

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri kimia dan farmasi di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap produk kesehatan dan obat-obatan. Industri farmasi tidak hanya memproduksi obat sintetis, tetapi juga mulai mengembangkan bahan aktif berbasis sumber daya alam yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pemanfaatan biomassa sebagai bahan baku alternatif menjadi salah satu strategi untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan kimia berbasis petrokimia serta mendukung konsep ekonomi sirkular (Kementerian Perindustrian, 2022).

Salah satu limbah biomassa yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan adalah tempurung kemiri. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kemiri terbesar di Asia Tenggara sehingga limbah tempurung kemiri tersedia dalam jumlah melimpah. Selama ini tempurung kemiri umumnya hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar rumah tangga atau bahkan dibuang begitu saja sehingga memiliki nilai ekonomi yang rendah. Padahal, tempurung kemiri memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi sehingga berpotensi untuk diolah melalui proses pirolisis menjadi asap cair (liquid smoke) yang mengandung berbagai senyawa aktif seperti fenol, asam organik, dan karbonil (Nurhayati, 2021).

Asap cair diketahui memiliki sifat antibakteri, antiinflamasi, dan antiseptik sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan aktif dalam produk kesehatan, salah satunya salep cair untuk perawatan luka atau infeksi kulit. Senyawa fenolik dalam asap cair mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan kandungan asam organik dapat membantu proses penyembuhan luka (Yuliana, 2020).

Oleh karena itu, pengolahan tempurung kemiri menjadi asap cair bernilai tambah tinggi sangat potensial untuk dikembangkan dalam industri farmasi maupun produk kesehatan. Untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan biomassa, konsep biorefinery dapat diterapkan dalam pengolahan tempurung kemiri. Teknologi

biorefinery memungkinkan konversi biomassa menjadi berbagai produk bernilai tinggi secara terpadu, sehingga tidak hanya menghasilkan satu produk utama tetapi juga produk samping yang masih memiliki nilai ekonomi. Dengan pendekatan ini, pemanfaatan limbah biomassa dapat dilakukan secara lebih optimal dan berkelanjutan (IEA Bioenergy, 2019).

Berdasarkan potensi bahan baku yang melimpah serta peluang pasar produk kesehatan berbasis bahan alami, maka perlu dilakukan pra-perancangan pabrik salep cair berbasis asap cair dari tempurung kemiri. Perancangan ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan teknis dan kapasitas produksi yang optimal sehingga dapat menjadi dasar pengembangan industri pengolahan biomassa di Indonesia. Dalam prarancangan ini direncanakan kapasitas bahan baku sebesar 12.000 ton/tahun, yang diharapkan mampu memenuhi kebutuhan pasar domestik sekaligus meningkatkan nilai tambah limbah tempurung kemiri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, tempurung kemiri sebagai limbah biomassa masih belum dimanfaatkan secara optimal meskipun memiliki potensi untuk diolah menjadi produk bernilai tambah seperti asap cair yang mengandung senyawa aktif bersifat antibakteri dan antiseptik. Senyawa tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan aktif dalam produk kesehatan, salah satunya salep cair. Namun hingga saat ini pemanfaatan asap cair dari tempurung kemiri dalam industri produk kesehatan masih terbatas dan belum banyak dikembangkan dalam skala industri. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian mengenai proses produksi yang tepat serta penerapan metode yang mampu memanfaatkan biomassa secara optimal melalui pendekatan *slow pyrolysis* untuk menghasilkan salep cair berbasis asap cair dari tempurung kemiri dengan kapasitas produksi tertentu.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Adapun tujuan prarancangan pabrik salep cair berbasis asap cair dari tempurung kemiri menggunakan metode *slow pyrolysis* ini adalah:

1. Untuk memenuhi syarat sebagai dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh Ijazah Sarjana (S-1) Teknik Kimia Universitas Malikussaleh
2. Menerapkan disiplin ilmu Teknik Kimia, khususnya pada mata kuliah Operasi Teknik Kimia, Instrumentasi Proses, Perancangan Alat Proses, dan Perancangan Proses Pabrik Kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pabrik pembuatan salep cair
3. Untuk memenuhi kebutuhan salep cair dalam negeri serta meningkatkan nilai tambah asap cair tempurung kemiri.
4. Memberikan lapangan pekerjaan dan memicu peningkatan produktivitas rakyat yang pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

Pra-perancangan pabrik ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

1. Memberikan informasi dan referensi ilmiah mengenai pemanfaatan tempurung kemiri sebagai bahan baku dalam pembuatan asap cair dan produk salep cair.
2. Menjadi salah satu kajian awal dalam pengembangan industri berbasis biomassa dengan memanfaatkan limbah pertanian menjadi produk bernilai tambah tinggi.
3. Meningkatkan nilai ekonomi limbah tempurung kemiri yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal.
4. Mendukung pengembangan metode *slow pyrolysis* dalam pengolahan biomassa secara lebih efisien dan berkelanjutan.
5. Memberikan gambaran awal mengenai proses produksi salep cair berbasis asap cair yang dapat dikembangkan dalam skala industri.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam pra-perancangan pabrik ini lebih terarah, maka ruang lingkup pembahasan dibatasi pada beberapa hal. Bahan baku utama yang digunakan dalam perancangan ini adalah tempurung kemiri yang diolah melalui

proses pirolisis untuk menghasilkan asap cair sebagai bahan aktif dalam pembuatan salep cair. Perancangan pabrik difokuskan pada kajian proses produksi serta penerapan metode *slow pyrolysis* dalam pemanfaatan biomassa dengan kapasitas bahan baku yang direncanakan sebesar 12.000 ton/tahun. Pembahasan dalam pra-perancangan ini tidak mencakup secara rinci aspek manajemen perusahaan maupun strategi pemasaran produk.

1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas produksi suatu pabrik akan mempengaruhi tingkat perhitungan teknik dan nilai keuntungan yang dihasilkan oleh pabrik. Pendirian pabrik dengan kapasitas tertentu antara lain bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, membantu perkembangan industri lain yang menggunakan produk tersebut. Kapasitas pabrik ditentukan berdasarkan kebutuhan suatu produk dan ketersediaan bahan baku. Data provinsi penghasil kemiri di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Data Provinsi Penghasil Kemiri di Indonesia

No	Provinsi	Produksi Kemiri (Ton)
1	Aceh	8.601
2	Sumatera Utara	14.232
3	Sumatera Barat	2.061
4	Nusa Tenggara Timur	300
5	Sulawesi Barat	5.518
6	Sulawesi Tengah	1.205
7	Sulawesi Utara	560,59
8	Sulawesi Tenggara	2.009
9	Sulawesi Selatan	34.631
10	Kalimantan Selatan	1.400
11	Kalimantan Tengah	15,55
12	Jawa Barat	230,52
13	Jawa Tengah	20,19

14	Maluku	2,64
----	--------	------

Sumber : BPS, 2025

Berdasarkan Tabel 1.1, total produksi kemiri nasional mencapai 70.786 ton/tahun. Tempurung kemiri yang digunakan sebagai bahan baku asap cair diperkirakan mencapai 65% dari berat total kemiri, sehingga diperoleh potensi tempurung sebesar 46.011 ton/tahun. Dengan kapasitas pabrik yang direncanakan sebesar 12.000 ton/tahun, kebutuhan bahan baku hanya sekitar 26,08% dari total potensi tempurung kemiri nasional. Oleh karena itu, ketersediaan bahan baku dinilai mencukupi untuk mendukung operasional pabrik secara berkelanjutan.

$$\text{Potensi tempurung kemiri} = 70.786 \times 65\% = 46.011 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Persentase pemanfaatan bahan baku} = \frac{12.000 \text{ ton/tahun}}{46.011 \text{ ton/tahun}} \times 100\% = 26,08\%$$

Produksi kemiri di beberapa kabupaten/kota provinsi aceh dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut :

Tabel 1. 2 Data Produksi Kemiri di Aceh

No	Kabupaten/Kota	Produksi (ton/tahun)
1	Kabupaten Gayo Lues	4.645
2	Kabupaten Aceh Tenggara	1.301
3	Kabupaten Aceh Besar	857
4	Kabupaten Aceh Utara	506
5	Kabupaten Pidie (Sigli)	476
6	Kabupaten Aceh Tengah	223
7	Kabupaten Bireuen	195
8	Kabupaten Aceh Timur	96
9	Kabupaten Nagan Raya	79
10	Kabupaten Aceh Selatan	76
11	Kabupaten Bener Meriah	46
12	Kota Subulussalam	20
13	Kota Lhokseumawe	19
14	Kabupaten Pidie Jaya	7

Sumber : BPS, 2023

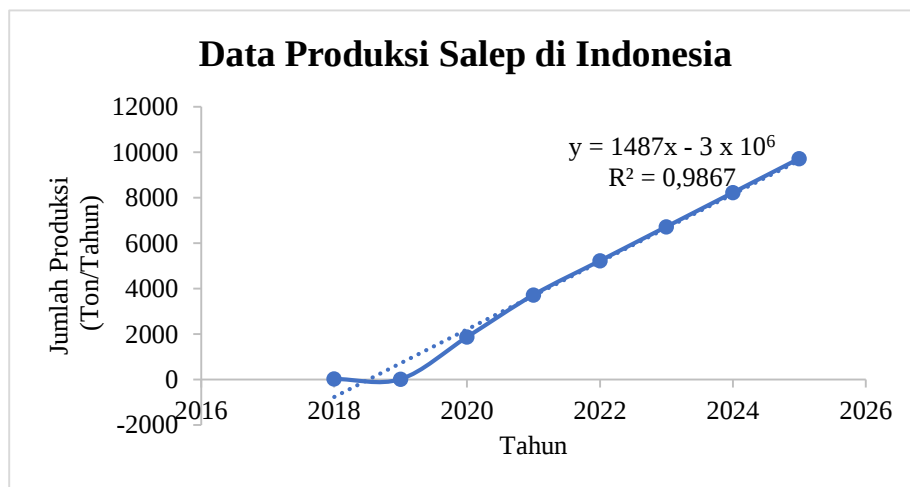
Kebutuhan akan produk salep di indonesia pada tahun 2018-2024 berdasarkan data produksi dapat dilihat pada tabel 1.3 berikut :

Tabel 1. 3 Data Produksi Salep di Indonesia

Tahun	Jumlah Kebutuhan (Ton/Tahun)
2018	28,62
2019	20,38
2020	1.873,12
2021	3.725,85
2022	5.224,72
2023	6.723,59
2024	8.222,46

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan Tabel 1.3 maka dapat dibuat suatu persamaan linier agar dapat memperkirakan produksi salep pada tahun 2018-2024 seperti pada Gambar 1.1



Gambar 1. 1 Data Produksi Salep di Indonesia

Prediksi data kebutuhan salep di indonesia pada tahun 2027 sampai 2031 menggunakan cara ekstrapolasi juga dapat dilihat pada Tabel 1.4 berikut :

Tabel 1. 4 Data Ekstrapolasi Produksi Salep

Tahun	Jumlah Kebutuhan (Ton/Tahun)
2027	14.149
2028	15.636
2029	17.123

2030	18.610
2031	20.097

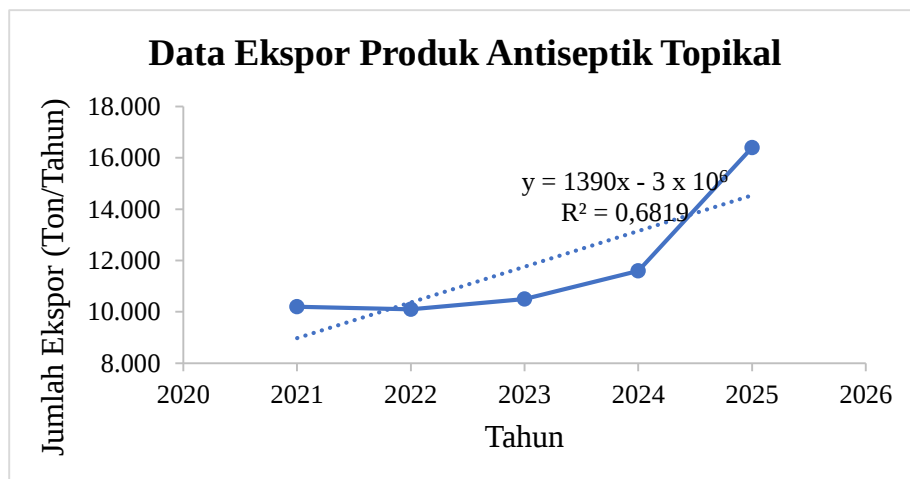
Kebutuhan ekspor produk antiseptik topikal pada tahun 2021-2025 dapat dilihat pada tabel 1.5 berikut :

Tabel 1. 5 Data Ekspor Produk Antiseptik Topikal

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/Tahun)
2021	10.200
2022	10.100
2023	10.500
2024	11.600
2025	16.400

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Berdasarkan Tabel 1.5 maka dapat dibuat suatu persamaan linier agar dapat memperkirakan kebutuhan ekspor produk – produk antiseptic topikal di Indonesia seperti pada Gambar 1.2 berikut :



Gambar 1. 2 Data Ekspor Produk Antiseptik Topikal

Grafik ekstrapolasi diatas, diperkirakan kebutuhan ekspor produk antiseptik topikal di Indonesia pada tahun 2026 dapat dilihat pada tabel 1.6 berikut:

Tabel 1. 6 Data Ekstrapolasi Ekspor Produk Antiseptik Topikal

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/Tahun)
2026	17.680
2027	19.100

2028	20.520
2029	21.940
2030	23.360

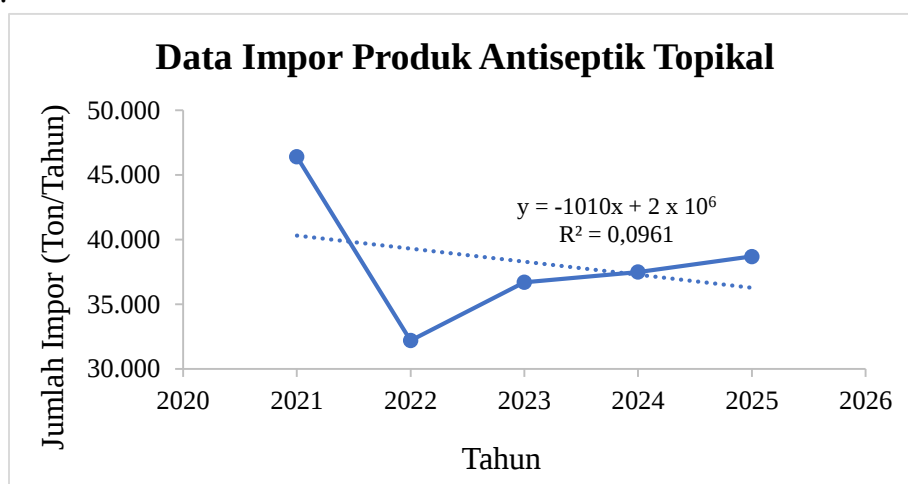
Kebutuhan impor produk antiseptik topikal pada tahun 2021-2025 dapat dilihat pada tabel 1.7 berikut :

Tabel 1. 7 Data Impor Produk Antiseptik Topikal

Tahun	Jumlah Impor (Ton/Tahun)
2021	46.400
2022	32.200
2023	36.700
2024	37.500
2025	38.700

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Berdasarkan Tabel 1.7 diatas, volume impor produk antiseptik topikal masih tinggi, dengan rata-rata di atas 37.000 ton per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan dalam negeri belum sepenuhnya dapat dipenuhi oleh produksi domestik, sehingga peluang substitusi impor masih terbuka luas. Maka dapat dibuat suatu persamaan linier agar dapat memperkirakan kebutuhan impor produk – produk antiseptik topikal di Indonesia seperti pada Gambar 1.3 berikut :



Gambar 1. 3 Data Ekspor Produk Antiseptik Topikal

Dari grafik diatas disimpulkan bahwa kebutuhan konsumen akan salep terus menaik tiap tahunnya. Untuk menghitung kebutuhan akan salep pada tahun berikutnya maka dapat menggunakan metode ekstrapolasi. Kebutuhan akan salep dapat diketahui dengan persamaan:

$$y = a(x) + b \dots\dots\dots (1.1)$$

$$y = -1010(x) + 2.081.530$$

$$y = -1010(2026) + 2.081.530$$

$$y = 35.270$$

Grafik ekstrapolasi diatas, diperkirakan kebutuhan impor produk antiseptik topikal di Indonesia pada tahun 2026 dapat dilihat pada tabel 1.8 berikut:

Tabel 1. 8 Data Ekstrapolasi Impor Produk Antiseptik Topikal

Tahun	Jumlah Impor (Ton/Tahun)
2026	35.270
2027	34.260
2028	33.250
2029	32.240
2030	31.230

1.7 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi posisi pabrik dalam persaingan dan kontinuitas produksinya. Lokasi pabrik yang tepat akan memberikan keuntungan bagi pabrik tersebut dan lingkungan sekitarnya dengan memperhatikan faktor keamanan lingkungan. Hal ini dikarenakan lokasi pabrik sangat mempengaruhi dan menentukan keberhasilan serta kelangsungan hidup suatu pabrik. Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sebelum pabrik didirikan perlu dilakukan pertimbangan-pertimbangan. Pendirian pabrik ini direncanakan di dirikan di KIA Ladong, Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh.



Gambar 1. 4 Lokasi Kawasan Industri Aceh

1.7.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama dalam keberlangsungan suatu pabrik sehingga ketersediaannya perlu diperhatikan secara optimal. Berdasarkan Tabel 1.2, Provinsi Aceh memiliki potensi produksi kemiri yang cukup besar dan tersebar di beberapa kabupaten/kota, sehingga mampu mendukung kebutuhan bahan baku industri.

Lokasi Kawasan Industri Aceh (KIA) Ladong di Aceh Besar dinilai strategis karena dekat dengan wilayah penghasil bahan baku di Aceh serta didukung akses transportasi yang memadai menuju wilayah Sumatra lainnya. Selain dari Aceh sebagai pemasok utama, kontinuitas bahan baku juga dapat didukung oleh pasokan dari provinsi lain di Pulau Sumatra agar proses produksi dapat berjalan secara stabil untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun ekspor. Sementara itu, kebutuhan air sebagai bahan penunjang industri diperoleh dari sumber air lokal dan sistem penyediaan air kawasan yang dikelola oleh PT Pembangunan Aceh.

1.7.2 Pemasaran Produk

Dipilih nya KIA Ladong sebagai lokasi pabrik dengan pertimbangan bahwa daerah ini dapat mengalami perkembangan dalam bidang industri dan pertanian sehingga di harapkan kebutuhan akan pupuk bisa tercukupi. Juga membuka kesempatan industri-industri lain yang menggunakan biochar dan kemiri sebagai bahan baku. Selain itu posisi yang strategis, terdapat pelabuhan malahayati yang berjarak 10 km dari KIA Ladong dan dekat dengan PT. Indofood penyedia amilum untuk bahan tambahan pupuk biochar yang akan diproduksi.

1.7.3 Transportasi

Transportasi merupakan salah satu faktor penting dalam menunjang kegiatan industri karena berperan dalam kelancaran distribusi bahan baku, bahan pembantu, dan produk. Kawasan Industri Aceh (KIA) Ladong di Aceh Besar dipilih sebagai lokasi perancangan pabrik karena memiliki sarana transportasi darat dan laut yang memadai, didukung keberadaan Pelabuhan Malahayati yang berada dekat dengan kawasan industri sehingga memudahkan kegiatan distribusi dan logistik. Selain itu, ketersediaan energi, utilitas air dan listrik, sarana telekomunikasi, serta kedekatannya dengan sumber bahan baku menjadikan kawasan ini strategis dan mendukung kelancaran operasional pabrik secara berkelanjutan.

1.7.4 Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan salah satu faktor penting dalam menunjang keberlangsungan operasional industri. Ketersediaan tenaga kerja di Kawasan Industri Aceh (KIA) Ladong, Aceh Besar, dinilai memadai karena didukung oleh tenaga kerja usia produktif dari wilayah sekitar serta akses yang dekat dengan kawasan industri. Kebutuhan tenaga kerja terampil juga didukung oleh lulusan dari beberapa perguruan tinggi dan institusi pendidikan di Aceh, seperti Universitas Syiah Kuala dan Politeknik Negeri Lhokseumawe, yang menghasilkan lulusan di bidang teknik dan industri. Kondisi tersebut menjadikan ketersediaan tenaga kerja di KIA Ladong mampu mendukung kegiatan operasional industri secara berkelanjutan sekaligus mendorong pengembangan ekonomi daerah.

1.7.5 Kebutuhan Air dan Listrik

Kebutuhan air dan listrik merupakan faktor penting dalam menunjang operasional industri di Kawasan Industri Aceh (KIA) Ladong, Aceh Besar. Ketersediaan air diperoleh dari sumber air lokal dan dikelola oleh PT Pembangunan Aceh, sedangkan kebutuhan listrik dipasok oleh PLN. Selain itu, pabrik juga memanfaatkan hasil samping berupa tar dari unit *cyclone* dan distilasi sebagai bahan bakar burner, serta sisa tar dimanfaatkan kembali untuk kebutuhan utilitas sehingga mendukung efisiensi energi dan keberlangsungan operasional pabrik.

1.8 Pemilihan Proses

Proses pembuatan asap cair sebagai bahan baku utama salep cair ada beberapa jenis, yaitu dapat diuraikan sebagai berikut ini:

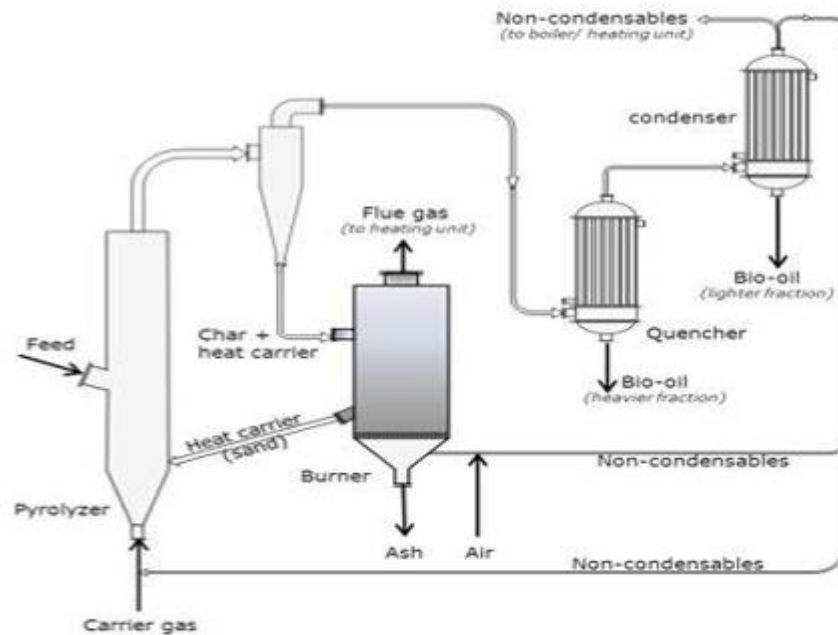
1.8.1 Pirolisis

Dalam konsep teknologi *biorefinery*, biomassa dapat dimanfaatkan secara terpadu menjadi berbagai produk bernilai tambah melalui proses konversi termal. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah pemanasan biomassa tanpa oksigen atau dengan suplai oksigen terbatas sehingga menghasilkan produk berupa cairan, padatan, dan gas yang masih dapat dimanfaatkan kembali.

Pirolisis merupakan proses dekomposisi termal biomassa yang dilakukan pada suhu tinggi tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas. Pada proses ini, komponen utama biomassa seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin akan terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui reaksi pemanasan. Produk utama yang dihasilkan terdiri atas fraksi cair berupa asap cair, fraksi padat berupa arang, serta fraksi gas yang tidak terkondensasi (Darmadji, 2002).

1.8.1.1 Slow Pyrolysis

Proses pembuatan asap cair dengan pirolisis lambat umumnya dilakukan secara tradisional untuk pembuatan arang (pengarangan), dengan suhu sekitar 450°C untuk dekomposisi biomassa. Waktu yang dibutuhkan untuk pirolisis ini lebih lama dibandingkan dengan pirolisis cepat. Hasil dari pirolisis ini terdiri atas sekitar 35% arang, 30% cairan (yang mencakup asap cair dan tar), serta 35% gas (Sulhatun, 2019).

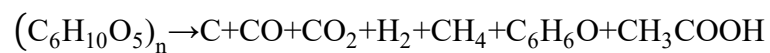


Gambar 1. 5 Flowheet Dasar Slow Pyrolysis (Ullmann's 2005)

Proses *slow pyrolysis* dilakukan pada suhu 300–500°C dengan laju pemanasan rendah dan waktu tinggal yang lama. Pada kondisi ini terjadi dekomposisi termal komponen lignoselulosa menjadi berbagai senyawa.

Reaksi yang terjadi dapat disederhanakan sebagai berikut:

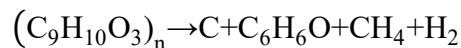
- Selulosa:



- Hemiselulosa:



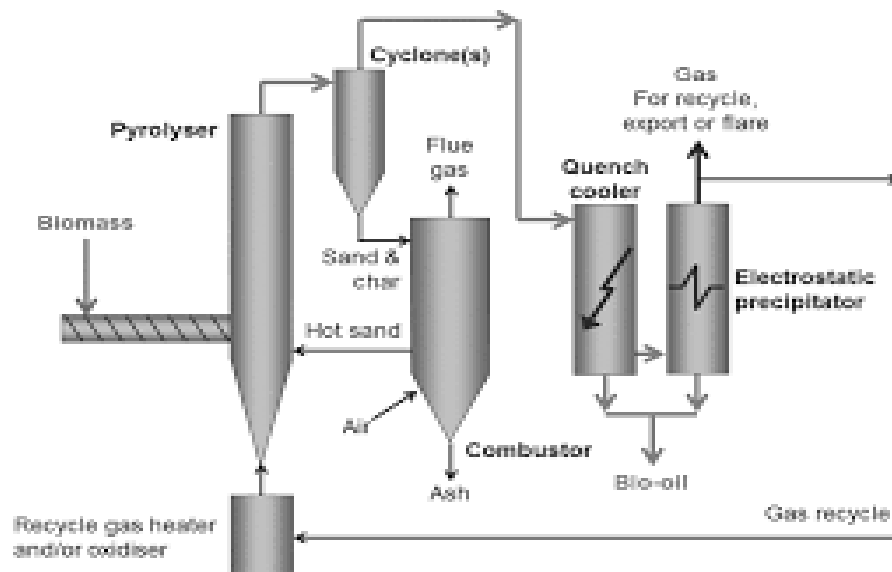
- Lignin:



Pirolisa adalah tujuan utama dari proses ini, dimana produksi arang adalah tujuannya. Selain itu pada proses ini juga memungkinkan waktu yang cukup untuk proses pengkondensasian gas menjadi bio-oil dan menghasilkan gas yang tidak dapat dikondensasi. Pada saat pirolisis lambat berlangsung biomassa dipanaskan perlahan dengan tidak adanya oksigen ke suhu yang relatif rendah dibawah 500°C dengan periode waktu yang lama (Sulhatun, 2025).

1.8.1.2 Fast Pyrolysis

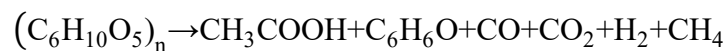
Pirolisis cepat adalah proses pembakaran biomassa pada suhu tinggi yang dilakukan dengan pemanasan cepat, yang lebih efisien karena biomassa diubah menjadi bio oil. Proses pirolisis cepat menggunakan suhu di atas 500°C. Setelah itu, proses kondensasi dilakukan untuk mengubah uap asap menjadi cairan, yang dikenal sebagai asap cair. Secara umum, produk hasil pirolisis cepat menghasilkan 60-75% bio oil berdasarkan berat, 15-25% arang, dan 10-20% gas (Sulhatun, 2019).



Gambar 1. 6 Flowheet Dasar Fast Pyrolysis (Paasikallio, 2016)

Proses *fast pyrolysis* dilakukan pada suhu 450–600°C dengan laju pemanasan sangat tinggi dan waktu tinggal sangat singkat (± 1 –2 detik).

Reaksi yang terjadi:



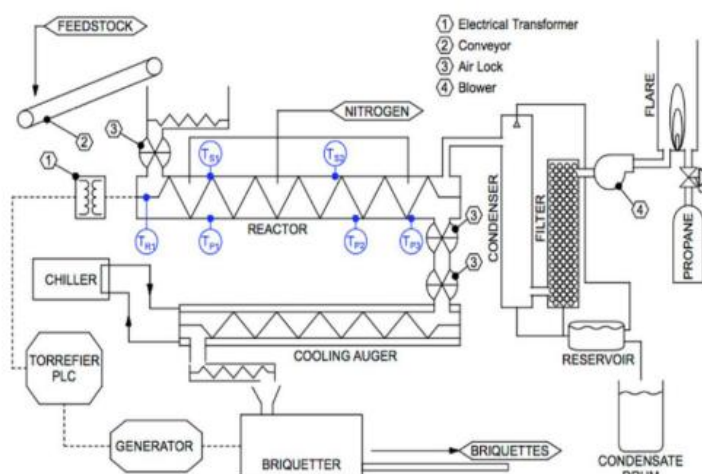
Reaksi ini menghasilkan produk cair (bio-oil/asap cair) sebagai produk dominan dengan yield tinggi.

Tujuan utama proses ini adalah memaksimalkan produk cair atau bio-oil. Biomassa dipanaskan dengan waktu yang cepat sehingga mencapai suhu puncak sebelum bahan baku terurai. Tingkat pemanasan bisa mencapai 1000°C dengan laju pemanasan sebesar 10°C per detik dengan ketentuan bila produk utamanya adalah bio-oil maka suhu puncaknya harus dibawah 650°C. Namun jika produk berupa gas yang diinginkan maka suhu puncaknya ialah 1000°C (Sulhatun, 2025).

1.8.2 Torefaksi

Torefaksi merupakan proses pemanasan biomassa pada suhu relatif rendah tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas biomassa sebelum dilakukan proses konversi lanjutan.

Torefaksi merupakan proses pemanasan biomassa pada suhu sekitar 200–300°C tanpa oksigen atau dengan suplai oksigen terbatas untuk meningkatkan kualitas biomassa sebelum proses konversi lanjutan. Pada proses ini umumnya sekitar 70% massa biomassa dipertahankan sebagai produk padat dengan kandungan energi mencapai 90% dari energi awal, sedangkan sisanya terurai menjadi gas dan senyawa volatil lainnya (Tumuluru et al., 2011).



Gambar 1. 7 Flowheet Dasar Proses Torrefaction

Sumber: M. Severy, 2018

Penghilangan kadar air dan dekomposisi parsial hemiselulosa, yang secara signifikan meningkatkan densitas energi, sifat hidrofobik (tahan air), serta kemudahan biomassa untuk digerus (*grindability*). Hasil akhirnya, yang sering disebut sebagai *bio-coal*, memiliki karakteristik fisik dan kimia yang menyerupai batu bara sehingga lebih efisien untuk disimpan, diangkut, dan digunakan dalam proses pembakaran berdampingan (*co-firing*) di pembangkit listrik.

1.8.3 Pemurnian

Pemurnian asap cair sangat berpengaruh terhadap kualitas akhir produk karena dapat menurunkan kandungan senyawa yang tidak diinginkan, seperti tar

dan komponen berbahaya lainnya. Dengan demikian, proses pemisahan dan pemurnian menjadi tahapan penting agar asap cair aman digunakan sebagai bahan baku produk pangan, kesehatan, maupun antiseptik alami (Girard, 1992).

Asap cair jenis ini dihasilkan dari proses pyrolysis dan proses pemurnian yang dilakukan pada tekanan standar dengan kualitas yang lebih baik, kandungan fenol tinggi, bersifat antimikrobia dan antioksidan, bebas dari senyawa toksik, memiliki warna bening dan bau yang tidak menyengat serta tidak mengandung senyawa Polyaromatik Hidrokarbon yang berbahaya sehingga dapat digunakan sebagai Bahan Tambahan Pangan/bahan preservative alami baik dalam dalam industri pangan, Industri farmasi dan industri perikanan (Sulhatun, 2025).

1.8.4 Mixing

Menurut Sulhatun (2026), pada proses mixing, asap cair murni dicampurkan dengan larutan nilam untuk menghasilkan campuran yang homogen. Larutan nilam berfungsi mengurangi aroma tajam asap cair sekaligus meningkatkan kualitas produk. Selain itu, minyak nilam mengandung senyawa aktif seperti patchouli alcohol, α -guaiene, dan α -bulnesene yang memiliki aktivitas antimikroba, antiinflamasi, dan antioksidan sehingga berpotensi mendukung efektivitas salep cair yang dihasilkan.

Proses mixing banyak diaplikasikan pada berbagai industri karena berperan dalam menghasilkan campuran yang homogen, sedangkan pencampuran yang kurang baik dapat menyebabkan penurunan mutu produk (Prajitno dkk, 2023)

1.9 Perbandingan Proses

Adapun perbandingan proses pada pembuatan asap cair sebagai bahan baku salep cair dapat dilihat pada Tabel 1.9.

Tabel 1. 9 Perbandingan Proses

Parameter	Proses Pirolisis Cepat	Proses Pirolisis Lambat	Proses Torefaksi
Konversi <i>Liquid</i>	70–80%	25-30%	70% padatan tersisa

Suhu	>500°C	150–500°C (umumnya ±450°C)	200–300°C
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Reaksi	Eksotermis	Eksotermis	Endotermis ringan
Katalis	-	-	-
Yield	Cair tinggi (60–75%)	Arang ±70%, Asap cair ±20%, Tar ±3% dan Gas ±7%	Padatan dominan
Produk Samping	Arang dan tar	Arang dan tar	Gas volatil dan uap air
Produk Samping Gas	H ₂ , CO, dan hidrokarbon	CO, CO ₂ , dan H ₂ O	CO ₂ , CO, dan senyawa volatil

(Sumber: Sulhatun, 2021; Tumuluru et al, 2011; Chen et al, 2019)

Berdasarkan Tabel dari diatas, dalam prancangan pabrik salep cair berbasis asap cair dipilih proses *slow pyrolysis* mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Pirolisis lambat dapat dipergunakan untuk pangan dan farmasi bukan untuk bahan bakar gas yang dihasilkan dari pirolisis cepat.
2. Produk samping berupa arang dapat dijual dan dijadikan income dengan nilai jual yang tinggi.
3. Tidak dihasilkannya produk samping berupa hidrokarbon.
4. Suhu yang digunakan lebih rendah.
5. Hasil yang didapatkan berupa asap cair bukan bio-oil.

1.10 Uji Ekonomi Awal

Pada pra-rancangan pabrik salep cair berbasis asap cair dari cangkang kemiri, perlu dilakukan analisa ekonomi awal untuk mengetahui kelayakan proses produksi yang dirancang. Analisa ini bertujuan untuk memperkirakan apakah usaha

yang dijalankan menguntungkan atau tidak, serta sebagai dasar dalam menentukan skala produksi yang optimal.

Sebelum dilakukan analisa ekonomi, terlebih dahulu dihitung kebutuhan bahan baku untuk menghasilkan 1 kg produk salep cair berdasarkan komposisi yang telah ditentukan berikut:

Komposisi bahan dalam 1 kg produk

$$\text{Cangkang kemiri} = 98\% \rightarrow \frac{98}{100} \times 1 = 0,98 \text{ kg}$$

$$\text{Minyak nilam} = 1,4\% \rightarrow \frac{1,4}{100} \times 1 = 0,014 \text{ kg}$$

$$\text{Etanol} = 0,6\% \rightarrow \frac{0,6}{100} \times 1 = 0,006 \text{ kg}$$

Asap cair murni yang dihasilkan

Kapasitas bahan baku : 12.000 ton/tahun

Asap cair murni : 20%

Maka asap murni yang dihasilkan : $12.000 \times 20\% = 2.400 \text{ ton/tahun}$

Larutan nilam

Larutan nilam : 2%

Maka : $2.400 \times 2\% = 48 \text{ ton/tahun}$

Perbandingan Etanol FG 75% : Minyak nilam = 1:2

$$\text{Etanol} = 48 \times \frac{1}{3} = 16 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Minyak nilam} = 48 \times \frac{2}{3} = 32 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Total produk setelah di mixing} = 2.400 + 48 = 2.448$$

ton/tahun

Jumlah botol produksi

Total produk = 2.448 ton/tahun

$$1 \text{ ton} = 1.000 \text{ kg}$$

$$\text{Maka} = 2.448 \text{ ton} \times 1.000 = 2.448.000 \text{ kg atau } 2.448.000 \text{ L}$$

$$1 \text{ L} = 1.000 \text{ mL}$$

$$\text{Maka} = 2.448.000 \text{ L} \times 1.000 = 2.448.000.000 \text{ mL}$$

$$\text{Jumlah botol 30 mL} = \frac{2.448.000.000}{30} = 81.600.000 \text{ botol/tahun}$$

Perhitungan Biaya Bahan Baku untuk 1 kg produk

$$\text{Cangkang Kemiri} = 0,98 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.000$$

$$= \text{Rp } 7.840$$

$$\text{Minyak Nilam} = 0,014 \text{ kg} \times \text{Rp } 580.000$$

$$= \text{Rp } 8.120$$

$$\text{Etanol} = 0,006 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.000$$

$$= \text{Rp } 90$$

Total Biaya Bahan Baku

$$= \text{Rp } 7.840 + \text{Rp } 8.120 + \text{Rp } 90$$

$$= \text{Rp } 16.050$$

Tabel 1. 10 Komposisi Bahan

	Bahan Baku			Produk	
	Cangkang Kemiri	Minyak Nilam	Etanol	Salep Cair	Arang
Berat/kg	0,98	0,014	0,006	0,3	0,03
Harga/kg	Rp 8.000	Rp 580.000	Rp 15.000	Rp 95.000	Rp 15.000
Kebutuhan	$0,98 \times 8.000 = 7.840$	$0,014 \times 580.000 = 8.120$	$0,006 \times 15.000 = 90$	$(1000/30) \times 95.000 = 3.166.666,67$	$0,03 \times 15.000 = 450$
Harga Total	Rp 16.050			Rp 3.167.116,66	
Analisa Ekonomi Awal	$= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku}$ $= \text{Rp } 3.167.116,66 - \text{Rp } 16.050$ $= \text{Rp } 3.151.066,66$				

Dari perhitungan bahan baku diatas menghasilkan 1 kg produk salep cair, harga jual salep cair per 30ml adalah 95.000, maka jika 1kg dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Harga 1 kg Salep cair} &= \frac{1000}{30} \times 95.000 \\ &= 33,333 \times 95.000 \\ &= 3.166.666,66 \end{aligned}$$

Jadi harga 1 kg salep cair adalah 3.166.666,66

Perhitungan Pendapatan Produk

$$\text{Salep cair} = 1 \text{ kg} \times \text{Rp } 3.166.666,66$$

$$= \text{Rp } 3.166.666,66$$

Produk Samping

$$\text{Arang} = 954,60 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.000$$

$$= \text{Rp } 13.319.056,25$$

Total Pendapatan

$$= \text{Rp } 3.166.666,66 + \text{Rp } 13.319.056,25$$

$$= 17.485.722,91/\text{kg}$$

Perhitungan Keuntungan

$$\text{PE} = \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku}$$

$$= \text{Rp } 3.167.116,66 - \text{Rp } 16.050$$

$$= \text{Rp } 3.151.066,66$$

Dari perhitungan uji ekonomi awal tersebut terlihat bahwa harga bahan baku jauh lebih rendah dibandingkan dengan harga produk yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan tempurung kemiri menjadi asap cair memiliki potensi keuntungan yang cukup besar sehingga layak untuk dipertimbangkan dalam pendirian pabrik.