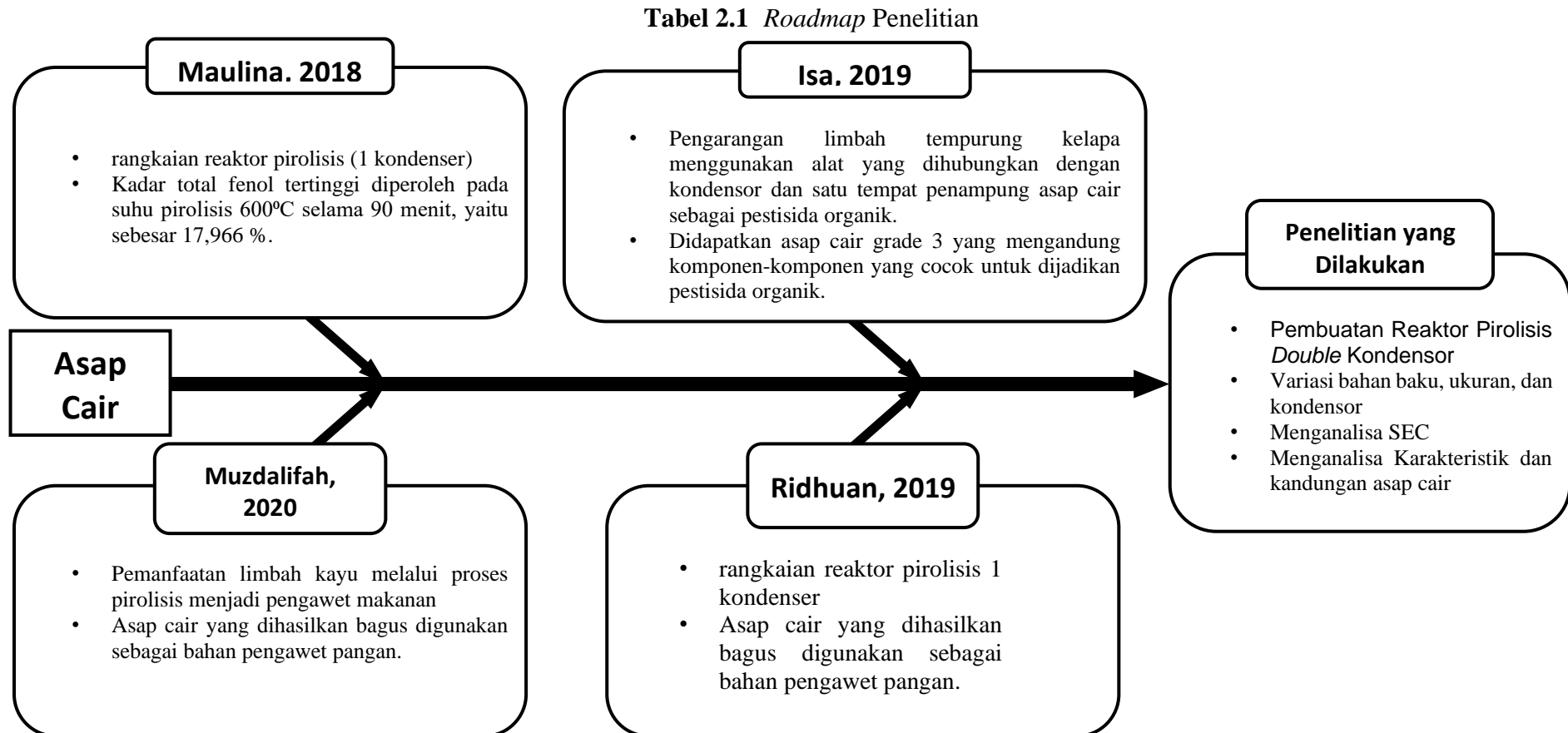


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Roadmap Penelitian



2.2 Tempurung Kelapa

Tanaman kelapa termasuk dalam famili palmae yang banyak tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia. Bagian terpenting dari tanaman kelapa salah satunya adalah buah kelapa yang terdiri dari kulit luar (*epicarp*), sabut (*mesocarp*), tempurung kelapa (*endocarp*), daging buah (*endosperm*), dan air kelapa (Palungkon, 2003). Tempurung kelapa dalam penggunaan biasanya digunakan sebagai bahan pokok pembuatan arang. Hal tersebut dikarenakan tempurung kelapa merupakan bahan yang dapat menghasilkan nilai kalor sekitar 6.500 – 7.600 Kkal/g. Tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung inti buah dan terletak di bagian sebelah dalam sabut dengan ketebalan berkisar antara 3–6 mm (Fikri dkk, 2018).

Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras, secara kimiawi memiliki komposisi kimiawi yang hampir mirip dengan kayu yaitu tersusun beberapa senyawa seperti dijelaskan pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Senyawa Penyusun Tempurung Kelapa

Senyawa	Kandungan
Lignin	36,51 %
Selulosa	33,61 %
Hemiselulosa	29,27 %

Sumber : (Ridhuan, 2019)

2.3 Kayu Akasia

Kayu akasia 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 akasia termasuk ke dalam salah satu jenis pohon yang paling umum digunakan dalam program pembangunan hutan tanaman di Asia dan Pasifik. Kayu gubal akasia tipis dan berwarna terang. Serat kayunya lurus hingga bertautan dangkal, teksturnya agak halus dan seragam. Kerapatan kayunya beragam mulai dari 450 hingga 690 kg/m³.

Tabel 2.3 Senyawa Penyusun Serbuk Kayu Akasia

Senyawa	Kandungan
Lignin	26,6 %
Selulosa	53,8 %
Holoseululosa	73,9 %

Sumber : (Magno, 2013)

Kayu akasia memiliki nilai kalori sebesar 4800-4900 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.

Pohon akasia juga berfungsi sebagai pohon penayang, ornamen, penyaring pembatas, dan penahan angin, serta dapat ditanam pada sistem wanatani dan sebagai pencegah erosi. Akasia banyak diminati oleh petani sebagai peningkatan kesuburan tanah ladang atau padang rumput. Pohon akasia mampu tumbuh cepat walaupun disekitar gulma yang agresif, seperti alang-alang (*Imperata cylindrical*). Akasia juga dapat mengatur nitrogen udara dan menghasilkan cukup banyak seresah, yang dapat menambah aktivitas biologis tanah dan rehabilitasi sifat-sifat fisika dan kimia pada tanah (Krisnawati et al., 2011).

2.4 Kayu Racuk

Biomassa kayu merupakan potensi sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan ketersediaannya berlimpah dengan beragam manfaat kegunaan. Tercatat ketersediaan produksi tahunan dari biomassa kayu mencapai 1011-1012 ton di seluruh dunia. Biomassa kayu dapat diolah sebagai sumber bahan bakar untuk produksi energi listrik, bahan baku papan partikel, media tanam dan sebagai bahan baku pembuatan asap cair. (Rizal, 2020)

Selain itu, biomassa kayu memiliki berbagai manfaat dari segi ekonomi, sosial maupun lingkungan. Berbagai macam jenis biomassa dapat diperoleh dari residu kayu, limbah pertanian, kehutanan, limbah kota maupun limbah industri. Serbuk gergaji kayu merupakan biomassa dari hasil samping unit pemrosesan kayu atau

industri yang berbasis furnitur, dari tahapan produksi melalui penggergajian, pengepasan ukuran, perataan tepi, pemangkasan dan perataan kayu atau finishing. Secara umum dalam pemrosesan 100 kg kayu dengan menggunakan mesin gergaji, akan menghasilkan sekitar 12–25 kg serbuk gergaji kayu (Varma, 2019).

Bagian penyusun utama biomassa kayu adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin, dekomposisi termal selulosa menghasilkan senyawa anhydroglucose yang mengandung karbonil dan furan, dekomposisi hemiselulosa menghasilkan asam asetat dan karbon dioksida, sedangkan dekomposisi lignin menghasilkan senyawa fenolik yang mencirikan sifat organoleptik, antioksidan dan antibakteri pada asap cair (Montazeri, 2013).

Tabel 2.4 Komposisi serbuk gergaji kayu

Zat Larut Air	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin	Kadar air
16,9 %	17,54 %	39,97 %	25,59%	10,18 %

Sumber : (Rizal, 2020)

2.5 Pirolisis

Pirolisis adalah proses pembakaran atau pemanasan bahan padat berkarbon pada suhu tinggi tanpa adanya atau minim oksigen. Pada proses pirolisis, selain menghasilkan charcoal, juga akan menghasilkan asap atau gas campuran hasil degradasi senyawa-senyawa makromolekul sellulosa, emisellulosa, karbohidrat dan lignin. Pada umumnya, pirolisis dengan produk utama charcoal, maka produk lain yang berwujud gas atau asap dibiarkan terlepas begitu saja di udara sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Namun, apabila produk gas atau asap tersebut dialirkan melalui kondensor maka akan mencair dan terbentuk produk asap cair (liquid smoke). (Muzdalifah dkk, 2020)

Arang yang dihasilkan merupakan bahan bakar bernilai kalori yang tinggi ataupun digunakan sebagai karbon aktif. Asap cair yang dihasilkan dapat digunakan sebagai *zat additive* atau bahan pengawet makanan atau produk tertentu. Sedangkan gas yang terbentuk dapat dibakar secara langsung. Gas dari pirolisis dapat dibedakan menjadi gas yang tidak dapat dikondensasi (CO, CO₂,

CH₄, dll) dan gas yang dapat dikondensasi (*tar*). Minyak akan terjadi pada proses kondensasi dari gas yang terbentuk, disebut juga asap cair.

Pirolisis asap cair 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 (Rizal dkk, 2020).

Selulosa adalah bahan kristalin untuk membangun dinding-dinding sel. Bahan dasar selulosa ialah glukosa dengan rumus C₆H₁₂O₆. Molekul-molekul glukosa disambung menjadi molekul-molekul besar, panjang dan berbentuk rantai dalam susunan menjadi selulosa. Selulosa merupakan bahan dasar yang penting bagi industri- industri yang memakai selulosa sebagai bahan baku misalnya: pabrik kertas, pabrik sutra tiruan dan lain sebagainya. Selulosa adalah makromolekul yang dihasilkan dari kondensasi linier struktur heterosiklis molekul glukosa. Selulosa terdekomposisi pada temperatur 280°C dan berakhir pada 300-350°C.

Hemiselulosa dapat tersusun oleh gula yang bergugus cincin lima dengan rumus C₅H₁₀O₅ disebut pentosan atau gula bergugus cincin enam C₆H₁₂O₆ disebut hexosan. Zat-zat ini terdapat sebagai bahan bangunan dinding-dinding sel juga sebagai bahan zat cadangan.

Lignin merupakan bagian yang termasuk non-karbohidrat, sebagai persenyawaan kimia yang jauh dari sederhana, tidak berstruktur, bentuknya amorf. Dinding sel tersusun oleh suatu rangka molekul selulosa, antara lain terdapat pula lignin. Lignin merupakan sebuah polimer kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi dan tersusun atas unit-unit fenil propana. Senyawa-senyawa yang diperoleh dari pirolisis struktur lignin berperan penting dalam memberikan aroma asap produk asapan. Senyawa ini adalah fenol, eter fenol seperti guaiokol, siringol dan homolog beserta turunannya. Lignin akan mulai terdekomposisi pada temperatur 300-350°C dan berakhir pada 400-450°C (Rizal dkk, 2020)

Salah satu metode pengolahan sampah yang dapat digunakan untuk mereduksi sampah adalah metode pirolisis. Metode pirolisis dapat digunakan untuk mengolah sampah yang berasal dari rumah tangga, seperti: sampah campuran/makanan, sampah buah dan sayur, sampah kertas, sampah plastik, dan sampah tekstil.

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses pirolisis yaitu kadar air, ukuran partikel, temperatur, waktu, bahan, tipe pirolisis (Ridhuan, 2019).

a. Temperatur Pemanasan

Makin tinggi temperatur, maka arang yang diperoleh makin berkurang, tetapi hasil cairan dan gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan makin meningkatnya zat-zat terurai dan teruapkan.

b. Waktu Pemanasan

Bila waktu pemanasan diperpanjang, maka reaksi pirolisis semakin sempurna sehingga hasil arang semakin menurun tetapi cairan dan gas semakin meningkat. Waktu pemanasan berbeda-beda tergantung pada jenis dan bahan yang diolah.

c. Kadar Air

Pengaruh kadar air umpan umumnya yaitu umpan tinggi, pembakaran dalam alat pirolisa kurang baik jalannya dan bara yang terbentuk mudah mati, sehingga makin lama waktu yang diperlukan. Hal ini disebabkan karena uap air yang dilepas makin banyak. Kadar air untuk macam-macam zat tidak sama misalnya sekam padi 13,08%.

2.6 Asap Cair

Asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain (Ridhuan, 2019). Ada tiga senyawa yang mempengaruhi komposisi asap cair yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Ketiganya jika mengalami pirolisa akan menghasilkan asam, fenol, karbonil, dan senyawa-senyawa lain yang terdapat didalam asap cair.

Tabel 2.5 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 2.6 Standar Sifat Fisika Asap Cair

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

Sumber: (ASTM D7544)

Kualitas asap cair sangat bergantung pada komposisi senyawa-senyawa kimia yang terdapat dalam asap cair. Kualitas asap cair sangat bergantung pada komposisi komponen kimia yang terkandung didalam asap cair. Kandungan yang ada pada asap cair dipengaruhi oleh kondisi pirolisis dan jenis bahan baku. Kandungan pada asap cair dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jenis bahan baku, kadar air, dan temperatur pembakaran yang digunakan. Kualitas asap cair dapat ditentukan dengan menentukan kadar fenol dan asam karena kedua komponen tersebut mempunyai peranan yang sangat penting terhadap agen antimikroba. Kadar fenol dan asam yang tinggi pada asap cair, dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme lebih cepat.

Akhir-akhir ini, asap cair banyak digunakan pada industri makanan sebagai preservative, industri farmasi bioinsektisida, pestisida, desinfektan, herbisida dan lain sebagainya.

Jenis asap cair dibedakan atas penggunaannya menjadi 3 *grade* yaitu:

- a. *Grade 1* memiliki warna yang bening, rasa sedikit asam, aroma netral, digunakan untuk pengawet makanan siap saji seperti bakso, mie, tahu, bumbu-bumbu barbeque,
- b. *Grade 2* memiliki warna kecoklatan, rasa asam, aroma asap lemah, dipakai untuk pengawet makanan sebagai pengganti formalin dengan taste asap (daging asap, ikan asap/bandeng asap),
- c. *Grade 3* memiliki warna coklat gelap, rasa asam kuat, tak dapat digunakan untuk pengawet makanan, karena masih banyak mengandung tar yang karsinogenik. Asap cair grade 3 tidak digunakan untuk pengawet bahan pangan, tapi dipakai pada pengolahan karet penghilang bau dan pengawet kayu biar tahan terhadap rayap dan dapat digunakan untuk pestisida organik.

2.7 ASTM D7544

ASTM merupakan singkatan dari American Society for Testing and Material, dibentuk pertama kali pada tahun 1898 oleh sekelompok insinyur dan ilmuwan untuk mengatasi bahan baku besi pada rel kereta api yang selalu bermasalah. Sekarang ini, ASTM mempunyai lebih dari 12.000 buah standar. Standar ASTM banyak digunakan pada negara-negara maju maupun berkembang dalam penelitian akademisi maupun industri.

ASTM *D7544* adalah standar spesifikasi untuk produk pirolisis yang dihasilkan dari biomassa. Spesimen uji yang dikumpulkan dengan benar harus menjalani prosedur pengujian untuk menentukan kepatuhan terhadap persyaratan berikut: kadar air; kandungan abu; pH; Densitas.

2.8 Specific Energy Consumption

Konsumsi Energi Spesifik merupakan jumlah energi yang digunakan untuk menghasilkan 1 (satu) satuan produk atau keluaran.

Untuk mengukur besarnya Konsumsi Energi Spesifik dapat dilakukan jika diketahui :

1. Konsumsi energi industri selama proses periode tertentu (kWh, GJ)
2. Jumlah total produksi yang diproses selama periode tertentu (Ton) Berikut

persamaan untuk menghitung konsumsi energi spesifik (KES):

$$SEC = \frac{\text{Konsumsi Energi}}{\text{Jumlah Produksi}} \dots \dots \dots (1)$$

Sumber: (Pranolo, 2019)

Menurut Pranolo (2019), Perbandingan jumlah energi yang digunakan untuk menghasilkan satu satuan produk disebut energi spesifik. Industri yang hemat energi adalah industri dengan energi spesifik yang rendah, sebaliknya industri boros adalah industri dengan energi spesifik yang tinggi. Besarnya energi spesifik mempunyai hubungan langsung dengan penentuan indeks dari penggunaan energi, yang diolah atau dianalisa setiap periode waktu tertentu. Dengan penetapan indeks ini akan dapat diperoleh informasi penggunaan energi dan sebagai upaya untuk perencanaan penggunaan efisiensi penggunaan bahan bakar dan listrik (Odinanto dkk, 2013).