

**PENINGKATAN KEAWETAN KAYU PULAI (*Alstonia scholaris*
L.) MENGGUNAKAN ASAP CAIR SERBUK RENGAS
TERHADAP SERANGAN RAYAP KAYU KERING**

SKRIPSI

M. SADAM RIZIQ MUWAFFAQ



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
JURUSAN KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JAMBI
2024**

**PENINGKATAN KEAWETAN KAYU PULAI (*Alstonia scholaris*
L.) MENGGUNAKAN ASAP CAIR SERBUK RENGAS
TERHADAP SERANGAN RAYAP KAYU KERING**

M. SADAM RIZIQ MUWAFFAQ

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan
pada Program Studi Kehutanan Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Jambi

**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
JURUSAN KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JAMBI
2024**

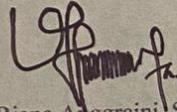
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Peningkatan Keawetan Kayu Pulai (*Alstonia scholaris*
L.) Menggunakan Asap Cair Serbuk Rengas Terhadap
Serangan Rayap Kayu Kering.
Nama : M. SADAM RIZIQ MUWAFFAQ
NIM : L1A119022
Program Studi : KEHUTANAN

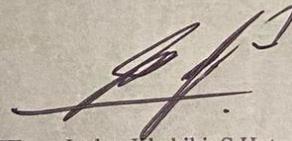
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

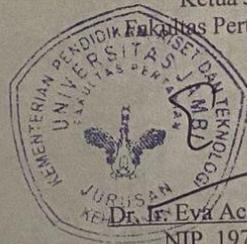


Ir. Riana Anggraini, S.Hut., M.Si., I.PM., CIT
NIP. 19851022 201212 2 002



Jauhar Khabibi, S.Hut., M.Si.
NIP. 19880430 202321 1 015

Diketahui Oleh :
Ketua Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Jambi



Dr. Ir. Eva Achmad, S.Hut., M.Sc., I.PM
NIP. 19720112 199702 2 001

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Sadam Riziq Muwaffaq
Nim : L1A119022
Jurusan/Fakultas : Kehutanan/Pertanian

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini belum pernah diajukan dan tidak dalam proses pengajuan dimana pun juga dan atau oleh siapa pun juga.
2. Semua sumber kepustakaan dan bantuan dari berbagai pihak yang diterima selama penelitian dan penyusunan skripsi ini bebas dari plagiarisme.
3. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini telah diajukan dan dalam proses pengajuan oleh pihak lain dan atau terdapat plagiarisme di dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai pasal 12 Ayat (1) butir (g) Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi, yakni Pembatalan Ijazah.

Jambi, Februari 2024
Yang membuat pernyataan,



M. Sadam Riziq Muwaffaq

RINGKASAN

PENINGKATAN KEAWETAN KAYU PULAI (*Alstonia scholaris* L.) MENGGUNAKAN ASAP CAIR SERBUK RENGAS TERHADAP SERANGAN RAYAP KAYU KERING (Skripsi oleh M. Sadam Riziq Muwaffaq dibawah bimbingan Ir. Riana Anggraini, S.Hut., M.Si., I.PM., CIT dan Jauhar Khabibi, S.Hut., M.Si).

Kayu pulai (*Alstonia scholaris* L.) adalah salah satu jenis kayu cepat tumbuh yang tergolong kayu ringan yang memiliki kelas awet dan kelas kuat IV-V. Sifat-sifat kayu pulai secara alami kurang tahan lama (tidak awet) yang menyebabkan kayu mudah rusak, keropos atau lapuk oleh serangan organisme perusak kayu salah satunya rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.). Serangan organisme perusak kayu dapat dihindari dengan dilakukannya pengawetan kayu sehingga dapat menambah masa pakai kayu. Asap cair merupakan salah satu bahan yang potensial untuk dijadikan bahan pengawet alternatif. Salah satu bahan baku yang sangat potensial digunakan untuk membuat asap cair adalah serbuk gergajian kayu rengas karena mengandung senyawa yang bersifat racun bagi organisme perusak kayu.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu bagian kayu pulai dan konsentrasi asap cair. Faktor bagian kayu yang digunakan adalah bagian pangkal, Tengah dan ujung, konsentrasi asap cair yang digunakan adalah 15%, 30%, 45% dan 60%. Parameter uji yang diamati adalah kadar air serbuk rengas, rendemen asap cair, retensi, absorpsi, penetrasi dan penurunan bobot. Setelah pengumpulan selama 3 bulan.

Hasil penelitian menunjukkan interaksi bagian kayu pulai dan konsentrasi asap cair serbuk rengas tidak berpengaruh nyata dalam menurunkan intensitas serangan rayap kayu kering. Konsentrasi terbaik adalah 60% pada semua bagian kayu dapat memberikan peningkatan pada keawetan kayu pulai menjadi kelas awet II dari intensitas serangan rayap kayu kering.

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama M. Sadam Riziq Muwaffaq dilahirkan di Jambi pada tanggal 22 Maret 2001. Penulis merupakan anak Kedua dari tiga bersaudara, merupakan anak dari pasangan Bapak Amril dan Ibu Evi Julianty. Penulis beragama Islam dan bertempat tinggal di Jl. Teuku Sulaiman RT 15 No. 41 Pakuan Baru, Kecamatan Jambi Selatan, Kota Jambi, Provinsi Jambi. Penulis mulai menempuh pendidikan formal di TK Al-falah Jambi pada tahun 2005. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2013 di SD Al-falah Jambi, Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 9 Kota Jambi dan lulus pada tahun 2016. Penulis meneruskan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Kota Jambi hingga tahun 2019. Penulis diterima sebagai Mahasiswa pada Perguruan Tinggi Universitas Jambi Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian melalui jalur SBMPTN pada tahun 2019.

Pada saat menjadi mahasiswa di Universitas Jambi penulis pernah mendapatkan beasiswa Bank Indonesia pada tahun 2021 dan menjadi staff anggota Himpunan Mahasiswa Forestry (HIMAFORESTA) Universitas Jambi Tahun 2019-2023. Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Lapangan (KKL) di Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Malang. Pada semester ganjil tahun akademik 2021/2022 penulis mendapatkan peminatan kuliah Teknologi Hasil Hutan. Penulis melaksanakan penelitian dan menyusun skripsi dengan judul “Peningkatan Keawetan Kayu Pulai (*Alstonia scholaris* L.) Menggunakan Asap Cair Serbuk Rengas Terhadap Serangan Rayap Kayu Kering” yang dibimbing oleh Ibu Ir. Riana Anggraini, S.Hut., M.Si., I.PM., CIT dan Bapak Jauhar Khabibi, S.Hut., M.Si. Skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Penulis melaksanakan ujian skripsi dan dinyatakan lulus sebagai Sarjana Kehutanan di Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Jambi pada tanggal 3 Januari 2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “**Peningkatan Keawetan Kayu Pulai (*Alstonia scholaris* L.) Menggunakan Asap Cair Serbuk Rengas Terhadap Serangan Rayap Kayu Kering**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Kehutanan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Jambi.

Pada kesempatan ini, dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu, membimbing, maupun memberikan dukungan moral dalam penyelesaian skripsi ini antara lain:

1. Ibu Ir. Riana Anggraini, S.Hut., M.Si., I.PM., CIT selaku Pembimbing Skripsi I dan Bapak Jauhar Khabibi, S.Hut., M.Si selaku Pembimbing Skripsi II yang telah banyak membantu, memberikan saran, bimbingan, arahan, dan meluangkan banyak waktu dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ucapan yang sama juga disampaikan kepada tim penguji, yaitu Bapak Albayudi, S.Hut., M.Si., I.PM, Bapak Dr. Ir Ahyauddin, S.TP., M.P. dan Bapak Dr. Didi Tarmadi yang telah memberikan tambahan informasi dan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Hamzah, M.Si., I.PM sebagai dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktunya, membimbing, mengarahkan, serta memotivasi penulis dalam menyelesaikan kuliahnya.
4. Bapak Ibu Dosen dan Staff Program Studi Kehutanan yang telah mendidik dan menginspirasi banyak hal baik kepada penulis selama kuliah.
5. Kedua orang tua, ayahanda Amril dan Ibunda tercinta Evi Julianty, Abang M. Kevin Riziq Muwaffaq, M.Pd dan Tete Sabilla Maghfirah, S.P, Adik M. Akbar Riziq Muwaffaq, Faiz Aqil Amril dan M. Zabran Na'fis Amril, serta Nenek Juliah dan Datuk Nasir, yang selalu memberikan cinta kasih yang tidak ternilai, doa yang tulus serta pengorbanan baik materi maupun non materi.

6. Abang Alessandro Geovani Damanik, S.Hut., M.Si. dan Imam A.M selaku asisten laboratorium Teknologi Hasil Hutan yang telah membantu penulis selama penelitian, serta sahabat penulis Adela Salsabila Putri, S.Hut, Agnes Stefanny Manullang, S.Hut, Diki Ramadan, Mayhesti Desthaniah Simamora, Resa Eka Putri, S.Hut, Salsabila, S.Hut, Tomi Henrayana yang telah membantu dilapangan.
7. Sahabat-sahabat terbaik “Tim KKL Malang” (Anggi Kusuma Wardani, Farhan Ally, Indah Fadillah Rahman, S.Hut, Marco Sinabariba, Surya Umi Arifah, S.Hut), “Bubu” (Dwi Bintang, Devy Aprilia, Mashirra Hazellita, Rista Olymvia). “Tim ProIde Danau Embat” (Wahyu Widodo, Mutiara Jamillah, S.PT., Defajri Kurniawan, Rocky Wijaya, Irta Bella, S.H, Erma Kristiana, S.IP, Citra Noeraini, S.Pi., Dea Amelia) terimakasih atas doa dan semangatnya.
8. Teman-teman peminatan Teknologi Hasil Hutan 2019, teman-teman seangkatan 2019, senior dan adik-adik Program Studi Kehutanan yang banyak memberi doa, semangat serta motivasi kepada penulis selama proses pembuatan skripsi ini.

Penulis juga menyadari bahwa pada penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, baik dari segi penyusunan maupun penulisannya, sehingga penulis sangat mengharapkan berbagai kritik serta saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Jambi, Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Hipotesis Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kayu Pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.).....	5
2.1.1 Penyebaran Kayu Pulai.....	6
2.1.2 Kegunaan dan Manfaat Kayu Pulai	6
2.2 Pengawetan Kayu.....	7
2.3 Serbuk Gergajian Rengas (<i>Gluta renghas</i>).....	8
2.4 Asap Cair	8
2.4.1 Senyawa Asap Cair.....	9
2.4.2 Manfaat Asap Cair.....	10
2.4.3 Cara Menggunakan Asap Cair.....	10
2.5 Rayap Kayu Kering (<i>Cryptotermes</i> sp).....	10
III. METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Rancangan Penelitian.....	12
3.4 Prosedur Penelitian	13
3.4.1 Persiapan Bahan Baku	13
3.4.2 Persiapan Sampel.....	14
3.4.3 Asap Cair Serbuk Gergajian Rengas (<i>Gluta renghas</i>).....	14
3.4.4 Proses Pengawetan Sampel Uji	15
3.4.5 Pengumpanan Sampel Uji	15
3.5 Pengujian Karakteristik Asap Cair Serbuk Rengas (<i>Gluta renghas</i>).....	16
3.5.1 Kadar Air (%)	16
3.5.2 Rendemen Asap Cair (%)	16
3.5.3 Retensi Bahan Pengawet (g/cm^3)	17
3.5.4 Absorpsi Bahan Pengawet (g/cm^3)	17
3.5.5 Penetrasi Bahan Pengawet (mm).....	17
3.5.6 Penurunan Bobot (%)	18
3.6 Analisis Data.....	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20

4.1 Hasil Sidik Ragam	20
4.2 Parameter Perlakuan Pengawetan Bagian Kayu Pulau (<i>Alstonia scholaris</i> L.) dengan Konsentrasi Asap Cair Serbuk Rengas	20
4.2.1 Kadar Air Serbuk Rengas (<i>Gluta Renghas</i>)	21
4.2.2 Rendemen Asap Cair Serbuk Rengas	22
4.2.3 Retensi Bahan Pengawet	22
4.2.4 Absorpsi Bahan Pengawet	24
4.2.5 Penetrasi Bahan Pengawet	25
4.2.6 Penurunan Bobot	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Pohon pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.)	5
2. Rayap kayu kering (<i>Cryptotermes</i> sp)	11
3. Pengambilan sampel uji pada batang kayu pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.).	14
4. Persiapan sampel uji pada batang kayu pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.).....	14
5. Asap cair serbuk rengas.....	15
6. Diagram alir penelitian asap cair serbuk rengas	19
7. Hasil rata-rata kadar air sebagai bahan baku pembuatan asap cair.....	21
8. Rata-rata nilai rendemen asap cair yang dihasilkan.....	22
9. Hubungan bagian kayu pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.) dan perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap retensi bahan pengawet.....	23
10. Hubungan bagian kayu pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.) dan perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap absorpsi bahan pengawet...	25
11. Pengujian penetrasi asap cair serbuk rengas.....	26
12. Hubungan bagian kayu pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.) dan perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap penetrasi bahan pengawet...	26
13. Hubungan bagian kayu pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.) dan perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap penurunan bobot sampel uji.....	28
14. Sampel uji konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap penurunan bobot.....	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Asap cair serbuk rengas dan <i>aquades</i> yang digunakan pada uji serangan rayap kayu kering (<i>Cryptotermes</i> sp).....	15
2. Klasifikasi ketahanan kayu berdasarkan penurunan bobot.....	18
3. Hasil uji statistik anova nilai parameter perlakuan.....	20
4. Hasil uji <i>Duncan</i> perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap retensi bahan pengawet.....	23
5. Hasil <i>Duncan</i> perbedaan bagian kayu pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.) terhadap penetrasi bahan pengawet.....	26
6. Hasil <i>Duncan</i> perbedaan bagian kayu pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.) dan perbedaan konsentrasi asap cair terhadap penurunan bobot.....	27
7. Hasil nilai kelas awet kayu pulai (<i>Alstonia scholaris</i> L.).....	30

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kayu Pulai (*Alstonia scholaris* L.) adalah salah satu jenis kayu cepat tumbuh yang tergolong kayu ringan dengan kerapatan rata-rata 0,3-0,5, memiliki kelas awet IV-V dan kelas kuat IV-V, serta memiliki diameter yang relatif kecil (Pandit 2002, Cahyono *et al.* 2012, Priadi dan Pratiwi 2014). Sifat-sifat kayu pulai secara alami kurang tahan lama (tidak awet) yang menyebabkan kayu mudah rusak, keropos atau lapuk oleh serangan organisme perusak kayu. Serangan organisme perusak kayu dapat dihindari dengan dilakukannya pengawetan kayu sehingga dapat menambah masa pakai kayu. Pengawetan kayu pulai dapat dilakukan pada bagian pangkal, tengah dan ujung dimana setiap bagian ini memiliki sifat keawetan yang berbeda.

Bagian pangkal adalah bagian awal pembentukan sel sesuai arah tumbuhnya ketinggian pohon. Bagian tengah pohon merupakan puncak perkembangan sel atau masih dalam perkembangan (tergantung jenis dan umur pohon), sedangkan bagian ujung mengandung sel yang sebagian besar merupakan sel-sel muda (Haygreen dan Bowyer, 1989 *dalam* Joni dan Junaedi, 2009). Komponen kimia pada kayu pulai memiliki tingkat yang berbeda di setiap bagian kayu. Kandungan zat ekstraktif tertinggi terdapat pada bagian pangkal sebanyak 3,83%, lignin memiliki presentase 23,78% yang tertinggi terletak pada bagian ujung, sedangkan holoselulosa dan alpha selulosa memiliki presentase tinggi terdapat pada bagian tengah yaitu 88,33% dan 74,21% (Putra *et al.*, 2018). Zat ekstraktif membuat kayu menjadi tahan terhadap serangan organisme perusak kayu, karena zat ekstraktif mempengaruhi daya tahan kayu (Martawijaya, 1996 *dalam* Jasni *et al.*, 2016).

Pengawetan kayu dapat menggunakan bahan pengawet kimia seperti *copper chromium arsenate* (CCA) (Zhong *et al.*, 2014), *paraffin wax* (Liu *et al.*, 2018), ekstrak *Juniperus virginiana* L. (Eller *et al.*, 2010), boron-tanin (Tondi *et al.*, 2012), esterifikasi selulosa (Agustin *et al.*, 2018), Enbor SP (Pangestuti *et al.*, 2018), Pro-Fos 400 EC (Widiatmoko, 2013). Namun, pengawet ini memiliki kekurangan termasuk harga yang tinggi dan memberikan dampak negatif terhadap

lingkungan serta membutuhkan teknologi canggih. Oleh karena itu, diperlukan tambahan bahan pengawet yang ramah lingkungan. Sedangkan bahan pengawet seperti ekstrak tembakau (Maimunah, 2016), akar tuba (Astuti, 2016) dan bintaro (Sadir *et al.*, 2018) serta cuka yang terbuat dari kayu (Ulfah *et al.*, 2016) merupakan pengawet alami yang ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pengawet alami. Asap cair merupakan salah satu bahan yang potensial untuk pengawetan alternatif.

Destilasi atau kondensasi uap yang disebabkan oleh pembakaran langsung atau tidak langsung bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa, dan senyawa karbon lainnya inilah yang menghasilkan asap cair. Pada kebanyakan kasus, penyulingan atau pengembunan uap dari pembakaran bahan tidak langsung atau langsung dengan banyak karbon dan senyawa lain menghasilkan asap cair. Menurut Mentari (2017), asap cair adalah hasil dari partikel padat yang didinginkan dan diubah menjadi asap cair. Salah satu bahan baku yang sangat potensial digunakan untuk membuat asap cair adalah serbuk gergajian kayu.

Serbuk gergaji rengas merupakan pengawet kayu alami yang bersifat racun bagi organisme perusak kayu dan berbentuk asap cair. Menurut (Anggraini *et al.*, 2021), serbuk rengas ini mengandung senyawa seperti asam asetat, gugus fenolik, dan turunannya yang dapat mencegah pertumbuhan jamur serta serangan rayap. Steroid, lipid, benzena, dan flavonoid dalam rengas (*Gluta renghas*) juga memiliki sifat antijamur.

Serbuk gergajian rengas (*G. renghas*) diduga mengandung senyawa polar seperti saponin, tanin, flavonoid, fenolat, antrakuinon, steroid dan triterpen yang dapat mengusir serangga, sedangkan steroid dan triterpen adalah senyawa non-polar lainnya. Uraian diatas menyimpulkan bahwa rengas (*G. renghas*) berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan asap cair. Malik (2013) menyatakan terdapat 150 pabrik penggergajian kayu di Provinsi Jambi di sepanjang Sungai Batanghari. Kayu rengas (*G. renghas*) adalah salah satu kayu yang diolah di industri tersebut. Oleh karena itu, ketersediaan limbah serbuk gergajian tersebut dapat dimanfaatkan menjadi insektisida alami yang bersifat

ramah lingkungan serta memiliki kemampuan sebagai pengawet terhadap toksisitas rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp).

Rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp) merupakan organisme perusak kayu yang ganas, serangan rayap dapat menimbulkan kerusakan hebat pada komponen konstruksi bangunan yang material utamanya terbuat dari kayu dengan cara memakan selulosa kayu. Perkembangan rayap di alam khususnya di Indonesia belum dapat dicegah dengan efektif. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan perlakuan pengawetan kayu tersebut agar tidak mudah diserang oleh organisme perusak kayu khususnya rayap.

Berdasarkan uraian diatas, asap cair yang akan digunakan dalam penelitian ini berasal dari serbuk gergajian rengas dengan konsentrasi 15%, 30%, 45% dan 60%. Penentuan konsentrasi ini dilakukan untuk melihat perbedaan dari keawetan kayu pulai setelah diawetkan menggunakan asap cair. Hasil penelitian yang dilakukan Widiyanti, (2020) membuktikan bahwa asap cair yang berasal dari serbuk gergajian tembesu untuk mengawetkan kayu pulai dengan konsentrasi tertinggi 75% dapat meningkatkan keawetan kayu tersebut terhadap serangan rayap tanah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Anggraini *et al.*, (2021) juga membuktikan bahwa asap cair serbuk rengas dengan konsentrasi 70% dapat meningkatkan keawetan kayu sengon (*Falcataria moluccana*) dari serangan jamur *Schizophyllum commune* Fires. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengawetan tersebut telah optimal untuk mengawetkan kayu pulai dan sengon. Namun, perlu alternatif lain untuk membuktikan bahwa asap cair dengan konsentrasi 60% telah dapat mencapai hasil yang maksimal dalam pengawetan kayu untuk menambah efisiensi penggunaan asap cair. Maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut terhadap kandungan serbuk rengas untuk dijadikan asap cair. Sehingga perlu dilakukannya penelitian terhadap “Peningkatan Keawetan Kayu Pulai (*Alstonia scholaris* L.) Menggunakan Asap Cair Serbuk Rengas Terhadap Serangan Rayap Kayu”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh bagian kayu dan perbedaan konsentrasi asap cair terhadap keawetan kayu pulai (*A. scholaris*)?

2. Apakah bagian kayu pulai (*A. scholaris*) memberikan pengaruh keawetan terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp)?
3. Apakah perbedaan konsentrasi asap cair dapat meningkatkan keawetan kayu pulai (*A. scholaris*) terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp)?

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah:

1. Interaksi antara bagian kayu pulai dan perbedaan konsentrasi asap cair memberikan pengaruh terhadap keawetan kayu pulai (*A. scholaris*).
2. Bagian kayu pulai (*A. scholaris*) memberikan pengaruh keawetan terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.).
3. Perbedaan konsentrasi asap cair memberikan pengaruh terhadap keawetan kayu pulai (*A. scholaris*) pada rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp).

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh interaksi antara bagian kayu dengan perbedaan konsentrasi asap cair terhadap keawetan kayu pulai (*A. scholaris*).
2. Menganalisis pengaruh bagian kayu pulai (*A. scholaris*) terhadap keawetannya pada rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp).
3. Menganalisis pengaruh perbedaan konsentrasi terhadap keawetan kayu pulai (*A. scholaris*) pada rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang penggunaan limbah gergajian kayu rengas (*G. rengas*) sebagai insektisida alami kayu terhadap serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp) untuk mengurangi kerusakan pada kayu pulai (*A. scholaris*)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kayu Pulai (*Alstonia scholaris* L.)

Berikut ini merupakan sistematika (taksonomi) tanaman pulai menurut Dey, (2011) :

Kingdom : Plantae
Division : Spermatophyta
Kelas : Dycotedonae
Ordo : Apocynales
Family : Apocynaceae
Genus : *Alstonia*
Species : *Alstonia scholaris* (L.)



Gambar 1. Pohon pulai (*A. scholaris*)

Pohon pulai (*A. scholaris*) adalah salah satu jenis kayu cepat tumbuh berbentuk pohon berukuran besar dan tinggi yang memiliki batang lurus dan bulat dengan percabangan bertingkat, bentuk tajuknya seperti payung. Bagian terluar kulit batang pulai berwarna abu-abu hingga kehitaman, sedangkan pada bagian dalam kulit berwarna putih atau kuning muda dengan tebal kulit sekitar 8–11 mm dengan tekstur keras dan terkandung getah berwarna putih. Pulai memiliki tingkat kekerasan pada kelas V dan tingkat keawetan pada kelas IV-V dengan berat jenis antara 0.27-0,49 g/mg³. Kayu pulai (*A. scholaris*) banyak digunakan dalam industri mebel.

2.1.1 Penyebaran Kayu Pulai

Genus (marga) dari pohon pulai terdiri dari 40 jenis, dimana dua jenis merupakan tumbuhan asli di daerah tropis Afrika, empat jenis di Australia, lima belas jenis di daerah Pasifik, dua belas jenis di daerah Malesiana dan sisanya di benua Asia (Rudjiman *et al.*, 1994). Pohon pulai (*A. scholaris*) tersebar diseluruh Indonesia, toleran terhadap berbagai macam tanah dan habitat, dijumpai sebagai tanaman kecil yang tumbuh diatas karang atau bagian tajuk dari hutan primer dan sekunder. Banyak dijumpai di dataran rendah atau pesisir dengan curah hujan tahunan 1000-3800 mm, juga dijumpai pada ketinggian diatas 1000 mdpl. Salah satu sifat tanaman ini dapat tumbuh diatas tanah dangkal. Joker (2001) menjelaskan bahwasannya pulai tidak tumbuh pada sebaran alami yang suhunya kurang dari 8 °C, karena jenis ini tidak tahan udara dingin.

2.1.2 Kegunaan dan Manfaat Kayu Pulai

Salah satu jenis tumbuhan obat adalah pohon pulai yang termasuk kedalam suku *Apocynaceae*. Kayu pulai merupakan kayu yang tidak awet, hanya memungkinkan untuk konstruksi ringan di dalam ruangan, atau untuk industri *pulp* dan kertas. Kayu pulai digunakan untuk kayu bakar dan dikelola dengan daur pendek (6-8 tahun) di Patana (Srilanka), tetapi kurang baik dijadikan arang. Kulitnya mengandung alkaloid sebagai bahan obat. Kayunya banyak digunakan untuk papan tulis sekolah, sehingga dinamakan *scholaris* (Joker, 2001).

Kawasan Asia, tanaman pulai digunakan sebagai obat tradisional. Misalnya, masyarakat Kamboja menggunakan kulit pulai untuk mengobati malaria kronis, pembesaran limpa, dan gangguan hati, serta untuk melancarkan menstruasi. Demikian pula di Indonesia, tanaman ini digunakan untuk mengobati diabetes, menghentikan diare, dan mengobati wasir. Beri-beri adalah diobati dengan minuman yang terbuat dari daun muda. Stomatitis dapat diobati dengan pucuk daun kelapa sangrai.

Orang Malaysia menggunakan tanaman pulai untuk mengobati malaria. Getah tanaman digunakan untuk mengobati sakit gigi. Kulit batangnya diminum untuk mengobati demam, menguatkan tubuh, menambah nafsu makan dan mengobati frambusia (infeksi kulit bakteri treponemal). Birma juga menggunakan getah pulai untuk mengobati bisul. Begitupun Filipina, di mana tanaman ini

digunakan secara internal untuk mengobati demam, menghentikan disentri, menyembuhkan luka dan mengobati epilepsi. India adalah salah satu negara di mana orang masih menggunakan kulit pulai untuk melancarkan asi dan mengobati kanker. Vietnam, kulit kayunya juga digunakan untuk mengobati malaria dan untuk memperbesar limpa, dan daunnya digunakan untuk memperlancar asi (Wuart, 2006).

2.2 Pengawetan Kayu

Pengawetan kayu adalah proses pemasukan bahan kimia beracun atau pengawet kedalam kayu guna meningkatkan kelas awet suatu jenis kayu (Batubara, 2006). Hunt dan Garrat (1986) menyatakan tujuan utama dari pengawetan kayu adalah untuk memperpanjang masa pakai kayu yang akhirnya dapat mengurangi kehutuhan penebangan dari sumber alam

Menurut Hunt dan Garrat (1986) menyatakan proses pengawetan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan tekanan dan tidak menggunakan tekanan. Pengawetan dengan tekanan menggunakan peralatan tertutup seperti tangki yang mampu menahan tekanan tertentu. Pengawetan tanpa tekanan dapat dilakukan dengan perendaman, penyemprotan, pencelupan, difusi, dan pelaburan (Batubara, 2006)

Pengawetan dengan tekanan akan menghasilkan pengawetan yang lebih baik, namun peralatan yang digunakan lebih mahal. Sedangkan pengawetan tanpa tekanan umumnya hasilnya kurang begitu baik karena proses penembusannya lebih rendah namun masih dapat memenuhi syarat retensi kayu. Keberhasilan pengawetan kayu diukur dari besarnya retensi, penetrasi dan absorpsi bahan pengawet kayu kedalam kayu yang diawetkan.

Bahan pengawet kayu digunakan untuk meningkatkan masa pakai kayu dan menghambat organisme perusak kayu. Bahan pengawet terbagi menjadi dua yaitu pengawet sintesis dan pengawet alami. Bahan pengawet sintesis dapat menghasilkan beberapa dampak negatif pada lingkungan dan dianggap beracun terhadap manusia dan organisme hidup lainnya (Hadi *et al.*, 2010). Bahan pengawet alami merupakan salah satu alternatif karena sifatnya yang mudah terurai di alam dan ramah lingkungan.

2.3 Serbuk Gergajian Rengas (*Gluta renghas*)

Serbuk gergaji adalah hasil penggergajian serat kayu (Settyono, 2004). Serbuk gergaji dapat diperoleh dari berbagai sumber, termasuk kayu dan limbah pertanian. Eksploitasi, pemanenan dan pengolahan kayu bulat menghasilkan serbuk gergaji dalam jumlah yang signifikan. Dengan asumsi bahwa jumlah limbah yang terbentuk sebesar 54,24% dari total produksi. Indonesia menghasilkan 2,6 juta m³/tahun kayu gergajian. Akibatnya, limbah penggergajian kayu berjumlah 1,4 juta m³/tahun, jumlah yang signifikan mengingat banyaknya limbah tersebut sekitar setengah dari produksi dari kayu gergajian (Pari, 2002).

Pabrik penggergajian kayu di Sumatera, Kalimantan dan Perum Perhutani di Jawa serta Balai Penelitian Hasil Hutan (BPHH) melaporkan hasil rendemen rata-rata 45%, dengan 55% sisanya adalah limbah. Menurut Wibowo (1990), sebanyak 10% limbahnya terbuat dari serbuk gergaji. Serbuk gergaji kayu rengas (*G. renghas*) merupakan salah satu produk limbah yang dihasilkan dari serbuk gergaji di Indonesia, khususnya di Provinsi Jambi.

Serbuk gergaji rengas merupakan pengawet kayu alami yang bersifat racun bagi organisme perusak kayu dan berbentuk asap cair. Menurut (Anggraini *et al.*, 2021), serbuk rengas ini mengandung senyawa seperti asam asetat, gugus fenolik, dan turunannya yang dapat mencegah pertumbuhan jamur serta serangan rayap. Steroid, lipid, benzena, dan flavonoid dalam rengas (*G. renghas*) juga memiliki sifat antijamur.

Serbuk gergajian rengas (*G. renghas*) diduga mengandung senyawa polar seperti saponin, tanin, flavonoid, fenolat, antrakuinon, steroid dan triterpen yang dapat mengusir serangga, sedangkan steroid dan triterpen adalah senyawa non-polar lainnya. Uraian diatas menyimpulkan bahwa rengas (*G. renghas*) berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan asap cair.

2.4 Asap Cair

Pengembunan atau pengembunan uap yang disebabkan oleh pembakaran langsung atau tidak langsung bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa, dan senyawa karbon lainnya inilah yang menghasilkan asap cair. Pada kebanyakan kasus, penyulingan atau pengembunan uap dari pembakaran bahan tidak langsung atau langsung dengan banyak karbon dan senyawa lain

menghasilkan asap cair. Menurut Mentari (2017), asap cair adalah hasil dari partikel padat yang didinginkan dan diubah menjadi asap cair.

2.4.1 Senyawa Asap Cair

Senyawa yang terkandung dalam asap cair yaitu sebagai berikut:

a. Senyawa fenol

Senyawa fenol dalam asap cair diduga sebagai antioksidan yang dapat memperpanjang umur simpan barang asap. Banyaknya komponen lignin yang digunakan dalam pirolisis kayu berpengaruh signifikan terhadap kadar senyawa fenolik asap. Menurut Himawati (2010), banyaknya senyawa fenol dalam berbagai jenis kayu berkisar antara 10 hingga 200 mg/kg. Guaiakol dan siringol adalah dua dari beberapa jenis fenol yang sering ditemukan dalam produk asap.

b. Senyawa karbonil

Senyawa karbonil asap cair sangat penting untuk warna dan rasa barang yang diasap. Rasa dari kelompok senyawa ini khas karamel. Vanillin dan siringaldehida adalah dua contoh senyawa karbonil yang dapat ditemukan dalam asap cair (Siamto, 2013).

c. Senyawa asam

Senyawa asam berperan memperpanjang umur simpan barang yang diasap dan melindunginya dari bakteri sekaligus mempertahankan rasanya yang enak. Asam asetat, asam propionat dan asam val Eric adalah contoh dari senyawa asam ini (Siamto, 2013).

d. Senyawa hidrokarbon pirosiklik aromatis

Pirolisis kayu dapat mengakibatkan terbentuknya senyawa *aromatic pyrocyclic hydrocarbon* (HPA), sebagaimana yang dikemukakan oleh Girard (1992). Menurut Siamto (2013), senyawa hidrokarbon pirosiklik aromatik seperti benzena (a) pyrene merupakan karsinogen yang memiliki efek negatif. Beberapa faktor, antara lain suhu pirolisis, lama pengasapan, kelembaban udara dan kadar udara kayu mempengaruhi pembentukan berbagai senyawa HPA selama pengasapan.

2.4.2 Manfaat Asap Cair

Asap cair memiliki banyak manfaat dan telah digunakan pada berbagai industri, antara lain :

a. Industri pangan

Karena sifat antimikroba dan antioksidannya, asap cair ini banyak digunakan sebagai penambah rasa, aroma dan pengawet. Berbeda dengan metode pengasapan tradisional, yang menggunakan pengasapan langsung dan memiliki sejumlah kekurangan, seperti fakta bahwa prosesnya tidak dapat dikendalikan, kualitasnya tidak konsisten dan kebakaran dapat terjadi (Saidin, 2012).

b. Industri perkebunan

Menurut Siamto (2013), asap cair dapat dimanfaatkan sebagai koagulan lateks dan memiliki sifat antijamur, antibakteri serta antioksidan yang dapat meningkatkan kualitas produk karet yang dihasilkan.

c. Industri kayu

Menurut Siamto (2013), kayu yang disemprot asap cair lebih tahan terhadap serangan rayap dibandingkan kayu yang tidak disemprot asap cair.

2.4.3 Cara Menggunakan Asap Cair

Menurut Utomo, B.S.B. Singgih, & Tri Nugroho (2012), asap cair dapat diaplikasikan pada produk dengan berbagai cara, antara lain pencampuran, pencelupan, pencampuran asap cair dalam air rebusan dan penyemprotan. Menurut Riyadi dan Rohula (2009), larutan asap cair juga memiliki sifat antibakteri dan anti-jamur, sehingga dapat memperlambat pertumbuhan jamur/cendawan yang dapat mengakibatkan pembusukan. Karena asap cair berpotensi sangat ramah lingkungan dan bermanfaat, asap cair diperbolehkan untuk ditingkatkan penggunaannya sebagai pengawet dan sumber antioksidan alami.

2.5 Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes* sp)

Rayap merupakan serangga pemakan kayu (*xylophagus*) atau bahan-bahan yang terutama terdiri dari selulosa. Pada keadaan yang luar biasa rayap juga bersifat kanibal di dalam koloninya tetapi bukan predator. Secara umum sumber

makanan rayap dikelompokkan ke dalam dua tipe yaitu sumber makanan mentah (*crude nutrient*) dan sumber makanan yang berasal dari kasta pekerja (Nandika *et al.* 2003).

Di seluruh dunia jenis-jenis rayap yang dikenal ada sekitar 2000 spesies (dari padanya sekitar 120 spesies merupakan hama), sedangkan di Indonesia dari kurang lebih 200 spesies yang dikenal, baru sekitar 20 spesies yang diketahui berperan sebagai hama perusak kayu serta hama hutan atau pertanian (Nandika, 1989). Melalui proses penguraian bahan organik dari kayu dan serasah tanaman, rayap memainkan peran penting dalam daur ulang nutrisi tanaman. Namun, rayap sering menyebabkan kerusakan pada kayu dan bahan bangunan selulosa lainnya atau menyerang pohon dan tanaman hidup sehingga menjadi hama yang potensial, terutama di perkebunan kelapa sawit, karet, dan hutan tanaman industri seperti pinus dan kayu putih.

Dikarenakan nilai kerugian yang diakibatkan oleh serangan rayap cenderung meningkat dari tahun ke tahun, maka wabah serangan rayap pada bangunan saat ini menjadi masalah yang sangat serius. Serangan rayap menyebabkan kerusakan atau bahkan runtuhnya sejumlah besar rumah tinggal sebagai serta bangunan fasilitas sosial seperti sekolah dan kantor.



Gambar 2. Rayap kayu kering *Cryptoterme sp.* (Subekti *et al.*, 2008)

Fakta menunjukkan bahwa rayap (Ordo: *Isoptera*) telah lama dianggap sebagai hama yang merusak banyak tanaman dan hasil hutan secara luas. Serangga ini memiliki populasi yang tinggi, jangkauan yang luas, dan daya adaptasi lingkungan yang baik, yang semuanya berkontribusi pada kemampuannya untuk merusak lingkungan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 8 bulan, dari bulan April 2023 sampai November 2023. Persiapan bahan baku dan persiapan asap cair dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi. Pengujian ketahanan kayu terhadap rayap mengacu pada standar SNI 01-7207-2014 menggunakan metode uji ketahanan terhadap rayap kayu kering dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah, (1) peralatan untuk membuat contoh uji yaitu gergaji dan parang untuk mengambil sampel bagian pangkal, tengah dan ujung, kaliper untuk mengukur sampel dan timbangan digital untuk menimbang sampel, oven untuk mengetahui berat kering tanur sampel, (2) peralatan pembuatan asap cair dengan metode karbonisasi, timbangan untuk mengukur berat serbuk gergajian, bak pengawet, corong, sarung tangan, botol untuk menampung asap cair, gelas ukur, jangka sorong, wadah pengawetan untuk tempat pengawetan kayu. (3) peralatan pengujian pipa paralon dengan diameter 1,8 cm dan tinggi 3 cm, kapas dan plastisin (*paraffin wax*).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu pulai (*A. scholaris*) yang berasal dari perkebunan warga di Desa Gedong Karya dengan umur kayu \pm 10 tahun dan diameter 35 cm, pohon ditebang 15 cm diatas permukaan tanah, tinggi total 12 m, dan tinggi bebas cabang 9 m. Pembuatan asap cair menggunakan serbuk rengas (*G. rengas*) yang berasal dari industri penggergajian kayu di Kumpeh. Bahan lainnya adalah *aquades* untuk membuat konsentrasi asap cair, kertas saring untuk menyaring asap cair dan *aluminium foil* untuk membungkus serbuk rengas dan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp)

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan dua faktor yaitu faktor pertama adalah

bagian kayu (B) yang terdiri dari tiga taraf yaitu bagian pangkal (BP), bagian tengah (BT) dan bagian ujung (BU). Faktor kedua adalah konsentrasi asap cair serbuk rengas (K) sebagai bahan pengawet alami terhadap rayap kayu kering dengan empat taraf perlakuan yaitu (15%, 30%, 45%, 60%). Ulangan yang dilakukan sebanyak 5 contoh uji untuk setiap perlakuan. Sampel yang digunakan dalam pengujian retensi, absorpsi dan penurunan bobot menggunakan 60 sampel, dan sampel yang digunakan dalam pengujian penetrasi menggunakan 60 sampel sehingga total sampel uji yang digunakan adalah 120 sampel. Sampel rayap yang digunakan pada setiap sampel uji melibatkan 50 sampel rayap pekerja. Rancangan percobaan ini menurut Mattjik dan Sumertajaya (2006) adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

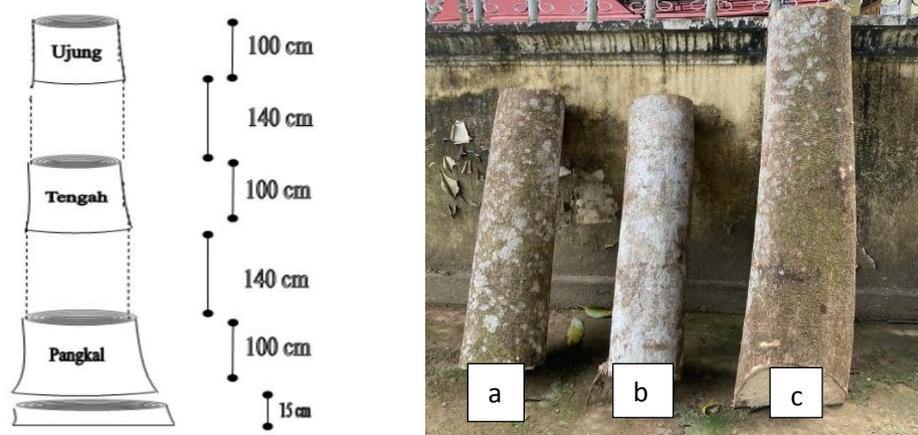
Keterangan:

- Y_{ij} = Nilai pengamatan faktor bagian kayu taraf ke-i, faktor konsentrasi asap cair taraf ke-j, pada ulangan ke-k
- M = Nilai rata-rata umum
- A_i = Pengaruh faktor bagian kayu taraf ke-i
- B_j = Pengaruh faktor konsentrasi asap cair taraf ke-j
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Interaksi antara bagian kayu dan konsentrasi asap cair pada faktor bagian kayu taraf ke-i, faktor konsentrasi asap cair taraf ke-j
- E_{ijk} = Galat percobaan faktor bagian kayu ke-i, faktor konsentrasi asap cair taraf ke-j, pada ulangan ke-k

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Bahan Baku

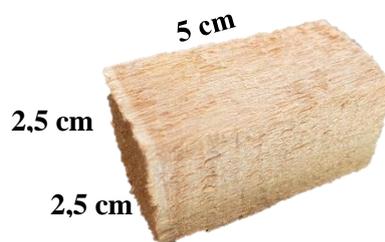
Persiapan bahan baku mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Indahsuary *et al.*, (2015). Pohon pulai ditebang dengan jarak 15 cm di atas permukaan tanah, selanjutnya pohon pulai dibagi menjadi 3 bagian yaitu: bagian pangkal (BP), bagian tengah (BT) dan bagian ujung (BU) dengan ukuran panjang tiap masing-masing 100 cm dan jarak 140 cm (Gambar 3) untuk selanjutnya sampel di potong sesuai dengan ukuran yang ditentukan dan tujuan pengujian.



Gambar 3. a. bagian tengah, b. bagian ujung dan c. bagian pangkal kayu pulai

3.4.2 Persiapan Sampel

Persiapan sampel mengacu pada standard SNI 01-7207-2014 dengan menggunakan potongan uji yang dipotong-potong dengan ukuran 5 cm (panjang) x 2,5 cm (lebar) x 2,5 cm (tebal) dan dibuat sebanyak 120 buah contoh uji dengan 40 bagian pangkal (BP), 40 bagian tengah (BT) dan 40 bagian ujung (BU). Sampel uji dikeringkan hingga mencapai kadar air 12-18%.



Gambar 4. Persiapan sampel uji pada batang kayu pulai (*A. sholaris*)

3.4.3 Asap Cair Serbuk Gergajian Rengas (*Gluta renghas*)

Langkah yang pertama ialah membersihkan serbuk gergajian rengas yang sudah dikeringkan. Setelah itu dikumpulkan kemudian ditimbang lalu dimasukkan kedalam drum. Setelah serbuk dimasukkan, api dinyalakan untuk melakukan pembakaran serbuk gergajian didalam drum. Waktu yang dibutuhkan untuk proses masuknya asap dari drum pemasakan ke dalam drum pendingin yaitu sekitar satu jam hingga proses selesai dan asap cair ditampung menggunakan botol. Hasil pembakaran tersebut akan menghasilkan cairan berwarna kuning yang dikenal sebagai asap cair dan sisa pembakaran berupa arang, dimana asap cair disaring

menggunakan kertas saring supaya hasilnya lebih bersih sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengawet. Asap cair dibuat dengan konsentrasi 15%, 30% 45% dan 60% menggunakan campuran *aquades*.



Gambar 5. Asap cair serbuk rengas

Tabel 1. Asap cair serbuk rengas dan *aquades* yang digunakan pada uji serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp).

No	Konsentrasi (%)	Asap cair yang digunakan ($V1 \times C1 = V2 \times C2$)	Aquades yang digunakan
1	15	$V1 \times 800 = 800 \text{ ml} \times 15$ $V1 = 120 \text{ ml}$	$800 \text{ ml} - 120 \text{ ml} = 680 \text{ ml}$
2	30	$V1 \times 800 = 800 \text{ ml} \times 30$ $V1 = 240 \text{ ml}$	$800 \text{ ml} - 240 \text{ ml} = 560 \text{ ml}$
3	45	$V1 \times 800 = 800 \text{ ml} \times 45$ $V1 = 360 \text{ ml}$	$800 \text{ ml} - 360 \text{ ml} = 440 \text{ ml}$
4	60	$V1 \times 800 = 800 \text{ ml} \times 60$ $V1 = 480 \text{ ml}$	$800 \text{ ml} - 480 \text{ ml} = 320 \text{ ml}$

3.4.4 Proses Pengawetan Sampel Uji

Asap cair rengas (*G. rengas*) yang telah dibuat dengan konsentrasi 15%, 30% 45% dan 60% menggunakan *aquades*. Sampel uji dimasukkan kedalam larutan selama 48 jam, dengan seluruh permukaan sampel uji terendam oleh larutan bahan pengawet. Kemudian ditiriskan hingga berat sampel konstan, setelah itu sampel uji siap diumpankan dengan menggunakan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp)

3.4.5 Pengumpanan Sampel Uji

Pengumpanan sampel uji mengacu pada SNI 01-7207-2014 dimana sampel uji yang telah diawetkan dengan asap cair selanjutnya diumpankan pada

paralon yang telah dimasukan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp) yang dibeli di Institut Pertanian Bogor. Setiap paralon direkatkan dengan satu buah sampel uji menggunakan plastisin. Selanjutnya paralon dimasukkan kapas dan ditutup dengan rapat agar tidak mengalami kontaminasi. Pengumpanan diamati setiap minggu dan dilakukan selama 12 minggu.

3.5 Pengujian Karakteristik Asap Cair Serbuk Rengas (*Gluta renghas*)

3.5.1 Kadar Air (%)

Analisis kadar air pada serbuk kayu rengas dilakukan dengan cara serbuk kayu rengas yang telah dikeringanginkan ditimbang sebanyak $3 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ kemudian dimasukkan kedalam aluminium foil berbentuk kotak lalu dioven selama 2 jam pada suhu $40-55 \text{ }^\circ\text{C}$, lalu serbuk rengas dimasukkan kedalam desikator selama ± 15 menit untuk didinginkan kemudian serbuk rengas ditimbang dan dihitung. Metode analisis pengujian kadar air pada asap cair serbuk rengas mengacu pada (Sudarmadji, 2003).

$$\text{KA}(\%) = \frac{\text{BA}-\text{BKO}}{\text{BKO}} \times 100\%$$

Keterangan:

KA = kadar air (%)

BA = berat awal sampel uji (g)

BKO = berat kering oven sampel uji (g)

3.5.2 Rendemen Asap Cair (%)

Rendemen merupakan nilai yang menunjukkan berapa banyak asap cair yang diperoleh setelah dilakukannya destilasi. Rendemen yang diperoleh dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{A}}{\text{B}} \times 100\%$$

Keterangan:

A = bobot asap cair serbuk rengas yang dihasilkan (akhir)

B = bobot serbuk rengas sebagai bahan awal (simplisia)

3.5.3 Retensi Bahan Pengawet (g/cm³)

Pengujian retensi dilakukan untuk menentukan banyaknya pengawet yang tertinggal didalam kayu yang dinyatakan dalam g/cm³ (Kasmudjo, 2010). Retensi bahan pengawet diukur berdasarkan penimbangan contoh uji. Nilai retensi dihitung dengan menimbang masing-masing contoh uji dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Retensi = \frac{B2 - B1}{V} \times K$$

Keterangan:

B2 = berat sebelum dilakukan pengawetan (g)

B1 = berat setelah dilakukan pengawetan (g)

V = volume contoh uji setelah dilakukan pengawetan

K = konsentrasi bahan pengawet

3.5.4 Absorpsi Bahan Pengawet (g/cm³)

Absorpsi adalah banyaknya bahan pengawet yang masuk kedalam kayu. Semakin tinggi absorpsi maka efek perlindungan bahan pengawet pada kayu terhadap organisme perusak kayu akan semakin baik. Cara untuk mengetahui berat basah setelah diawetkan dapat dihitung absorpsinya dengan menggunakan rumus:

$$Absorpsi = \frac{\text{Berat setelah diawetkan} - \text{Berat sebelum diawetkan}}{\text{Volume sebelum diawetkan}}$$

3.5.5 Penetrasi Bahan Pengawet (mm)

Penetrasi bahan pengawet merupakan kedalaman penembusan bahan pengawet kedalam kayu yang dinyatakan dalam satuan millimeter (mm) atau persen (%). Berdasarkan SNI 03-5010.1 (1999), penetrasi pada sampel uji diukur menggunakan kaliper untuk melihat seberapa besar penetrasi yang terjadi. Penetrasi bahan pengawet dihitung dengan mengukur kedalaman larutan asap cair yang masuk pada keempat sisi potongan melintang contoh uji sehingga diperoleh rata-rata penetrasi untuk masing-masing contoh uji.

3.5.6 Penurunan Bobot (%)

Contoh uji yang telah diberikan pengawet asap cair dipasangkan paralon, diletakkan dengan cara berdiri sedemikian rupa, kedalam paralon dimasukkan rayap sebanyak 50 ekor rayap yang sehat dan aktif dan tutup dengan kapas, contoh uji tersebut disimpan ditempat gelap selama 3 bulan. Setiap minggu contoh uji diamati sampai 12 minggu contoh uji dikeluarkan dan diamati perubahan klasifikasi ketahanan dan perubahan beratnya. Perhitungan penurunan bobot mengacu pada SNI 01-7207-2014 dengan rumus:

$$P (\%) = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100$$

Dengan pengertian:

P adalah penurunan bobot (%)

W1 adalah berat kayu kering tanur sebelum diumpankan (g).

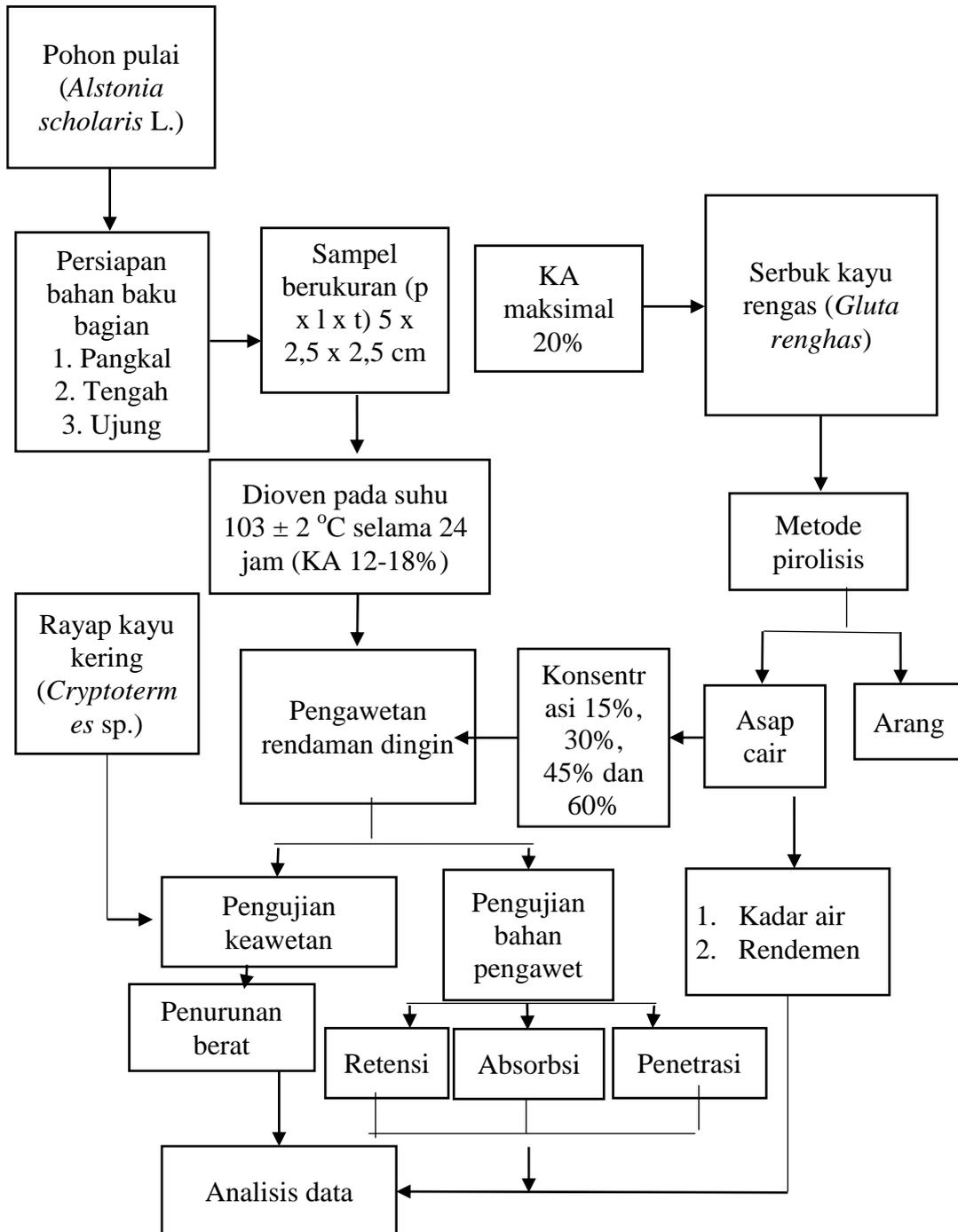
W2 adalah berat kayu kering tanur setelah diumpankan (g).

Tabel 2. Klasifikasi ketahanan kayu berdasarkan penurunan bobot.

Kelas	Ketahanan	Penurunan bobot
I	Sangat tahan	< 2,0
II	Tahan	2,0 – 4,3
III	Sedang	4,4 – 8,1
IV	Tidak tahan	8,2 – 28,1
V	Sangat tidak tahan	> 28,1

3.6 Analisis Data

Perbedaan pengaruh terhadap masing-masing perlakuan dinilai menggunakan analisis ragam (ANOVA). Analisis ini menggunakan dua faktor berupa bagian kayu (B) dan konsentrasi asap cair (K) dengan selang kepercayaan 95%. Hasil pengujian ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui taraf perbedaan diantara perlakuan yang memberikan pengaruh nyata.



Gambar 6. Diagram alir penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Sidik Ragam

Hasil sidik ragam digunakan untuk menguji pengaruh nyata atau tidak bagian kayu pulai (*A. scholaris*) dan perbedaan konsentrasi cuka kayu rengas terhadap keawetan kayu pulai. Pengujian untuk bahan pengawet menggunakan nilai retensi, absorpsi dan penetrasi. Sedangkan pengujian keawetan kayu menggunakan nilai penurunan bobot. Hasil sidik ragam nilai parameter pengujian disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil sidik ragam parameter pengujian (ANOVA)

Parameter	Sumber Keragaman	F hitung	F tabel 5%
Retensi (g/cm ³)	Bagian Kayu (A)	1,228	3,191 ^{tn}
	Konsentrasi (B)	57,327	2,798 [*]
	Interaksi AxB	0,586	2,295 ^{tn}
Absorpsi (g/cm ³)	Bagian Kayu (A)	0,801	3,191 ^{tn}
	Konsentrasi (B)	0,752	2,798 ^{tn}
	Interaksi AxB	1.122	2,295 ^{tn}
Penetrasi (mm)	Bagian Kayu (A)	31,457	3,191 [*]
	Konsentrasi (B)	0,575	2,798 ^{tn}
	Interaksi AxB	1,963	2,295 ^{tn}
Penurunan Bobot (%)	Bagian Kayu (A)	0,712	3,191 ^{tn}
	Konsentrasi (B)	124,502	2,798 [*]
	Interaksi AxB	0,171	2,295 ^{tn}

Keterangan: * = $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ (berpengaruh nyata)

tn = tidak berpengaruh nyata

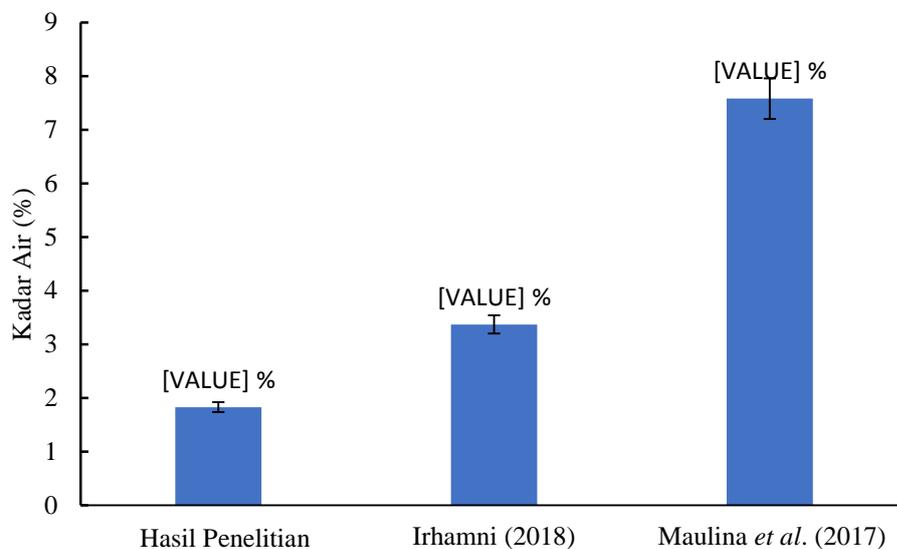
Faktor A = Bagian kayu, dan Faktor B = Konsentrasi asap cair

Hasil sidik ragam terhadap bagian kayu dan perbedaan konsentrasi asap cair yang digunakan menunjukkan bahwa terdapat beberapa parameter yang berpengaruh nyata dan tidak berpengaruh nyata. Bagian kayu pulai memberikan pengaruh nyata terhadap nilai penetrasi. Perbedaan konsentrasi asap cair memberikan pengaruh nyata terhadap nilai retensi dan penurunan bobot. Interaksi antara bagian kayu dengan konsentrasi asap cair tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pengujian keawetan kayu dan penurunan bobot.

4.2 Parameter Perlakuan Pengawetan Bagian Kayu Pulai (*Alstonia scholaris* L.) dengan Konsentrasi Asap Cair Serbuk Rengas

4.2.1 Kadar Air Serbuk Rengas (*Gluta Renghas*)

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam kayu yang dinyatakan persen (Haygreen *et al.*, 2003 dalam Rahayu, 2018). Faktor yang mempengaruhi kadar air yaitu tempat tumbuh, iklim, lokasi geografis dan jenis tumbuhan (Tobing, 2013). Hasil data yang diperoleh dari nilai kadar air serbuk rengas dengan beberapa referensi dapat dilihat pada Gambar 7.

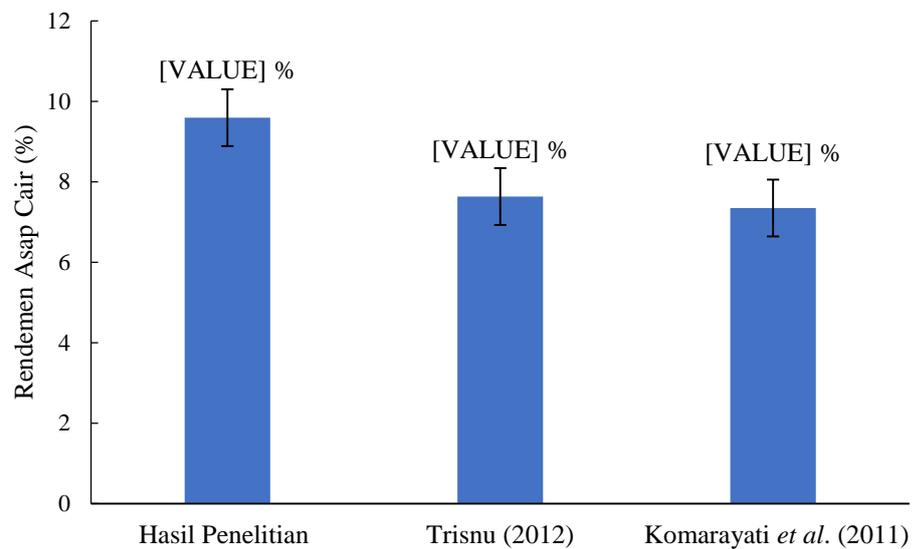


Gambar 7. Hasil rata-rata kadar air sebagai bahan baku pembuatan asap cair.

Berdasarkan grafik diatas pengujian kadar air serbuk kayu rengas yang akan dipirolisis didapatkan rata-rata sebesar 1,83%, bila dibandingkan dengan kadar air serbuk kayu bayam yang digunakan yaitu 3,37% (Irhamni, 2018) dan serbuk pelepah kelapa sawit dengan rata-rata kadar air 7,58% (Maulina *et al.*, 2017), maka kadar air serbuk kayu rengas memiliki nilai rata-rata kadar air terbaik. Perbedaan kadar air bahan disebabkan karena kondisi bahan yang digunakan berbeda. Kadar air serbuk kayu yang baik untuk dilakukan pirolisis adalah $< 5\%$, semakin sedikit kadar air kayu, maka akan semakin baik proses pembakaran sehingga asap cair yang diperoleh akan semakin baik Hal ini juga terjadi karena perbedaan kemampuan menyerap dan mengeluarkan air terhadap lingkungan sekitar.

4.2.2 Rendemen Asap Cair Serbuk Rengas

Rendemen merupakan nilai yang menunjukkan berapa banyak asap cair serbuk rengas yang diperoleh setelah dilakukannya pirolisis. Hasil data yang diperoleh dari nilai rendemen asap cair serbuk rengas dengan beberapa referensi dapat dilihat pada Gambar 8.



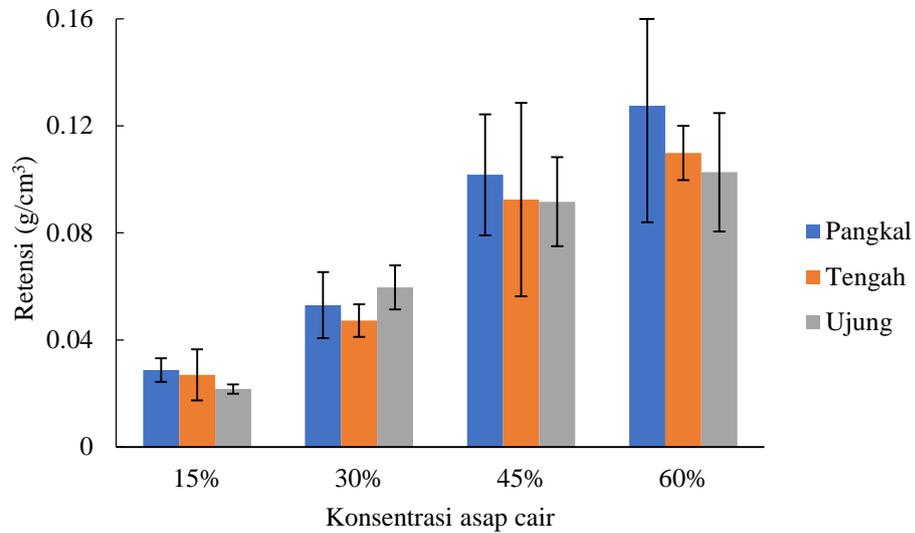
Gambar 8. Rata-rata nilai rendemen asap cair yang dihasilkan

Berdasarkan grafik diatas, rata-rata rendemen yang dihasilkan pada proses pirolisis serbuk rengas sebesar 9,596%, bila dibandingkan dengan rata-rata rendemen yang dihasilkan dari kulit meranti merah yaitu 7,63% (Trisnu, 2012) dan kulit kayu sengon dengan rata-rata rendemen 7,35% (Komarayati S *et al.*, 2011), maka rendemen asap cair yang dihasilkan lebih tinggi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh lama waktu pembakaran, jumlah bahan baku yang digunakan sebagai bahan awal, kapasitas tungku pembakaran serta kekasaran dan kehalusan dari bahan baku yang digunakan. Semakin kecil partikel bahan baku yang digunakan maka semakin cepat terjadinya pembakaran.

4.2.3 Retensi Bahan Pengawet

Retensi merupakan salah satu parameter keberhasilan proses pengawetan, besaran retensi yang didapat dibandingkan dengan besar retensi minimum yang dicapai. Pengujian retensi dilakukan untuk menentukan banyaknya pengawet yang tertinggal didalam kayu yang dinyatakan dalam g/cm^3 (Kasmudjo, 2010). Keberhasilan pengawetan dapat ditentukan dengan tinggi rendahnya nilai retensi.

Hasil data yang diperoleh dari retensi bahan pengawet cuka kayu rengas terhadap bagian kayu pulai dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan bagian kayu pulai (*A. scholaris*) dan perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap retensi bahan pengawet

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa konsentrasi asap cair memberikan retensi kayu tertinggi sebesar 0,128 g/cm³ dengan konsentrasi asap cair 60% pada bagian pangkal kayu dan retensi terendah sebesar 0,022 g/cm³ dengan konsentrasi asap cair 15% pada bagian ujung kayu. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor konsentrasi asap cair memberikan pengaruh nyata terhadap nilai retensi (Tabel 2). Hal tersebut terjadi karena konsentrasi larutan bahan pengawet yang umumnya semakin tinggi maka semakin besar bahan pengawet yang mampu diserap oleh kayu. Hasil *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan konsentrasi asap cair berbeda nyata terhadap nilai retensi (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil uji *Duncan* perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap retensi bahan pengawet

Perlakuan	Rata-rata	N	Notasi
60%	0,113	15	a
45%	0,095	15	b
30%	0,053	15	c
15%	0,026	15	d

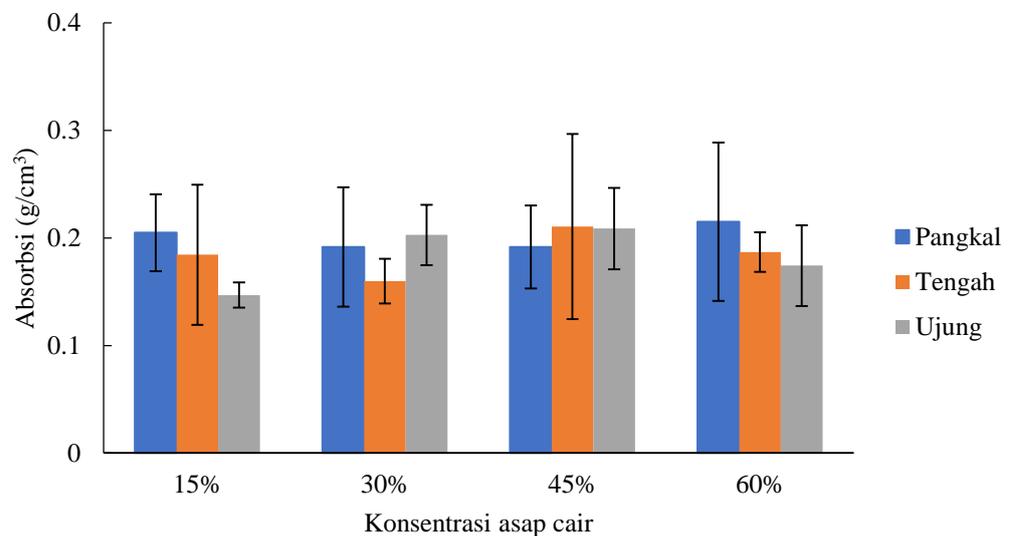
Semakin tinggi nilai retensi menyatakan semakin banyak bahan pengawet yang tertinggal didalam kayu, sehingga dapat terhindar dari serangan rayap perusak kayu *Cryptotermes* sp. Retensi berkaitan dengan kemampuan bahan

pengawet mengisi rongga-rongga sel dan lama waktu pengawetan (Cahyani, 2014)

Berdasarkan SNI 03-5010.1-1999 (BSN,1999), persyaratan retensi bahan pengawet sebesar $0,008 \text{ g/cm}^3$. Hal ini menunjukkan bahwa untuk menghasilkan retensi dengan nilai minimal $0,008 \text{ g/cm}^3$ cukup dengan mengawetkan kayu pulai dengan asap cair serbuk rengas dengan konsentrasi 45% dan telah dapat mencegah serangan rayap, serangga lain dan jamur untuk daerah beriklim tropis seperti Indonesia (Badan Standarisasi Nasional, 1999). Hal tersebut terjadi karena semakin besar konsentrasi membuat senyawa yang terkandung dalam asap cair serbuk rengas meresap kedalam kayu lebih banyak yang disebabkan oleh nilai elektronegatif yang lebih besar.

4.2.4 Absorpsi Bahan Pengawet

Absorpsi adalah banyaknya bahan pengawet yang masuk kedalam kayu. Semakin tinggi absorpsi maka efek perlindungan bahan pengawet pada kayu terhadap organisme perusak kayu akan semakin baik. Hasil pengujian absorpsi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan bagian kayu pulai (*A. scholaris*) dan perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap absorpsi bahan pengawet

Berdasarkan grafik yang disajikan pada Gambar 10 dapat diketahui bahwa nilai absorpsi tertinggi terjadi pada perlakuan konsentrasi 60% pada bagian pangkal kayu sebesar $0,215 \text{ g/cm}^3$, sedangkan nilai terendah pada perlakuan

konsentrasi 15% pada bagian ujung kayu sebesar $0,147 \text{ gr/cm}^3$. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa bagian kayu dan perbedaan konsentrasi asap cair tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai absorpsi. Hal tersebut terjadi karena pada asap cair serbuk rengas memiliki sifat viskositas tinggi yang menyebabkan bahan pengawet sulit untuk masuk kedalam kayu.

Semakin tinggi absorpsi bahan pengawet, maka efek perlindungan pada kayu terhadap organisme perusak kayu akan semakin baik (Kusumaningsih, 2017). Menurut Haygreen dan Bowyer (1996) dalam Kusumaningsih (2017) menyatakan semakin rendah berat jenis kayu, proporsi volume rongga sel semakin tinggi. Semakin banyaknya proporsi rongga sel maka semakin mudah kayu menyerap bahan pengawet sehingga menghasilkan absorpsi bahan pengawet yang lebih tinggi.

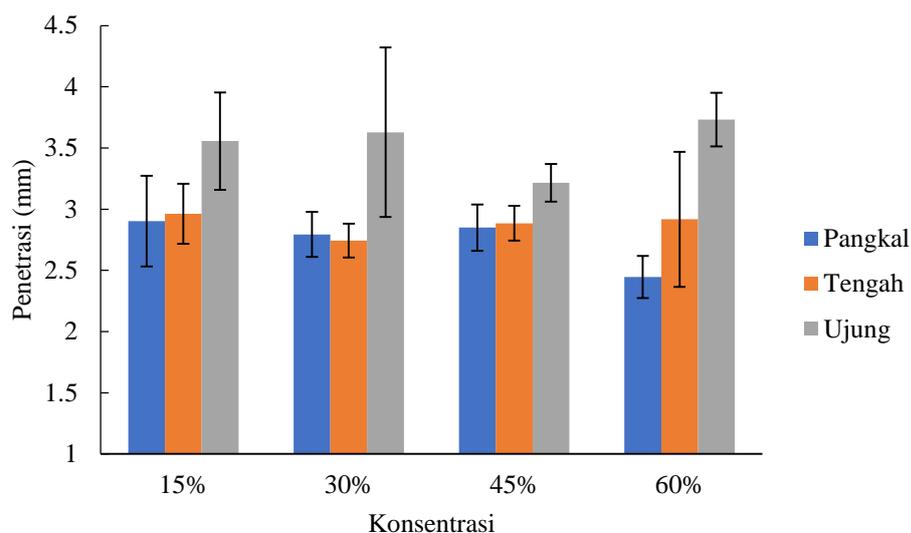
4.2.5 Penetrasi Bahan Pengawet

Penetrasi bahan pengawet merupakan kedalaman penembusan bahan pengawet kedalam kayu. Semakin dalam bahan pengawet yang masuk, keawetan kayu akan semakin meningkat. Penetrasi dihitung dengan memotong melintang sampel uji dan mengukur keempat sisi potongan sampel uji (Gambar 11), sehingga diperoleh rata-rata penetrasi untuk masing-masing sampel uji.



Gambar 11. Pengujian penetrasi asap cair serbuk rengas

Hasil pengujian penetrasi bahan pengawet menunjukkan karakteristik yang terlihat hanya pada bagian tepi pada sampel kayu. Hal ini bisa terjadi karena asap cair serbuk rengas tidak begitu berwarna gelap sehingga pada kayu terlihat hanya pada bagian tepi pada sampel kayu. Hal ini tergantung dari komponen kimia dalam asap cair itu sendiri (Fendi dan Kurniaty, 2016). Hasil data yang diperoleh dari pengukuran penetrasi pengawet asap cair serbuk rengas terhadap bagian kayu pulai dan perbedaan konsentrasi pengawet dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Hubungan bagian kayu pulai (*A. scholaris*) dan perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap penetrasi bahan pengawet

Berdasarkan grafik yang disajikan pada Gambar 12 diketahui bahwa nilai penetrasi kayu tertinggi sebesar 3,738 mm dengan konsentrasi asap cair 60% terjadi pada bagian ujung kayu dan penetrasi terendah sebesar 2,447 mm dengan konsentrasi asap cair 60% terjadi pada bagian pangkal kayu. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa bagian kayu pulai memberikan pengaruh nyata terhadap nilai penetrasi (Tabel 3).

Hasil *Duncan* menunjukkan bahwa nilai penetrasi bagian ujung (notasi a) berbeda nyata dengan bagian pangkal dan tengah (notasi b), Hal ini bisa terjadi karena pada setiap bagian memiliki rongga sel yang berbeda besarnya terutama pada bagian ujung karena mengandung sel yang sebagian besar merupakan sel-sel muda sehingga cuka kayu mudah masuk kedalam kayu (Sucipto, 2009).

Tabel 5. Hasil uji *Duncan* perbedaan bagian kayu pulai (*A. scholaris*) terhadap penetrasi bahan pengawet

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
Ujung	3,533	a
Tengah	2,877	b
Pangkal	2,748	b

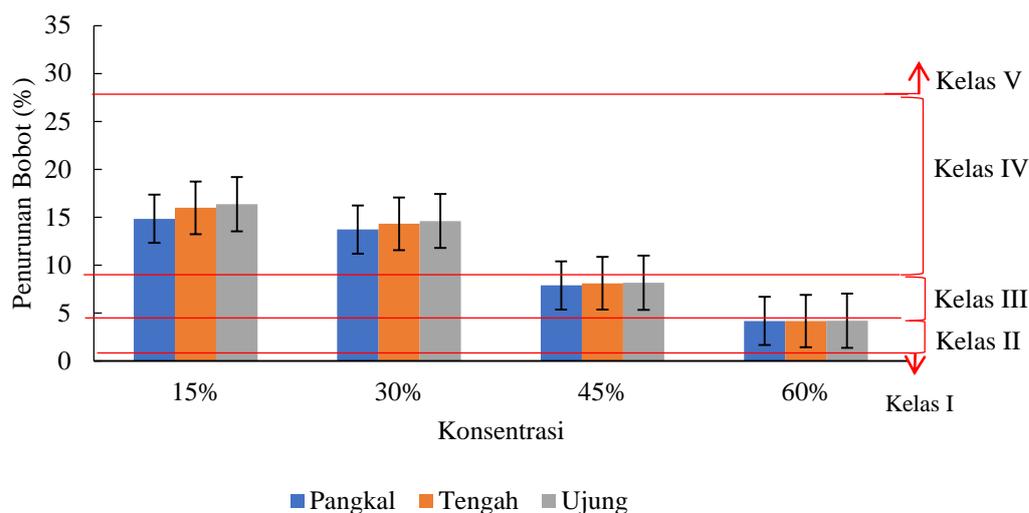
Besarnya nilai penetrasi dapat dipengaruhi oleh struktur anatomi kayu, kadar air, jenis bahan pengawet dan metode pengawetan yang digunakan (Pratiwi, 2009). Bagian pangkal adalah bagian awal pembentukan sel sesuai arah

tumbuhnya ketinggian pohon. Bagian tengah pohon merupakan puncak perkembangan sel atau masih dalam perkembangan, sedangkan bagian ujung mengandung sel yang sebagian besar merupakan sel-sel muda (Haygreen dan Bowyer, 1989 *dalam* Joni dan Junaedi, 2009). Untuk parameter penetrasi, syarat yang ditetapkan untuk penggunaan dalam ruangan dan luar ruangan yaitu sedalam 5 mm (Badan Standarisasi Nasional, 1999; Barly & Abdurrohman, 1996). Jika dibandingkan dengan nilai penetrasi yang didapatkan belum ada yang mencapai syarat minimum. Disarankan untuk mencapai penetrasi yang ditetapkan dengan menambah lama waktu perendaman dan sekaligus akan meningkatkan absorpsi dan retensi bahan pengawet ke dalam kayu.

Lama waktu yang dibutuhkan untuk peresapan tersebut bergantung pada jenis kayu dan ukuran sortimen yang diawetkan. Abdurrohman dan Martono (2002) menyatakan bahwa lama perendaman dingin dalam jenis kayu dan konsentrasi yang sama berpengaruh sangat nyata terhadap retensi dan penembusan bahan pengawet. Jika dibandingkan dengan penelitian Sumedi *et al.* (2011) tentang pengawetan kayu karet dengan perlakuan konsentrasi bahan pengawet cuka kayu dengan lama perendaman diperoleh nilai penetrasi sebesar 10,356-18,392 mm. Hasil tersebut lebih tinggi dari pada nilai penetrasi yang didapatkan yaitu sebesar 2,7484 – 3,5331 mm. Semakin lama perendaman maka nilai penetrasi akan semakin tinggi dan keawetannya meningkat, sehingga terhindar dari serangan organisme perusak kayu akan semakin tinggi.

4.2.6 Penurunan Bobot

Kerusakan pada kayu dapat ditandai dengan kehilangan berat sampel uji. Penurunan berat kayu diakibatkan hilangnya sebagian selulosa dan lignin karena diserang oleh serangga perusak kayu (Syafitri, 2008). Semakin kecil pengurangan berat contoh uji berarti semakin tinggi tingkat keefektifan bahan pengawet yang digunakan. Penurunan bobot yang diakibatkan oleh serangan rayap kayu kering dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Hubungan bagian kayu pulai (*A. scholaris*) dan perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas terhadap penurunan bobot

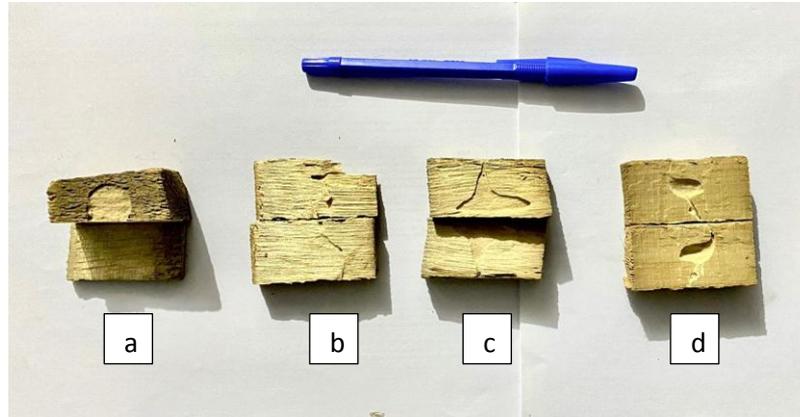
Berdasarkan grafik yang disajikan pada Gambar 13 dapat dilihat bahwa sampel uji yang telah dilakukan pengawetan dengan asap cair serbuk rengas pada ketiga bagian kayu dengan konsentrasi 60% mengalami peningkatan menjadi kelas awet II (tahan) dengan penurunan bobot sebesar 4%, untuk konsentrasi 45% hanya meningkatkan keawetan kayu menjadi kelas 3 (sedang), sedangkan untuk konsentrasi 15% dan 30% menjadikan kayu pulai menjadi kelas 4 (tidak tahan). Penurunan bobot terendah terjadi pada perlakuan dengan konsentrasi asap cair 60% pada bagian kayu pangkal sebesar 3,991% sedangkan penurunan bobot tertinggi terjadi pada bagian ujung dengan konsentrasi 15% sebesar 14,020%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi asap cair memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan bobot akibat serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.). Hasil *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asap cair 60% (notasi a) berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 15%, 30% dan 45%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dapat meningkatkan keawetan kayu.

Tabel 6. Hasil *Duncan* konsentrasi asap cair terhadap penurunan bobot

Perlakuan	Rata-rata	N	Notasi
60%	4,008	15	a
45%	7,445	15	b
30%	12,414	15	c
15%	13,567	15	d

Pengamatan visual kayu dilakukan setelah sampel uji diumpankan menggunakan rayap kayu kering selama 12 minggu. Hasil nilai pengamatan sampel uji dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Sampel uji setelah pengumpanan (a) konsentrasi 60%, (b) 45%, (c) 30%, dan (d) 15%

Setelah dilakukannya pengumpanan, dapat dilihat bahwa sampel kayu dengan konsentrasi 60% adalah konsentrasi terbaik yang dapat menghambat kerusakan kayu yang diakibatkan oleh rayap kayu kering (*Cryptotermes sp.*). Pada sampel dengan konsentrasi 15% dan 30% terjadi kerusakan kayu lebih berat yang mengakibatkan terjadinya penurunan bobot sampel kayu. Hasil nilai kelas awet kayu pulai dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Hasil nilai kelas awet kayu pulai (*A. scholaris*)

No.	Kelas Awet	Jenis Kayu Pulai	Keterangan
1	I	-	-
2	II	Kayu pulai 60%	Rayap menyerang hanya pada bagian permukaan kayu, rayap tidak masuk kedalam kayu.
3	III	Kayu pulai 45%	Rayap menyerang permukaan kayu dan masuk tidak terlalu dalam
4	IV	Kayu pulai 30% dan 15%	Sampel uji mengalami kerusakan lebih berat, rayap masuk sampai kedalam kayu.

Asap cair serbuk rengas memiliki senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan jamur dan serangan rayap seperti golongan phenol dan turunannya.

Senyawa yang berpotensi sebagai penghambat jamur dan serangan rayap seperti 1-Hidroxy-2-Butanone (6,07%), 2-Butanone (CAS) Methyl ethyl ketone (2,39%), ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)- (CAS) 2-Acetylpyrrole (1,68%), dan 2-Methoxy-4-methylphenol (1,89%). Acetic acid (CAS), Ethylic acid 37,69%, 2-Propanone, 1-hydroxy- (CAS) Acetol 13,51%, Phenol, 2-methoxy- (CAS) Guaiacol 1,29%, serta senyawa Phenol (CAS) Izal 2,41% (Anggraini *et al.*, 2022). Senyawa phenol yang meliputi phenol izal, guaiacol, hydroxyl dan propanone diduga berperan sebagai antioksidan sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk asapan, sedangkan senyawa asam seperti asetic acid dan ethylic acid mempunyai peran sebagai antibakteri (Sumedi *et al.*, 2011).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil pengujian interaksi antara bagian kayu dan perbedaan konsentrasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap keawetan kayu pulai.
2. Bagian kayu pulai (*A. scholaris*) memberikan pengaruh nyata terhadap nilai keawetan kayu (penetrasi) sedangkan penurunan bobot tidak memberikan pengaruh nyata
3. Perbedaan konsentrasi asap cair memberikan pengaruh nyata terhadap nilai keawetan kayu (retensi) dan penurunan bobot terutama pada konsentrasi 60% asap cair dapat meningkatkan kelas awet kayu pulai menjadi kelas awet II.

5.2 Saran

Asap cair serbuk rengas dengan konsentrasi 60% dapat meningkatkan kelas awet kayu pulai menjadi kelas awet II terhadap serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes sp.*). Perlu dilakukan penelitian lanjutan berdasarkan perbedaan konsentrasi cuka kayu serta penelitian keawetan kayu berdasarkan serangan organisme perusak kayu lainnya sehingga diperoleh informasi keawetan kayu pulai yang telah diberi perlakuan pengawetan asap cair terhadap organisme perusak kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohim, S. 2008. Penggunaan bahan pengawet kayu di Indonesia. *Buletin Hasil Hutan*. Vol. 14 No. 2. Hal107-115. Bogor: Pusat Litbang Hasil Hutan
- Agustin MB, Nakatsubo F and Yano H. 2018. Improving the thermall stability of wood-based cellulose by esterification. *Carbohydrate Polymers* doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.02.071>.
- Anggraini R, Khabibi J. 2022. Pemanfaatan cuka kayu sebagai bahan pengawet alami kayu pulai (*Alstonia scholaris*) terhadap serangan jamur (*Schizophyllum commune* Fries). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari*. 22(2): 996-999
- Anggraini R, Khabibi J and Ridho MR. 2021. Utilization of wood vinegar as a natural preservative for sengon wood (*Falcataria moluccana* Miq.) against fungal Attack (*Schizophyllum commune* Fries). *Jurnal Sylva Lestari*. 9(2): 302-313
- Anonimus. 2015. Kandungan senyawa metabolit sekunder rengas (*Gluta renghas*). *Jurnal Kimia* doi: <https://jurnalkimia.blogspot.com/2009/03>.
- Astuti IW. 2016. Efektifitas ekstrak akar tuba (*Derris* sp.) sebagai bahan pengawet alami pada proses pengawetan kayu mahoni (*Swetenia macrophylla*) untuk mencegah serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light.). *Tugas Akhir*. Yogyakarta (ID); Universitas Gajah Mada.
- Barly dan Lelana. 2010. Pengaruh ketebalan kayu, Konsentrasi larutan dan lama perendaman terhadap hasil pengawetan kayu. *Jurnal penelitian Hasil Hutan* Vol. 28. No.1. Hal 1-8. Bogor: Pusat Litbang Hasil Hutan
- Batubara R. 2006. Teknologi pengawetan kayu perumahan dan gedung dalam upaya pelestarian hutan. *Skripsi*. Sumatera Utara (ID); Universitas Sumatera Utara.
- Buekens AG and Huang H. 1998. Catalytic plastics cracking for recovery of gasoline-range hydrocarbons from municipal plastic wastes. *Conservation and Recycling*. 23 Page 163- 181.
- BSN. 1999. Pengawetan Kayu untuk Perumahan dan Gedung. Standar Nasional Indonesia
- Cahyani BT. 2014. Retensi dalam pengawetan kayu kurang dikenal untuk bahan baku kapal tradisional. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 6(2): 23-30
- Cahyono TD, Ohorella S dan Febrianto F. 2012. Sifat fisis dan mekanis kayu samama (*Antocephalus macrophyllus* Roxb.) dari Kepulauan Maluku. *Jurnal Ilmu Teknologi Kelautan Tropis*. 10 (1) : 28-39.
- Eller FJ, Clausen CA, Green F and Taylor SL. 2010. Critical fluid ectraction of *Juniperus virginiana* L. and bioactivity of extracts against subterranean

- termites and wood-rot fungi. *Journal Industrial Crops and Products*. 32:481-485.
- Girard JP. 1992. *Smoking in Technology of Meat Products*. New York: Clermont Ferrand, Ellis Horwood.
- Hadi YS, Nurhayati T, Jasni J, Yamamoto H and Kamiya N. 2010. Smoked wood asan alternative for wood protection against termites. *Forest Product*. 60(6):496-500
- Himawati E. 2010. Pengaruh penambahan asap cair tempurung kelapa destilasi dan redistilasi terhadap sifat kimia, mikrobiologi, dan sensoris ikan pindang layang (*Decapterus* sp.) selama penyimpanan. *Skripsi*. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.
- Hunt GM dan Garrat GA. 1986. Pengawetan kayu. Edisi 1 cetakan 1: Penerjemah Mohamad Jusuf. CV. Akademika Pressindo. Jakarta (ID).
- Hutan. [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2018. *The State of Indonesia's Forest*. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Irhamni N. 2018. Kualitas limbah serbuk gergaji untuk arang yang diperoleh dengan metode pirolisis lambat. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*. 7 (2) : 166-173. doi:10.24127/trb.v7i2.810
- Iswanto AH. 2008. Sifat fisik kayu: berat jenis dan kadar air pada beberapa jenis kayu. *Skripsi*. Medan (ID); Universitas Sumatera Utara
- Jasni, Pari G dan Satiti ER. 2016. Komposisi kimia dan keawetan alami 20 jenis kayu Indonesia dengan pengujian di bawah naungan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 34(4): 323-333
- Joker D. 2001. *Informasi Singkat Benih Alstonia scholaris* Indonesia Forest Seed Project. Bandung. Indonesia.
- Joni H dan Junaedi A. 2009. Variasi struktur anatomi kayu bulan arah aksial dan radial. *Jurnal Hutan Tropika* 9(1)
- Kasmudjo. 2010. *Teknologi Hasil Hutan* Yogyakarta (ID): Cakrawala Media.
- Komarayati S., Gusmailina dan Pari G. 2011. Produksi cuka kayu hasil modifikasi tungku arang terpadu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29 (3) : 234-247.
- Kusumaningsih KR. 2017. Sifat penyerapan bahan pengawet pada beberapa jenis kayu bangunan. *Jurnal Wana Tropika* : 16-25
- Liu M, Zhong H, Ma E and Liu R. 2018. Resistance to fungal decay of paraffin wax emulsion/copper azole compound system treated wood. *International Biodeterioration & Biodegradation* doi: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2018.01.005>.
- Maimunah RL. 2016. Uji efektifitas ekstrak tembakau sebagai bahan pengawet alami pada pengawetan kayu jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) untuk mencegah serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light.) *Tugas Akhir*. Yogyakarta (ID); Universitas Gajah Mada.

- Malik U. 2013. Alternatif pemanfaatan limbah industri pengolahan kayu sebagai arang briket. *Jurnal Aptek* 5(1): 63-70.
- Mandang YI dan Pandit IKN. 2002. Pedoman identifikasi jenis kayu di lapangan. Bogor: Prosea Indonesia.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YI, Prawira SA dan Kadir K. 2005. Atlas Kayu Indonesia Jilid I (Edisi revisi). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Martawijaya A. 1996. Petunjuk teknis keawetan kayu dan faktor yang mempengaruhinya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Mattjik AA dan Sumertajaya IM. 2006. Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan minitab. Bogor, IPBPres.
- Mentari. 2017, Pembuatan dan pengujian asap cair dari tempurung kelapa dan tongkol jagung sebagai bahan pengawet ikan. *Skripsi*. Makassar (ID); Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Nandika D, Rismayadi R dan Diba F. 2003. Rayap biologi dan pengendaliannya. *Monograf*. Surakarta (ID) : Muhamadiyah University Press
- Natalia DA. 2011. Jamur tiram sebagai jamur uji keawetan alami kayu karet dan sengon dengan metode Standar Nasional Indonesia dan Standar Industri Jepang. *Skripsi*. Bogor (ID); Institut Pertanian Bogor
- Ningsie I, M.S Tuharea, Nurfitri H. 2015. Pengaruh sifat fisis kayu jabon (*Antochepalus cadamba*). *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan* 8(2): 46-52.
- Pangestuti EK, Lashari dan Hardomo A. 2016. Pengawetan kayu sengon melalui rendaman dingin menggunakan bahan pengawet Enbor sp ditinjau terhadap sifat mekanik. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan* 1(18): 55-64.
- Pari G. 2002. Pembuatan arang aktif serbuk gergajian tusam untuk penjernih air sumur dan limbah cair industri pulp dan kertas. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Bogor. 14 (2) : 69-75.
- Pratiwi. 2003. Prospek pohon jabon untuk pengembangan hutan tanaman. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kehutanan* 4(1):61-66.
- Priadi T dan Pratiwi GA. 2014. Sifat keawetan alami dan pengawetan kayu mangium, manii dan sengon secara rendaman dingin dan rendaman panas dingin. *Jurnal Ilmu Teknologi Kelautan Tropis*. 12 (2): 118-126.
- Pitopang R, Lapanjang I dan Burhanuddin I. 2011. Profil herbarium celebense dan deskripsi 100 jenis pohon Sulawesi. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Alam*. Palu (ID). Universitas Tadulako Press.
- Pitopang R and Safaruddin. 2012. ethnoecological study of tao taa wana tribe in the morowali nature reserve, Central Sulawesi Indonesia. *Proc Soc. Indon. Biodiv Int. Conference. Voll.. 209-2014. Juli 2012*

- Pizzi A. 1994. *Advanced Wood Adhesives Technology*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Purnawati R, Wahyudi I, Priadi T. 2012. Sifat anatomi kayu *Flindersia pimenteliana* F. Muell asal Teluk Wondama Papua Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 10(2): 122-129
- Putra AFR, Wardenaar E dan Husni H. 2018. Analisis komponen kimia kayu sengon (*Albizia falcataria* L.) berdasarkan posisi ketinggian batang. *Jurnal Hutan Lestari* 6(1): 83-89.
- Rahayu YC. 2018. Variasi radial keawetan kayu eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) terhadap rayap kayu kering dan jamur *Schizophyllum commune*. *Skripsi*. Bogor (ID); Institut Pertanian Bogor
- Rahmawan. 2011. Pengeringan, pendinginan dan pengemasan komoditas pertanian. *Karya Ilmiah Bidang Keahlian* . Jakarta (ID) Mono Direktorat Pendidikan Kejuaraan.
- Rasyidur. 2020. Pemanfaatan cuka kayu sebagai bahan pengawet alami kayu sengon (*Falcataria molluccana* Miq.) terhadap serangan jamur (*Schizophyllum commune* Fires.) *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Jambi.
- Riyadi P dan Rohula. 2009. Potensi asap cair tempurung kelapa sebagai alternatif pengganti hidrogen peroksida (H₂O₂) dalam pengawetan ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* 2(2): 94-103.
- Rudjiman, 1987. *Santalum album* Linn. Taksonomi dan model arsitekturnya. Yogyakarta (ID); s.n. Hal. 3-12. Fakultas Kehutanan. Universitas Gajah Mada.
- Sadir MS, Ardiantari LD dan Mawangi BWA. 2018. Eksibubi (Ekstrak biji buah bintaro) sebagai bahan pengawet alami bamboo tali (*Gigantochloa apus*). *Jurnal Sangkareang Mataram* 4(2): 51-56.
- Saidin. 2012. Pembuatan asap cair (liquid smoke) dari kayu sepatu afrika (*Spathodea campanulata*) *Skripsi*. Politeknik Pertanian Samarinda, Samarinda.
- Setiyono. 2004. Pedoman teknis pengelolaan limbah industri kecil. *Karya Ilmiah* . Jakarta (ID); Kementrian Lingkungan Hidup.
- Siamto A. 2013. Rendemen dan sifat fisik asap cair (liquid smoke) grade I dari limbah kernel kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack.). *Skripsi*. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
- [SNI] 01-7207-2014. Uji ketahanan kayu dan produk kayu terhadap organisme perusak kayu. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- [SNI] 03-5010.1-1999. Pengawetan kayu untuk perumahan dan gedung. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Suhaendah, E, Siarudin M. 2014. Pengawetan Kayu Tisuk (*Roxb*) Melalui Rendaman Dingin Dengan Bahan Pengawet Boric Acid Equivalent. *Jurnal*

Penelitian Hasil Hutan Vol. 32 No. 2. Balai Penelitian Teknologi Agroforestry. Ciamis

- Sumedi A, Budiarmo E, Kusuma IW. 2011. Pemanfaatan asap cair dari tempurung kelapa sebagai bahan pengawet kayu karet. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida* 4(1): 1-12
- Syafitri I. 2008. Biodeteriorasi tiga jenis kayu cepat tumbuh oleh jamur pelapuk. *Skripsi*. Bogor (ID); Institut Pertanian Bogor
- Syamsiro dan Mochamad. 2015. Kajian pengaruh penggunaan katalis terhadap kualitas produk minyak hasil pirolisis sampah plastik. *Jurnal Teknik*. 5:47-56.
- Tobing REL. 2013. Karakteristik sifat fisis dan mekanis kayu jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) dan sengon (*Falcataria moluccana* Miq) dari empulur ke kulit. *Skripsi*. Bogor (ID); Institut Pertanian Bogor
- Tondi G, Wieland S, Wimmer T, Thevenon MF, Pizzi A and Petutschnigg. 2012. Tannin-boron preservatives for wood buildings: mechanical and fire properties. *Eur. Journal. Wood Prod.* 70 : 689-696.
- Trisnu S. 2012. Rendemen dan kualitas cuka kayu dari kulit tiga jenis meranti (*Shorea spp.*) *EnviroScienteeae* 8(2012) 102-107
- Ulfah D, Lusyiana dan Harionarso B. 2016. Pengaruh lama penyimpanan cuka kayu gelam pada pengawetan kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) terhadap serangan rayap. *Jurnal Hutan Tropis* 4(1): 21-27
- Utomo BSB, Singgih Wibowo dan Tri Nugroho Widiyanto. 2012. Asap cair membuat dan aplikasinya pada pengolahan ikan asap. *Jurnal Swadaya*. Jakarta.
- Wiar C. 2006. *Medicinal plants of Asia and the Pacific*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Wibowo C. 1990. Pengaruh media semai serbuk gergaji dan pemupukan terhadap pertumbuhan sengon (*Paraserianthes falcataria*) di rumah kaca dan di hutan pendidikan IPB, Gunung Walat, Sukabumi. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Widiatmoko A. 2013. Efisiensi pengawetan kayu terhadap serangan rayap dengan menggunakan bahan pengawet kimia Pro-Fos 400 Ec. *Skripsi*. Yogyakarta (ID); Universitas Negeri Yogyakarta
- Widiyanti P. 2020. Pemanfaatan cuka kayu serbuk gergajian tembesu (*fragrae fragrans*) sebagai bahan pengawet alami kayu pulai (*Alstonia Scholaris*) terhadap serangan organisme perusak kayu. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jambi.
- Wijaya ME, Noor T, Tedja Irawadi dan G. Pari. 2008. Karakterisasi asap cair dan pemanfaatannya sebagai biopestisida. *Bionature* 9(1):34-40. ISSN1411-4720
- Wistara NJ, R. Palawi and W. Fatriasari. 2016. The effect of lignin content and freeness of pulp on the bioethanol productivity of jabon wood. *Waste and*

Biomass Valorisation. Published online 26 February 2016. doi:
<https://doi.10.1007/s12649-016-9510-8>.

Xingzhong Y. 2006. Converting waste plastics into liquid fuel by pyrolysis: Developments in China. in: J. Scheirs, W. Kaminsky (Eds.), *Feedstock recycling and pyrolysis of waste plastics*. John Wiley & Sons, *West Sussex Book*, UK. 729-75.

Zhong H, Wang JM, Tang SH and Ma EN. 2014. CA-B/New-type paraffin emulsion compound system: study on the mould preservation property of treated wood. *Agri. Sci. Technol* 15:2053-2056.

Lampiran 1. Data nilai rata-rata kadar air serbuk rengas(%)

Jenis Serbuk Kayu	Ulangan	BA (g)	BKO (g)	Kadar Air (%)	Kadar Air Rerata (%)
Rengas (<i>Gluta renghas</i>)	1	3,00	2,93	2,38	
	2	3,00	2,96	1,35	
	3	3,00	2,95	1,69	1,83
	4	3,00	2,95	1,69	
	5	3,00	2,94	2,04	

Lampiran 2. Data nilai rata-rata rendemen (%)

Ulangan	Hasil akhir (ml)	Simplisia (g)	Rendemen (%)	Rata-rata (%)
1	146	2505	5,829	
2	420	3500	12	
3	362	3100	11,678	9,596
4	264	2800	9,428	
5	228	2520	9,048	

Lampiran 3. Hasil sidik ragam retensi (g/cm^3), absorpsi (g/cm^3), penetrasi (mm), penurunan bobot (%) dan uji *Duncan*

Tabel sidik ragam (Anova) retensi

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	F tabel 5%
Corrected Model	0,074 ^a	11	0,007	16,177	1995 [*]
A	0,001	2	0,001	1,228	3,191 ^{tn}
B	0,071	3	0,024	57,327	2,798 [*]
A* B	0,001	6	0,000	0,586	2,295 ^{tn}
Error	0,020	48	0,000		
Total	0,311	59			

Keterangan: * = $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ (berpengaruh nyata)
tn = tidak berpengaruh nyata

Tabel Hasil *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas (*Gluta rengas*)

Perlakuan	Rata-rata	N	Notasi
60 %	0,113	15	a
45 %	0,095	15	b
30 %	0,053	15	c
15 %	0,026	15	d

Tabel sidik ragam (Anova) absorpsi

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	F tabel 5%
Corrected Model	0,024 ^a	11	0,002	0,962	1995 ^{tn}
A	0,004	2	0,002	0,801	3,191 ^{tn}
B	0,005	3	0,002	0,752	2,798 ^{tn}
A* B	0,015	6	0,003	1.122	2,295 ^{tn}
Error	0,110	48	0,002		
Total	2.160	59			

Keterangan: * = $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ (berpengaruh nyata)
tn = tidak berpengaruh nyata

Tabel sidik ragam (Anova) penetrasi

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	F tabel 5%
Corrected Model	8.606 ^a	11	0,782	6.947	1995 [*]
A	7.085	2	3.542	31.457	3,191 [*]
B	0,194	3	0,065	0,575	2,798 ^{tn}
A* B	1.326	6	0,221	1.963	2,295 ^{tn}
Error	5.405	48	0,113		
Total	573.214	59			

Keterangan: * = $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ (berpengaruh nyata)
 tn = tidak berpengaruh nyata

Tabel Hasil *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) perbedaan bagian kayu pulai (*Alstonia scholaris* L.)

Perlakuan	Rata-rata	N	Notasi
Ujung	3,533	a	Ujung
Tengah	2,877	b	Tengah
Pangkal	2,,748	b	Pangkal

Tabel analisis sidik ragam (Anova) penurunan bobot

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	F tabel 5%
Corrected Model	4203,596 ^a	14	300,263	58,458	1,860*
A	66,169	2	33,086	6,442	3,150*
B	4006,538	4	1001,652	195,012	2,525*
A* B	130,888	8	16,362	3,186	2,097*
Error	308,182	60	5,136		
Total	4511,858	74			

Keterangan: * = $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ (berpengaruh nyata)
 tn = tidak berpengaruh nyata

Tabel Hasil uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) perbedaan konsentrasi asap cair serbuk rengas (*Gluta renghas*)

Perlakuan	Rata-rata	N	Notasi
60 %	4,008	15	a
45 %	7,445	15	b
30 %	12,414	15	c
15%	13,567	15	d

Lampiran 4. Dokumentasi penelitian



Pemotongan bagian kayu pulai



Pembuatan sampel uji berukuran 2,5 x 2,5 x 5 cm



Proses pengeringan serbuk rengas



Proses pembuatan asap cair serbuk rengas



Pengovenan serbuk kayu



Penimbangan sampel uji



Pembuatan konsentrasi asap cair menggunakan Aquades



Perendaman sampel uji



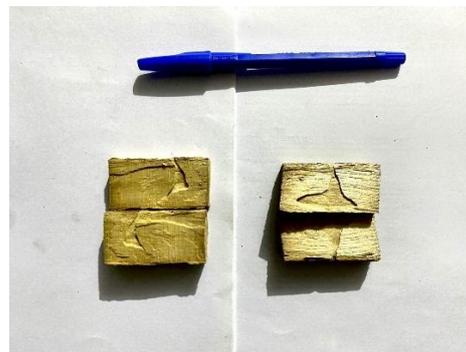
Rayap kayu kering yang akan digunakan



Proses pemasukan rayap kedalam tabung pengujian



Sampel uji yang telah diberikan rayap kayu kering



Sampel uji yang telah diumpankan kepada rayap kayu kering