

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kekayaan alam Indonesia menjadi pertimbangan utama konversi energi minyak dan gas ke biomassa. Biomassa merupakan bahan alami yang biasanya dianggap sebagai sampah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Perlu diketahui bahwa Indonesia termasuk negara terbesar yang akan mampu memasok sumber bahan baku biomassa, baik dari budidaya hayati maupun limbah pertanian, peternakan, dan perkebunan. Dampak pemakaian bahan bakar fosil, maka pengembangan sumber energi terbarukan menjadi salah satu alternatif pengganti bahan bakar fosil.

Beberapa jenis sumber energi yang dapat dikembangkan antara lain energi matahari, energi angin, energi panas bumi, energi panas laut, dan energi biomassa. Di antara sumber-sumber energi alternatif tersebut, energi biomassa merupakan sumber energi alternatif yang alternatif pengganti bahan bakar fosil dalam kehidupan sehari-hari. Efek samping dari bahan baku fosil dan batu bara terhadap kelestarian lingkungan, mengakibatkan tejadinya pemanasan global atau global warming. Hal ini menjadikan sumber energi alternatif biomassa perlu ditingkatkan dan kedepannya dapat digunakan sebagai bahan baku pengganti. Energi biomassa merupakan energi yang ramah terhadap lingkungan dan mempunyai sifat dapat diperbarui. Salah satu energi biomassa yang dapat dikembangkan adalah limbah cangkang kemiri, dimana cangkang kemiri atau tempurung kemiri merupakan bahan lignoselulosa yang selama ini masih belum dioptimalkan penggunaanya dan lebih banyak dibiarkan begitu saja atau dibuang. Melihat dari komposisi yang terkandung didalamnya, limbah cangkang kemiri dapat diproses menjadi bahan bakar padat atau briket.

Biobriket merupakan bahan bakar padat dari biomassa yang dihasilkan dari proses pengarangan dan penambahan bahan perekat dalam jumlah tertentu, proses pemampatan dan pencetakan. Dibandingkan dengan arang, briket mempunyai beberapa keunggulan seperti tidak menghasilkan asap, tidak beracun dan relative

mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi. Arang cangkang kemiri dapat dipergunakan sebagai bahan filter air dan dapat juga digunakan sebagai arang aktif dengan kemampuan daya serap terhadap metil biru dan iodin yang sesuai dengan SNI.

Dalam proses pembuatan biobriket, tahap awal yang dilakukan adalah proses karbonisasi. Proses karbonisasi atau proses pengarangan adalah proses pembakaran dengan udara tertentu dimana terjadi konversi dari bahan organik menjadi karbon atau arang yang terjadi pada suhu 400-600°C. Dalam proses karbonisasi, kondisinya harus dijaga agar bahan baku yang dipergunakan tidak menjadi abu tetapi menjadi arang yang masih mempunyai energi didalamnya, sehingga nantinya dapat digunakan sebagai bahan bakar. Lama proses karbonisasi tergantung dari kuantitas dari bahan organik yang digunakan, ukuran bahan, kerapatan bahan dan oksigen yang masuk, serta asap yang keluar dari ruang pembakaran. Proses karbonisasi dapat dilakukan dengan metode pirolisis dimana suhu yang digunakan sebesar 500°C selama 8 jam, didapatkan nilai kalor antara 4434-6061 kal/g. Selain itu, pirolisis dengan menggunakan klin model tabung dapat juga digunakan, yang dioperasikan pada suhu 370°C selama 4 sampai 5 jam dengan nilai kalor yang didapatkan berkisar 5942-6090 kal/g. tahap selanjutnya adalah proses pembuatan briket yaitu dengan mencampurkan atau menambahkan bahan perekat. Bahan perekat atau bahan pengikat dapat berupa bahan organik maupun bahan anorganik. Contoh bahan perekat organik adalah tepung kanji atau tepung tapioka, amilum, tar, dan molase. Sedangkan, bahan perekat anorganik seperti lempung, semen, dan natrium silikat. Secara umum, bahan perekat yang sering dipergunakan adalah tepung tapioka atau tepung kanji. Berdasarkan latar belakang diatas maka kami ingin melakukan penelitian untuk tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Briket dari Tempurung Kemiri dengan Proses Pirolisis dengan kapasitas 9.000 ton/tahun” sebagai pemanfaatan limbah tempurung kemiri yang bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif briket.

Jumlah produksi kemiri pertahun 2023 pada Pulau Sumatera terdapat 5 provinsi yang memproduksi cangkang kemiri yaitu Aceh, Sumatera Utara,

Sumatera Barat, Riau, dan Sumatera Selatan yang totalnya sebanyak 53.116 ton/tahun. Cangkang kemiri 30% dari buah kemiri yang diproduksi pada Pulau Sumatera sebanyak 15.934 ton/tahun. Oleh karena itu, penulis memilih prarancangan pabrik menggunakan bahan baku cangkang kemiri dengan kapasitas 9.000 ton/tahun karena bahan baku cangkang kemiri di Pulau Sumatera sebanyak 30% dari kemiri yang dihasilkan 15.934 ton/tahun dengan konversi briket sebanyak 75% dari bahan baku cangkang kemiri tersebut yang sangat mencukupi kebutuhan pada pengeksporan briket di Indonesia ke luar negeri.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Briket digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil, oleh karena itu diperlukan suatu perancangan pendirian pabrik briket cangkang kemiri sehingga dapat memaparkan bagaimana merancang suatu pabrik briket dari bahan baku cangkang kemiri.

### **1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik**

Tujuan dari prarancangan pabrik pembuatan briket dari cangkang kemiri ini adalah dapat mengaplikasikan ilmu teknik kimia khususnya di bidang perancangan, analisa proses, dan operasi teknik kimia sehingga memberikan gambaran kelayakan atau tidak untuk didirikan pabrik pembuatan briket dari cangkang kemiri. Diharapkan dengan mendirikan pabrik briket di Indonesia dapat meningkatkan produksi briket dalam negeri, mengurangi import briket di Indonesia, dan meningkatkan nilai ekonomi dari hasil limbah cangkang kemiri.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari prarancangan ini adalah memberikan gambaran informasi rancangan pabrik pembuatan briket dari cangkang kemiri dengan proses pirolisis sehingga dapat menjadi referensi untuk pendirian suatu pabrik briket di Indonesia. Manfaat lain yang ingin dicapai adalah dapat menganalisis kelayakan pabrik dari segi rancangan dan ekonomi sehingga diharapkan akan menjadi salah satu pendukung pertumbuhan industri di Indonesia. Manfaat yang bisa diperoleh dari

prarancangan ini adalah untuk memanfaatkan sumber daya alam dan memberikan nilai ekonomis pada bahan baku agar menjadi produk yang lebih bermanfaat.

### **1.5 Batasan Masalah**

Prarancangan pabrik briket ini dibatasi dengan bahan baku utama yaitu tempurung kemir dan perekat berupa tapioka dan air. menggunakan proses pirolisa. Adapun pembuatan *flowsheet* pabrik ini dibatasi menggunakan software Microsoft Visio..

### **1.6 Kapasitas Perancangan Pabrik**

Pabrik ini menggunakan kapasitas bahan baku berupa cangkang kemiri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik 2023, Pulau Sumatera terdapat 5 provinsi yang memproduksi cangkang kemiri yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, dan Sumatera Selatan yang totalnya sebanyak 53.116 ton/tahun. Cangkang kemiri 30% dari buah kemiri yang diproduksi pada Pulau Sumatera sebanyak 15.934 ton/tahun. Oleh karena itu, penulis memilih prarancangan pabrik menggunakan bahan baku cangkang kemiri dengan kapasitas 9.000 ton/tahun karena bahan baku cangkang kemiri di Pulau Sumatera sangat mencukupi kebutuhan pada pengimporan dan pengeksporan briket di Indonesia ke luar negeri.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik, 2023, Indonesia membutuhkan briket untuk keperluan rumah tangga, industri kecil & UMKM, industri besar, dan perhotelan dengan total kebutuhan sebesar 2.680.000 ton/tahun.

Pendirian pabrik dengan kapasitas tertentu bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan luar negeri. Untuk menentukan kapasitas perancangan pabrik briket juga perlu pertimbangan hal-hal sebagai berikut:

#### **1.6.1 Data Impor Briket di Indonesia**

Data impor briket di Indonesia dari tahun 2018-2022 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

**Tabel 1.1** Data impor Briket di Indonesia

| No. | Tahun | Produksi (Ton/tahun) |
|-----|-------|----------------------|
| 1   | 2018  | 1,20                 |

|   |      |      |
|---|------|------|
| 2 | 2019 | 1,32 |
| 3 | 2020 | 1,23 |
| 4 | 2021 | 1,98 |
| 5 | 2022 | 2,57 |

**Sumber:** Badan Pusat Statistik ([www.bps.go.id](http://www.bps.go.id))

Meningkatnya kebutuhan briket di Indonesia tiap tahunnya merupakan salah satu alasan perlunya didirikan pabrik briket di Indonesia guna memenuhi kebutuhan briket di Indonesia dan sebagai alternatif pengolahan limbah cangkang kemiri.

### 1.6.2 Data Ekspor Briket di Indonesia

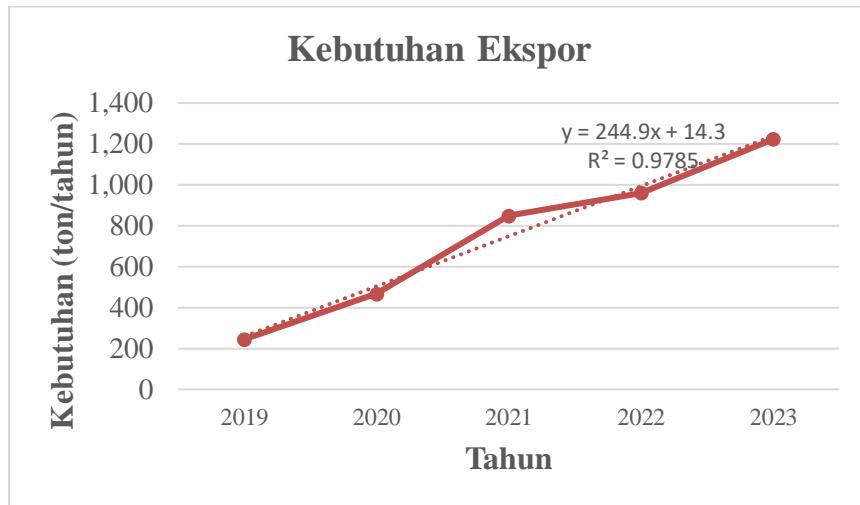
Data ekspor briket di Indonesia dari tahun 2019-2023 dapat dilihat pada Tabel 1.3

**Tabel 1.3** Data ekspor Briket di Indonesia

| No. | Tahun | Produksi (Ton/tahun) |
|-----|-------|----------------------|
| 1   | 2019  | 245                  |
| 2   | 2020  | 467                  |
| 3   | 2021  | 850                  |
| 4   | 2022  | 960                  |
| 5   | 2023  | 1.223                |

**Sumber:** Badan Pusat Statistik ([www.bps.go.id](http://www.bps.go.id))

Hasil ekstrapolasi kebutuhan konsumsi dapat dilihat pada Gambar 1.1



**Gambar 1.2** Data Ekstrapolasi Briket Indonesia

Berdasarkan grafik di atas, dapat diprediksi kebutuhan impor briket di Indonesia dengan menggunakan persamaan regresi linier, jika pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2029 disimpulkan bahwa kebutuhan konsumen akan terus meningkat tiap tahunnya. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akan pupuk pada masa yang akan datang juga akan terus meningkat. Untuk menghitung kebutuhan akan pupuk pada tahun berikutnya maka dapat menggunakan metode Esktrapolasi dengan persamaan.

$$y = a x + b$$

Keterangan:

$y$  = Kapasitas produksi (Ton/Tahun)

$x$  = Tahun

$a$  = Konstanta

$b$  = koefisien regresi

Persamaan yang didapatkan:

$$y = 244,9x + 14,3$$

Maka kebutuhan pada 2029:

$$y = 244,9(2029) + 14,3$$

= 4.969.164 kg/tahun

= 4.969,16 ton/tahun

**Tabel 1.4** Data Ekstrapolasi Ekspor Briket Tahun 2024-2029

| Tahun | Ekspor(Ton/tahun) |
|-------|-------------------|
| 2024  | 1.484             |
| 2025  | 2.729             |
| 2026  | 2.974             |
| 2027  | 3.218             |
| 2028  | 4.463             |
| 2029  | 4.969             |

Berdasarkan data tabel 1.4 diprediksi akan terjadi peningkatan nilai ekspor briket di Indonesia. Dengan demikian membangun pabrik briket akan menguntungkan secara ekonomis.

#### 1.6.4 Data Kebutuhan Briket di Berbagai Dunia

Data kebutuhan briket di dunia dari tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 1.5.

**Tabel 1.5** Data Kebutuhan Briket di Berbagai Negara

| Nomor | Negara        | Tahun 2023 (Ton/tahun) |
|-------|---------------|------------------------|
| 1.    | Australia     | 11.373                 |
| 2.    | Korea Selatan | 10.010                 |
| 3.    | Cina          | 9.526                  |
| 4.    | Jepang        | 27.988                 |
| 5.    | Turki         | 3.835                  |
| 6.    | India         | 5.894                  |
| 7.    | Italia        | 80.154                 |
| 8.    | Jerman        | 114.797                |
| 9.    | Belanda       | 1.835                  |

**Sumber:** Volza.com

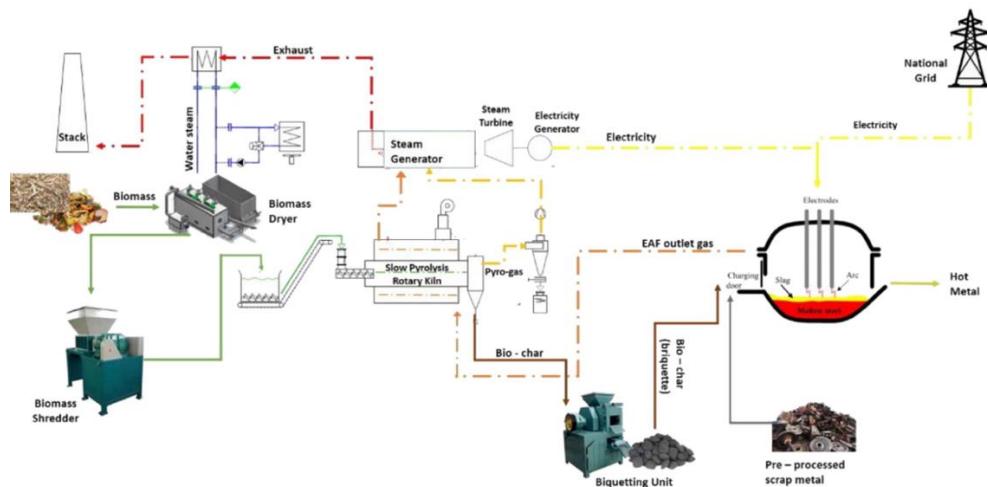
#### 1.7 Seleksi Pemilihan Proses

Menurut Oramahi (2013) dalam Sulhatun (2019) menjelaskan bahwa pembuatan briket dengan cara pirolisa dilakukan dengan beberapa metode antara lain metode *slow pyrolysis* (pirolisis secara lambat), *fast pyrolysis* (pirolisis secara cepat) yang mempunyai kelebihan dan kekurangan masingmasing dan *torrefaction*.

##### 1.7.1 Metode *Slow Pyrolysis*

Pembuatan briket dengan pirolisis lambat ini biasa dilakukan secara tradisional dalam rangka pembuatan arang (pengarangan) dengan suhu sekitar 150-550°C dengan tekanan sebesar 1 atm untuk dekomposisi biomassa. Waktu pirolisis juga relatif lebih lama dari pada pirolisis cepat. Proporsi hasil pirolisis terdiri atas arang sebesar 75%, dan gas sebesar 20% dan tar sebesar 5% (Sulhatun, 2019).

Karbonisasi adalah tujuan utama dari proses ini, dimana produksi arang (padatan) adalah tujuannya. Selain itu pada proses ini juga memungkinkan waktu yang cukup untuk proses pengkondensasi gas menjadi *bio-oil* dan menghasilkan gas yang tidak dapat dikondensasi yaitu gas CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub>. Pada saat pirolisis lambat berlangsung biomassa dipanaskan perlahan dengan tidak adanya oksigen ke suhu yang relatif rendah dibawah 550°C dengan periode waktu yang lama. Proses ini menggunakan reaksi endotermis yaitu reaksi yang suhu pada sistem turun sehingga sistem menyerap kalor dari lingkungan. Diagram alir *slow pyrolysis* dapat dilihat pada Gambar 1.2 Berikut ini:



**Gambar 1.2** Diagram Alir *Slow Pyrolysis*

**Sumber:** Andrea Salimbeni, 2023.

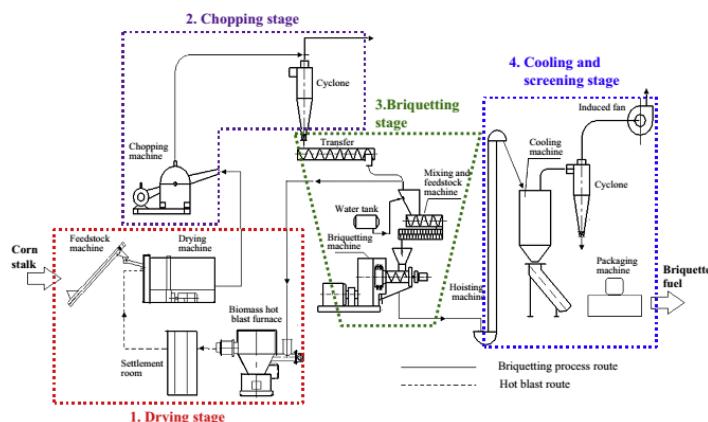
Menurut Andrea Salimbeni (2023), diagram alir *Slow Pyrolysis* dengan bahan baku batubara yang menggunakan *Rotary Kiln* yang mempunyai fleksibilitas yang tinggi dalam hal dimensi dan karakteristik bahan baku, dapat dioperasikan dalam mode berkelanjutan dan terbukti mudah diskalakan ke dimensi besar.

### 1.7.2 Metode Karbonasi

Karbonasi atau pengarangan adalah proses mengubah bahan baku asal menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang terbatas atau seminimal mungkin.

Pengarangan terbuka Metode pengarangan terbuka artinya pengarangan tidak di dalam ruangan sebagaimana mestinya. Resiko kegagalannya lebih besar karena udara langsung kontak dengan bahan baku. Metode pengarangan ini paling murah dan paling cepat, tetapi bagian yang menjadi abu juga paling banyak, terutama jika selama proses pengarangan tidak ditunggu dan dijaga. Selain itu bahan baku harus selalu dibolak-balik agar arang yang diperoleh seragan dan merata warnanya.

Proses karbonasi dapat mengkonversi hasil padatan yang didapat sangat menguntungkan yaitu sebanyak 63%, dengan suhu  $370^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Proses ini bersifat eksotermis yang dapat mencemarkan lingkungan sekitar. Bahan baku yang digunakan adalah cangkang kemiri dan KOH dengan hasil samping asap cair dan tar. Gas yang dihasilkan adalah CO, nitrogen oksida, dan hidrokarbon. (Rostam Efendi, 2022)



**Gambar 1.3** Diagram Alir Proses Karbonasi

**Sumber:** Jianjun Hu, 2014.

Diagram alir proses karbonasi pada Gambar 1.4 merupakan pabrik bahan bakar briket batang jagung berkapasitas 20.000 ton/tahun yang beroperasi penuh di Tiongkok. Proses tersebut memiliki emisi gas. Yang lebih rendah dibandingkan

emisi batu bara dan mengurangi polusi dengan mengurangi jumlah batang jagung yang dibuang atau dibakar langsung di ladang.

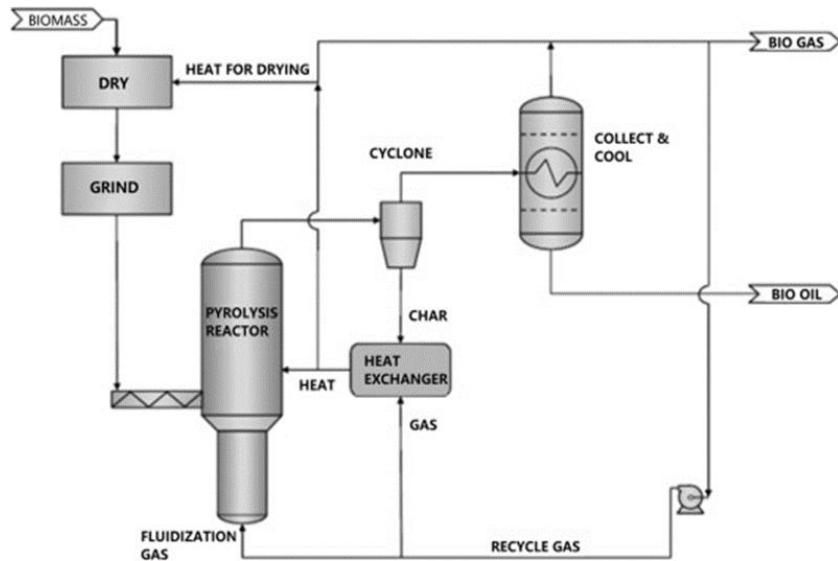
Teknologi pembuatan bahan bakar briket tersebut menggunakan biomassa dengan mengompres bahan mentah yang tidak ada nilai jualnya menjadi bahan bakar padat dengan kepadatan lebih tinggi yang mempunyai nilai jual yang tinggi melalui proses pengeringan, pencacahan, dan pembuatan briket. (Jianjun Hu, 2014)

### 1.7.3 *Fast Pyrolysis*

Pirolysis secara cepat merupakan proses pembakaran biomassa pada suhu tinggi yang lebih efisien karena biomassa dipanaskan secara cepat diubah menjadi bio oil. Proses pirolysis cepat biomassa menggunakan suhu tinggi diatas 500°C. Proses kondensasi dilakukan untuk mengubah asap berupa uap menjadi cairan (asap cair). Secara umum produk hasil pirolysis secara cepat menghasilkan 60-75% berat bio oil, arang sebesar 15-25% dan gas sebesar 10-20% (Sulhatun, 2019).

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.

Metode *fast pyrolysis* atau pirolysis sekunder adalah pirolysis yang terjadi pada gas hasil dan terjadi pada suhu lebih dari 500°C dan hasil pirolysisnya arang, CO, H<sub>2</sub> dan hidrokarbon. Umumnya proses sekunder ini digunakan untuk gasifikasi (Ridhuan dan Dwi, 2020). Diagram alir *fast pyrolysis* dapat dilihat pada Gambar 1.4 Berikut ini:

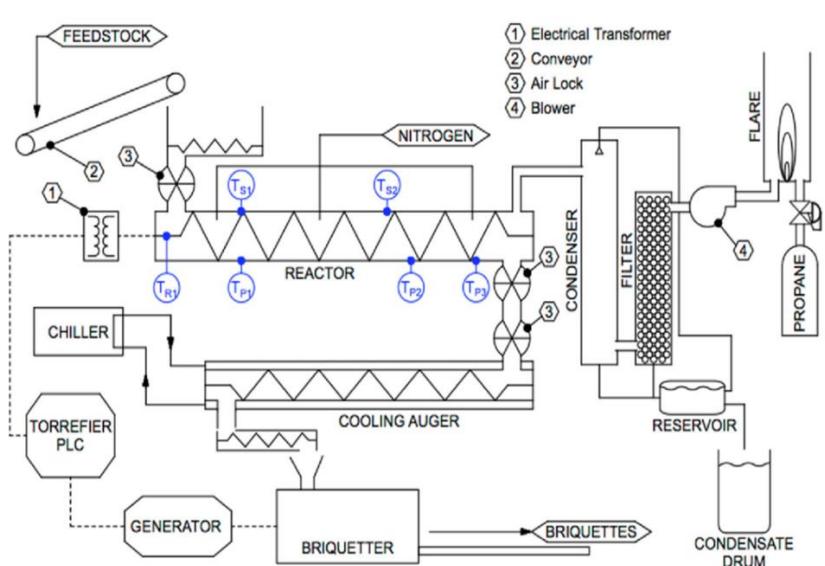


**Gambar 1.4** Diagram Alir Proses *fast Pyrolysis*

Sumber: Hilal Ezgi, 2023.

#### 1.7.4 Metode *Torrefaction*

Torefaksi adalah suatu proses perlakuan panas pada biomassa pada kisaran temperatur antara 200 – 300 °C dan tekanan atmosfer tanpa kehadiran oksigen. Setelah torefaksi, biomassa memiliki sifat lebih baik daripada biomassa non torefaksi (Stelt 2011).



**Gambar 1.5** Diagram Alir Proses *Torrefaction*

Sumber: M. Severy, 2018

Susanty dkk. (2018) melakukan penelitian tentang torefaksi pelepas sawit, pengaruh kondisi proses terhadap nilai kalor dan analisis proksimat. Torefaksi pelepas sawit menggunakan reaktor fixed bed horizontal dengan kondisi operasi suhu (225 – 275 °C), waktu (15 – 45 menit) dan laju aliran nitrogen (50 – 150 ml/menit). Hasil yang diperoleh untuk nilai kalor yaitu 17,70 – 19,60 MJ/kg dan untuk proksimat yaitu kadar air 3 – 4 %; kadar abu 1,5 – 4 %; volatile matter 45 – 55 % dan fixed carbon 37 – 46 %. Nilai respon optimum untuk mass yield = 78,04%, nilai kalor = 18,81 MJ/kg dan energy yield = 89,99% diperoleh pada kondisi proses optimum (suhu torefaksi 229 °C selama 45 menit dengan laju alir N<sub>2</sub> = 50 ml/menit). Adapun faktor yang paling mempengaruhi secara signifikan terhadap respon adalah suhu, kemudian diikuti oleh waktu dan laju alir nitrogen.

Berdasarkan proses-proses yang sudah dijelaskan diatas, ketiga proses tersebut memiliki parameter yang berbeda-beda. Berdasarkan perbedaan parameter-parameter tersebut sistem dekomposisi termal pirolisis untuk pembuatan briket dapat dilihat pada Tabel 1.6

**Tabel 1.6** Perbandingan Proses

| Parameter      | Proses<br><i>Slow<br/>Pyrolysis</i> | Proses<br><i>Karbonasi</i> | Proses<br><i>Torrefaction</i> | Proses <i>fast<br/>pyrolysis</i> |
|----------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Bahan Baku     | Biomassa                            | Biomassa                   | Biomassa                      | Biomassa                         |
| Suhu           | 250-500°C                           | 370 °C                     | 200-300 °C                    | 500-1000 °C                      |
| Tekanan        | 1 atm                               | 1 atm                      | 1 atm                         | 1 atm                            |
| Reaksi         | Eksotermis                          | Eksotermis                 | Eksotermis                    | Endotermis                       |
| Katalis        | -                                   | -                          | -                             | -                                |
| Konversi       | 75%                                 | 63%                        | 55%                           | 25%                              |
| Produk samping | Asap cair dan Tar                   | Asap cair dan Tar          | Asap cair dan Tar             | Asap cair dan Tar                |

|                    |  |                                       |                        |                                      |
|--------------------|--|---------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Produk samping gas | CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , dan CH <sub>4</sub> . | CO, nitrogen oksida, dan hidrokarbon. | CO <sub>2</sub> dan CO | H <sub>2</sub> , CO, dan Hidrokarbon |
| Fasa produk utama  | Padatan  | Padatan                               | Padatan                | Cair dan gas                         |
| Tujuan             | Pembuatan briket.  | Pembuatan briket.                     | Pembuatan briket.      | Pembuatan briket.                    |

Berdasarkan Tabel 1.6 dapat dipilih proses pembuatan briket dengan proses pirolisis lambat dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Produk utama berupa padatan yang dihasilkan pada proses pirolisis lambat lebih banyak dibandingkan proses karbonasi dan torefaksi.
2. Produk samping berupa asap cair dan tar dapat dijual dan dijadikan *income* dengan nilai jual yang tinggi.
3. Tidak dihasilkannya produk samping berupa hidrokarbon.
4. Suhu yang digunakan lebih rendah.
5. Produk yang dihasilkan pada pirolisis lambat dapat digunakan untuk pangan dan farmasi bukan untuk bahan bakar gas yang dihasilkan dari pirolisis cepat.

## 1.8 Uraian Proses

Adapun uraian proses pembuatan briket dengan proses pirolisis adalah sebagai berikut:

1. Tahap *Pre-treatment*

Pada tahap pertama yaitu *pre-treatment* atau persiapan bahan baku berupa cangkang kemiri. Cangkang kemiri dari truck ditampung dan disimpan dalam dalam gudang penyimpanan. Cangkang kemiri kemudian akan diumpulkan secara bertahap menggunakan bucket elevator-001 untuk dipindahkan ke Hopper. Hopper yang berfungsi untuk Menampung cangkang kemiri sebelum masuk proses.

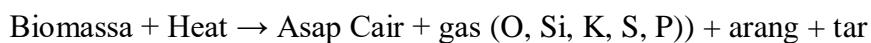
Cangkang kemiri yang sudah berada di Hopper akan dipindahkan dengan menggunakan screw conveyor-001 ke dalam alat Rotary dryer untuk dilakukan pengeringan sehingga kadar air yang tersisa pada cangkang sebesar 4%, setelah itu cangkang dibawa ke reaktor pirolisa dengan bucket elevator-002 untuk pembakaran secara pirolisis dengan bantuan panas burner.

## 2. Tahap *Slow Pyrolysis*

Tahapan selanjutnya yaitu tahap Pirolisis. Pada tahapan ini, cangkang kemiri mengalami perekahan dan pemisahan (penguraian) molekul besar menjadi molekul kecil akibat pengaruh temperatur tinggi. Proses ini berlangsung pada tekanan 1 atm dan temperatur 450°C.

Proses pirolisis yang digunakan pada tahapan ini yaitu slow pirolisis dengan hasil proses 75% briket, 25% asap cair dengan waktu 240 menit atau 4 jam. Alat yang digunakan pada proses ini adalah *Reaktor pyrolizer* jenis *Rotary Drum* dengan pembakaran indirect.

Cangkang kemiri dari *rotary dryer* diumpulkan menggunakan *bucket elevator-002* ke dalam *Reaktor Pyrolyzer*. Cangkang kemiri yang sudah berada di dalam *Reaktor Pyrolyzer* akan terurai menjadi gas dan *charcoal* atau arang karbon. Arang yang sudah terbentuk kemudian di keluarkan melalui keluaran dari alat *Reaktor Pyrolyzer* dan dilanjutkan ke *Crusher* dengan tujuan untuk memperkecil ukuran partikel dari arang tersebut, Karbon keluaran *Crusher* akan discreening agar ukurannya seragam 60 mesh. Sedangkan gas keluaran dari *Rotary Pyrolyzer* akan diumpulkan ke menuju *Cyclone*, prinsip kerja *Cyclone* untuk memisahkan partikel-partikel padat yang ada pada aliran gas sehingga padatan yang telah terpisah diumpulkan ke dalam gudang tar dan gas yang bersih diumpulkan ke *Condensor* dengan tujuan untuk mengkondensasikan gas menjadi *Bio Oil*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



## 3. Tahap Penanganan Produk

Tahapan selanjutnya yaitu *Biochar* atau arang dimasukkan ke *Vibrating Screen* yang berfungsi untuk memisahkan abu dan arang agar kualitas briket lebih baik. Selanjutnya arang akan dimasukkan ke *Screw Conveyor* untuk proses

*powdering* yaitu penggilingan arang menjadi serbuk arang. Selanjutnya serbuk arang akan di *mixing* yaitu pencampuran serbuk arang dengan tepung tapioka dan air menggunakan *Wheel Roller Mixer*. Rasio antara serbuk arang dan tepung tapioca adalah 90%:10%. Lalu hasil proses pencampuran tadi akan keluar melalui bagian bawah mixing. Adonan yang telah jadi kemudian masuk ke *Rotary Dryer* untuk mematangkan campuran. Setelah itu, adonan tadi masuk ke *Charcoal Briquette Machine* untuk dicetak menjadi briket berbentuk kubus. Briket yang sudah jadi di angin-anginkan pada *Scew Conveyor*, lalu menggunakan *Belt Conveyor* menuju ke Gudang Penyimpanan.

### 1.9 Pemilihan Letak Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang paling penting dalam perancangan suatu pabrik karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang didirikan. Lokasi pendirian pabrik ini sangat menentukan kesuksesan sebuah perusahaan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Biaya produksi dan distribusi yang minimum dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik. Faktor tersebut yang menentukan kesuksesan serta keuntungan pabrik yang akan didirikan secara teknik maupun ekonomis dimasa yang akan datang. Pendirian pabrik ini direncanakan di dirikan di wilayah kawasan industri ASEAN, Aceh Utara. Dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

#### 1. Bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku kemiri direncanakan diperoleh dari perkebunan rakyat di wilayah provinsi Aceh. Dengan letak antara pabrik dengan bahan baku yang lancar dan dekat maka diharapkan penyediaan bahan baku dapat tercukupi. Kalaupun bahan baku harus diimpor dari provinsi lainnya di Indonesia, pelabuhan yang ada di kawasan industri ASEAN cukup dekat dengan lokasi pabrik.

#### 2. Pemasaran

Kabupaten Aceh Utara, Provinsi Aceh merupakan kawasan yang sangat strategis. Kawasan ini dekat dengan Selat Malaka yang merupakan pintu gerbang perdagangan dunia khususnya Asia Tenggara. Maka dari itu untuk pemasaran produk lebih mudah untuk di ekspor dan di distribusikan.

### 3. Utilitas

Kebutuhan sarana penunjang seperti air diperoleh harus cukup untuk keperluan pabrik. Selain itu ketersediaan air dapat diperoleh dari sumber-sumber air yang berdekatan seperti sungai yang ada dikawasan kabupaten Aceh Utara.

### 4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat dipenuhi dengan mudah dari daerah sekitar lokasi pabrik maupun luar lokasi pabrik sesuai dengan kebutuhan dan kriteria perusahaan. Tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja berpendidikan kejuruan atau menengah dan sarjana. Tenaga kerja lulusan sarjana universitas terbaik yaitu UNIMAL, POLITEKNIK Lhokseumawe, UNSYIAH, ITB, UGM, UI, UNDIP dan untuk bagian operator lulusan SMK dan SMA. Pendirian pabrik ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat mengurangi jumlah pengangguran yang ada di Indonesia terutama di Aceh.

### 5. Transportasi

Kemudahan lalu lintas produk dan pemasaran harus mudah dicapai. Pelabuhan Indonesia sendiri sudah berdiri pada kawasan industri ASEAN. Pelabuhan ini sangat memudahkan penjualan produk ke luar negeri maupun pembelian bahan baku. Posisi lokasi pabrik ini dinilai sangat strategis.

### 6. Kebijakan Pemerintah

Kawasan industri ASEAN merupakan kawasan industri dan berada dalam teritorial negara Indonesia, kawasan ini merupakan kawasan ekonomi khusus industri sehingga memudahkan perizinan pendirian suatu pabrik. Pendirian pabrik dikawasan tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah yang berlaku.

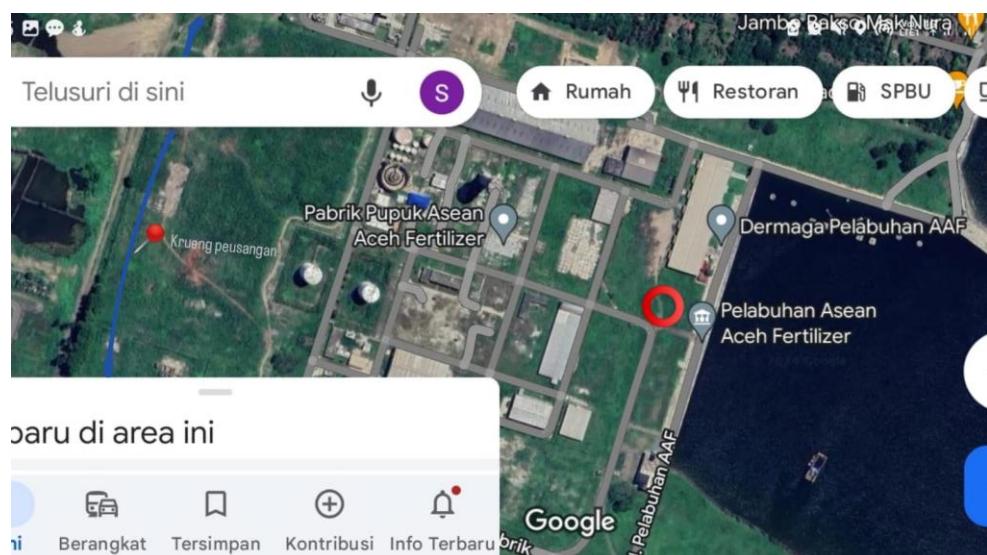
### 7. Keadaan Masyarakat

Masyarakat di daerah industri akan terbiasa untuk menerima kehadiran suatu pabrik di daerahnya, selain itu masyarakat juga akan dapat mengambil

keuntungan dengan pendirian pabrik ini, antara lain dengan adanya lapangan kerja yang baru maupun membuka usaha kecil di sekitar lokasi pabrik.

#### 8. Lokasi Pabrik

Peta lokasi dari pabrik asap cair yang akan didirikan di Kawasan Industri ASEAN, Jalan Pelabuhan, Krueng Geukuh yang terletak di Kabupaten Aceh Utara Provinsi Aceh. Pada pemilihan lokasi pabrik, dengan melihat lahan kosong yang ada di sekitar kawasan industri ASEAN. Selain itu lokasi berdekatan dengan sumber bahan bakar yang digunakan dan berdekatan dengan pelabuhan. Peta Pendirian Pabrik di wilayah ASEAN Aceh Utara dapat dilihat pada Gambar 1.6



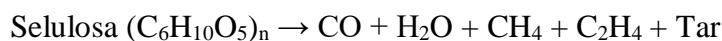
**Gambar 1.6** Lokasi Pabrik Briket

### 1.10 Analisis Ekonomi Awal

Analisa ekonomi awal dilakukan untuk mengetahui apakah layak atau tidaknya pendirian suatu pabrik. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan mengurangkan harga produk dengan bahan baku.

#### 1.10.1 Analisa Ekonomi Awal Proses Slow Pirolisis

Reaksi kimia yang terjadi pada proses slow pirolisis sebagai berikut:



Analisa ekonomi pada bahan baku proses slow pirolisis awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.7

**Tabel 1.7** Analisa Ekonomi Awal Bahan Baku Slow Pirolisis

| <b>Bahan Baku</b>      |  |
|------------------------|--|
| <b>Cangkang Kemiri</b> |  |
| Harga                  | Rp. 5.000/kg   |
| Kebutuhan              | 36.363,6336 kg/hari  |
| Harga Total            | $  \begin{aligned}  & (\text{Kebutuhan} \times \text{harga/kg}) \\  & = 36.363,6336 \text{ kg/hari} \times \text{Rp. 5.000 /kg} \\  & = \text{Rp. 109.090.900/hari}  \end{aligned}  $  |
| Analisa Ekonomi Awal   | $  \begin{aligned}  & = \text{Produk} - \text{Bahan Baku} \\  & = \text{Rp} (920.454.525 + 32.727.27 + 545.454,4) / \text{hari} - \text{Rp} \\  & \quad 109.090.900/\text{hari} \\  & = \text{Rp. 930.727.249 /hari} - \text{Rp. 109.090.900/hari} \\  & = \text{Rp. 844.636.349/hari}  \end{aligned}  $ |

**Sumber:** Tokopedia.com

Analisa ekonomi pada bahan baku awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.8

**Tabel 1.8** Analisa Ekonomi Awal Produk Slow Pirolisis

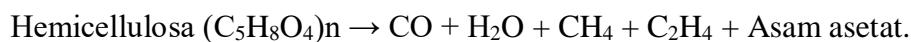
|             | <b>Produk</b>   |  |  |
|-------------|---|--|--|
|             | <b>Briket<br/>(1)</b>   | <b>Asap Cair<br/>(2)</b>   | <b>Tar<br/>(3)</b>   |
| Harga       | Rp. 30.000/kg   | Rp. 21.000/kg  | 8.000/kg   |
| Kebutuhan   | 20.454,545 kg/hari  | 5.454,545 kg/hari  | 1.363,636 kg/hari  |
| Harga Total | $  \begin{aligned}  & (\text{Kebutuhan} \times \text{harga} \\  & / \text{liter} \times 75\%) \\  & = 20,454.545 \text{ kg/hari} \\  & \times \text{Rp. 30.000/kg} \times \\  & 0,75 \\  & = \text{Rp. 920.454.525} \\  & / \text{hari}  \end{aligned}  $ | $  \begin{aligned}  & (\text{Kebutuhan} \times \text{harga} \\  & / \text{kg} \times 20\%) \\  & = 5.454,545 \text{ kg/hari} \\  & \times \text{Rp. 21.000/kg} \times \\  & 0,2 \\  & = \text{Rp. 32.727.27} \\  & / \text{hari}  \end{aligned}  $ | $  \begin{aligned}  & (\text{Kebutuhan} \times \\  & \text{harga} / \text{kg} \times 5\%) \\  & = 1.363,636 \\  & \text{kg/hari} \times 8.000/\text{kg} \\  & \times 0,05 \\  & = \text{Rp. 545.454,4} \\  & / \text{hari}  \end{aligned}  $ |

|                 |  |
|-----------------|--|
|                 | = Produk – Bahan Baku  |
| Analisa Ekonomi | = Rp (920.454.525 + 32.727.27 + 545.454,4) /hari - Rp 109.090.900/hari |
| Awal            | = Rp. 930.727.249 /hari - Rp. 109.090.900/hari                         |
|                 | = Rp. 844.636.349/hari   |

**Sumber:** Tokopedia.com

### 1.10.2 Analisa Ekonomi Awal Proses Fast Pirolisis

Reaksi kimia yang terjadi pada proses fast pirolisis sebagai berikut:



Analisa ekonomi pada bahan baku proses slow pirolisis awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.9

**Tabel 1.9** Analisa Ekonomi Awal Bahan Baku Fast Pirolisis

|                      | <b>Bahan Baku</b>   |
|----------------------|---|
|                      | <b>Cangkang Kemiri</b>  |
| Harga                | Rp. 5.000/kg  |
| Kebutuhan            | 36.363,6336 kg/hari   |
| Harga Total          | (Kebutuhan x harga/kg)<br>= 36.363,6336 kg/hari x Rp. 5.000 /kg<br>= Rp. 109.090.900/hari   |
| Analisa Ekonomi Awal | = Produk – Bahan Baku<br>= Rp (306.818.175 + 114.545.445 + 5.454.544) /hari - Rp 109.090.900/hari<br>= Rp. 426.818.164 /hari - Rp. 109.090.900/hari<br>= Rp. 317.727.264/hari |

**Sumber:** Tokopedia.com

Analisa ekonomi pada bahan baku awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.10

**Tabel 1.10** Analisa Ekonomi Awal Produk Fast Pirolisis

|                      | <b>Produk</b>   |  |  |
|----------------------|---|--|--|
|                      | <b>Briket</b><br><b>(1)</b>   | <b>Asap Cair</b><br><b>(2)</b>   | <b>Tar</b><br><b>(3)</b>   |
| Harga                | Rp. 30.000/kg   | Rp. 21.000/kg  | 8.000/kg   |
| Kebutuhan            | 20.454,545 kg/hari  | 5.454,545 kg/hari  | 1.363,636 kg/hari  |
| Harga Total          | (Kebutuhan x harga /liter x 25%)<br>= 20.454,545 kg/hari x Rp. 30.000/kg x 0,25<br>= Rp. 306.818.175 /hari  | (Kebutuhan x harga /kg x 70%)<br>= 5.454,545 kg/hari x Rp. 21.000/kg x 0,7<br>= Rp. 114.545.445/hari | (Kebutuhan x harga /kg x 5%)<br>= 1.363,636 kg/hari x 8.000/kg x 0,05<br>= Rp. 5.454.544 /hari |
| Analisa Ekonomi Awal | = Produk – Bahan Baku<br>= Rp (306.818.175 + 114.545.445 + 5.454.544) /hari - Rp 109.090.900/hari<br>= Rp. 426.818.164 /hari - Rp. 109.090.900/hari<br>= Rp. 317.727.264/hari |  |  |

**Sumber:** Tokopedia.com

### 1.10.3 Analisa Ekonomi Awal Proses Torrefaction

Reaksi kimia yang terjadi pada proses Torrefaction sebagai berikut:

Selulosa ( $C_6H_{10}O_5$ ) $n \rightarrow C_6H_8O_4 + H_2O$  (dehidrasi).

Analisa ekonomi pada bahan baku proses slow pirolisis awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.11

**Tabel 1.11** Analisa Ekonomi Awal Bahan Baku Torrefaction

|             | <b>Bahan Baku</b>      |
|-------------|------------------------|
|             | <b>Cangkang Kemiri</b> |
| Harga       | Rp. 5.000/kg           |
| Kebutuhan   | 36.363,6336 kg/hari    |
| Harga Total | (Kebutuhan x harga/kg) |

|                      |  |
|----------------------|--|
|                      | $= 36.363,6336 \text{ kg/hari} \times \text{Rp. } 5.000 / \text{kg}$ $= \text{Rp. } 109.090.900 / \text{hari}$   |
| Analisa Ekonomi Awal | $= \text{Produk} - \text{Bahan Baku}$ $= \text{Rp} (674.999.985 + 65.454.540 + 5.454.544) / \text{hari} - \text{Rp} 109.090.900 / \text{hari}$ $= \text{Rp. } 745.909.069 / \text{hari} - \text{Rp. } 109.090.900 / \text{hari}$ $= \text{Rp. } 636.818.169 / \text{hari}$ |

**Sumber:** Tokopedia.com

Analisa ekonomi pada bahan baku awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.12

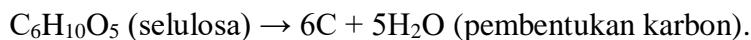
**Tabel 1.12** Analisa Ekonomi Awal Produk Torrefaction

|                      | Produk   |  |  |
|----------------------|--|--|--|
|                      | Briket<br>(1)  | Asap Cair<br>(2)   | Tar<br>(3)   |
| Harga                | Rp. 30.000/kg  | Rp. 21.000/kg  | 8.000/kg   |
| Kebutuhan            | 20.454.545 kg/hari   | 5.454.545 kg/hari  | 1.363.636 kg/hari  |
| Harga Total          | $(\text{Kebutuhan} \times \text{harga} / \text{liter} \times 55\%)$ $= 20.454.545 \text{ kg/hari} \times \text{Rp. } 30.000 / \text{kg} \times 0,55$ $= \text{Rp. } 674.999.985 / \text{hari}$   | $(\text{Kebutuhan} \times \text{harga} / \text{kg} \times 40\%)$ $= 5.454.545 \text{ kg/hari} \times \text{Rp. } 21.000 / \text{kg} \times 0,4$ $= \text{Rp. } 65.454.540 / \text{hari}$ | $(\text{Kebutuhan} \times \text{harga} / \text{kg} \times 5\%)$ $= 1.363.636 \text{ kg/hari} \times 8.000 / \text{kg} \times 0,05$ $= \text{Rp. } 5.454.544 / \text{hari}$ |
| Analisa Ekonomi Awal | $= \text{Produk} - \text{Bahan Baku}$ $= \text{Rp} (674.999.985 + 65.454.540 + 5.454.544) / \text{hari} - \text{Rp} 109.090.900 / \text{hari}$ $= \text{Rp. } 745.909.069 / \text{hari} - \text{Rp. } 109.090.900 / \text{hari}$ $= \text{Rp. } 636.818.169 / \text{hari}$ |  |  |

**Sumber:** Tokopedia.com

#### 1.10.4 Analisa Ekonomi Awal Proses Karbonasi

Reaksi kimia yang terjadi pada proses karbonasi sebagai berikut:



Analisa ekonomi pada bahan baku proses slow pirolisis awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.13

**Tabel 1.13** Analisa Ekonomi Awal Bahan Baku Karbonasi

| <b>Bahan Baku</b>      |   |
|------------------------|---|
| <b>Cangkang Kemiri</b> |   |
| Harga                  | Rp. 5.000/kg  |
| Kebutuhan              | 36.363,6336 kg/hari   |
| Harga Total            | $  \begin{aligned}  & (\text{Kebutuhan} \times \text{harga/kg}) \\  & = 36.363,6336 \text{ kg/hari} \times \text{Rp. 5.000 /kg} \\  & = \text{Rp. 109.090.900/hari}  \end{aligned}  $   |
| Analisa Ekonomi Awal   | $  \begin{aligned}  & = \text{Produk} - \text{Bahan Baku} \\  & = \text{Rp} (773.181.801 + 52.363.632 + 545.454.090) / \text{hari} - \\  & \quad \text{Rp} 109.090.900/\text{hari} \\  & = \text{Rp. 826.090.887 /hari} - \text{Rp. 109.090.900/hari} \\  & = \text{Rp. 716.999.987/hari}  \end{aligned}  $ |

**Sumber:** Tokopedia.com

Analisa ekonomi pada bahan baku awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.14

**Tabel 1.14** Analisa Ekonomi Awal Produk Karbonasi

|             | <b>Produk</b>   |   |  |
|-------------|---|---|--|
|             | <b>Briket<br/>(1)</b>   | <b>Asap Cair<br/>(2)</b>  | <b>Tar<br/>(3)</b>   |
| Harga       | Rp. 30.000/kg   | Rp. 21.000/kg   | 8.000/kg   |
| Kebutuhan   | 20.454.545 kg/hari  | 5.454.545 kg/hari   | 1.363.636 kg/hari  |
| Harga Total | $  \begin{aligned}  & (\text{Kebutuhan} \times \text{harga} \\  & \quad /\text{liter} \times 63\%) \\  & = 20.454.545 \text{ kg/hari} \\  & \times \text{Rp. 30.000/kg} \times \\  & \quad 0,63  \end{aligned}  $ | $  \begin{aligned}  & (\text{Kebutuhan} \times \text{harga} \\  & \quad /\text{kg} \times 32\%) \\  & = 5.454.545 \text{ kg/hari} \\  & \times \text{Rp. 21.000/kg} \times \\  & \quad 0,32  \end{aligned}  $ | $  \begin{aligned}  & (\text{Kebutuhan} \times \\  & \quad \text{harga} /\text{kg} \times 5\%) \\  & = 1.363.636 \\  & \text{kg/hari} \times 8.000/\text{kg} \\  & \times 0,05  \end{aligned}  $ |

|                            |   |                           |                        |
|----------------------------|---|---------------------------|------------------------|
|                            | = Rp. 773.181.801<br>/hari  | = Rp. 52.363.632<br>/hari | = Rp. 545.454<br>/hari |
| Analisa<br>Ekonomi<br>Awal | = Produk – Bahan Baku<br>$= \text{Rp} (773.181.801 + 52.363.632 + 545.454) / \text{hari} - \text{Rp} 109.090.900 / \text{hari}$<br>$= \text{Rp. } 826.090.887 / \text{hari} - \text{Rp. } 109.090.900 / \text{hari}$<br>$= \text{Rp. } 716.999.987 / \text{hari}$ |                           |                        |

**Sumber:** Tokopedia.com