



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

KAJIAN PEMBENTUKAN KAYU PADA POHON CEPAT TUMBUH DAN LAMBAT TUMBUH BERDASARKAN *PINNING METHOD*

BAHIDIN LAODE MPAPA



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Kajian Pembentukan Kayu pada Pohon Cepat Tumbuh dan Lambat Tumbuh Berdasarkan *Pinning Method*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2025

Bahidin Laode Mpapa
E2601201003

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

BAHIDIN LAODE MPAPA. Kajian pembentukan kayu pada pohon cepat tumbuh dan lambat tumbuh berdasarkan *pinning method*. Dibimbing oleh IMAM WAHYUDI, ISTIE SEKARTINING RAHAYU dan ANDI DETTI YUNianti.

Pembentukan kayu baik pada pohon cepat maupun yang lambat tumbuh pada periode tertentu berbasis *pinning method* di Indonesia belum pernah diteliti. Padahal proses tersebut dapat menginformasikan tingkat laju pertumbuhan dan waktu terbentuknya sel-sel baru serta *healing time* yang dibutuhkan setelah batang pohon dilukai. Penelitian ini juga mengevaluasi mutu pertumbuhan pohon, menganalisis elemen kimia kayu serta memperkenalkan alat *pinning* masa depan. Konsep pelukaan dengan metode *pinning* didasarkan pada pengalaman sederhana bahwa kambium pohon sangat responsif terhadap dampak eksternal.

Penelitian ini dilakukan di Desa Bunga Kecamatan Luwuk Utara Kabupaten Banggai Sulawesi Tengah. Jenis pohon yang diamati adalah jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) mewakili pohon cepat tumbuh dan jati (*Tectona grandis* Linn.f) konvensional mewakili pohon lambat tumbuh. Sel-sel baru yang terbentuk dan *healing time* yang dibutuhkan diamati di Pusat Standarisasi Instrumen Pengelolaan Hutan Berkelanjutan (Pustarhut) Bogor; sedangkan analisis elemen kimia kayu menggunakan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray* (SEM EDS) di Pusat Laboratorium Forensik Bareskrim Polri. Pembuatan alat *pinning* dilakukan di Bengkel Las Bubut Bimasakti Bogor. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon jabon merah dan jati yang ditanam di lokasi berkoordinat 00°52'26.23" LS dan 122°54'04.19" BT dengan ketinggian 304 meter dari permukaan laut, serta material *stainless steel* grade 409.

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah jenis sel penyusun kayu yang baru dibentuk setiap periode, *healing time* yang dibutuhkan dan indikator penentu mutu pertumbuhan pohon (diameter setinggi dada/dbh, tinggi total/tt, tinggi bebas cabang/tbc, jumlah cabang/jc, jumlah mata kayu lepas/jmk, tingkat kesilindrisan/tk dan bentuk penampang lintang log/pl). Metode analisis data terdiri dari analisis koefisien korelasi sederhana dan analisis deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan pohon jabon merah cenderung terus meningkat mulai Januari hingga Desember 2021 dengan riap diameter 2,21 cm/tahun; sedangkan jati cenderung fluktuatif di bulan Januari hingga Juni, kemudian meningkat mulai Juli hingga Desember 2021, dengan riap diameter 0,34 cm/tahun.

Rata-rata dbh, tt, tbc, jc, jmk, tk dan pl kedua jenis pohon berbeda. Pada jabon merah nilai tersebut berturut-turut adalah 19,7 cm (18,8-21,3 cm) untuk dbh, 18,7 m (17,3-19,6 m) untuk tt, 11,1 m (9,9-13,3 m) untuk tbc, 19,3 batang (17-21 batang) untuk jc, 14,7 buah (9-20 buah) untuk jmk, batang silindris dengan permukaan log yang cenderung bulat. Pada jati, rata-rata dbh 16,5 cm (14,3-18,2 cm), rata-rata tt 8,7 m (7,7-9,8 m), rata-rata tbc 6,3 m (5,4-7,9 m), rata-rata jumlah cabang 24 (21-28), rata-rata jumlah mata kayu lepas 8,7 buah (6-11 buah), batang silindris dengan permukaan log bulat sampai berlekuk.

Proporsi elemen kimia kayu jabon merah dan jati yang terdeteksi menggunakan SEM EDS setelah penerapan *pinning* selama setahun juga bervariasi. Kayu jabon terdiri dari 50,23% karbon, 46,34% oksigen, 2,38% kalsium, 0,80%

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

kalium dan 0,76% silikon; sedangkan pada kayu jati berturut-turut 55,66% karbon, 39,30% oksigen, 0,33% kalsium, 0,32% magnesium, 0,22% kalium dan 4,56% silikon.

Alat *pinning* yang dibuat berbahan *stainless steel* anti karat berbentuk T yang dilengkapi jarum berdiameter 1, 2 dan 3 mm. Cara penggunaannya cukup sederhana dan mudah yakni menggenggam alat dengan tangan, memposisikan jarum tegak lurus kulit pohon pada ketinggian setinggi dada (1,3 meter) dari permukaan tanah, menusukkan jarum perlahan-lahan melalui kulit luar sampai ke bagian kayu dekat kambium, menarik alat keluar dan memberikan tanda atau penomoran pada bagian kulit bekas tusukkan.

Kata kunci: jabon merah, jati, mutu pertumbuhan, pembentukan kayu, *pinning method*

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

BAHIDIN LAODE MPAPA. Study of wood formation in fast- and slow-growing tree species based on pinning method. Supervised by IMAM WAHYUDI, ISTIE SEKARTINING RAHAYU and ANDI DETTI YUNIANTI.

Wood formation in both fast- and slow-growing trees in a certain period based on the pinning method in Indonesia has never been studied. In fact, this process can inform the growth rate and time of new cells formation and the healing time needed after the tree trunk is wounded. This study also evaluates the quality of tree growth, analyzes the chemical elements of wood and introduces future pinning tools. The concept of wounding with the pinning method is based on the simple experience that the tree cambium is very responsive to external impacts.

This research was conducted in Bunga Village, Luwuk Utara District, Banggai Regency, Central Sulawesi. The types of trees observed were red jabon (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) representing fast-growing trees and conventional teak (*Tectona grandis* Linn.f) representing slow-growing trees. New cells formed and the healing time required were observed at the Center for Standardization of Sustainable Forest Management Instruments (Pustarhut) Bogor; while the analysis of wood chemical elements used Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM EDS) at the Forensic Laboratory Center of the National Police Criminal Investigation Department. The pinning tool was made at the Bimasakti Lathe Welding Workshop in Bogor. The main materials used in this study were red jabon and teak trees planted at a location with coordinates 00° 52'26.23" LS and 122°54'04.19" BT with an altitude of 304 meters above sea level, as well as stainless steel grade 409 material.

The variables observed in this study were the types of wood cells that were newly formed each period, the healing time required and indicators that determine the quality of tree growth (diameter at breast height/dbh, total height/tt, branch-free height/tbc, number of branches/jc, number of loose knots/jmk, degree of cylindricity/tk and log cross-sectional shape/pl). The data analysis method consisted of simple correlation coefficient analysis and descriptive analysis.

The results showed that the growth of red jabon trees tended to continue to increase from January to December 2021 with a diameter increment of 2.21 cm/year; while teak tended to fluctuate from January to June, then increased from July to December 2021, with a diameter increment of 0.34 cm/year.

The average dbh, tt, tbc, jc, jmk, tk and pl of the two types of trees are different. In red jabon, the values are respectively 19.7 cm (18.8-21.3 cm) for dbh, 18.7 m (17.3-19.6 m) for tt, 11.1 m (9.9-13.3 m) for tbc, 19.3 stems (17-21 stems) for jc, 14.7 pieces (9-20 pieces) for jmk, cylindrical stems with log surfaces that tend to be round. In teak, the average dbh is 16.5 cm (14.3-18.2 cm), the average tt is 8.7 m (7.7-9.8 m), the average tbc is 6.3 m (5.4-7.9 m), the average number of branches is 24 (21-28), the average number of loose knots is 8.7 pieces (6-11 pieces), the stem is cylindrical with a round to grooved log surface.

The proportion of chemical elements of red jabon wood and teak detected using SEM EDS after pinning for a year also varies. Jabon wood consists of 50.23% carbon, 46.34% oxygen, 2.38% calcium, 0.80% potassium and 0.76% silicon; while

in teak wood respectively 55.66% carbon, 39.30% oxygen, 0.33% calcium, 0.32% magnesium, 0.22% potassium and 4.56% silicon.

The pinning tool is made of stainless steel anti-rust T-shaped equipped with needles with diameters of 1, 2, and 3 mm. How to use it is quite simple and easy, namely, holding the tool with your hand, positioning the needle perpendicular to the tree bark at breast height (1.3 m) from the ground surface, slowly inserting the needle through the outer bark to the part of the wood near the cambium, pulling the tool out, and giving a mark or numbering on the part of the bark where the puncture was made.

Keywords: growth quality, pinning method, red jabon, teak, wood formation

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Disertasi : Kajian Pembentukan Kayu Pada Pohon Cepat Tumbuh dan Lambat Tumbuh Berdasarkan *Pinning Method*

Nama : Bahidin Laode Mpapa
NIM : E2601201003

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Imam Wahyudi, MS

Pembimbing 2:
Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut., M.Si

Pembimbing 3:
Prof. Dr. Andi Detti Yuniarti, S.Hut., M.P



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc
NIP. 196602121991031002

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:
Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS
NIP. 196501221989031002



Tanggal Ujian:
24 Januari 2025

Tanggal Lulus:
02 JUL 2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah yang berjudul “ Kajian pembentukan kayu pada pohon cepat tumbuh dan lambat tumbuh berdasarkan *pinning method* ” yang disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Doktor dari Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.

Dalam menyelesaikan karya ilmiah ini, penulis memperoleh banyak pengalaman berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Prof. Dr. Ir. Imam Wahyudi, MS. selaku ketua komisi pembimbing, Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut., M.Si dan Prof. Dr. Andi Detti Yuniarti, S.Hut.,M.P. selaku anggota komisi pembimbing atas bimbingan, arahan dan dorongan kepada penulis untuk segera menyelesaikan penulisan disertasi ini.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Sri Wilarso Budi R, MS dan Prof. Dr. Ir. Muhammad Restu, MP selaku dosen penguji dalam ujian tertutup dan sidang promosi terbuka, yang telah memberikan saran dan masukan guna kesempurnaan isi disertasi ini; Ketua dan Sekretaris Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan; seluruh dosen pengajar dan tenaga kependidikan serta rekan-rekan seperjuangan di Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor; Rektor, Dekan dan seluruh civitas akademika Fakultas Pertanian dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Luwuk Banggai atas bantuan dan dukungannya selama menempuh program doktor; kedua orang tuaku (Bapak Almarhum Laode M dan Ibu Waode Sariba), kakakku (Siti Muriani L.M. SP.) serta adik-adikku (Muhidin dan Baharuddin, S.Pd.I) atas do'a, kasih sayang, bantuan dan motivasinya; istri tercinta Ummu Hansyah yang dengan ikhlas, setia dan penuh kesabaran memberikan dorongan, motivasi dan do'a untuk menyelesaikan studi ini. Semoga rumah tangga kita penuh barokah dan senantiasa istiqomah di jalan-Nya; Anak-anaku tersayang Muhammad Syafiq Abdillah, 'Aisyah Hanin Mumtazah dan Muhammad Hafizh Abdurrahman yang membuat hidupku penuh semangat, semoga menjadi generasi Robbani; keluarga besar Laboratorium Anatomi dan Fisika Kayu Divisi Teknologi Peningkatan Mutu Kayu Departemen Hasil Hutan, Laboratorium Riset Unggulan, Institut Pertanian Bogor, Pusat Standardisasi Instrumen Pengelolaan Hutan Berkelanjutan Bogor, Pusat Laboratorium Forensik Bareskrim Polri dan Bengkel Las Bubut Bimasakti Bogor yang telah membantu dalam penelitian ini; keluarga besar KPH Toili Baturube dan Masjid Baiturrahim Setia Budi Luwuk Banggai Sulawesi Tengah atas dukungannya; serta Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas hibah penelitian disertasi doktor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Akhirnya, penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaannya. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi masyarakat dan perkembangan ilmu pengetahuan di masa datang.

Bogor, Juni 2025

Bahidin Laode Mpapa

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Kebaruan	4
1.6 Hipotesis	5
 II TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1 Jabon Merah (<i>Anthocephalus macrophyllus</i> Roxb.Havil)	6
2.2 Jati (<i>Tectona grandis</i> Linn.f)	7
2.3 Pertumbuhan dan Pembentukan Kayu	8
2.4 <i>Pinning Method</i> (Metode Penusukan)	9
2.5 Elemen Kimia Kayu Menggunakan SEM EDS	10
 III EVALUASI LAJU PERTUMBUHAN DAN MUTU PERTUMBUHAN POHON JABON MERAH DAN JATI	 11
3.1 Abstrak	11
3.2 Pendahuluan	11
3.3 Metode	13
3.4 Hasil dan Pembahasan	15
3.5 Simpulan	20
 IV PEMBENTUKAN KAYU JABON MERAH DAN JATI BERDASARKAN <i>PINNING METHOD</i>	 21
4.1 Abstrak	21
4.2 Pendahuluan	21
4.3 Metode	22
4.4 Hasil dan Pembahasan	23
4.5 Simpulan	28
 V ELEMEN KIMIA KAYU JABON MERAH DAN JATI SETELAH <i>PINNING</i> MENGGUNAKAN SEM EDS	 30
5.1 Abstrak	30
5.2 Pendahuluan	30
5.3 Metode	31
5.4 Hasil dan Pembahasan	32
5.5 Simpulan	33

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

VI DESAIN PENGEMBANGAN ALAT <i>PINNING</i> MASA DEPAN	34
6.1 Abstrak	34
6.2 Pendahuluan	34
6.3 Metode	35
6.4 Hasil dan Pembahasan	36
6.5 Simpulan	37
VII PEMBAHASAN UMUM	38
VIII SIMPULAN UMUM DAN SARAN	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

1 Hasil analisis korelasi antara laju pertumbuhan dengan iklim tahun 2021	18
2 Data pengamatan mutu pertumbuhan pohon jabon merah dan jati di hutan tanaman Banggai	19
3 Perkiraan lebar pembentukan xilem (kayu) jabon merah dan jati setelah <i>pinning</i>	27
4 Kriteria kesembuhan sel setelah penerapan <i>pinning</i>	28

DAFTAR GAMBAR

1 Fokus penelitian	4
2 Peta Sulawesi Tengah; hutan tanaman Banggai (a), tegakan pohon jabon merah (b) dan jati (c)	14
3 Kondisi iklim 10 tahun terakhir di Kabupaten Banggai: curah hujan (a), hari hujan (b), suhu (c), Kelembapan (d), lama penyinaran (e).	15
4 Laju pertumbuhan pohon jabon merah dan jati	17
5 Penampang lintang disk kayu jabon merah (a) dan jati (b)	20
6 Pelukaan batang (b), skema cara pelukaan pada batang (c): kulit (1), kambium (2), kayu (3) dan tanda pelukaan (4)	22
7 Disk jabon merah dan jati (a), contoh uji (b)	23
8 Penampang lintang kayu jabon merah setelah <i>pinning</i> (periode A- L). Kanal <i>pinning</i> (↗), area kerusakan sel (↓), area pembentukan sel-sel Baru (□), penekukan sel ke samping (↑). Skala foto 1000 mm, perbesaran 4x.	25

9	Penampang lintang kayu jati setelah <i>pinning</i> (periode C, F, I, L). Sel sembuh setelah di <i>pinning</i> (↑), area pembentukan sel-sel baru (□), warna gelap (noda) setelah <i>pinning</i> (↗). Skala foto 1000 mm, perbesaran 4x.	26
10	Urutan pengambilan data unsur kimia kayu jabon merah dan jati setelah <i>pinning</i> menggunakan SEM-EDS. Disk (a), contoh uji 2 cm x 2 cm x 2 cm (b), contoh uji 1 cm x 1 cm x 0,5 cm (c) dan instrument SEM EDS (d)	32
11	Desain bentuk alat (a): <i>body</i> (1), jarum (2) dan model jarum <i>pinning</i> (b): ulir (1), diameter jarum (2)	35
12	Skema penerapan <i>pinning</i> pada pohon berdiri: kulit (1), kambium (2), kayu (3) dan tanda pelukaan (4)	36

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data iklim 10 tahun terakhir (2012-2021)	52
2	Hasil analisis korelasi Pearson antara laju pertumbuhan jabon merah dengan curah hujan, hari hujan, suhu, kelembapan, dan lama penyinaran	53
3	Hasil analisis korelasi Pearson antara laju pertumbuhan jati dengan curah hujan, hari hujan, suhu, kelembapan, dan lama penyinaran	54
4	Persyaratan mutu kayu bundar daun lebar jenis jabon	55
5	Syarat mutu sortimen KBK untuk Jati	56
6	Syarat mutu sortimen KBS untuk jati	57
7	Presentase unsur kimia kayu yang terdeteksi berdasarkan SEM EDS	58
8	SEM, spektrum dan <i>mapping</i> elemen kimia kayu jabon merah dan jati setelah <i>pinning</i>	58
9	Alat <i>pinning</i> dilengkapi jarum	59