

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Biodiesel adalah bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkyl ester dari rantai panjang asam lemak, dan terbuat dari bahan yang dapat diperbarui seperti lemak nabati maupun lemak hewani. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan alkohol. Dari reaksi transesterifikasi tersebut akan menghasilkan FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) atau biodiesel. Selain biodiesel sebagai hasil utama, proses pembuatan biodiesel pada reaksi transesterifikasi trigliserida menghasilkan hasil samping yaitu gliserol (gliserin) kurang lebih 10% dari jumlah biodiesel yang dihasilkan (Khayoon dkk, 2011).

Gliserol merupakan hasil samping dari biodiesel. Gliserol belum banyak diolah sehingga memiliki nilai jual rendah. Oleh karena itu perlu pengolahan terhadap gliserol agar dapat menjadi produk yang lebih bernilai jual tinggi dan lebih banyak manfaatnya. Gliserol (1,2,3 propanetriol) merupakan sesuatu tidak berwarna, tidak berbau, dan juga merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Pagliaro & Rossi 2008). Gliserol bila diesterifikasi menggunakan asam asetat maka akan membentuk triacetin. Kegunaan triacetin sendiri cukup banyak di kalangan industri, baik industri makanan maupun non makanan. Kegunaan Triacetin banyak digunakan sebagai penambah aroma, plastisizer, pelarut, bahan aditif bahan bakar untuk mengurangi *knocking* pada mesin (menaikkan nilai oktan), serta dapat digunakan juga sebagai zat aditif untuk biodiesel.

Pembuatan triacetin dapat dilakukan dengan cara mereaksikan gliserol dan asam asetat menggunakan suatu katalis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembuatan triacetin dari gliserol dan asam asetat dapat dilakukan menggunakan katalis padat melalui dua tahap reaksi yaitu esterifikasi dan asetilasi. Katalis yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah Amberlyst-15, Amberlyst-35 dan zeolit sintesis. Proses pembuatan dilakukan pada perbandingan mol 1:9 selama 4 jam pada

suhu 105°C dengan nisbah mol gliserol dan asam asetat 1:9 menggunakan katalis amberlyst-35 dan diperoleh konversi sebesar 100% (Liao dkk, 2010).

Dalam pra-rencana pabrik ini, akan dibuat Triacetin dari Asam Asetat dan Gliserol yang akan digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar melalui proses esterifikasi. Dengan menambahkan Triacetin pada bahan bakar dapat menaikkan nilai oktan dan menurangi *knocking* pada mesin. Triacetin ini dibuat dengan cara mereaksikan Asam Asetat dan gliserol dengan menggunakan katalis Amberlyst-15. Dengan menambahkan katalis pada proses pembuatan Triacetin dapat meningkatkan kecepatan reaksi pembentukan Triacetin, sehingga dapat dihasilkan Triacetin dengan jumlah yang banyak dalam waktu yang singkat.

I.2 Sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1 Gliserol sebagai bahan baku

Gliserol dikenal sebagai *1,2,3-propanetriol*. Gliserol memiliki sifat fisik tidak berwarna, tidak berbau, higroskopis, dan merupakan cairan viskos yang memiliki rasa manis. Gliserol merupakan gula alkohol dan mempunyai tiga grup hidroksil hidrophilik alkoholik (-OH) yang bertanggung jawab terhadap kelarutannya terhadap air. Gliserol memiliki sifat higroskopis sehingga dapat menyerap air dari udara, dari sifat ini gliserol banyak digunakan sebagai pelembab kosmetik. Gliserol hadir dalam bentuk ester (gliserida) dalam semua lemak dan minyak hewan dan tumbuhan.

Gliserol merupakan hasil samping dari proses pembuatan biodiesel, gliserol belum banyak diolah sehingga nilai jualnya masih rendah. Oleh karena itu perlu pengolahan terhadap gliserol agar dapat menjadi produk yang memiliki nilai jual tinggi dan banyak manfaatnya. Diantaranya adalah pembuatan turunan gliserol melalui proses esterifikasi. Dan salah satu produk turunan gliserol adalah esterifikasi (Ari dkk, 2012).

Gliserol mencapai nilai komersialnya sebagai produk samping ketika lemak dan minyak dihidrolisa menjadi asam lemak atau garam metalnya (sabun). Gliserol digunakan secara luas sebagai solven, sebagai pemanis, kosmetik, dan sabun cair, sebagai kultur fermentasi dalam produksi antibiotik, dan dalam obat-obatan. Berikut merupakan karakteristik dari Gliserol.

- Sifat Fisis

Rumus Molekul	: C ₃ H ₈ O
Berat Molekul	: 92.09 kg/kgmol
Fase Penyimpanan	: Cair
Titik Didih (1 atm)	: 290°C
Titik Lebur (1 atm)	: 17.9 °C
Densitas pada 0°C	: 0.815 g/cm ³
Panas Pembentukan (25°C)	: -582.8 kJ/mol
Energi Bebas pembentukan (25°C)	: -448.49 kJ/mol

- Sifat Kimia

- Jika direaksikan dengan sodium acetate akan menghasilkan *Triacetin* dan *Acetic Anhydrid*
- Jika direaksikan dengan K₂Cr₂O dengan bantuan H₂SO₄ akan teroksidasi sempurna menghasilkan CO₂ dan H₂O.
- Jika direaksikan dengan HNO₃ dengan bantuan H₂SO₄ akan menghasilkan Nitrogliserin dan air.

I.2.2 Asam Asetat sebagai bahan baku

Asam asetat adalah cairan tak berwarna dengan rumus kimia C₂H₄O₂. Memiliki titik leleh 62,06°F (16.7°C) dan mendidih pada 244,4°F (118°C), kerapatan 1,049g/mL pada 25°C dan flash point 39°C. Dalam konsentrasi tinggi, asam asetat bersifat korosif, memiliki bau tajam dan dapat menyebabkan luka bakar pada kulit. Atom hidrogen (H) pada gugus karboksil (-COOH) dalam asam karboksilat seperti asam asetat dapat dilepaskan sebagai ion H⁺ (proton), sehingga memberikan sifat asam. Asam asetat adalah asam lemah monoprotik dengan nilai pK_a=4.8. Basa konjugasinya adalah asetat (CH₃COO⁻). Sebuah larutan 1.0 M asam asetat (kira-kira sama dengan konsentrasi pada cuka rumah) memiliki pH sekitar 2.4.

Asam asetat bersifat korosif terhadap banyak logam seperti besi, magnesium, dan seng, membentuk gas hidrogen dan garam-garam asetat (disebut *logam asetat*). Logam asetat juga dapat diperoleh dengan reaksi asam asetat dengan suatu basa.

Contohnya adalah soda kue (Natrium bikarbonat) bereaksi dengan cuka. Hampir semua garam asetat larut dengan baik dalam air. Contoh reaksi pembentukan garam asetat:

- $\text{Mg(s)} + 2 \text{CH}_3\text{COOH(aq)} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg(aq)} + \text{H}_2(\text{g})$
- $\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{CH}_3\text{COOH(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa(aq)} + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)}$

Asam asetat mengalami reaksi-reaksi asam karboksilat, misalnya menghasilkan garam asetat bila bereaksi dengan alkali, menghasilkan logam etanoat bila bereaksi dengan logam, dan menghasilkan logam etanoat, air dan karbondioksida bila bereaksi dengan garam karbonat atau bikarbonat. Reaksi organik yang paling terkenal dari asam asetat adalah pembentukan etanol melalui reduksi, pembentukan turunan asam karboksilat seperti asetil klorida atau anhidrida asetat melalui substitusi nukleofilik. Karakteristik dari Asam Asetat disajikan pada tabel I.1.

Tabel I.1 Karakteristik Asam Asetat

Nama sistematis	:	Asam etanoat, Asam asetat
Nama alternatif	:	Asam metanakarboxilat
Asetil hidroksida	:	(AcOH)
Hidrogen asetat	:	(HAc) Asam cuka
Rumus molekul	:	CH ₃ COOH
Massa molar	:	60.05 g/mol
Densitas dan fase	:	1.049 g cm ⁻³ , cairan 1.266 g cm ⁻³ , padatan
Titik lebur	:	16.5 °C (289.6 ± 0.5 K) (61.6 °F)
Titik didih	:	118.1 °C (391.2 ± 0.6 K) (244.5 °F)
Penampilan	:	Cairan tak berwarna atau kristal
Keasaman (pKa)	:	4.76 pada 25°C

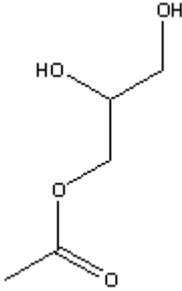
I.2.3 Triacetin sebagai produk

Triacetyl Glycerol (TAG) atau Triacetin merupakan salah satu produk esterifikasi dari gliserol. Kegunaan Triacetin sangat banyak diantaranya sebagai zat tambahan makanan seperti penambah aroma, *plastisizer*, pelarut, bahan aditif bahan bakar untuk mengurangi knocking pada mesin (menaikkan nilai oktan), serta dapat digunakan sebagai zat aditif biodiesel (Widayat dkk, 2013).

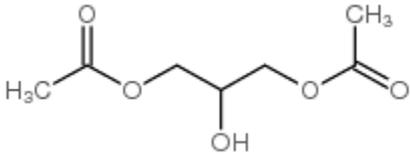
Triacetyl Glycerol (TAG) atau Triacetin dibuat dari proses esterifikasi antara gliserol dan asam asetat dengan bantuan katalis. Selain produk Tiriasetat, produk lain yang terbentuk dari esterifikasi gliserol dengan asetat adalah *Mono Asetyl Gliserol*

(MAG) dan *DiAsetyl Gliserol* (DAG). Dalam industri pangan MAG dan DAG digunakan untuk meningkatkan performa dari margarin, shortening dan aplikasi pangan yang lain. Karakteristik Monoacetin, Diacetin dan Triacetin disajikan pada tabel I.2 – tabel I.4.

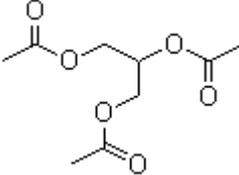
Tabel I.2 Karakteristik Monoacetin

Nama Produk	Monoacetin
Berat Molekul	134.1305gr/mol
Kepadatan	1.22 g/cm ³
Titik Nyala	107.3°C
Kelarutan air	soluble
Titik didih	253°C at 760 mmHg
Titik lebur	158°C
Struktur Molekul	

Tabel I.3 Karakteristik Diacetin

Nama Produk	Diacetin
Berat Molekul	176.1672 gr/mol
Kepadatan	1.182 g/cm ³
Titik Nyala	90.7°C
Kelarutan air	-
Titik didih	240.3°C at 760 mmHg
Titik lebur	-30°C
Struktur Molekul	

Tabel I.4 Karakteristik Triasetin

Nama Produk	Triacetin
Berat Molekul	218.2039 gr/mol
Kepadatan	1.161 g/cm ³
Titik Nyala	9.39°C
Kelarutan air	64.0 g/L (20°C)
Titik didih	258°C at 760 mmHg
Titik lebur	3°C
Struktur Molekul	

I.2 Kegunaan dan Keunggulan Produk

Produk Triacetin ini berpotensi diaplikasikan dalam industri pangan maupun non pangan, salah satunya sebagai zat aditif pada bahan bakar. Pada umumnya zat aditif yang digunakan pada bahan bakar adalah MTBE (Metil Tertier Buthyl Eter) dan TEL (Tetra Ethyl Lead) akan tetapi zat aditif ini memiliki sifat karsinogenik sehingga kegunaannya sebagai aditif berkurang dan membutuhkan alternatif lain sebagai pengganti.

Triacetin merupakan produk yang dihasilkan dari hasil samping pembuatan biodiesel. Triacetin dihasilkan dari reaksi gliserol dan asam asetat. Triacetin banyak digunakan dalam industri makanan maupun non-makanan. Gliserol merupakan hasil samping dari proses pembuatan biodiesel yang memiliki harga jual rendah. Dengan membuat produk dari gliserol dan asam asetat akan meningkatkan nilai jual dari gliserol, sehingga dapat meningkatkan nilai guna dari gliserol dan juga dapat memenuhi kebutuhan dari dalam negeri akan Triacetin. Pada proses pembuatan Triacetin juga didapatkan produk samping yaitu Diacetin dimana Diacetin ini pada umumnya digunakan untuk tambahan pada industri semen, cat, dan juga kosmetik.

Berdasarkan percobaan terdahulu pembuatan Triacetin menggunakan katalis zeolit beta, K-10 dan amberlyst-15 memberikan hasil yang berbeda-beda yaitu dengan zeolit beta diperoleh konversi sebesar 94% dengan selektivitas 4%, katalis K-10 diperoleh konversi sebesar 100% dengan selektivitas 6%, sedangkan dengan

katalis amberlyst-15 diperoleh konversi 100% dengan selektifitas 24% (Soedarto, 2015).

I.3 Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar

I.3.1 Ketersediaan Bahan Baku

➤ Gliserol

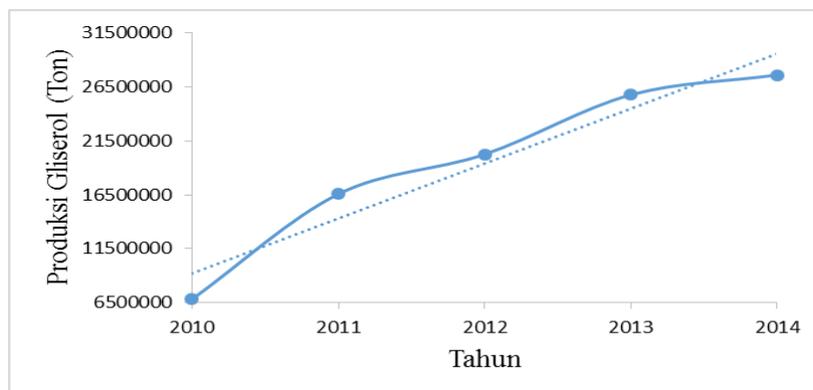
Indonesia merupakan salah satu negara yang sudah memproduksi biodiesel. Salah satu hasil samping dari pembuatan biodiesel adalah gliserol. Produksi biodiesel yang semakin tahun semakin meningkat, menyebabkan gliserol semakin banyak pula. Pada pabrik ini gliserol merupakan bahan baku utama dalam pembuatan Triacetin. Produksi gliserol dari tahun 2010-2014 dapat dilihat dalam Tabel I.1

Tabel I.5 Produksi Gliserol Tahun 2010-2014

Tahun	Produksi Gliserol (Ton)
2010	6814660
2011	16576200
2012	20259800
2013	25785200
2014	27627000

Sumber : Direktorat Jenderal EBTKE

Produk dari hasil reaksi gliserol dan asam asetat banyak digunakan di berbagai industri, industri susu, industri permen, industri bahan bakar dan juga industri otomotif. Triacetin dihasilkan dari proses reaksi antara gliserol dan asam asetat.



Gambar 1.1 Kurva Produksi Gliserol di Indonesia tahun 2010-2014

Berdasarkan kurva produksi gliserol diatas, diperoleh persamaan hubungan antara gliserol dan tahun produksi gliserol, yaitu

$$Y = aX + b$$

Keterangan :

Y = Jumlah gliserol

X = tahun ketersediaan

Nilai a, b dan R^2 dari persamaan didapatkan cara regresi linear, sehingga diperoleh :

$$\text{Nilai a} = 5 \times 10^6$$

$$\text{Nilai b} = -1 \times 10^{10}$$

$$\text{Nilai } R^2 = 0.9378$$

Berikut ini merupakan perhitungan untuk memperoleh data udang pada tahun 2020.

$$\begin{aligned} Y &= 5 \times 10^6 \times 2020 + (-1 \times 10^{10}) \\ &= 100.000.000 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berdasarkan penyelesaian menggunakan regresi linear, produksi gliserol pada tahun 2020 diperkirakan mencapai 100 juta ton.

➤ **Asam Asetat**

Untuk memproduksi Triacetin dengan gliserol butuh Asam asetat sebagai pelarut. Asam asetat yang digunakan untuk memproduksi Triacetin diperoleh dari PT. Indo Acidatama Chemical Industri di Surakarta.

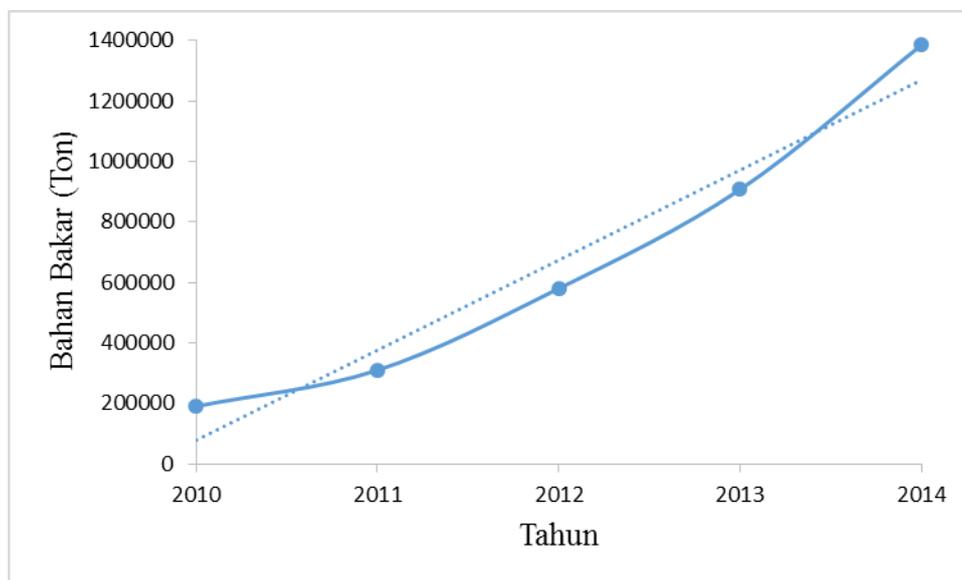
I.3.2 Analisa Pasar

Produk Triacetin yang berasal dari reaksi gliserol dan asam asetat dapat digunakan sebagai zat aditif tambahan pada bahan bakar. Oleh karena itu, Triacetin dapat dijadikan alternatif untuk memenuhi kebutuhan zat aditif yang digunakan dalam bahan bakar. Berikut merupakan Tabel data konsumsi bahan bakar yang

digunakan masyarakat Indonesia pada Tahun 2010-2014 Menurut EBTKE (Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi).

Tabel 1.6 Data Konsumsi Bahan Bakar Tahun 2010-2014

Tahun	Jumlah Konsumsi (ton)
2010	190.520
2011	310.028
2012	580.220
2013	907.568
2014	1.385.600



Gambar I.2 Kurva Konsumsi Bahan Bakar di Indonesia 2010-2014

Berdasarkan kurva konsumsi bahan bakar yang ada di Indonesia, diperoleh persamaan hubungan antar konsumsi bahan bakar di Indonesia dan tahun, yaitu

$$Y = aX + b$$

Keterangan :

Y = Jumlah Konsumsi bahan bakar di Indonesia

X = Tahun Ketersediaan

Nilai a, b dan R^2 dari persamaan didapatkan dengan cara regresi linear, sehingga diperoleh :

Nilai a = 298762

$$\text{Nilai } b = -6 \times 10^8$$

$$\text{Nilai } R^2 = 0.9537$$

Berikut ini merupakan perhitungan untuk memperoleh data konsumsi bahan bakar pada tahun 2020.

$$\begin{aligned} Y &= 298762 \times 2020 + (-6 \times 10^8) \\ &= 3.499.280 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berdasarkan penyelesaian menggunakan regresi linear, konsumsi bahan bakar pada tahun 2020 diperkirakan mencapai 2,7 juta ton. Dari hasil tersebut dapat diketahui jumlah Triacetin yang digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar. Berdasarkan literatur, Triacetin yang diperlukan untuk zat aditif pada bahan bakar sekitar 0,1 – 0,2% dari produksi bahan bakar yang ada. Jika menggunakan presentase 0,2% sebagai kebutuhan Triacetin, maka jumlah Triacetin yang dibutuhkan adalah $0,2\% \times 3.499.280 \text{ ton} = 6998,56 \text{ ton}$.

Berdasarkan perhitungan tersebut, prarencana pabrik ini dapat memenuhi kebutuhan Triacetin yang ada di Indonesia pada tahun 2020, yaitu sebesar 6998,56 ton/tahun. Prarencana pabrik ini dapat memenuhi seluruh kebutuhan Triacetin sebagai zat aditif bahan bakar di Indonesia karena jumlah gliserol yang ada jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan Triacetin.