

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi saat ini terutama dipenuhi oleh bahan bakar fosil. Namun, konsumsi akan bahan bakar fosil sangat tidak sebanding dengan ketersediaan dan kemampuan regenerasinya. Hal ini tentunya akan mengakibatkan kelangkaan dan bahkan habisnya cadangan bahan bakar fosil di dunia.

US Energy Information Administration memprediksikan peningkatan konsumsi energi dunia sebesar 35% pada tahun 2032 (Ruiz dan James, 2012), yang artinya akan semakin mempercepat habisnya cadangan bahan bakar fosil dunia, bahkan terdapat analisa bahwa cadangan bahan bakar minyak dunia akan habis pada tahun 2052.

Selain ketersediaannya yang semakin menipis, bahan bakar fosil menimbulkan banyak masalah bagi lingkungan. Pembakaran bahan bakar fosil akan menghasilkan oksida belerang dan nitrogen yang seringkali mengakibatkan hujan asam dan merusak infrastruktur yang berbahan logam. Gas CO₂ yang dihasilkan juga memiliki peranan utama pada gejala pemanasan global yang mengakibatkan meningkatnya suhu permukaan bumi.

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan adanya sumber bahan bakar yang terbaru serta ramah lingkungan. Biomassa merupakan salah satu sumber bahan bakar yang cukup menjanjikan. Hal ini dikarenakan ketersediaannya yang melimpah dan sifatnya yang lebih ramah terhadap lingkungan (Patel, 2009).

-valerolactone (GVL) merupakan suatu perantara yang menjanjikan untuk menghasilkan bahan bakar. GVL dapat diproduksi dari biomassa yang mengandung senyawa lignoselulosa (Bond dkk, 2010). Beberapa biomassa yang mengandung lignoselulosa yaitu jerami, padi, tebu, dan lain-lain. GVL didapatkan dari hidrogenasi senyawa *levulinic acid* dengan rendemen yang cukup tinggi (>95%) (Patel, 2009).

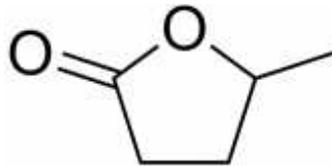
GVL dapat dihidrogenasi, didekarboksilasi dan dilanjutkan dengan reaksi hidrogenasi lagi untuk mendapatkan senyawa nonana atau biasa disebut bahan bakar minyak (*gasoline*).

Nonana merupakan senyawa hidrokarbon berbentuk cairan tidak berwarna dan memiliki sifat yang mirip dengan isooktana hal ini ditunjukkan dengan nilai HHV yang dimiliki kedua senyawa tersebut sama yaitu sebesar 48.119 MJ/kg (McAllister, 2011). Sifatnya yang mirip ini menjadikan nonana cocok untuk digunakan sebagai *blending agent* pada bahan bakar. Dengan didirikannya pabrik nonana ini, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar serta menekan impor bakar bakar di Indonesia.

I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. γ -valerolactone (GVL) sebagai Bahan Baku Utama

γ -valerolactone adalah cairan yang tidak berwarna yang digunakan untuk beberapa aplikasi sebagai aditif bahan bakar, pelarut, dan bahan prekursor polimer (Alonso dkk, 2010). Struktur molekul dan karakteristik γ -valerolactone tersaji pada Gambar I. 1 dan Tabel I. 1 Karakteristik γ -valerolactone (Maybridge, 2010)Tabel I. 1 berikut.



Gambar I. 1 Struktur Molekul γ -valerolactone (Maybridge, 2010)

Tabel I. 1 Karakteristik γ -valerolactone (Maybridge, 2010)

Rumus Molekul	Karakteristik	Keterangan
$C_5H_8O_2$	Bentuk fisik	cairan tidak berwarna dan berbau seperti tembakau
	Berat molekul (g/gmol)	100,12
	Densitas (g/cm^3)	1,05 pada 25°C
	Viskositas (cP)	2,18 pada 25°C
	Titik leleh (°C)	-31°C
	Titik didih(°C)	208°C pada 760 mmHg
	Solubilitas	larut dalam air

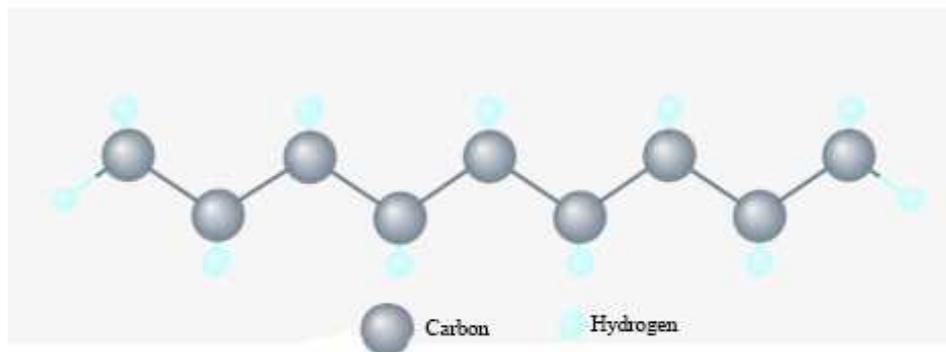
GVL merupakan senyawa yang berasal dari proses dehidrasi dan hidrogenasi senyawa *levulinic acid* (Alonso dkk, 2010). Reaksi pembentukan GVL tersaji pada gambar berikut.



Gambar I. 2 Pembentukan γ -Valerolactone dari *Levulinic Acid* (Alonso dkk, 2010)

I.2.2. Nonana sebagai Produk Utama

Nonana merupakan senyawa alkana yang memiliki 35 isomer struktur. Struktur dan karakteristik yang dimiliki nonana dapat dilihat pada Gambar I. 3 dan Tabel I. 2 berikut.

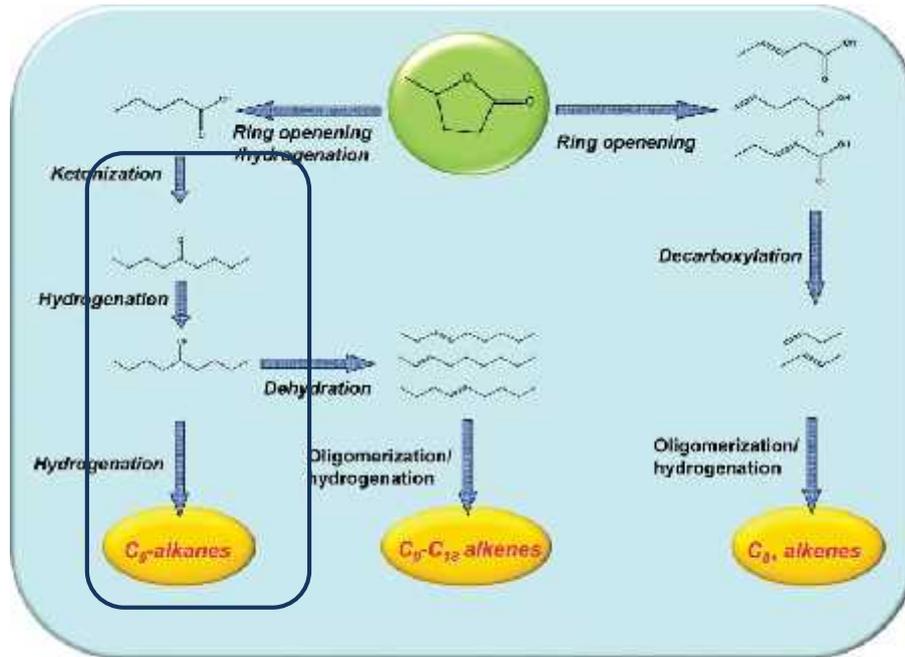


Gambar I. 3 Struktur Molekul Nonana (Pubchem,2004)

Tabel I. 2 Karakteristik Nonana (Pubchem,2004)

Rumus Molekul	Karakteristik	Keterangan
C ₉ H ₂₀	Bentuk fisik	Cairan tidak berwarna dan berbau tidak enak (seperti asam butirat)
	Berat molekul (g/gmol)	128,25
	Densitas (g/cm ³)	0,72 pada 25°C
	Viskositas (cP)	0,6996 pada 25°C
	Titik leleh (°C)	-51°C
	Titik didih(°C)	151°C pada 1 atm
	Solubilitas dalam air	0,22 mg/L pada 25°C

Nonana dapat dihasilkan dari proses hidrogenasi senyawa *5-nonanone* dimana reaksi pembentukannya tersaji pada Gambar I. 4.



Gambar I. 4 Proses Pembentukan Nonana (Alonso dkk, 2010)

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

I.3.1. Kegunaan

Nonana yang dihasilkan, digunakan untuk bahan sintesis organik, sebagai pelarut, sebagai *blending agent* bahan bakar, dan deterjen biodegradable. Selain itu nonana merupakan unsur fraksi minyak bumi seperti nafta dan bensin (Patel, 2009). Pada Prarencana Pabrik Nonana dari γ -Valerolactone digunakan sebagai *blending agent* bahan bakar untuk meningkat nilai RON dari bahan bakar.

I.3.2. Keunggulan produk

Produk yang dihasilkan dapat langsung digunakan pada mesin tanpa harus mengubah spesifikasi mesin. Hal ini tentunya sangat menguntungkan, karena sejauh ini bahan bakar alternatif yang digunakan masih berupa campuran atau hanya digunakan sebagai aditif (Alonso dkk, 2010).

Bahan bakar yang diolah dari biomassa juga dapat menyeimbangkan rantai karbon yang terdapat di alam, karena pembakaran yang baik akan menghasilkan senyawa CO₂ dan air. Senyawa ini dapat digunakan biomassa untuk melakukan fotosintesis dan bertumbuh. Biomassa yang telah

bertumbuh dapat digunakan kembali sebagai bahan baku pada proses pembuatan bahan bakar.

Pembakaran juga tidak akan menghasilkan oksida belerang maupun nitrogen yang dapat menghasilkan hujan asam, sehingga tidak menghasilkan dampak yang merusak terhadap lingkungan (Ruiz dkk, 2012). Selain itu, nonana yang dihasilkan cukup banyak dengan kadar yang sangat tinggi yaitu sebesar 99%.

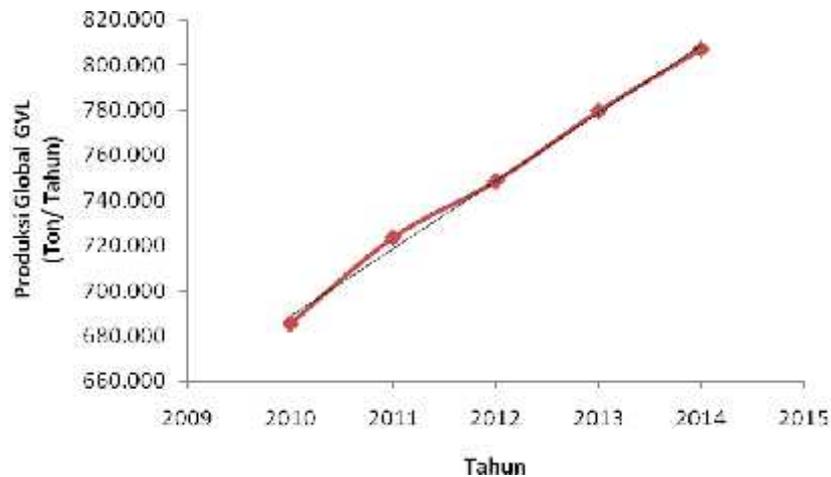
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar

I.4.1. Ketersediaan Bahan Baku

Berdasarkan data dari *Research and Markets* produksi γ -valerolactone (GVL) di dunia secara global terus meningkat sepanjang tahun, berikut ini dilampirkan data mengenai produksi γ -valerolactone (GVL) secara global.

Tabel I. 3 Kapasitas produksi γ -valerolactone tahun 2009 – 2013 (Research and Markets, 2014)

Tahun	Kapasitas produksi γ-valerolactone (GVL) global (ton/tahun)
2010	685.350
2011	723.500
2012	748.525
2013	779.561
2014	807.058



Gambar I. 5 Kurva Produksi *-valerolactone* Tahun 2010 – 2014

Dengan banyaknya aplikasi dari senyawa *-valerolactone* ini maka produksi senyawa ini akan terus meningkat sepanjang tahunnya. Dari hasil regresi linear Gambar I. 5, diperkirakan kapasitas produksi *-valerolactone* pada tahun 2017 akan meningkat sampai angka 894.537 ton/tahun, angka ini didapat dari persamaan regresi linear, $y = 29.947,7x + 658.955,7$, dimana y merupakan data produksi *-valerolactone* (ton/tahun) dan x merupakan tahun ke-, dengan nilai $r^2 = 0,981$. Pembuatan nonana dari *-valerolactone* ini menggunakan *-valerolactone* dengan tingkat kemurnian sebesar 98% berat.

I.4.2. Analisa Pasar

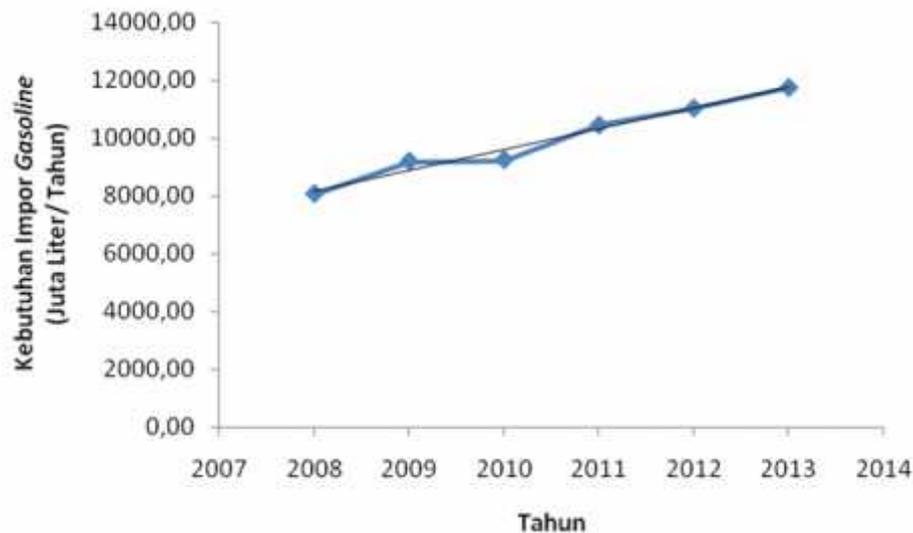
-valerolactone (GVL) dengan proses hidrogenasi dan dekarboksilasi akan menghasilkan *5-nonanone* dan dapat diolah lebih lanjut menjadi nonana sebagai *blending agent* bahan bakar diesel maupun *gasoline*. Kebutuhan akan *gasoline* dalam negeri sampai saat ini masih belum dapat terpenuhi dari produksi dalam negeri sehingga sebagian kebutuhan tersebut dipenuhi dengan adanya impor bahan bakar minyak.

Dapat dilihat pada Tabel I. 4. bahwa konsumsi *gasoline* di Indonesia terus mengalami peningkatan sedangkan produksi *gasoline* memberikan pertumbuhan angka yang tidak terlalu signifikan tiap tahunnya. Dapat

disimpulkan dari data tersebut (Tabel I. 4), maka Indonesia harus mengimpor *gasoline* untuk mencukupi kebutuhan *gasoline* tiap tahunnya.

Tabel I. 4 Kapasitas Produksi dan Konsumsi *Gasoline* di Indonesia (U.S. Energy Information Administration, 2013)

Tahun	Produksi <i>Gasoline</i> (Juta liter/ tahun)	Konsumsi <i>Gasoline</i> (Juta liter/ tahun)	Impor <i>Gasoline</i> (Juta liter/ tahun)
2008	8043,22	16112,61	8069,39
2009	8641,67	17833,26	9191,59
2010	9430,88	18672,70	9241,81
2011	10089,26	20535,58	10446,31
2012	10784,36	21813,09	11028,72
2013	11476,93	23223,96	11747,04



Gambar I. 6 Impor *Gasoline* di Indonesia Tahun 2008-2013

Guna memprediksi nilai impor *gasoline* pada tahun 2017, digunakan persamaan regresi linear untuk menggambarkan fenomena statistik dari nilai impor *gasoline* (Gambar I. 6). Persamaan tersebut adalah $y = 717,2x + 7.443,15$ dengan nilai $r^2 = 0,973$, dimana y adalah jumlah impor *gasoline* (juta liter/tahun) dan x adalah tahun ke-. Dari hasil perhitungan di atas maka dapat diperkirakan kebutuhan impor *gasoline* pada tahun 2017 adalah sebesar 14.615,15 juta liter/tahun.

Dengan adanya produksi nonana diharapkan dapat menekan sebagian jumlah impor *gasoline* di Indonesia. Prarencana pabrik nonana ini dibatasi oleh keterbatasan

bahan baku *-valerolactone* yang jumlahnya secara global sebesar 894.537 ton/tahun. Oleh karena itu, penggunaan bahan baku pada pabrik ini adalah 10% dari ketersediaan bahan baku yang ada yaitu sejumlah 89.454 ton/tahun.

Dari perhitungan neraca massa, nonana yang dapat dihasilkan sebanyak 6.952,51 kg/jam dari 89.454 ton GVL/tahun, sehingga diperoleh kapasitas produksi prarencana pabrik ini sebesar 55.063,88 ton untuk setiap tahunnya dengan waktu operasi 330 hari tiap tahun. Kapasitas produksi prarencana pabrik ini memenuhi 0,52% dari kebutuhan impor gasoline di Indonesia pada tahun 2017.