

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Roadmap Penelitian

Tabel 2.1 Roadmap Penelitian

Sumber Penelitian	Proses Penelitian	Hasil Penelitian	Penelitian yang akan dilakukan
Suryani, 2020 “Karakteristik dan Aktivitas Antibakteri Asap Cair dari Biomassa Kayu Putih dan Kayu Jati”	Proses pirolisis asap cair dari biomassa kayu putih dan kayu jati dengan suhu 250°C selama 8 jam.	Asap cair yang diperoleh dari pirolisis biomassa kayu jati mengandung fenol 11,19% dan asam asetat 25,53%	Pada penelitian ini, dilakukan pembaharuan pada alat pirolisis yang terletak pada kondensor. Dengan membuat pirolisator dengan <i>double condenser</i> dimana menghitung <i>Specific Energy Consumption</i> (SEC) dan mengkaji karakteristik asap cair yang dihasilkan dan kemudian dapat dimanfaatkan sebagai pestisida organik.
Maulina, 2018 “Pirolisis Pelepah Kelapa Sawit untuk Menghasilkan Fenol pada Asap Cair”	Proses pirolisis dengan memanfaatkan limbah pelepah sawit dengan pengecilan ukuran partikel bahan baku guna meningkatkan laju pemanasan dengan menggunakan rangkaian reaktor pirolisis satu condenser	Diperoleh kadar fenol tertinggi pada suhu pirolisis 600°C dalam waktu 90 menit, yaitu sebesar 17,966%.	

Tabel 2.2 Lanjutan *Roadmap* Penelitian

Sumber Penelitian	Proses Penelitian	Hasil Penelitian	Penelitian yang akan dilakukan
Isa, 2019 “ <i>Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Organik Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (Spodoptera Litura F.)</i> ”	Proses pirolisis asap cair dari limbah tempurung kelapa dengan modifikasi alat yang dilengkapi dengan kondensor dan satu tempat penampung asap cair yang digunakan sebagai pestisida organik.	Diperoleh asap cair grade 3 yang mengandung komponen-komponen yang dapat dijadikan pestisida organik.	Pada penelitian ini, dilakukan pembaharuan pada alat pirolisis yang terletak pada kondensor. Dengan membuat pirolisator dengan <i>double condenser</i> dimana menghitung <i>Specific Energy Consumption</i> (SEC) dan mengkaji karakteristik asap cair yang dihasilkan dan kemudian dapat dimanfaatkan sebagai pestisida organik.
Muzdalifah, 2020 “ <i>Potensi Pemanfaatan Limbah Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Besi (Eusideroxylon Zwageri) Menjadi Asap Cair melalui Proses Pirolisis</i> ”	Pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu melalui proses pirolisis menjadi pengawet makanan	Diperoleh asap cair yang bagus yang dapat digunakan sebagai bahan pengawet pangan.	

## 2.2 Kayu Akasia

Kayu Akasia (*Acacia*) merupakan tanaman asli yang banyak tumbuh di wilayah Papua Nugini, Papua Barat dan Maluku. Di Indonesia sejak dicanangkan pembangunan HTI pada tahun 1984, kayu akasia telah dipilih sebagai salah satu jenis favorit untuk ditanam di areal HTI. Pada mulanya jenis ini dikelompokkan ke dalam jenis-jenis kayu HTI untuk memenuhi kebutuhan kayu serat terutama untuk bahan baku industri pulp dan kertas. Dengan adanya perubahan-perubahan kondisional baik yang menyangkut kapasitas industri maupun adanya desakan kebutuhan kayu untuk penggunaan lain, tidak tertutup kemungkinan terjadi perluasan tujuan penggunaan kayu mangium (Nugroho, 2016). Kayu akasia adalah satu jenis kayu yang banyak ditanam dan dimanfaatkan untuk dijadikan sebagai bahan baku produksi pengolahan kayu hulu dan kemudian menjadi berbagai jenis kayu olahan di Indonesia. Produksi kayu akasia (*acacia*) di Indonesia sebesar 32.114.477,35 m<sup>3</sup> pertahun 2020 (Statistik Produksi Kehutanan, 2020).

Tabel 2.3 menunjukkan karakteristik kayu akasia.

**Tabel 2.3** Karakteristik Kayu Akasia

Parameter	Satuan	Nilai
Karbon Aktif Murni (Fixed Carbon)	%	14,92-19,49
Kadar Air (Moisture)	%	11,44-13,11
Kadar Zat Terbang (Volatile Matters)	%	80,13-94,27
Kadar Abu (Ash Analysis)	%	0,31-0,97
Nilai Kalor Pembakaran	Kcal/kg	4040-4231
Selulosa	%	45 ± 2
Hemiselulosa	%	30 ± 5
Lignin	%	20 ± 4
Zat Ekstraktif	%	5 ± 3

Sumber: Erlinawati, 2021; Julbino, 2013

Kayu akasia (*Acacia*) juga memiliki karakteristik diantaranya kayu akasia yang berwarna coklat pucat sampai coklat tua, corak kayu akasia yang polos atau berjalur-jalur dengan warna gelap dan terang, tekstur kayu akasia yang halus sampai agak kasar, bentuk kayu akasia yang agak keras sampai keras, berat jenis rata-rata sekitar 0,61 serta pH sebesar 4,2 (Sutapa, 2013).

### 2.3 Kayu Jati

Pohon jati tumbuh baik di hutan di kawasan wilayah kepulauan jawa, memiliki ketinggian mencapai 40 – 50 m dengan batang bebas cabang dapat mencapai 19 – 20 m dan memiliki ukuran daun yang cukup besar berbentuk elips yang lebarnya bisa mencapai 30 – 60 cm disaat sudah memasuki fase pertumbuhan dewasa. Kayu jati atau teak ini dapat tumbuh di dataran rendah maupun tinggi, tempat yang terbaik untuk pertumbuhan kayu jati yaitu tempat yang disekitar habitatnya tidak di genangi oleh air atau banjir. Pertumbuhan jenis kayu ini terbilang cukup lambat, butuh waktu yang cukup lama untuk melihat kayu jati tumbuh hingga besar dan layak digunakan (Rabiatul, 2017).

Pohon jati (*Tectona grandis*) hidup didaerah tropis, jaringan dasarnya terjalin dengan pita parenkim longitudinal dan dengan parenkim jari-jari. Pembuluh kayu tertutup oleh tilosis. Kayu jati memiliki serat halus dengan warna kayu mula-mula sawo kelabu, kemudian berwarna sawo matang apabila terkena cahaya matahari dan udara (Permana et al., 2014). Kayu jati dalam bentuk serbuk gergaji merupakan hasil samping/limbah dari industri *furniture* (Ridhuan, 2019). Limbah kayu jati merupakan biomassa yang memiliki nilai kalor yang relatif besar dan belum dimanfaatkan secara optimal (Kusumaningrum, 2015).

Limbah kayu jati yang belum dimanfaatkan secara optimal tersebut dapat diolah menjadi suatu produk yang bernilai ekonomis baik asap cair dan gas dengan cara pirolisis (Kusumaningrum, 2015). Kayu jati memiliki komponen kimia yang sama dengan kayu. Adapun 3 unsur penyusun kayu terdiri dari unsur karbohidrat yang terdiri dari selulosa dan hemiselulosa, unsur non karbohidrat yang terdiri dari lignin, dan unsur-unsur yang diendapkan dalam kayu selama proses pertumbuhan (Rabiatul, 2017).

Karakteristik kayu jati dapat dilihat pada tabel 2.4.

**Table 2.4** Karakteristik Kayu Jati

<b>Sifat</b>	<b>Satuan</b>	<b>Nilai</b>
<b>Fisik</b>		
Berat jenis	kg/m <sup>3</sup>	0,62-0,75 (rata-rata 0,67)
<i>Specific gravity</i>		0,66
<b>Kimia</b>		
Hemiselulosa	%	17
Selulosa	%	47,5
Lignin	%	29,9
Pentosa	%	14,4
Abu	%	1,4
Silika	%	0,4
Nilai kalor	kal/g	5081
Karbon tetap	%	12,69
Zat terbang	%	80,29
C	%	51,6
H	%	6
O	%	42,2
N	%	0,26

*Sumber : Rabiatul 2017; Permana dkk, 2014; Haryanto,2021*

## **2.4 Kayu Meranti**

Kayu meranti merupakan salah satu jenis pohon yang dapat tumbuh dengan baik di segala cuaca karena jenis pohon ini tidak tergantung pada jenis tanah maupun iklim. Pohon meranti termasuk ke dalam salah satu jenis pohon yang paling umum digunakan dalam program pembangunan hutan tanaman di Asia dan Pasifik. Kayu gubal meranti tipis dan berwarna terang (Dwita et al., 2018).

Kayu meranti memiliki nilai kalori sebesar 5731 kkal/kg, kayunya dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar dan dijadikan produk arang, daunnya dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, cabang, dan daun-daun kering dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Sisa serbuk gergaji yang tidak terpakai bisa dimanfaatkan sebagai substrat berkualitas tinggi untuk produksi jamur yang dapat dimakan (Daud, 2013).

**Tabel 2.5** Senyawa Penyusun Kayu Meranti

Senyawa	Kandungan
Hemiselulosa	13,37%
Selulosa	63,97%
Lignin	29,39%

*Sumber : (Supartini, 2009)*

## 2.5 Pirolisis

Pirolisis merupakan salah satu metode konversi yang digunakan dalam memanfaatkan serbuk gergaji kayu untuk menghasilkan produk berupa asap cair dan produk samping berupa briket arang. Di antara berbagai metode termokimia, pirolisis merupakan teknik yang paling menjanjikan dan ramah lingkungan untuk mendegradasi biomassa menjadi berbagai jenis produk (Gupta et al., 2019). Proses pirolisis terjadi dengan tanpa adanya suplai oksigen selama proses, terkecuali dalam beberapa kasus tertentu di mana dibutuhkan tambahan oksigen agar terjadi pembakaran sebagian untuk meningkatkan energi termal (Rizal et al., 2020).

Pirolisis adalah dekomposisi termal biomassa menjadi gas, cair, dan padat. Dalam pirolisis, molekul besar hidrokarbon biomassa dipecah menjadi molekul hidrokarbon yang lebih kecil (Rizal et al., 2020). Pirolisis terjadi dalam empat tahap, dimulai dengan penguapan air, pirolisis hemiselulosa pada suhu 180 °C - 300 °C, selulosa pada 260 °C - 350 °C, dan lignin pada 300 °C - 500 °C. Secara umum pirolisis hemiselulosa akan menghasilkan furfural, furan, asam asetat dan derivatnya. Sedangkan lignin terurai menjadi fenol dan eter fenolik serta derivatnya dan selulosa akan menghasilkan senyawa asam asetat, dan senyawa karbonil.

Pirolisis (proses pengarangan) menghasilkan 3 bentuk zat, diantaranya zat padat berupa arang, zat gas berupa asap dan zat cair berupa tar dan asap cair. Asap cair dihasilkan dari proses pirolisis dengan kondisi oksigen minimal dan kondensasi asap. Kayu ditempatkan pada retort besar dimana panas yang sangat tinggi diterapkan, menyebabkan kayu membara (tidak terbakar), melepaskan gas yang terlihat sebagai asap biasa. Gas-gas ini dengan cepat didinginkan dalam kondensor, sehingga mencairkan asap (Suryani *et al.*, 2020).

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pirolisis asap cair (Maulina, 2017) adalah sebagai berikut:

1. Suhu pirolisis, yang berpengaruh terhadap hasil pirolisis, karena dengan bertambahnya suhu maka proses peruraian semakin sempurna dan rendeman yang dihasilkan semakin tinggi.
2. Waktu pirolisis, yang berpengaruh terhadap kesempatan untuk bereaksi. Waktu pirolisis yang panjang akan meningkatkan hasil cair dan gas, sedangkan hasil padatnya akan menurun. Waktu yang dibutuhkan tergantung pada jumlah dan jenis bahan yang di proses. Semakin lama waktu pirolisis maka semakin banyak bahan baku yang terdekomposisi akibat lamanya waktu kontak panas dengan bahan baku.
3. Kadar air bahan, dimana nilainya yang tinggi akan menyebabkan timbulnya uap air dalam proses pirolisis yang mengakibatkan tar tidak bisa mengembun di dalam pendingin sehingga waktu yang digunakan untuk pemanasan semakin banyak serta akan menurunkan kadar asam dan fenol pada asap cair.
4. Ukuran bahan, semakin besar ukuran partikel bahan baku maka arang yang dihasilkan lebih banyak dan asap cair yang dihasilkan lebih sedikit.

## **2.6 Asap Cair**

Asap cair adalah senyawa hasil pirolisis yang terjadi karena kondensasi dari asap selama proses. Asap cair yang segar yang terlarut dalam air biasanya berwarna kuning cemerlang dan bila disimpan akan menjadi gelap. Perubahan ini disebabkan pembentukan kondensasi warna coklat atau terjadi reaksi polimerisasi. Faktor yang mempengaruhi konsentrasi dari komponen-komponen asap cair adalah sifat kayu, suhu pirolisis, umur kayu, jenis kayu, kelembaban, ukuran partikel kayu dan kondisi pertumbuhan tanaman (Makmuroh, 2017).

Asap cair dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, salah satunya untuk mengawetkan atau memperpanjang masa simpan suatu produk (Assidiq *et al.*, 2018). Senyawa asam yang terkandung dalam asap cair dapat menghambat terbentuknya spora dan pertumbuhan mikroba pada produk makanan, yaitu bakteri dan fungi. Sedangkan senyawa fenolik asap cair memiliki sifat antibakteri dan antioksidan, serta menunjukkan aktivitas antimikroba yang efektif secara in-vitro

terhadap berbagai organisme seperti bakteri (gram positif dan gram negatif), ragi dan kapang (Rizal et al., 2020).

Komponen penyusun asap cair memiliki banyak manfaat dan telah banyak digunakan diberbagai bidang industri (Makmuroh, 2017), yaitu:

a. Industri Kayu

Menurut Prananta (2008), kayu yang diolesi dengan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap dari pada kayu tanpa diolesi asap cair.

b. Industri Perkebunan

Asap cair dapat berfungsi sebagai koagulan lateks organik dikarenakan sifatnya yang antibakteri, antioksidan dan antijamur sehingga dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan serta dapat digunakan sebagai pestisida organik.

c. Industri Pangan

Asap cair dapat berfungsi sebagai pengawet makanan dan penambah cita rasa dikarenakan sifatnya yang antimikroba, antibakteri dan terdapat senyawa fenol yang menambah flavor pada produk makanan. Akan tetapi asap cair memerlukan perlakuan khusus lebih lanjut karena tidak bisa digunakan secara langsung.

Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis perlu dilakukan proses pemurnian dimana proses ini menentukan jenis asap cair yang dihasilkan (Johansyah, 2011). Berikut ini adalah jenis-jenis asap cair, yaitu:

a. Asap cair Grade 3 adalah produk asap cair yang diproses kembali untuk menghilangkan kandungan tar pada asap cair dengan proses distilasi (Aziza, 2015). Asap cair ini memiliki karakteristik warna ialah berwarna coklat pekat dan berbau yang menyengat. Asap cair ini digunakan untuk pengawet karet dan pestisida organik.

b. Asap cair Grade 2 adalah produk asap cair yang diproses kembali dengan proses distilasi dan penyaringan menggunakan zeolit. Asap cair ini memiliki karakteristik warna yaitu warna kuning kecoklatan dan berfungsi sebagai pengawet makanan mentah seperti ikan, daging dan ayam.

c. Asap cair Grade 1 adalah produk asap cair yang diproses kembali dengan distilasi fraksinasi dan penyaringan menggunakan arang aktif. Produk asap cair



yang dihasilkan berwarna kuning pucat dan berfungsi sebagai pengawet makanan siap saji seperti bakso, tahu, dan bakso.

Produk asap cair dari ketiga kelompok diatas dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Jenis-Jenis Asap Cair  
*Sumber: Makmuroh, 2017*

Pada analisa standar kualitas asap cair menggunakan acuan berdasarkan Standar Mutu Asap Cair menurut ASTM D7544 dan Jurnal Maulina (2018).

**Tabel 2.6** Standar Sifat Kimia Asap Cair

Senyawa	Kandungan
Asam	2,8 – 9,5 %
Karbonil	2,6 – 4,0 %
Fenol	0,2 – 2,9 %
Air	11 – 92%
Tar	1 – 7 %

*Sumber: (Maulina, 2018)*

**Tabel 2.7** Standar Sifat Fisika Asap Cair

Senyawa	Kandungan
Densitas (kg/dm <sup>3</sup> )	1,1-1,3
pH	2-3
Kadar Air (%)	30
Kadar Abu (%)	0,15

*Sumber: (ASTM D7544)*

## 2.7 Pestisida Organik

Pestisida organik (biopestisida) adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tanaman atau tumbuhan dan bahan organik lainnya yang berkhasiat mengendalikan serangan hama pada tanaman (Kementrian Pertanian, 2011). Pestisida ini tidak meninggalkan residu yang berbahaya pada tanaman maupun

lingkungan serta dapat dibuat dengan mudah menggunakan bahan yang murah dan peralatan yang sederhana. Pestisida merupakan substansi kimia dan bahan lain yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama. Bagi petani jenis hama dan tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi (jamur), bakteri, dan virus, nematode (cacing yang merusak akar), ulat, siput, tikus, burung dan hewan lain yang dianggap merugikan (Isa et al., 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Tranggono et al., 1996) yaitu membuat pestisida dari bahan baku tempurung kelapa menggunakan metode pirolisis dengan menghasilkan produk asap cair dimana terdapat sejumlah senyawa yang sangat beracun bagi serangga pemakan tumbuhan yaitu dapat dilihat pada tabel 2.8.

**Tabel 2.8** Kandungan Senyawa Pestisida Organik

Parameter	Kandungan
Fenol	4,13%
Karbonil	1,30%
Keasaman	10,2%

*Sumber : Isa (2019)*

## 2.8 Specific Energy Consumption (SEC)

SEC merupakan perbandingan antara total energi yang dikonsumsi dengan suatu aspek fisik yang ditinjau. Pada proses pemesinan, SEC didefinisikan sebagai sejumlah energi yang diperlukan untuk memotong satu unit volume material (Zhang, dkk, 2017). Karena manajemen energi merupakan sarana penting untuk meningkatkan efisiensi energi, penggunaan konsumsi energi spesifik (SEC) untuk mengidentifikasi potensi peningkatan efisiensi energi dipandang sebagai instrumen penting manajemen energi. Seringkali, dalam literatur dan standar internasional, SEC digunakan sebagai indikator kinerja energi untuk mengevaluasi atau mengukur kinerja efisiensi energi. Umumnya SEC dihitung sebagai rasio energi yang digunakan untuk memproduksi suatu produk:

$$SEC = \frac{\text{Energy used}}{\text{Product's amount}} \dots \dots \dots (1)$$

*Sumber : (Lawrence, 2019)*

Satuan tergantung pada tujuan penggunaan SEC, namun disini digunakan satuan Watt untuk satuan energy yang digunakan dan liter untuk produk yang dihasilkan.