

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi bahan bakar di Indonesia dalam kurun waktu tiga tahun terakhir mengalami penurunan. Hal ini dapat dikarenakan adanya kekurangan bahan baku atau *crude oil*. Apabila hal ini akan terus berlanjut dikhawatirkan tidak dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar di Indonesia yang semakin meningkat.

Salah satu solusi yang telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar di Indonesia yaitu dengan memasok bahan bakar dari luar negeri. Kegiatan impor ini dikhawatirkan akan memberi dampak terhadap kestabilan perekonomian. Nilai impor lebih besar dibandingkan dengan produksi yang ada di dalam negeri berdasarkan data Statistik Minyak dan Gas Bumi dari Direktorat Jendral Minyak dan Gas bumi Kementrian Energi dan Sumber Daya mineral tahun 2017. Nilai impor dapat dikurangi dengan cara meningkatkan jumlah produksi bahan bakar melalui energi alternatif, mengingat ketersediaan *crude oil* yang semakin menipis.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang mengalami kemajuan di bidang industri menuntut sebagian besar negara mengembangkan sektor industrialisasi di bidang energi alternatif (*biofuel*). Selain ketersediaannya yang

bersifat berkelanjutan atau (*sustainable*), penggunaan energi alternatif sebagai bahan bakar juga aman bagi ekologi, dan lingkungan. Menurut Tayson (2001), energi alternatif dapat mengurangi emisi gas CO₂ sebanyak 78%. Selain itu menurut Shumaker (2007), emisi gas CO berkurang sebesar 46,7%, partikel-partikel berkurang sebanyak 66,7% serta senyawa-senyawa yang tidak terbakar seperti hidrokarbon berkisar 45,2%. Sedangkan, proses perengkahan minyak mentah menghasilkan emisi berupa CO₂, CO, partikel-partikel dan sisa senyawa.

Pertimbangan utama produksi *biofuel* khususnya biogasolin adalah ketersediaan bahan baku yang memadai serta keberlangsungannya (*sustainability*). Total produksi kelapa sawit di Indonesia berdasarkan data statistik perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa Sawit tahun 2015-2017, produksi kelapa sawit di daerah Kalimantan mencapai 10.221.611 ton per tahun 2017 atau sekitar 2355 kilogram per hektare. Jumlah ini akan terus bertambah seiring dengan perluasan dan perkembangan teknologi pengolahan. Produk pengolahan kelapa sawit sebagai bahan baku BBM alternatif dari CPO sangat bersaing dengan kebutuhan pangan, sehingga solusinya yaitu memanfaatkan sisa pengolahan kelapa sawit yang tidak bersaing dengan kebutuhan pokok manusia dengan harga yang murah, salah satunya adalah *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD).

Proses pembuatan minyak goreng dari CPO akan menghasilkan 73% olein, 21% stearin, 5-6% PFAD dan 0,5-1% CPO parit. Olein digunakan sebagai minyak goreng, sedangkan stearin digunakan untuk membuat margarin, serta bahan baku

pada industri sabun ataupun deterjen. PFAD tidak digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak goreng karena mengandung racun, sehingga cukup berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan Bahan Bakar Nabati (BBN) karena harganya yang relatif lebih murah sekitar 80% dari harga CPO standar (Prihandana dkk, 2006).

Produksi biogasolin dari bahan baku PFAD diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak dengan mengurangi angka kebutuhan impor. Sejauh ini jumlah impor mengalami kondisi yang fluktuatif sehingga perlu dipersiapkan cadangan bahan bakar jika sewaktu-waktu angka import melonjak tinggi namun produksi bahan bakar rendah.

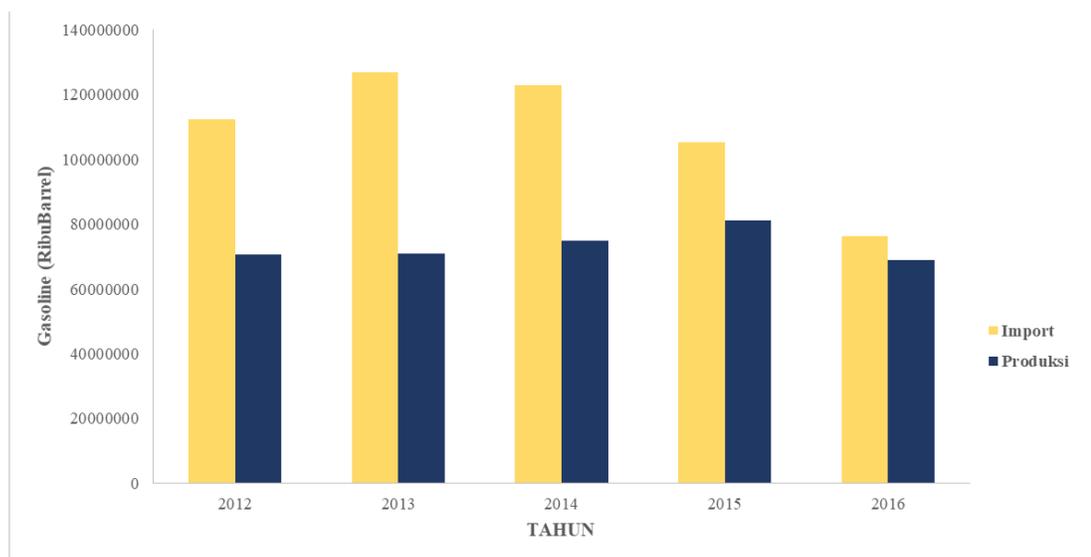
Hasil produksi biogasolin dalam jangka panjang akan dipasarkan ke daerah sekitar pabrik yaitu Kalimantan Timur. Salah satu pertimbangan dan metode pemasarannya adalah dengan cara menjalin kerjasama dengan PT. PERTAMINA Persero dengan sistem bagi hasil. Kualitas produk biogasolin lebih unggul dibandingkan dengan bahan bakar nabati lainnya. Salah satu keunggulannya yaitu produk ini dapat langsung digunakan pada kendaraan bermotor tanpa harus dicampur dengan gasolin atau bensin dari fossil, tidak mengandung sulfur yang dapat mengganggu jumlah ketukan pada mesin.

1.2 Kapasitas Perancangan

Pendirian pabrik biogasolin direncanakan dibangun di kawasan yang sama dengan pabrik pengolahan kelapa sawit yakni PT. Hutan Hijau Mas sehingga dapat mengurangi biaya distribusi bahan baku. Perusahaan kelapa sawit tersebar di berbagai wilayah di sekitar Kalimantan Timur. Dari semua pabrik tersebut di peroleh produk kelapa sawit dengan total sebanyak 1.959.042 ton/ tahun 2017 (Statistik Perkebunan Komoditas Kelapa Sawit, 2015-2017).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bloomy dkk (2012), hasil samping dari pengolahan kelapa sawit berupa destilat asam lemak minyak sawit atau PFAD. Pada tahap proses penyingkiran bau, akan terpisah asam lemak sawit distilat (PFAD) sebanyak 6% dari CPO umpan. Sehingga diperkirakan jumlah PFAD yang dihasilkan di daerah Kalimantan Timur mencapai 117.542 ton/tahun. Yelmida, dkk (2012) melakukan perengkahan PFAD menggunakan katalis untuk menghasilkan *biofuel* yaitu biogasolin, konversi tertinggi yang diperoleh sebesar 98,7% pada temperatur 280°C. Sehingga produk biogasolin yang dihasilkan dari jumlah PFAD di Kalimantan Timur diestimasi sebesar 116.014 ton/tahun. Pada pabrik yang akan didirikan diambil sekitar 25% dari jumlah ketersediaan bahan baku PFAD di Kalimantan timur. Sehingga kapasitas pabrik biogasolin dengan konversi 98% diestimasi sebesar 30.000 ton/tahun.

Berdasarkan data statistik Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2017), jumlah produksi gasolin sejak tahun 2012 hingga 2016 rata-rata sebesar 73.346.432 barrel per tahun dan kuantitas import gasolin di Indonesia sejak tahun 2012 hingga 2016 rata-rata mencapai 108.686.776 barrel per tahun. Data statistik ini menunjukkan bahwa jumlah impor gasolin di Indonesia lebih tinggi daripada jumlah produksi gasolin dengan rata-rata kenaikan setiap tahunnya berkisar 32%, sehingga dibutuhkan peningkatan produksi gasolin untuk mengurangi jumlah import yang ada sampai saat ini. Salah satunya dengan produksi biogasolin sebesar 30.000 ton per tahun dapat mengurangi sekitar 5 % dari kenaikan import setiap tahunnya.



Gambar 1. 1 Grafik Perbandingan Produksi dan Impor Gasolin di Indonesia

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1. Kandungan Asam lemak di PFAD

Penggunaan asam lemak sawit destilat sebagai bahan baku produksi biofuel tidak konflik dengan penyediaan pangan dan produk-produk vital lain dalam kehidupan. PFAD merupakan hasil samping dari proses pemurnian minyak sawit mentah dan masih sangat terbatas pemanfaatannya salah satunya digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun berkualitas rendah (Darnoko dkk, 2003).

Asam-asam lemak yang terkandung dalam PFAD merupakan asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Asam lemak jenuh berwujud padat pada suhu kamar sedangkan asam lemak tidak jenuh berwujud cair. Asam lemak jenuh hanya memiliki ikatan tunggal diantara atom-atom karbon penyusunnya, sementara asam lemak tak jenuh memiliki paling sedikit satu ikatan ganda diantara atom-atom penyusunnya (Wiguna, 2013).

Adapun kandungan yang terdapat pada PFAD dapat dilihat dari Tabel 1.1 menunjukkan kandungan asam lemak atau FFA yang terdapat dalam PFAD cukup tinggi yaitu sebesar 58,1 %. Senyawa trigliserida yang terkandung di dalam PFAD inilah yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogasolin (Wing dkk, 2003).

Tabel 1. 1 Kandungan senyawa PFAD

Komponen	Kadar (%)
Asam Palmitat	58,1
Asam Oleat	36,3
Asam Linoleat	1,1
Senyawa Lainnya	4,5

(sumber: Wing dkk, 2003)

1.3.2. Katalis

Katalis yang telah diaplikasikan dalam proses pembuatan *green biofuel* adalah katalis yang bersifat sangat asam seperti: NiMo/Al₂O₃ dan CoMo/Al₂O₃. Katalis tipe ini digunakan dalam proses *hidrotreating* dengan kondisi operasi 320-420⁰C dengan tekanan yang tinggi yang berkisar 50-100 MPa (Vonghia, 1995), namun katalis ini akan mendorong produk untuk menghasilkan asam karboksilat sebagai hasil sampingnya (Morgan, 2012). Katalis yang di gunakan pada reaksi *deoxygenation* akan memecah ikatan panjang. Sisi aktif katalis berupa Ni, Pd, dan Pt melalui fasa γ . Fasa γ ini pada umumnya digunakan pada katalis penyulingan minyak bumi dengan tujuan memperoleh produk yang optimal Pada pabrik ini digunakan Pt/ γ -Al₂O₃ dengan pertimbangan kondisi operasi yang lebih rendah dari katalis NiMo/Al₂O₃ dan CoMo/Al₂O₃.

Proses pembuatan biogasolin pada sebagian besar menggunakan NiMo/Zeolit pada suhu 300-320°C dengan reaktor batch dan durasi waktu 60-120 menit waktu reaksi. Sisi aktif asam dari zeolit akan memutus molekul panjang pada minyak nabati menjadi nafta dan C₁₃-C₁₉ (Nasikin, 2009). Katalis yang dapat digunakan untuk memproduksi biogasolin adalah zeolit/HZSM-5. Katalis ini mengandung rasio SiO₂/Al₂O₃ dengan rasio sebesar 30 yang berfungsi untuk memperbesar produk biogasolin (Farizul, 2006).

1.3.3. Proses Pembuatan Biogasolin

Proses pembuatan biogasolin dengan *hydroprocessing* dapat dilakukan melalui beberapa metode, dua diantaranya adalah metode *hyrotreating* dan *cracking*.

a. Hydrotreating

Hydrotreating atau *hydrofining* digunakan untuk meningkatkan kualitas petroleum tanpa perubahan titik didih yang signifikan. Senyawa nitrogen, belerang dan oksigen pada proses hidrogenolisis berfungsi untuk menghilangkan kandungan ammonia, H₂S dan air. Suhu dan tekanan gas hidrogen yang tidak terlalu rendah akan mengkonversi senyawa yang tidak stabil dalam bentuk *gum* dan bahan yang tidak larut menjadi senyawa yang lebih stabil (Ali, 2005). Proses *hydrotreating*

menggunakan pengemban katalis berupa logam seperti NiMo atau CoMo yang diemban dengan menggunakan $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (J Ancheyta, 2009).

Metode *hydrotreating* dibagi menjadi tiga jenis reaksi, yaitu :

1) Dekarboksilasi

Reaksi ini merupakan reaksi pemutusan rantai karbon rangkap dua menjadi rantai tunggal melalui proses pembentukan karbondioksida yang berfungsi untuk menstabilkan kondisi minyak.

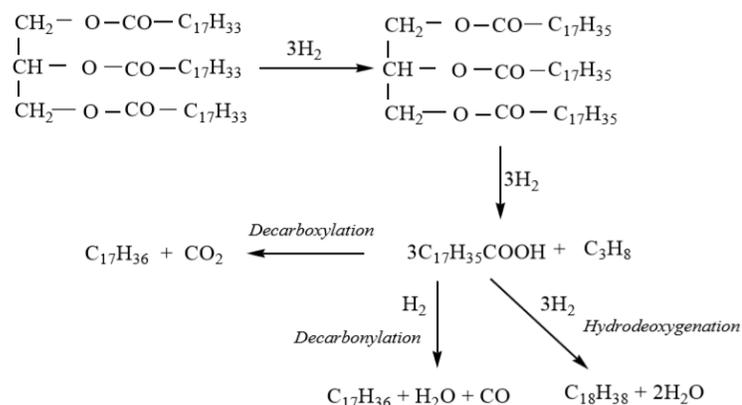
2) Dekarbonilasi

Reaksi pemutusan rantai karbon rangkap menjadi tunggal untuk menstabilkan minyak dengan cara pembentukan senyawa H_2O dan CO .

3) Hidrodeoksigenasi

Reaksi pembentukan rantai tunggal dari rantai rangkap dengan hasil samping berupa H_2O sehingga diperoleh minyak dengan kondisi yang stabil.

Mekanisme reaksi *hydrotreating* dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1. 2 Mekanisme Reaksi *Hydrotreating* pada asam oleat (Sotelo, 2012)

b. *Cracking*

Cracking atau perengkahan adalah proses pemecahan molekul-molekul hidrokarbon besar menjadi molekul yang lebih kecil dengan pemanasan pada suhu tinggi. Istilah ini diterapkan pada fraksi minyak tanah yang diperoleh dalam kilang minyak bumi untuk menghasilkan hidrokarbon yang lebih pendek dan alkena (Mulyaningsih, 2012). Menurut InTech, 2012 cracking dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

1) Termal cracking

Termal cracking atau pirolisis merupakan proses perengkahan suatu zat dengan cara merubah fisik dan kimiawi yang dipengaruhi oleh temperatur dan waktu pemanasan. Pirolisis yang hanya memanfaatkan panas merupakan konversi dari suatu zat tanpa kehadiran oksigen untuk menghasilkan produk berupa gas cair (uap organik dan tar) dan char padatan atau arang. Temperatur operasi dari pirolisis berkisar 300-550°C dan dapat mencapai 700-800°C tanpa melibatkan oksigen.

2) Katalitik cracking

Proses peruraian hidrokarbon menjadi rantai hidrokarbon yang lebih pendek dengan bantuan katalis di dalam reaktor. Katalis dalam reaktor digunakan untuk mendapatkan *yield* produk yang lebih

tinggi. Jenis cracking ini dapat terjadi tanpa adanya oksigen dengan kondisi operasi tekanan atmosferik dan suhu 300-600°C.

3) *Catalytic hydrocracking*

Reaksi yang terjadi dengan melibatkan katalis dan gas hidrogen bertekanan tinggi. *Catalytic hydrocracking* mengonsumsi sedikit energi panas, keberadaan hidrogen dapat meminimalisir munculnya *coke* dan mengurangi deaktivasi katalis (Satterfield, 1991). Katalis yang telah banyak digunakan salah satunya adalah HZSM-5. Beberapa keunggulan dari katalis ini diantaranya : 1) Berfungsi dengan baik pada proses deoksigenasi , 2) Meminimalisir munculnya *coke* , 3) Tidak dapat bereaksi apabila reaksi terlibat dengan H₂O, 4) Dapat diregenerasi pada single-stage process, 5) Dapat digunakan pada beberapa proses komersial, 6) Tahan terhadap senyawa kimia beracun.

Berdasarkan metode-metode pembuatan biogasolin dalam perancangan pabrik ini digunakan metode *hydroprocessing* yakni *hydrotreating* dengan jenis reaksi hidredeoksigenasi dan dekarboksilasi selanjutnya dilakukan proses *catalytic hydrocracking*. Metode ini dipilih dengan beberapa pertimbangan, dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Kelebihan dan Kekurangan metode *Hydroprocessing*

Metode	Kelebihan	Kekurangan
Pirolisis	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak melibatkan oksigen 	<ul style="list-style-type: none"> - Suhu tinggi - Proses lama - Memproduksi char padatan atau arang
<i>Catalitic cracking</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak melibatkan oksigen - Fase gas sebagai umpan 	<ul style="list-style-type: none"> - Produk yang di hasilkan berupa gas dan coke - Katalis harus diregenerasi
<i>Catalitic hydrocracking</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Katalis yang digunakan dapat bekerja dengan maksimal. - Meningkatkan efisiensi reaktor - Dapat berlangsung pada kapasitas besar. - Meningkatkan tekanan parsial H₂. 	<ul style="list-style-type: none"> - Konsumsi hidrogen tinggi. - Biaya operasi tinggi. - Menghasilkan CO₂ dan air sebagai hasil samping.