



**Karakteristik Asap Cair dari Kulit Kayu *Acacia crassicaarpa* dan
*Eucalyptus pellita***

*(Characteristics of Liquid Smoke from Bark of *Acacia crassicaarpa* and *Eucalyptus pellita*)*

Ambar Tri Ratnaningsih¹, Eni Suhesti²

^{1,2}Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Sains, Universitas Lancang Kuning,
Pekanbaru 28295, Indonesia

Email : ambar@unilak.ac.id¹, suhestieni@unilak.ac.id²

Diterima: 20 Mei 2026, Direvisi: 02 Juni 2026, Disetujui: 2 Juli 2026

DOI: 10.31849/4zgkr187

Abstract

Biomass waste generated from the harvesting of Industrial Plantation Forests (HTI), particularly the bark of *Acacia crassicaarpa* and *Eucalyptus pellita*, holds significant potential as a raw material for value-added products such as liquid smoke. This study aims to analyze the physical and chemical characteristics of liquid smoke derived from the pyrolysis of *Acacia crassicaarpa* and *Eucalyptus pellita* bark. Pyrolysis was carried out using a closed drum reactor at a temperature of 300–400°C. Parameters analyzed include yield, pH, moisture content, specific gravity, acetic acid concentration, and phenolic compound content based on GC-MS analysis. The results showed that *Acacia crassicaarpa* produced the highest yield at 2.31% with dominant phenol content (33.39%), whereas *Eucalyptus pellita* had a lower yield (1.03%) but contained a higher concentration of acetic acid (1.089%). Both types of liquid smoke exhibited very high moisture content (99.9%) and strongly acidic pH levels (2.4–2.5). GC-MS analysis revealed that *Acacia crassicaarpa* had a higher concentration of phenolic compounds, while *Eucalyptus pellita* exhibited greater diversity in aromatic compounds. This study demonstrates that liquid smoke derived from HTI bark waste has high potential as a natural preservative and plant-based biopesticide.

Keywords: liquid smoke, bark, phenol, pyrolysis

Abstrak

Limbah biomassa hasil pemanenan Hutan Tanaman Industri (HTI), khususnya kulit kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita*, memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku produk bernilai tambah seperti asap cair. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik fisik dan kimiawi asap cair hasil pirolisis kulit kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita*. Pirolisis dilakukan menggunakan reaktor drum tertutup pada suhu 300–400°C. Parameter yang dianalisis meliputi rendemen, pH, kadar air, berat jenis, kadar asam asetat, dan kandungan senyawa fenol berdasarkan analisis GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Acacia crassicaarpa* menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 2,31% dengan kandungan fenol dominan (33,39%), sedangkan *Eucalyptus pellita* menghasilkan rendemen lebih rendah (1,03%) tetapi mengandung asam asetat lebih tinggi (1,089%). Kedua jenis asap cair menunjukkan kadar air sangat tinggi (99,9%) dan pH sangat asam (2,4–2,5). Analisis GC-MS mengungkapkan bahwa *Acacia crassicaarpa* unggul dalam konsentrasi senyawa fenol, sedangkan *Eucalyptus pellita* menunjukkan keragaman senyawa aromatik yang lebih besar. Penelitian ini menunjukkan bahwa asap cair dari limbah kulit kayu HTI memiliki potensi tinggi sebagai bahan pengawet alami dan pestisida nabati berbasis hayati.

Kata kunci: asap cair, fenol, kulit kayu, pirolisis



I. PENDAHULUAN

Hutan Tanaman Industri (HTI) merupakan salah satu bentuk pengelolaan hutan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri, terutama kayu *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus pellita*. Tanaman *Acacia crassicarpa* dikenal sebagai spesies cepat tumbuh dengan sistem perakaran kuat, toleran terhadap genangan air, dan mampu menyerap karbon dalam jumlah besar sehingga berperan dalam mitigasi perubahan iklim (Rahmayanti *et al.*, 2019). Sementara itu, *Eucalyptus pellita* juga diprioritaskan dalam pengembangan HTI karena pertumbuhannya yang cepat dan adaptif terhadap berbagai kondisi tanah, termasuk tanah marginal dan rawa (Hazama *et al.*, 2022; Kurniadie *et al.*, 2022; Supriyanto & Sayid, 2022).

Kegiatan pemanenan kayu dari kedua jenis tanaman ini menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah besar, terutama dalam bentuk ranting, cabang, dan kulit kayu. Menurut Abidin *et al.* (2017), sekitar 14,21% dari total volume pohon yang ditebang merupakan limbah, dan bagian kulit kayu dapat mencapai 10–15% dari volume batang (Sjostrom, 1981). Selama ini, kulit kayu hanya sedikit dimanfaatkan, meskipun berpotensi besar untuk dijadikan bahan baku berbagai produk seperti penyamak, perekat, papan partikel, inhibitor korosi, kompos, hingga produk berbasis senyawa bioaktif (Herminiwati *et al.*, 2015; Suprapti *et al.*, 2012).

Salah satu teknologi potensial dalam pengolahan limbah kulit kayu adalah proses pirolisis untuk menghasilkan asap cair. Proses ini melibatkan pemanasan bahan organik pada suhu tinggi tanpa kehadiran oksigen, yang menguraikan komponen

lignoselulosa menjadi senyawa volatil, seperti fenol, asam organik, dan keton, yang kemudian terkondensasi menjadi asap cair (Demirbas, 2000). Produk asap cair telah diketahui memiliki berbagai manfaat sebagai antibakteri, antimikroba, antioksidan serta digunakan dalam industri pangan, kesehatan, pertanian, dan kayu (Wang *et al.*, 2021). Namun demikian, kualitas dan efektivitas asap cair sangat ditentukan oleh jenis bahan baku yang digunakan.

Berdasarkan penjelasan di atas maka perlu dilakukan penelitian bagaimana karakteristik fisik dan kimia asap cair dari kulit kayu *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus pellita* serta bagaimana potensi pemanfaatannya sebagai produk bioaktif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik asap cair yang dihasilkan dari kedua jenis kulit kayu tersebut melalui pengukuran parameter rendemen, kadar air, pH, berat jenis, serta identifikasi senyawa aktif menggunakan analisis GC-MS. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang bermanfaat dalam mendukung pemanfaatan limbah biomassa HTI secara berkelanjutan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium. Kulit kayu *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus pellita* yang berasal dari kegiatan pemanenan kayu di hutan tanaman industri. Kulit kayu dibersihkan kemudian dijemur hingga kadar air 20–25%. Proses pirolisis dilakukan menggunakan reaktor pirolisis sederhana yang dilengkapi dengan termometer analog untuk memantau suhu selama proses berlangsung. Suhu dipertahankan mendekati 400°C melalui pengaturan intensitas

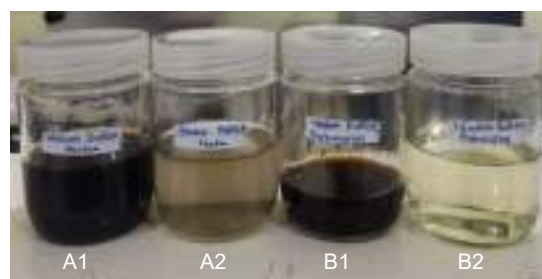
pemanasan secara manual berdasarkan pembacaan termometer. Uap hasil pirolisis kemudian dikondensasikan dan ditampung sebagai asap cair. Cairan yang terbentuk disaring dan didiamkan selama 24 jam, kemudian dimurnikan melalui destilasi hingga suhu 200°C untuk memperoleh fraksi asap cair jernih. Rendemen asap cair dihitung dari perbandingan berat asap cair yang dihasilkan terhadap berat bahan baku awal, lalu dikalikan 100 persen. Pengukuran pH dilakukan dengan mencelupkan elektroda pH meter ke dalam sampel asap cair hingga pembacaan nilai stabil. Berat jenis diukur menggunakan piknometer dengan membandingkan massa asap cair terhadap massa air suling pada suhu ruang, dan dikalikan dengan berat jenis air (1 g/cm³). Kadar air asap cair ditentukan dengan metode gravimetri menggunakan oven. Sampel dikeringkan pada suhu 105°C hingga mencapai berat konstan, kemudian kadar air dihitung berdasarkan selisih massa sebelum dan sesudah pengeringan terhadap massa awal sampel. Metode ini mengacu pada prinsip kehilangan massa akibat penguapan komponen volatil selama proses pengeringan. Selain itu, kandungan asam asetat ditentukan dengan metode titrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N dan indikator fenolftalein. Kandungan senyawa fenol dan turunannya dianalisis menggunakan alat Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), untuk mengetahui jenis dan kadar senyawa bioaktif dalam asap cair.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Asap Cair

Rendemen yang diperoleh menunjukkan kemampuan bahan baku

dalam menghasilkan produk cair melalui proses pirolisis. Namun demikian, asap cair hasil pirolisis masih mengandung tar dan senyawa organik berat yang mempengaruhi kualitas produk. Oleh karena itu, dilakukan proses destilasi untuk meningkatkan kemurnian asap cair. Perbedaan visual asap cair sebelum dan sesudah destilasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan :

A1: Asap cair kulit *Acacia crassica* sebelum destilasi

A2: Asap cair kulit *Acacia crassica* setelah destilasi

B1: Asap cair kulit *Eucalyptus pellita* sebelum destilasi

B2: Asap cair kulit *Eucalyptus pellita* setelah destilasi

Gambar 1. Asap Cair dari Kulit Kayu
Acacia crassica dan *Eucalyptus pellita*

Rendemen merupakan parameter penting dalam proses pirolisis biomassa menunjukkan efisiensi konversi bahan organik menjadi produk cair. Rendemen asap cair didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah asap cair yang dihasilkan dengan massa bahan baku kering yang digunakan, dan dinyatakan dalam persen (%). Rendemen yang tinggi menunjukkan potensi bahan baku tersebut sebagai sumber senyawa kimia cair, bahan pengawet alami, maupun pestisida nabati (Bridgwater, 2012). Hasil rendemen asap cair dari kulit kayu *Acacia crassica* dan *Eucalyptus pellita* disajikan pada Tabel 1.



Tabel 1. Rendemen Asap Cair Kulit Kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita*

No	Jenis Kulit Kayu	Rendemen asap cair (%)
1	<i>Acacia crassicaarpa</i>	2,31
2	<i>Eucalyptus pellita</i>	1,03

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa rendemen asap cair dari kulit kayu *Acacia crassicaarpa* mencapai 2,31%, lebih tinggi dibandingkan *Eucalyptus pellita* yang hanya menghasilkan 1,03%. Hal ini disebabkan perbedaan dalam kandungan kimia dan struktur jaringan kulit kayu dari kedua spesies tersebut. Kulit kayu *Acacia crassicaarpa* memiliki kandungan lignin dan zat ekstraktif yang lebih tinggi dibandingkan *Eucalyptus pellita*. Lignin merupakan komponen utama dinding sel tanaman berkayu yang berperan dalam pembentukan asap cair karena mudah terdegradasi secara termal menjadi senyawa volatil seperti fenol dan tar yang dapat dikondensasi menjadi fraksi cair (Yatagai *et al.*, 2002). Sebaliknya, *Eucalyptus pellita* mengandung lebih banyak selulosa, yang dalam proses pirolisis lebih cenderung menghasilkan gas dan arang dibandingkan fraksi cair (Santoso & Abdurachman, 2016).

Karakteristik fisik kulit kayu juga turut mempengaruhi hasil pirolisis. Tingkat kerapatan dan porositas kulit kayu dapat menentukan laju penyerapan panas dan efisiensi pemecahan senyawa organik selama proses berlangsung. Kulit kayu *Acacia crassicaarpa* yang lebih padat memungkinkan distribusi panas yang lebih merata dalam reaktor pirolisis, sehingga mendorong dekomposisi senyawa organik lebih efisien dan menghasilkan fraksi cair yang lebih banyak (Suhendi *et al.*, 2020). Dengan demikian, dari sisi teknis dan

ekonomis, *Acacia crassicaarpa* memiliki keunggulan sebagai bahan baku utama dalam produksi asap cair berbasis limbah biomassa HTI.

Kadar Air Asap Cair

Kadar air merupakan salah satu parameter dalam menentukan kualitas dan stabilitas asap cair. Kandungan air yang tinggi dalam asap cair dapat menurunkan konsentrasi senyawa aktif seperti asam organik dan fenol, yang pada akhirnya berdampak terhadap daya simpan, efektivitas sebagai bioaktif, serta kestabilan kimia selama penyimpanan (Bridgwater, 2012; Mohan *et al.*, 2006). Selain itu, tingginya kadar air juga akan meningkatkan volume produk secara keseluruhan, yang berdampak pada aspek efisiensi pengemasan dan distribusi.

Secara umum, air dalam asap cair berasal dari dua sumber utama. Pertama, berasal dari kelembaban awal bahan baku yang tidak sepenuhnya hilang saat proses pengeringan. Kedua, berasal dari hasil reaksi termal selama pirolisis, terutama dari fraksi hemiselulosa dan selulosa yang mengalami dekomposisi dan melepaskan molekul air melalui pemutusan ikatan karbon-oksigen (Demirbas, 2000). Data kadar air hasil pirolisis kulit kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita* disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kadar Air Asap Cair Kulit Kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita*

No	Jenis Kulit Kayu	Kadar Air (%)
1	<i>Acacia crassicaarpa</i>	99,90
2	<i>Eucalyptus pellita</i>	99,93

Berdasarkan data pada Tabel 2, diketahui bahwa asap cair hasil pirolisis



kulit kayu *Acacia crassicaarpa* mengandung kadar air sebesar 99,90%, lebih tinggi dibandingkan dengan *Eucalyptus pellita* yang mengandung 99,83%. Meskipun perbedaan nilai keduanya relatif kecil, hasil ini menunjukkan bahwa kedua jenis kulit kayu menghasilkan asap cair dengan kandungan air yang sangat tinggi, yang merupakan karakter umum produk pirolisis dari bahan biomassa basah. Perbedaan kadar air ini kemungkinan dipengaruhi oleh struktur jaringan kulit kayu serta komposisi kimia, khususnya kandungan hemiselulosa yang memiliki kontribusi besar terhadap pembentukan air selama pirolisis (Mohan *et al.*, 2006).

Tingginya kadar air dalam asap cair dapat menurunkan efektivitasnya sebagai senyawa aktif, sehingga diperlukan proses pemurnian lanjutan seperti destilasi fraksinasi, evaporasi, atau pemisahan fase untuk menghasilkan produk dengan konsentrasi senyawa aktif yang lebih tinggi dan stabil (Zhang *et al.*, 2007). Upaya ini penting agar asap cair dapat digunakan secara lebih optimal sebagai bahan aktif dalam aplikasi bioinsektisida, antibakteri, ataupun sebagai pengawet alami berbasis hayati.

pH Asap Cair

Nilai pH merupakan indikator penting dalam menentukan sifat keasaman asap cair, yang berpengaruh langsung terhadap stabilitas kimia, kemampuan pengawetan, serta efektivitasnya dalam aplikasi sebagai antimikroba atau bioinsektisida. Asap cair umumnya bersifat asam karena mengandung senyawa organik seperti asam asetat, asam format, dan senyawa fenolik yang terlarut dalam fraksi cair (Mohan *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2021). Nilai pH asap cair yang terlalu

rendah dapat meningkatkan daya hambat terhadap mikroorganisme, namun juga dapat mempercepat korosi pada wadah logam penyimpan jika tidak dikondisikan dengan baik. Nilai pH asap cair hasil pirolisis dari kedua jenis kulit kayu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. pH asap cair dari kulit *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita*

No	Jenis Kulit Kayu	pH
1	<i>Acacia crassicaarpa</i>	2,5
2	<i>Eucalyptus pellita</i>	2,4

Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa asap cair dari *Acacia crassicaarpa* memiliki pH 2,5, sedikit lebih asam dibandingkan *Eucalyptus pellita* yang menunjukkan pH 2,4. Nilai pH yang rendah ini menunjukkan tingginya kandungan asam organik yang dihasilkan selama proses pirolisis, khususnya dari fraksi hemiselulosa dan lignoselulosa (Wang *et al.*, 2021). Perbedaan kecil ini dapat mencerminkan variasi komposisi kimia pada struktur jaringan masing-masing jenis kayu. Nilai pH asap cair yang dihasilkan dari kedua jenis kulit kayu berada pada kisaran 1,5–3,0, sehingga telah memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk asap cair.

Asap cair dengan pH <3 termasuk dalam kategori sangat asam, sehingga memiliki potensi besar sebagai agen antimikroba dan pengawet alami. Namun, untuk aplikasi tertentu seperti bidang pangan atau pertanian, perlu dilakukan penyesuaian pH agar tetap efektif namun tidak menimbulkan efek toksik (Idiawati *et al.*, 2021).

Berat Jenis

Berat jenis (BJ) merupakan parameter fisik yang menunjukkan massa jenis suatu



cairan dalam satuan gram per sentimeter kubik (g/cm^3). Berat jenis dapat digunakan sebagai indikator konsentrasi relatif komponen aktif dalam asap cair, dimana nilai yang lebih tinggi umumnya berkorelasi dengan tingginya kandungan senyawa terlarut, seperti asam organik, fenol, dan senyawa karbon lainnya (Bridgwater, 2012). Berat jenis juga mempengaruhi aspek teknis dalam penanganan dan pengemasan produk, termasuk efisiensi transportasi serta kompatibilitas dengan formulasi bahan lain jika digunakan sebagai campuran pestisida atau pengawet. Tabel 4 berikut menyajikan data berat jenis asap cair dari kedua jenis kulit kayu.

Tabel 4. Berat Jenis Asap Cair Kulit Kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita*

No	Jenis Kulit Kayu	Berat Jenis
1	<i>Acacia crassicaarpa</i>	0,9999
2	<i>Eucalyptus pellita</i>	0,9997

Tabel 4 menunjukkan bahwa berat jenis asap cair dari kulit kayu *Acacia crassicaarpa* lebih tinggi dibandingkan *Eucalyptus pellita*. Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan konsentrasi senyawa padat terlarut, khususnya kandungan fenol dan asam organik yang lebih dominan pada *Acacia crassicaarpa* (Yatagai *et al.*, 2002).

Kadar Asam Asetat

Kandungan total asam dalam asap cair merupakan parameter dalam menentukan sifat antimikroba dan daya awet produk. Asam asetat adalah komponen dominan dalam fraksi asam asap cair, yang memberikan kontribusi utama terhadap keasaman, aroma, dan aktivitas antimikroba (Mohan *et al.*, 2006). Penentuan kandungan total asam dilakukan melalui metode titrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N dan

indikator fenolftalein. Hasil pengujian kandungan total asam tertitrasi dari asap cair kulit kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar Asam Asetat Asap Cair Kulit Kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita*

No	Jenis Kulit Kayu	Kadar Asam Asetat (%)
1	<i>Acacia crassicaarpa</i>	0,928
2	<i>Eucalyptus pellita</i>	1,089

Berdasarkan Tabel 5, terlihat bahwa asap cair *Acacia crassicaarpa* memiliki kandungan asam asetat sebesar 0,928%, lebih tinggi dibandingkan *Eucalyptus pellita* dengan 1,089%. Hasil ini sejalan dengan data pH sebelumnya yang menunjukkan bahwa *Acacia crassicaarpa* memiliki keasaman lebih tinggi. Perbedaan ini menjelaskan variasi komposisi hemiselulosa dan struktur lignoselulosa yang mempengaruhi jumlah senyawa asam terbentuk selama pirolisis (Demirbas, 2000). Kandungan asam yang cukup tinggi merupakan nilai tambah dalam penggunaan asap cair sebagai pengawet, pestisida, dan antibakteri. Namun demikian, pemanfaatan lebih lanjut harus mempertimbangkan kestabilan pH dan kebutuhan formulasi, khususnya dalam bidang pertanian dan pangan (Zhang *et al.*, 2007).

Kandungan Senyawa Benzen dan Turunannya pada Asap Cair Hasil Analisis GC-MS

Senyawa aromatik, khususnya benzena dan turunannya, merupakan hasil degradasi termal dari lignin dan senyawa ekstraktif aromatik lainnya selama proses pirolisis biomassa. Senyawa-senyawa ini berperan penting dalam menentukan karakteristik bioaktif asap cair, terutama



dalam aktivitas antimikroba, antifungi, dan potensi sebagai pengawet alami (Mohan *et al.*, 2006; Bridgwater, 2012). Dalam pemanfaatan limbah kulit kayu, *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus pellita* merupakan spesies potensial yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan layak dikembangkan sebagai sumber bahan baku asap cair.

Hasil analisis kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS) menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan dari kulit kayu *Eucalyptus pellita* mengandung keragaman senyawa aromatik yang lebih tinggi dibandingkan *Acacia crassicarpa*. Jenis dan konsentrasi senyawa benzena dan turunannya yang terdeteksi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan Senyawa Benzena dan Turunannya pada Asap Cair Kulit Kayu *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus pellita*

No	Kandungan Senyawa	<i>Eucalyptus pellita</i> (%)	<i>Acacia crassicarpa</i> (%)
1	1,2,5-Oxadiazol-3-amine, 4-(3-methoxyphenoxy)-	0,87	-
2	1,2-Benzisothiazol-3-amine, TBDMS derivative	1,79	-
3	1,4-Bis(trimethylsilyl)benzene	-	0,97
4	1H-Isoindole-1,3(2H)-dithione, 2-ethyl-	3,51	8,91
5	2-Cyclopenten-1-one, 2,3-dimethyl-	1,8	-
6	2-Methyl-5H-dibenz[b,f]azepine	2,33	1,65
7	2-Naphthalenesulfonic acid	0,67	-
8	5-Methyl furfural	5,42	-
9	7,7,9,9,11,11-Hexamethyl-3,6,8,10, 12,15-hexaoxa-7,9,11-trisilaheptadecane	0,5	-
10	9H-Fluorene-2-carboxylic acid, 9-oxo-, (2-hydroxyethyl)(methyl)amide	-	0,47
11	Carbonic acid, monoamide, N-methyl-N-phenyl-, butyl ester	1,87	-

12	Indole-2-one, 2,3-dihydro-N-hydroxy-4-methoxy-3,3-dimethyl-Propanamide, N-(4-methoxyphenyl)-2,2-dimethyl-trans-3,3a,4,5,6,7-Hexahydro-7-(2-thienyl)cyclohexa[c]isoxazole	0,94	-
13		0,82	-
14		0,88	-

Berdasarkan Tabel 6, diketahui bahwa *Eucalyptus pellita* menghasilkan komposisi senyawa aromatik yang lebih beragam, terdiri atas 10 jenis senyawa aromatik turunan benzena, termasuk 5-methylfurfural (5,42%), 2-methyl-5H-dibenz[b,f] azepine (2,33%), dan 1,2-benzisothiazol-3-amine (1,79%). Senyawa-senyawa ini dikenal memiliki aktivitas sebagai antibakteri, antifungi, serta senyawa bioaktif yang digunakan dalam formulasi pestisida organik dan pengawet hayati (Oasmaa & Czernik, 1999; Mohan *et al.*, 2006).

Sebaliknya, asap cair dari kulit kayu *Acacia crassicarpa* menunjukkan kandungan senyawa aromatik yang lebih terbatas, namun dengan konsentrasi lebih dominan pada senyawa tertentu, seperti 1H-isoindole-1,3(2H)-dithione, 2-ethyl- (8,91%). Senyawa ini merupakan derivat indole yang telah dilaporkan memiliki sifat antimikroba dan fungistatik tinggi (Bridgwater, 2012). Dominasi senyawa-senyawa aromatik pada *Acacia crassicarpa* memperkuat potensinya sebagai sumber asap cair untuk aplikasi antimikroba langsung, sedangkan *Eucalyptus pellita*, dengan keragaman senyawa aromatik dan fenolik yang seimbang, lebih sesuai untuk digunakan sebagai biofungisida atau pestisida. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pemilihan bahan baku sangat mempengaruhi komposisi kimia dan arah pemanfaatan dari produk asap cair yang dihasilkan.



Kandungan Senyawa Fenol dan Turunannya dalam Asap Cair Kulit Kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita*

Analisis menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS) terhadap asap cair hasil pirolisis kulit kayu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus pellita* menunjukkan bahwa kedua jenis asap cair mengandung berbagai senyawa fenolik dan turunannya. Senyawa-senyawa ini diketahui berkontribusi terhadap aktivitas biologis asap cair, terutama sebagai agen antibakteri dan antioksidan alami. Rincian kandungan senyawa fenolik yang teridentifikasi dari kedua jenis asap cair disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kandungan Senyawa Fenol dan Turunannya pada Asap Cair Kulit Kayu *Eucalyptus pellita* dan *Acacia crassicaarpa*.

No	Kandungan Senyawa	<i>Eucalyptus pellita</i> (%)	<i>Acacia crassicaarpa</i> (%)
1	Creosol	8,38	7,15
2	Guaiacol, 4-ethyl-	4,39	-
3	p-Cresol	-	3,47
4	Phenol	28,85	33,39
5	Phenol, 2-methoxy-	26,42	22,77
6	Phenol, 2-methyl-	4,05	4,3
7	Phenol, 3-methyl-	3,86	-
8	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy-	-	3,51

Berdasarkan hasil Tabel 8, fenol merupakan senyawa dominan pada kedua jenis asap cair, dengan konsentrasi sebesar 28,85% pada *Eucalyptus pellita* dan 33,39% pada *Acacia crassicaarpa*. Fenol merupakan senyawa aktif dengan kemampuan antimikroba yang kuat, bekerja dengan cara merusak integritas membran sel

mikroorganisme dan menyebabkan denaturasi protein (Cox *et al.*, 2001). Kandungan fenol yang tinggi pada kedua jenis asap cair ini memperkuat potensi aplikatifnya sebagai agen antimikroba dan disinfektan berbasis hayati.

Senyawa *guaiacol* (phenol, 2-methoxy-) merupakan produk dekomposisi unit *guaiacyl* dari lignin dengan jumlah 26,42% pada *Eucalyptus pellita* dan 22,77% pada *Acacia crassicaarpa*. *Guaiacol* berkontribusi terhadap aroma khas asap dan berperan sebagai antioksidan alami yang penting dalam memperpanjang daya simpan produk pangan atau pertanian (Mohan *et al.*, 2006; Demirbaş, 2000). Senyawa *creosol*, turunan *guaiacol* yang juga bersifat antimikroba dan antioksidan, ditemukan dalam jumlah cukup tinggi pada kedua spesies, yaitu 8,38% pada *Eucalyptus pellita* dan 7,15% pada *Acacia crassicaarpa*. Selain itu, *Eucalyptus pellita* memiliki komposisi khas berupa *guaiacol*, 4-ethyl- dan *phenol*, 3-methyl-, sedangkan *Acacia crassicaarpa* mengandung *p-cresol* serta *phenol*, 4-ethyl-2-methoxy-, yang tidak ditemukan pada asap cair *Eucalyptus pellita*. Senyawa-senyawa ini memberikan kontribusi terhadap kompleksitas kimiawi dan aktivitas biologis dari asap cair. Perbedaan komposisi senyawa fenolik ini menjelaskan perbedaan struktur dan komposisi lignoselulosa dari kedua jenis kayu, yang secara langsung mempengaruhi hasil dekomposisi termal selama pirolisis. Menurut Bridgwater (2012), karakteristik kimia asap cair sangat ditentukan oleh jenis bahan baku dan kondisi pirolisis seperti suhu dan waktu reaksi.



IV. KESIMPULAN

Asap cair dari kulit kayu *Acacia crassiparva* memiliki rendemen dan kandungan fenol lebih tinggi dibanding *Eucalyptus pellita*, dengan nilai masing-masing 2,31% dan 33,39%. Sebaliknya, *Eucalyptus pellita* memiliki kadar asam asetat lebih tinggi (1,089%) dan keragaman senyawa aromatik lebih besar. Kedua asap cair bersifat sangat asam (pH 2,4–2,5) dan mengandung air 99,9%. Secara umum, *Acacia crassiparva* lebih unggul sebagai sumber senyawa fenolik, sedangkan *Eucalyptus pellita* berpotensi dalam formulasi berbasis senyawa aromatik kompleks.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kehutanan dan Sains Universitas Lancang Kuning atas dukungan dana dan fasilitas laboratorium selama penelitian dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Thamrin, Silaban, C. 2017. Potensi Limbah Pemanenan Kayu di Lokasi Penebangan Iuphhk-Ha PT. Dasa Intiga Kalimantan Tengah. *Jurnal Hutan Tropis*, 5 (2) : 174-181. <https://doi.org/10.20527/jht.v5i2.4372>
- Bridgwater, A.V. (2012) Review of Fast Pyrolysis of Biomass and Product Upgrading. *Biomass Bioenergy*, 38, 68-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.01.048>
- Cox, S. D., Mann, C. M., & Markham, J. L. (2001). Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Applied Microbiology*, 91(3), 492–497. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01406.x>
- Demirbas, A. (2000) Mechanisms of Liquefaction and Pyrolysis Reactions of Biomass. *Energy Conversion and Management*, 41, 633-646. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(99\)00130-2](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(99)00130-2)
- Hazama, N., Satriadi, T., & Hamidah, S. (2022). Rendemen dan kualitas minyak Eukaliptus (*Eucalyptus alba*) dari desa Tebing Siring Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan *Jurnal Sylva Scientiae*, 5(2), 301–306. <https://doi.org/10.20527/jss.v5i2.5367>
- Hermiwati, H., Waskito, S., Purwanti, C. M. H., Prayitno, P., & Ningsih, D. (2015). Pembuatan bahan penyamak nano nabati dan aplikasinya dalam penyamakan kulit. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 31(1), 15. <https://doi.org/10.20543/mkpk.v31i1.180>
- Idiawati, N., Monica, G., M., Sofiana, M.S.J., Safitri, I., Siregar, S. 2021. Characteristics and Chemical Compounds Liquid Smoke of Mangrove Stem Bark Waste from Charcoal Industry. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56 (3) : 63-71. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.3.6>
- Kurniadie, D., Widayat, D., & Sernita, P. I. (2022). Pengaruh Dosis Herbisida Isopropilamina Glifosat 480 SL untuk Pengendalian Gulma pada Budidaya Tanaman Eukaliptus (*Eucalyptus* sp.). *Agrikultura*, 33(2), 208–216
- Mohan, D., Pittman Jr, C. U., & Steele, P. H. (2006). Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: A critical review. *Energy &*



- Fuels*, 20(3), 848–889.
<https://doi.org/10.1021/ef0502397>
- Oasmaa, A., & Czernik, S. (1999). Fuel oil quality of biomass pyrolysis oils– State of the art for the end users. *Energy & Fuels*, 13(4), 914–921.
<https://doi.org/10.1021/ef980272b>
- Ronsse, F., Van Hecke, S., Dickinson, D., & Prins, W. (2013). Production and characterization of slow pyrolysis biochar: influence of feedstock type and pyrolysis conditions. *GCB Bioenergy*, 5(2), 104–115.
<https://doi.org/10.1111/gcbb.12018>
- Santoso, A., & Abdurachman, A. (2016). Karakteristik Ekstrak Kulit Kayu Mahoni Sebagai Bahan Perekat Kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(4), 269–284.
<https://doi.org/10.20886/jphh.2016.34.4.269-284>
- Suhendi, E., Wibowo, A., Lestari, T., & Kurniawan, T. (2020). Effect of acid concentration on the activation of Bayah natural zeolite for palm kernel shell pyrolysis application. *Reaktor*, 20(3), 109–116.
<https://doi.org/10.14710/reaktor.20.3.109-116>
- Supriyanto, S., & Sayid, M. H. (2022). Kesesuaian Lahan Jenis Tanaman Kehutanan Pada Areal Lahan Terbuka Di Kawasan Hutan Pendidikan Gunung Walat (Hpgw), Sukabumi Jawa Barat. *Journal of Tropical Silviculture*, 13(02), 103–110.
<https://doi.org/10.29244/j-siltrop.13.02.103-110>
- Suprapti, S., Santoso, E., Djarwanto, D., & Turjaman, M. (2012). Pemanfaatan Kompos Kulit Kayu Mangium Untuk Media Pertumbuhan Cendawan Mikoriza Arbuskula Dan Bibit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(2).
<https://doi.org/10.20886/jphh.2012.30.2.114-123>
- Sjostrom, E. (1981). *Kimia Kayu: Dasar-Dasar dan Penggunaan*. Ed ke-2. Hardjono Sastrohamidjojo, penerjemah; Yogyakarta: FMIPA Universitas Gajahmada. Terjemahan dari: *Wood Chemistry*
- Wang, J., Wang, S., Lu, J. Yang, M. 2021. Improved Bio-Oil Quality from Pyrolysis of Pine Biomass in Pressurized Hydrogen. *Jounal Applied Sciences* , 12(1): 46 -52, doi: 10.3390/app12010046
- Yatagai, M., Nishimoto, M., Hori, K., Ohira, T., & Shibata, A. (2002). Chemical composition and antifungal activity of smoke from pyrolyzed wood. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(4), 756–761.
<https://doi.org/10.1021/jf010879b>
- Zhang, Q., Chang, J., Wang, T., & Xu, Y. (2007). Review of biomass pyrolysis oil properties and upgrading research. *Energy Conversion and Management*, 48(1), 87–92.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2006.05.010>