	71	550.7	96	587.6
22	674.9	47	575.2	72	514.1	97	870.6
23	634.0	48	512.2	73	543.5	98	654.6
24	598.7	49	617.7	74	525.9	99	617.7
25	786.0	50	749.4	75	620.4	100	727.2

Lampiran 5. Data statistik uji pendahuluan pada panjang serat xilem

Interval	F_i	X_i	x_i^2	$f_i x_i$	$f_i x_i^2$
351-400	1	375.5	141000.3	375.5	141000.3
401-450	2	425.5	181050.3	851	362100.5
451-500	9	475.5	226100.3	4279.5	2034902
501-550	10	525.5	276150.3	5255	2761503
551-600	26	575.5	331200.3	14963	8611207
601-650	21	625.5	391250.3	13135.5	8216255
651-700	10	675.5	456300.3	6755	4563003
701-750	9	725.5	526350.3	6529.5	4737152
751-800	6	775.5	601400.3	4653	3608402
801-850	1	825.5	681450.3	825.5	681450.3
851-900	2	875.5	766500.3	1751	1533001
901-950	3	925.5	856550.3	2776.5	2569651
Jumlah	100	7806	5435303	62150	39819625

Perhitungan panjang serat yang digunakan:

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{(\sum f_i x_i)^2}{n} - \frac{\sum f_i x_i^2 - (\sum f_i x_i)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{39819625 - (62150)^2}{100(100-1)} \\
 &= \frac{39819625 - 38626225}{99} \\
 &= \frac{1193400}{99} \\
 &= 12054.545 \\
 L &= \frac{(\sum f_i x_i) \times 0.05}{n} \\
 &= \frac{62150 \times 0.05}{100} \\
 &= 31.075 \\
 N &= \frac{4 \times S^2}{L^2} \\
 &= \frac{4 \times 12054.545}{(31.075)^2} \\
 &= \frac{48218.18}{965.65} \\
 &= 49.93 \\
 &\text{pembulatan 50}
 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Hasil perhitungan pada panjang serat xilem (μm)

No	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
1	774	604.4	559.4	472.4	563.5	522.4	633.1	440.8	376.2	369.3	613.9
2	652.7	690	618.3	474.6	361.5	649.8	481.9	519.6	552.5	440.6	682.8
3	537.5	705.5	523.6	421.4	411.7	568.6	521.2	514.5	359.2	402.7	695.5
4	781.4	468.4	636.8	384.3	494.7	683.4	579.9	468.6	438.5	733.4	640.6
5	636.1	485.8	348	502.2	441.6	441.3	562	535.6	453.4	435.4	663.8
6	559.6	416.7	423.1	416.2	368.6	567.8	600.2	308.8	457.4	354.6	524.8
7	549.9	364.8	592.6	378.2	464.3	353.9	610.6	444.7	533.7	467	472.5
8	497.2	617.9	554	379.8	505	376.9	562.4	690.8	706	428.4	607.4
9	473.3	480	686	369.6	316.6	538.5	614.4	481.6	584.7	522.8	604.8
10	365.1	436.6	433.7	513.8	558.4	714.3	553.5	419.9	446.9	650.3	419.9
11	485.4	472.8	436.9	409.5	606.8	692	489.5	706.6	449.1	470.1	574.8
12	951.6	487.7	301.3	335.6	421.6	607.7	593.8	500.1	440.9	402	670.9
13	960.4	514.8	609.9	474.6	335.1	346.4	556.6	553.9	532.9	553.1	600.7
14	477.3	746.9	500	440.8	478.7	646.3	686.4	622	435.4	490.8	708.5
15	735.9	482.7	576.5	582.7	361.5	545.4	548.2	587.1	427.5	471.4	587.4
16	602.3	608.2	599.1	584.2	343	619.8	614.2	698.1	490.5	491.9	749
17	660.4	584.2	566.2	410	578.1	593.9	649.6	497.8	398	441.2	489.6
18	537.3	476.4	896.3	413.4	450.1	660.4	591.3	627.3	478.4	412.3	735.9
19	602	651.8	658	567	470.7	563.7	760.2	529.2	489.9	425.8	767

Lampiran 6. (lanjutan)

No	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
20	484.1	765.3	645.9	548.7	411	717.5	500.6	485.3	441.1	364.1	658.8
21	457.8	754.5	646.7	539.9	447.6	628.7	574.2	655.7	613.6	454.3	519.1
22	588.1	650.5	549.4	498.2	360.9	630	674.9	563.6	359.6	511.6	590.1
23	857.4	288.2	629	490.9	396.6	840.9	634	661.2	346.4	425.2	674.2
24	644.5	803.8	710.3	483.4	407	587.5	598.7	723.4	512.5	443.5	664.8
25	540.6	424.9	344	413.8	380.4	547.7	786	604.8	435.2	453.4	575.5
26	756.7	564.4	472.6	509	445.1	525.4	606	477.3	333	453.7	704.7
27	524	701.6	556	618.8	436.5	439.1	906.4	630.5	456	550.2	758.2
28	731.9	626	437.3	432.8	546.2	683.2	721.2	470.1	438.3	552.8	711.6
29	713.8	648.7	559.1	757.4	505.9	615.5	636.3	495.9	427.4	374.3	662.3
30	319.6	404.2	434.5	563.1	817.3	569.5	798.9	457.6	424.6	829.7	711.6
31	726.9	777.1	645.6	593.9	572.8	748.8	682.6	555.5	544.7	510.6	662.3
32	578.1	629.7	556.9	356.8	614.8	706.1	675.1	574.6	417	397.8	740
33	788.1	595	700.5	647.3	453.1	459.2	512.8	499.6	628.1	486.8	657.1
34	713.2	431.7	612.1	503.9	607.2	639	567.8	657.2	464.2	466	569.3
35	538.7	558.6	582.8	539.5	561.6	406.7	719.8	580.7	465.4	432.5	536.1
36	728.8	648.3	641.8	526.6	379.7	410.6	563.2	508.5	438.1	396.4	592.2
37	656.7	412.7	559.7	725.8	550.7	531.6	668.3	513.6	392.6	484.9	470.7
38	526.5	653.6	513.3	616.7	626.5	527.9	601.4	548.8	562.9	550.9	738.3

Lampiran 6. (Lanjutan)

No	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
39	619	702.8	410.7	587.3	568.9	680.7	609	388.8	562.3	408	620.9
40	633.3	480.2	417.7	567.9	481.8	432.3	495.1	364.4	386.8	446.1	699.2
41	632.1	505.1	558.9	711.1	504.8	466.5	485.4	373	422.8	718.8	699.3
42	527	628.1	563.7	523	442.6	640.1	629.9	467.9	456.7	429.3	838
43	810	689.2	528.8	530.7	482.8	618.6	521.4	528.6	457.9	418.3	411
44	743.8	555.6	462.9	502.2	437.2	550	587.7	483.5	562.3	369.3	634.9
45	662.2	634.4	513.7	382.5	529.4	519.2	427.1	450.5	397.1	440.6	486.1
46	548.1	708.2	302.1	654.3	504	571	517.3	467.9	362.3	402.7	489.2
47	730.8	503.2	564.4	616.4	524.6	372	575.2	548.5	415.1	733.4	669.1
48	892.6	654.9	578.2	520.9	696.3	500.3	512.2	523.5	417.6	435.4	749.2
49	963	681.9	622.6	515.7	608	696.5	591.7	501.9	409	717.1	586
50	954.1	448.9	532.6	455.3	308.7	779	553	385	473.7	631.5	684.5
Rata-rata	648.6	576.5	547.5	509.3	482.8	574.7	602.8	539.9	461.5	485	631.5

Lampiran 7. Hasil perhitungan pada proporsi sel trakea

Ulangan	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
1	5	2	3	3	3	3	3	2	4	2	2
2	3	5	2	2	4	2	3	2	5	4	1
3	3	4	4	3	3	4	2	1	1	2	3
4	4	4	1	2	4	3	3	3	4	3	2
Rata-rata	3.75	3.75	2.5	2.5	3.5	3	2.75	2	3.5	2.75	2

Lampiran 8. Hasil perhitungan pada proporsi sel parenkim apotrakea

Ulangan	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
1	9	10	6	6	12	7	8	4	10	6	6
2	8	9	6	6	12	5	10	6	7	9	8
3	7	11	9	8	9	8	7	10	7	6	8
4	6	9	8	6	5	7	7	5	6	7	10
Rata-rata	7.5	9.75	7.25	9.5	6.75	8	6.25	6.25	7.5	7	8

Lampiran 9. Hasil perhitungan pada proporsi sel parenkim paratrakea

Ulangan	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
1	28	27	31	36	36	26	24	25	28	31	32
2	34	28	28	35	35	30	19	22	33	24	31
3	32	23	22	18	18	23	18	17	24	26	28
4	25	29	26	32	32	25	16	24	21	32	34
Rata-rata	29.75	26.75	26.75	30.25	30.25	26	19.25	22	26.5	28.25	31.25

Lampiran 10. Hasil perhitungan pada proporsi sel serat xilem

ULANGAN	Nama Sampel										
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5
1	8	20	20	24	7	6	7	16	11	8	12
2	8	14	9	21	8	4	16	15	13	11	10
3	10	19	10	22	10	5	15	17	13	10	9
4	7	18	15	20	11	5	11	20	8	12	7
Rata-rata	8.25	17.75	13.5	21.75	9	5	12.25	17	11.25	10.25	9.5

Lampiran 11. Hasil pengolahan data uji beda nyata ANOVA

1. Proporsi sel

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Trakea	Between Groups	16.636	10	1.664	1.664	.132
	Within Groups	33.000	33	1.000		
	Total	49.636	43			
Parenkim paratrakea	Between Groups	539.000	10	53.900	2.301	.035
	Within Groups	773.000	33	23.424		
	Total	1312.000	43			
Parenkim apotrakea	Between Groups	51.182	10	5.118	1.609	.148
	Within Groups	105.000	33	3.182		
	Total	156.182	43			
Serat xilem	Between Groups	945.045	10	94.505	13.769	.000*
	Within Groups	226.500	33	6.864		
	Total	1171.545	43			

Keterangan : * : berbeda nyata dengan taraf signifikansi 5%

2. Dimensi sel

ANOVA

Parameter		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Panjang serat xilem	Between Groups	1963818.484	10	196381.848	16.988	.000*
	Within Groups	6230937.867	539	11560.182		
	Total	8194756.351	549			
Diameter serat xilem	Between Groups	16711.175	10	1671.117	26.837	.000*
	Within Groups	44522.268	715	62.269		
	Total	61233.443	725			

Keterangan : * : berbeda nyata dengan taraf signifikansi 5%

Lampiran 12. Hasil pengolahan data uji Duncan

1. Proporsi sel

Serat xilem

Duncan^a

Sampel	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
A6	4	5.0000					
A1	4	8.2500	8.2500				
A5	4		9.0000				
B5	4		9.5000	9.5000			
B4	4		10.2500	10.2500			
B3	4		11.2500	11.2500			
B1	4		12.2500	12.2500			
A3	4			13.5000	13.5000		
B2	4				17.0000	17.0000	
A2	4					17.7500	
A4	4						21.7500
Sig.		.089	.065	.060	.068	.688	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

2. Dimensi sel

Panjang serat xilem

sampel	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Duncan ^a								
B3	50	461.5080						
A5	50	482.8300	482.8300					
B4	50	485.0460	485.0460					
A4	50		509.2820	509.2820				
B2	50		525.8880	525.8880				
A3	50			547.4700	547.4700			
A6	50				574.6720	574.6720		
A2	50				576.5380	576.5380		
B1	50					602.8440	602.8440	
B5	50						631.4820	631.48
1A	50							20
								648.61
								80
Sig.		.306	.067	.094	.205	.219	.183	.426

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

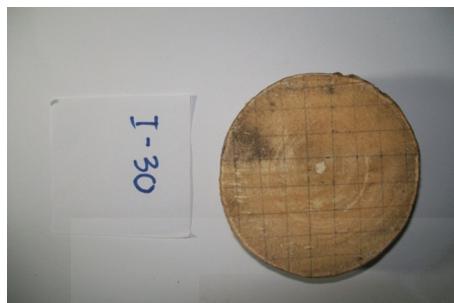
Homogeneous Subsets**Diameter serat xilem**Duncan^a

sampel	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
B2	66	25.4636					
A2	66		32.8879				
A3	66			33.0485			
A5	66				35.6636		
B4	66					36.1561	
A1	66						36.4227
B1	66						38.3364
B5	66						40.2182
A6	66						40.3864
B3	66						41.5379
A4	66						43.4515
Sig.		1.000	.056	.076	.160	.369	.164

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 66,000.

Lampiran 13. Foto-foto bahan dan kegiatan penelitian



Gambar 10. Batang sengon rentan karat tumor



Gambar 11. Batang sengon toleran karat tumor



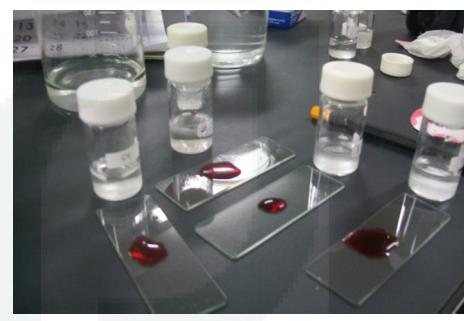
Gambar 12. Proses pelunakan batang



Gambar 13. Preparat anatomi



Gambar 14. Proses mesarasi



Gambar 15. Pewarnaan pada serat xilem