

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Gliserol memiliki banyak manfaat di bidang farmasi dan industri. Pada produk-produk farmasi, gliserol digunakan sebagai pelarut bahan obat-obatan dan sebagai agen anti inflamasi, sedangkan pada industri makanan gliserol digunakan sebagai agen pencegah terjadinya kristalisasi gula pada es dan permen, serta sebagai pelarut pada proses pewarnaan makanan (Alviany *et al.*, 2023). Semakin banyak kegunaan gliserol pada industri, kebutuhan gliserol di dalam negeri akan semakin meningkat. Akan tetapi, pemenuhan kebutuhan gliserol pada industri di Indonesia tidak berasal dari produksi dalam negeri karena belum ada industri yang memproduksi gliserol sebagai produk utama (Alviany *et al.*, 2023). Selain itu, industri-industri biodiesel di Indonesia pada umumnya memilih untuk membuang *crude glycerol* yang dihasilkan ketimbang memurnikannya karena tingkat kemurnian gliserol yang rendah sehingga dianggap sebagai limbah.

Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan bahwa impor gliserol di Indonesia pada Januari sampai Oktober 2023 adalah sebesar 3.043.632 kg. Mengingat Indonesia merupakan negara dengan luas perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia ditambah penggunaan minyak goreng di Indonesia yang tinggi karena jumlah penduduk yang banyak, maka peluang untuk memurnikan *crude glycerol* hasil samping produksi biodiesel dari minyak goreng bekas sangatlah besar. Untuk itu, peluang yang ada harus dimanfaatkan dengan maksimal demi membantu pemenuhan kebutuhan gliserol di dalam negeri.

Gliserol merupakan hasil samping dari proses produksi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi yang kadar kemurniannya rendah. Biasanya gliserol ini disebut dengan gliserol kasar atau *crude glycerol* (Hazra dan Septiawan, 2014). *Crude glycerol* yang dihasilkan sekitar 10-20% dalam bentuk gliserin atau gliseridanya (Appleby, 2005 dalam Aziz *et al.*, 2017). *Crude glycerol* tersebut masih banyak mengandung zat pengotor, sehingga belum dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh industri penghasil biodiesel (Nadir dan Marlinda, 2013). Berdasarkan penelitian Aziz *et al.* (2017), kadar gliserol hasil samping produksi

biodiesel dari minyak goreng bekas sebesar 32,23%. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemurnian terhadap gliserol yang dihasilkan agar dapat dimanfaatkan menjadi salah satu bahan baku pembuatan produk lain, sehingga dapat dipasarkan secara komersial. Menurut standar mutu SNI 06-1564-1995 tentang Gliserol (*Crude Glycerol*), kemurnian kadar gliserol yang dapat dipasarkan yaitu >80%.

Umumnya, pemurnian *crude glycerol* dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu dengan proses adsorpsi, filtrasi, destilasi, ekstraksi, dan pertukaran ion menggunakan resin (Attarbachi *et al.*, 2023). Kombinasi metode evaporasi, asidifikasi, netralisasi, dan sentrifugasi juga dapat digunakan untuk memurnikan *crude glycerol* (Kurniasih *et al.*, 2020). Menurut Alviany *et al.* (2023), parameter penting dalam menentukan penggunaan metode pemurnian *crude glycerol* adalah karakteristik dari bahan baku *crude glycerol*. Jika kemurnian *crude glycerol* >50%, maka hanya perlu dilakukan pemurnian secara fisik (Suseno *et al.*, 2019 dan Ningsih, 2019). Sedangkan apabila kemurnian dari *crude glycerol* <50%, maka perlu dilakukan proses pemurnian dengan mengkombinasikan antara proses fisik dan kimia (Alviany *et al.*, 2023). Hal ini perlu dilakukan agar proses pemurnian terjadi secara optimal.

Salah satu proses kimia dalam pemurnian *crude glycerol* adalah proses pengasaman (asidifikasi). Metode asidifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan asam kuat seperti asam fosfat, asam sulfat, dan asam klorida. Asam fosfat banyak dipilih untuk digunakan karena lebih aman dan tidak merusak lingkungan (Nadeak *et al.*, 2019). Berbagai penelitian tentang pemurnian gliserol yang menggunakan asam fosfat dalam pengasaman telah memberikan hasil yang optimal. Berdasarkan penelitian Hazra dan Septiawan (2014) serta Lestari *et al.* (2015), konsentrasi asam fosfat terbaik dalam proses asidifikasi pada pemurnian gliserol adalah 5% yaitu mendapatkan kemurnian kadar gliserol masing-masing 83,46% dan 77,25%. Menurut Lestari *et al.* (2015), semakin tinggi konsentrasi asam fosfat, kemurnian kadar gliserol yang dihasilkan semakin menurun.

Proses asidifikasi biasanya dilanjutkan dengan proses netralisasi (Dhabhai *et al.*, 2023). Senyawa Natrium Hidroksida (NaOH) digunakan untuk menetralkan pH dan mengubah asam yang terkandung pada *crude glycerol* dari proses asidifikasi menjadi senyawa garam anorganik sehingga dapat mengendap ke

bawah. Menurut Kurniasih *et al.* (2020), suhu netralisasi berpengaruh secara signifikan terhadap kemurnian gliserol yang dihasilkan. Pada penelitian Kurniasih *et al.* (2020), kadar gliserol tertinggi diperoleh pada variasi rasio mol *crude gliserol* :  $H_3PO_4$  (1:3), temperatur 30°C, dan waktu netralisasi 90 menit yaitu sebesar 81,20%.

Penelitian ini bermaksud untuk memurnikan *crude glyserol* hasil samping produksi biodiesel dari minyak goreng bekas melalui kombinasi proses fisik dan kimia berupa destilasi, asidifikasi menggunakan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ), netralisasi menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan variasi suhu netralisasi, serta sentrifugasi.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh suhu netralisasi terhadap kemurnian gliserol yang dihasilkan.
2. Mengidentifikasi karakteristik gliserol sebelum dan sesudah dilakukan proses pemurnian.

## 1.3 Kerangka Pemikiran

Minyak goreng bekas mengandung senyawa karsinogenik yang terbentuk saat proses penggorengan (Cahyati dan Pujaningtyas, 2017). Senyawa karsinogenik tersebut berbahaya jika terus dikonsumsi karena dapat memicu penyakit kanker. Jika dibuang ke lingkungan, minyak goreng bekas dapat menimbulkan bau tidak sedap karena adanya senyawa asam lemak bebas yang terkandung didalamnya. Aroma yang dikeluarkan dapat mengundang serangga seperti lalat serta hewan mikroorganisme sehingga menciptakan lingkungan yang tidak sehat. Untuk itu, akan lebih baik jika minyak goreng bekas dimanfaatkan untuk memproduksi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi. Gliserol dengan tingkat kemurnian rendah juga akan dihasilkan dari reaksi tersebut sebagai produk samping.

Untuk meningkatkan kualitas gliserol kasar (*crude glycerol*), perlu dilakukan proses pemurnian. Pemurnian gliserol dapat dilakukan dengan mengkombinasikan proses fisik dan kimia untuk mendapatkan hasil yang optimal

(Alviany *et al.*, 2023). Maka dari itu, penelitian ini menggunakan proses secara fisik berupa destilasi untuk memisahkan metanol dan sentrifugasi untuk memisahkan padatan. Selain itu, digunakan juga proses secara kimia berupa asidifikasi untuk memisahkan garam anorganik dan asam lemak bebas serta netralisasi untuk mengendapkan senyawa non-gliserol dan menetralkan pH gliserol. Kurniasih *et al.* (2020) menyatakan bahwa kombinasi proses evaporasi metanol, asidifikasi, netralisasi, dan sentrifugasi diyakini dapat memurnikan gliserol. Selain itu, kombinasi tersebut mudah dan ekonomis, serta dapat memurnikan gliserol hingga kemurnian 81,20% (Kurniasih *et al.*, 2020).

#### **1.4 Hipotesis**

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diambil dari beberapa sumber penelitian, dapat diambil beberapa hipotesis yaitu sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh suhu netralisasi terhadap tingkat kemurnian gliserol yang dihasilkan.
2. Terdapat hasil perbedaan karakteristik gliserol sebelum dan sesudah dilakukan proses pemurnian.

#### **1.5 Kontribusi**

Adapun kontribusi dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi lingkungan diharapkan dapat memurnikan gliserol hasil samping produksi biodiesel dari minyak goreng bekas dengan metode asidifikasi, sehingga mengurangi limbah kimia yang memiliki dampak buruk bagi lingkungan.
2. Bagi pendidikan diharapkan dapat dijadikan sumber referensi, sumber informasi, dan bahan bacaan dalam pemurnian *crude glycerol* serta diharapkan dapat dimanfaatkan dan diterapkan dalam kegiatan praktikum.
3. Bagi masyarakat diharapkan dapat memberikan wawasan dan keterampilan masyarakat dalam pemurnian *crude glycerol* hasil samping produksi biodiesel dari minyak goreng bekas melalui kombinasi proses fisik dan kimia.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Minyak Goreng Bekas

Minyak yang telah digunakan untuk menggoreng disebut sebagai minyak goreng bekas. Sebenarnya kebanyakan minyak goreng bekas merupakan minyak yang telah rusak. Menurut Cahyati dan Pujaningtyas (2017), minyak yang kandungan LTJ (Lemak Tak Jenuh)-nya tinggi hanya mendapatkan nilai tambah pada penggorengan pertama, sedangkan minyak yang tinggi kandungan ALJ (Asam Lemak Jenuh) dapat bertahan lebih lama, meski tetap akan terdegradasi dan rusak juga akhirnya. Sebagian ikatan rangkap akan terjenuhkan oleh proses penggorengan. Penggunaan berulang dan berkepanjangan dapat menyebabkan oksidasi ikatan rangkap, sehingga terbentuk gugus peroksida dan monomer siklik.

Menurut Cahyati dan Pujaningtyas (2017), minyak goreng bekas merupakan bahan sisa buangan dan dari segi komposisi kimia yang ditinjau, terkandung senyawa karsinogenik pada minyak goreng bekas yang terjadi saat proses penggorengan. Dengan demikian, jelaslah bahwa penggunaan minyak goreng bekas secara terus menerus dapat berbahaya bagi kesehatan manusia, menyebabkan penyakit kanker dan akibatnya dapat menurunkan kecerdasan generasi penerus. Untuk itu diperlukan penanganan yang tepat agar limbah minyak goreng bekas ini bermanfaat dan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Salah satu cara memanfaatkan minyak goreng bekas agar bermanfaat bagi berbagai aspek adalah dengan mengubahnya menjadi biodiesel melalui proses kimia. Hal ini dimungkinkan karena minyak goreng bekas merupakan minyak nabati yang berasal dari minyak sawit mentah (CPO). Biodiesel dapat terbentuk melalui reaksi transesterifikasi, dimana trigliserida yang terkandung pada minyak akan bereaksi dengan senyawa alkohol yang dibantu oleh katalis basa. Pembentukan biodiesel juga diikuti dengan pembentukan gliserol sebagai produk samping. Akan tetapi, gliserol yang dihasilkan memiliki tingkat kemurnian yang rendah.

Minyak goreng bekas tergolong limbah organik yang banyak mengandung senyawa hidrokarbon, apabila terurai di lingkungan akan meningkatkan keasaman lingkungan sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap, dan mengakibatkan adanya mikroorganisme yang merugikan manusia (Cahyati dan Pujaningtyas, 2017). Penggunaan minyak goreng bekas untuk memproduksi biodiesel menawarkan sejumlah manfaat, antara lain mengurangi limbah rumah tangga atau industri makanan dan mengurangi biaya produksi biodiesel, sehingga lebih murah dibandingkan dengan penggunaan minyak nabati murni.

**Tabel 1.** Komposisi Asam Lemak Minyak Goreng Bekas

<b>Asam Lemak</b>	<b>Komposisi (%)</b>	<b>Bobot Molekul (g/mol)</b>
Asam Laurat (C <sub>12</sub> :0)	0,3169	200,324
Asam Miristat (C <sub>14</sub> :0)	0,9158	228,378
Asam Palmitat (C <sub>16</sub> :0)	39,8943	256,432
Asam Palmitoleiat (C <sub>16</sub> :1)	0,1612	254,320
Asam Stearat (C <sub>18</sub> :0)	3,9618	284,486
Asam Oleat (C <sub>18</sub> :1)	44,4939	282,486
Asam Linoleat (C <sub>18</sub> :2)	9,5429	280,486
Asam Arakidat (C <sub>20</sub> :0)	0,3574	312,540
Asam Eikosenoat (C <sub>20</sub> :1)	0,1392	310,540

Sumber: (Prastio, 2021)

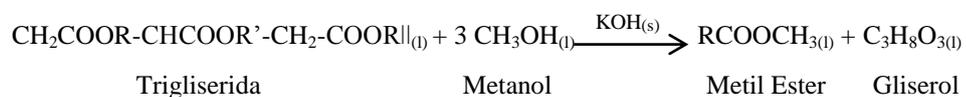
Pada penelitian ini digunakan minyak goreng bekas sisa penggorengan Peyek Kacang. Minyak yang diambil merupakan minyak yang sudah digunakan untuk menggoreng Peyek sebanyak 3 (tiga) kali. Minyak yang sudah digunakan berulang kali dapat mengalami kerusakan yang ditandai dengan timbulnya bau dan rasa tengik yang disebut proses ketengikan (*rancidity*). Proses tersebut dapat disebabkan oleh otoolsidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam lemak karena adanya ikatan rangkap dalam asam lemak tak jenuh. Otoolsidasi diawali dengan terbentuknya radikal bebas akibat faktor yang dapat mempercepat reaksi seperti cahaya, panas, peroksida lemak atau hidroperoksida, logam berat seperti Cu, Fe, Co dan Mn. Bau tengik yang tidak sedap disebabkan oleh terbentuknya senyawa akibat penguraian hidroperoksida.



**Gambar 1.** Minyak Goreng Bekas

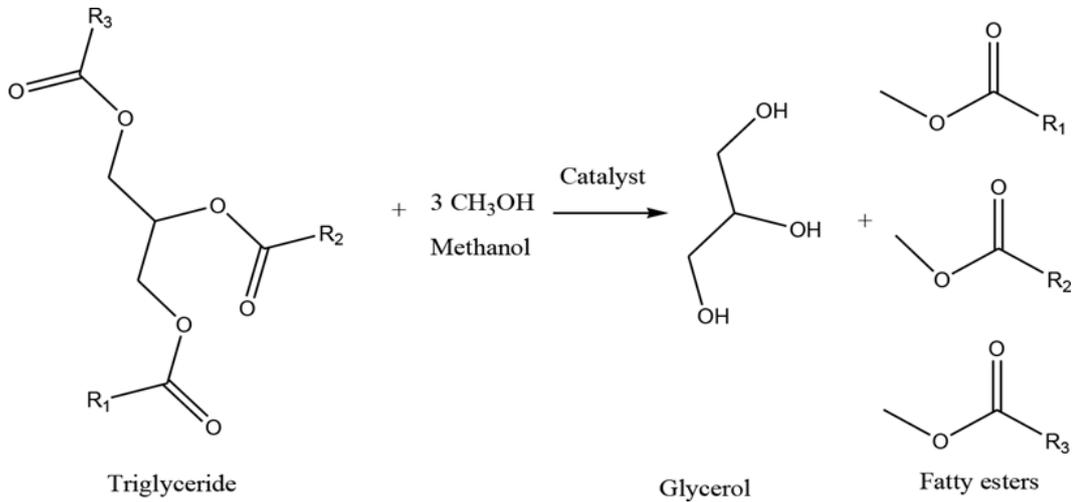
## 2.2 Transesterifikasi

Menurut Cahyati dan Pujaningtyas (2017), transesterifikasi (alkoholisis) melibatkan pengambilan molekul trigliserida atau kompleks asam lemak, menetralkan ALB, menghilangkan gliserol, dan membentuk alkil ester. Reaksi transesterifikasi minyak nabati dalam industri biodiesel menghasilkan metil atau etil ester, asam lemak, dan gliserol sebagai produknya. Secara teoritis, untuk setiap 3 mol metil atau etil ester diperoleh 1 mol gliserol, yang setara dengan sekitar 10% dari berat biodiesel yang diperoleh (Silva *et al.*, 2023). Katalis sering digunakan untuk meningkatkan laju reaksi dan memperbesar rendemen. Reaksi transesterifikasi dengan katalis basa biasanya menggunakan alkoksida (logam alkali), NaOH, KOH dan NaHCO<sub>3</sub> sebagai katalis. Berikut reaksi kimia pembentukan gliserol.



Untuk meningkatkan jalannya reaksi transesterifikasi diperlukan pengadukan dan pemanasan sekitar 50°C hingga 60°C atau di bawah titik didih metanol (64,7°C). Sedangkan menurut beberapa hasil penelitian, reaksi transesterifikasi memerlukan suhu sekitar 40°C untuk memisahkan gliserin dan metil ester (biodiesel). Secara umum, reaksi transesterifikasi menggunakan metanol atau etanol sebagai reaktan. Dalam penelitian ini, metanol dipilih sebagai

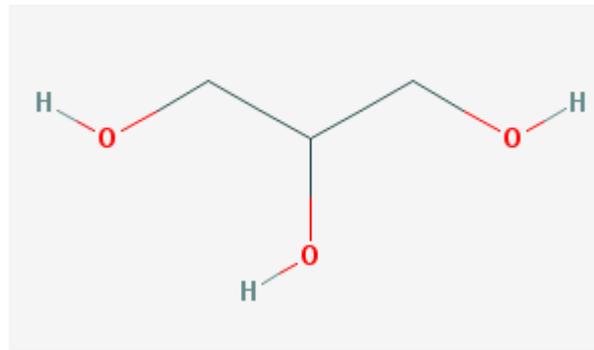
reagen karena merupakan alkohol yang paling reaktif (Hasan, 2019). Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi reversibel, sehingga pergeseran reaksi relatif bergerak ke kanan (menuju produk) dan biasanya dilakukan dengan menggunakan alkohol berlebih dari kesetimbangan stoikiometri.



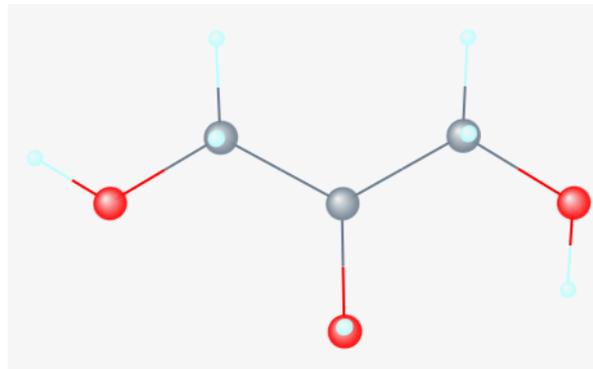
**Gambar 2.** Produksi Gliserol dari Reaksi Transesterifikasi (Bagnato *et al.*, 2017)

### 2.3 Gliserol

Menurut Wahyuni *et al.* (2016), gliserol (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>) merupakan senyawa golongan alkohol polihidrat dengan tiga buah gugus hidroksil dalam satu molekul, bersifat polar dan kental. Gliserol dapat diperoleh dengan transesterifikasi pada industri biodiesel, saponifikasi pada industri sabun, dan hidrolisis pada industri asam lemak. Sebagai hasil sampingan pada produksi biodiesel, residu gliserol berupa gliserol kasar (*crude glycerol*) yang mengandung pengotor berupa asam lemak bebas, asam lemak metil ester dan garam anorganik, metanol dan air. Umumnya gliserol kasar yang dihasilkan sekitar 10-20% dari total volume produk biodiesel, tetapi belum dimanfaatkan sepenuhnya karena terdapat banyak pengotor (Suseno *et al.*, 2019). Kadar gliserol dalam *crude glycerol* dapat bervariasi tergantung dari sumber bahan baku yang digunakan serta proses produksi dan pemurnian produk biodiesel tersebut.



(a)



(b)

**Gambar 3.** Struktur Senyawa Gliserol (a) Struktur Dua Dimensi; (b) Struktur Tiga Dimensi (Kim *et al.*, 2015)

Untuk meningkatkan kandungan gliserol dari *crude glycerol*, teknik ekstraksi asam-basa sering digunakan (Suseno *et al.*, 2019). *Crude glycerol* yang didalamnya terkandung sabun diasidifikasi dengan menambahkan asam seperti asam fosfat, untuk dipecah menjadi asam lemak, dan kemudian basa ditambahkan untuk menetralkan kelebihan asam. Kandungan gliserol dalam *crude glycerol* dapat ditingkatkan hingga sekitar 60-80% dengan menggunakan teknik ekstraksi asam basa (Suseno *et al.*, 2019).

Perlakuan lebih lanjut terhadap gliserol dapat meningkatkan nilai ekonomisnya. Dalam industri kimia, gliserol merupakan bahan yang diperlukan untuk berbagai kegunaan, seperti penyedap makanan, pelarut bahan obat-obatan, multivitamin, bahan untuk *lotion* kulit, sabun produk kecantikan, bedak cair, pembersih mata, poliester, resin alkil, pelumas, zat antibeku, bahan baku dalam pengolahan karet dan sebagai bahan baku larutan pembersih (seperti *hand sanitizer*). Gliserol digunakan dalam bentuk gliserin dan gliseridanya. Gliserol

diproduksi secara komersial dengan kemurnian berkisar antara 85% sampai 96% (*Contreras, I., dkk., 2015*). Berdasarkan standar mutu SNI 06-1564-1995, kemurnian kadar gliserol yang dapat dipasarkan yaitu >80%. Pada Tabel 2 disajikan sifat fisikokimia gliserol.

**Tabel 2.** Sifat Fisikokimia Gliserol Standar SNI 06-1564-1995

Sifat Fisikokimia`	Standar Gliserol SNI 06-1564-1995
Densitas	1,267 g/mL
Kadar Air	<10%
Kadar Abu	<10%
Kadar MONG	<2,5%
Kadar Gliserol	>80%

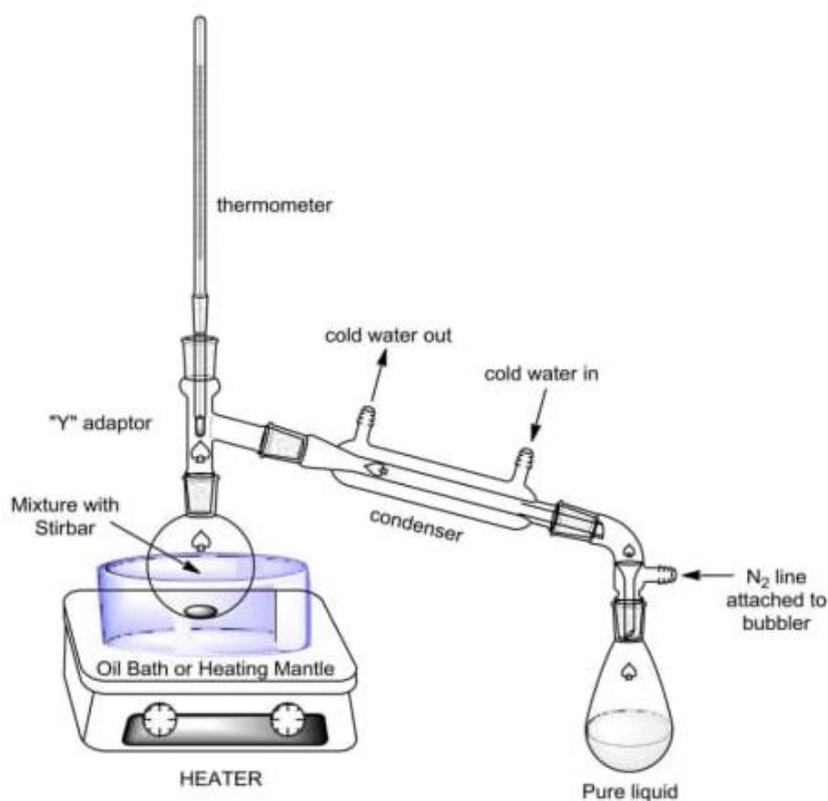
Sumber: Standar SNI 06-1564-1995 Tentang Gliserol (*Crude Glycerol*)

#### 2.4 Destilasi

Destilasi merupakan sebuah metode pemisahan campuran berdasarkan perbedaan tingkat volatilitas (kemudahan suatu zat untuk menguap) pada suhu dan tekanan tertentu. Destilasi termasuk proses fisika dimana tidak adanya reaksi kimia yang terjadi selama proses berlangsung. Pada penelitian ini, dilakukan pemisahan metanol dari *crude glycerol*. Metanol merupakan bahan kimia beracun yang harus dihilangkan karena dapat berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan. Gliserol banyak digunakan, termasuk di bidang farmasi, maka gliserol yang akan digunakan harus benar-benar aman dari berbagai bahan kimia berbahaya (*Xiao et al., 2013*). Pemisahahan metanol dilakukan dengan menggunakan metode destilasi sederhana karena perbedaan titik didih metanol dan gliserol yang jauh yaitu masing-masing 67,4°C dan 290°C.

Aplikasi destilasi dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu skala laboratorium dan skala industri. Perbedaan dari keduanya terletak pada sistem ketersinambungan. Pada skala laboratorium, destilasi dilakukan dengan proses *batch* dimana proses pemisahan dilakukan dalam sekali jalan. Saat proses pemisahan suatu campuran sudah selesai, maka proses destilasi dihentikan dan sampel yang diinginkan diambil. Jika ingin memisahkan campuran yang sama, proses dilakukan dari awal. Sedangkan pada skala industri proses dilakukan secara *continue* dimana proses pemisahan dilakukan secara terus menerus. Saat bahan campuran awal habis maka akan ditambahkan lagi tanpa menghentikan proses destilasi.

Destilasi dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut sebagai destilator sederhana. Komponen utama dari destilator sederhana diantaranya adalah *heater*, termometer, Y adaptor, labu destilasi, kondensor, pipa alonga, selang, pompa air pendingin, ember, dan *erlenmeyer* penampung hasil kodensasi. Mekanisme kerja dari alat ini adalah pemanasan menggunakan penangas air sehingga zat yang ingin dipisahkan (dengan titik didih lebih rendah) menguap. Uap bergerak melewati kondensor yang dialiri air pendingin sehingga berubah fasa dari gas menjadi cair dan mengalir masuk ke dalam *erlenmeyer* penampung. Berikut gambar rangkaian alat destilator sederhana.



**Gambar 4.** Rangkaian Alat Destilator Sederhana (Anonim, 2021)

## 2.5 Asidifikasi

Asidifikasi atau pengasaman merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses pemurnian *crude glycerol*. Asidifikasi digunakan untuk menghilangkan asam lemak tersabunkan, asam lemak bebas, metil ester, dan katalis (Dhabhai *et al.*, 2023). Pada tahap pengasaman, asam seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HClO<sub>4</sub>, dan CH<sub>3</sub>COOH ditambahkan untuk mengubah sabun dan katalis basa menjadi asam lemak bebas, garam, dan air (Velez *et al.*, 2019). Setelah

pengasaman, biasanya gliserol kasar akan dipisahkan menjadi tiga lapisan. Asam lemak bebas yang tidak larut membentuk lapisan atas. Bagian tengahnya kaya akan gliserol, dan garamnya mengendap di bagian bawah (Ardi *et al.*, 2015).

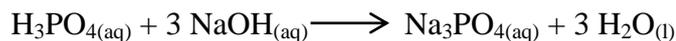
Gliserol kasar dari pabrik biodiesel Thailand menggunakan katalis alkali diolah terlebih dahulu dengan pengasaman dan netralisasi (Manosak *et al.*, 2011 dan Hunsom *et al.*, 2013). Asam Fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) ditambahkan ke gliserol mentah untuk menyesuaikan pH menjadi 2,5. Setelah dikocok selama 1 jam, campuran dibiarkan hingga murni melalui pelapisan. Menurut Khairati (2022), penambahan asam posfat menyebabkan terbentuknya dua lapisan, yaitu lapisan asam lemak bebas dan lapisan campuran antara gliserol, sisa metanol, dan endapan kalium posfat. Endapan kalium fosfat tribasa yang merupakan senyawa garam anorganik terbentuk dari reaksi asam-basa antara Asam Fosfat dan Kalium Hidroksida. Berikut reaksi kimia asam-basa yang terjadi selama proses asidifikasi.



Berdasarkan reaksi diatas, untuk mereaksikan 3 mol Kalium Hidroksida hanya diperlukan 1 mol Asam Fosfat. Akan tetapi, pada proses asidifikasi Asam Fosfat berlebih ditambahkan karena selain merubah katalis (KOH) juga berfungsi untuk mengikat asam lemak bebas agar dapat ikut mengendap bersama dengan garam kalium fosfat tribasa. Lapisan antara padatan dan cairan yang terbentuk akan dipisahkan secara dekantasi. Cairan yang telah dipisahkan akan dilakukan proses lanjutan, sedangkan padatan dibiarkan.

## 2.6 Netralisasi

Setelah dilakukan proses asidifikasi, fase kaya gliserol dipisahkan dan kemudian dilakukan proses netralisasi. Proses ini bertujuan untuk menetralkan pH dari proses asidifikasi. Selama prosedur netralisasi, Natrium Hidroksida (NaOH) atau Kalium Hidroksida (KOH) ditambahkan ke fase kaya gliserol (Velez *et al.*, 2019). Netralisasi dengan NaOH banyak digunakan di skala industri, karena lebih efisien dan lebih murah bila dibandingkan dengan zat penetralisasi yang lain (Assad *et al.* 2021). Selain itu, penggunaan NaOH juga membantu dalam mengurangi zat warna. Pada proses ini akan terbentuk senyawa garam berupa trinitrium fosfat dan endapan senyawa non-gliserol. Berikut reaksi asam-basa yang akan terjadi pada proses netralisasi.



Pada proses Netralisasi, suhu dan waktu memberikan pengaruh yang signifikan (Kurniasih *et al.*, 2020). Berdasarkan optimasi yang dilakukan, suhu netralisasi terbaik berada pada *range* 30°C sampai dengan 90°C (Kurniasih *et al.*, 2020). Berdasarkan teori kinetika reaksi, semakin tinggi suhu reaktan akan meningkatkan energi kinetik partikel yang menyebabkan meningkatnya proses tumbukan antar partikel, sehingga reaksi akan terjadi lebih cepat. Reaksi tersebut membentuk senyawa air (H<sub>2</sub>O) sebagai produk samping. Air yang terbentuk harus dihilangkan agar kadar air yang terkandung pada gliserol sesuai dengan SNI 06-1564-1995 tentang Gliserol (*Crude Glycerol*) yaitu <10%. Penghilangan air dapat dilakukan dengan cara menguapkannya menggunakan melalui proses pemanasan.

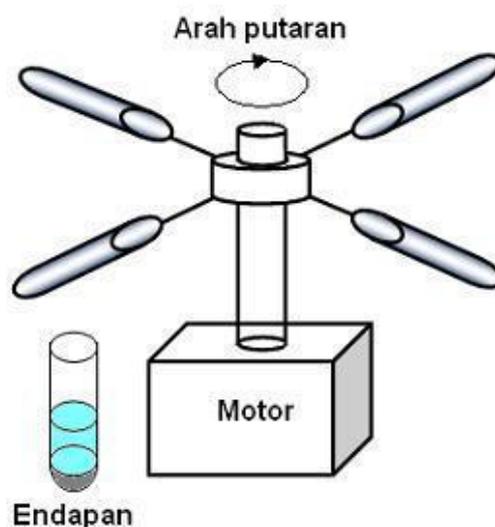
## 2.7 Sentrifugasi

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pemisahan campuran heterogen (padat-cair) adalah sentrifugasi. Sentrifugasi merupakan metode pemisahan partikel padat dari cairan menggunakan prinsip gravitasi dengan menerapkan gaya sentrifugal pada partikel padat. Gaya sentrifugal adalah proses yang terjadi ketika berat suatu partikel bertambah dari keadaan normalnya (sekitar 9,8 m/s<sup>2</sup>) seiring dengan kecepatan serta sudut kemiringan perputaran partikel tersebut terhadap sumbunya. Selama pemisahan, partikel dengan densitas lebih tinggi dari pelarut akan mengendap (sedimentasi) dan partikel yang lebih ringan akan ke atas (Gopala, 2016).

Senyawa-senyawa dengan densitas hampir sama pada campuran heterogen akan sulit dipisahkan. Proses pengendapan akan berjalan sangat lambat jika hanya didiamkan dengan mengandalkan gaya gravitasi. Beberapa campuran senyawa dengan sifat ini adalah koloid, seperti emulsi. Teknik sentrifugasi dapat digunakan untuk memisahkan campuran tersebut. Teknik ini dapat mempersingkat proses pengendapan dengan menerapkan gaya sentrifugal pada partikel-partikelnya. Metode ini menggunakan alat berupa *centrifuge*. Alat ini menggunakan gaya sentrifugal untuk meningkatkan laju pengendapan (Domas, 2013).

Bentuk *centrifuge* yang sangat sederhana terdiri dari sebuah rotor yang diberi lubang-lubang untuk memasukkan wadah/tabung yang berisi cairan dan sebuah motor atau perangkat lain yang memungkinkan rotor tersebut berputar

dengan kecepatan yang diinginkan. Komponen utama proses sentrifugasi adalah instrumen *centrifuge*, rotor, dan tabung (wadah sampel). Instrumen *centrifuge* merupakan komponen penggerak proses sentrifugasi karena memiliki motor internal yang dapat berputar dan menyesuaikan kecepatan putaran. Bahan yang akan disentrifugasi didistribusikan ke dalam sejumlah tabung *centrifuge* yang sesuai dan dipasang secara simetris dalam blok berputar, yang disebut rotor (Gopala, 2016).



**Gambar 5.** Pengendapan Dengan Teknik Sentrifugasi (Domas, 2013)

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian dari Muhammad dan Susila (2023) mendapatkan kadar gliserol sebesar 52,23% dengan metode asidifikasi dan adsorpsi dengan menggunakan Asam Klorida (HCl) dan adsorben yang terbuat dari daun bambu. *Crude glycerol* yang dimurnikan merupakan hasil samping produksi biodiesel dari biji Karet. Kelemahan dari metode ini adalah penambahan asam klorida dengan rasio mol (n/n) HCl : Gliserol 1:1 menyebabkan kandungan asam lemak pada gliserol terlalu tinggi sehingga sulit dipisahkan. Penambahan asam klorida menyebabkan terjadinya penurunan kemurnian kadar gliserol yang dihasilkan.

Penelitian yang dilakukan Nadeak *et al.*, (2019) mendapatkan kadar gliserol sebesar 67,22% dengan metode asidifikasi menggunakan Asam Fosfat dan adsorpsi menggunakan limbah cangkang telur ayam. Pada penelitian ini, kadar gliserol meningkat cukup tinggi, yaitu dari 37,2283 menjadi 58,1358% setelah dilakukan proses asidifikasi. Kemudian *crude glycerol* diadsorpsi dengan

pengadukan 250 rpm selama 2 jam. Kemurnian gliserol yang dihasilkan belum sesuai dengan gliserol standard BS 2621: 1979 yang disebabkan karena kadar abu, kadar air, dan *Matter Organic Non Glycerol* (MONG) yang terkandung pada gliserol tersebut terlalu tinggi. Proses adsorpsi belum memberikan hasil optimal dalam pemurnian *crude glycerol*.

Kemudian penelitian yang dilakukan Hazra dan Septiawan (2014) mendapatkan kemurnian kadar gliserol sebesar 83,46% dengan menggunakan metode asidifikasi dan filtrasi. Pada penelitian ini, dihasilkan kadar abu gliserol terkecil yaitu sebesar 1,98% pada penambahan asam fosfat konsentrasi 7,5%. Dimana parameter kadar abu sendiri menunjukkan adanya senyawa anorganik berupa logam dan mineral yang terkandung didalamnya. Akan tetapi, nilai tersebut masih memenuhi standar SNI 06-1564-1995 yang memberikan batas maksimal kadar abu sebesar 10%. Terlepas dari itu semua, metode ini mudah diaplikasikan dan asam fosfat merupakan jenis asam yang cukup aman digunakan bagi lingkungan.

Berikut ini merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan beberapa peneliti:

**Tabel 3.** Hasil Penelitian dari Beberapa Peneliti

Judul	Metode	Hasil
Pengaruh Volume Berat Adsorben Daun Bambu dalam Proses Adsorpsi Terhadap Kualitas Pemurnian Gliserol dari Hasil Samping Biodiesel Biji Karet ( <i>Hevea Brasiliensis</i> )(Muhammad dan Susila, 2023)	Menggunakan metode asidifikasi dan adsorpsi dengan variasi berat adsorben 12%, 14%, 16%, 18%, dan 20%	Kadar gliserol terbesar yaitu 52,23% didapatkan pada berat adsorben 20%, dimana terjadi peningkatan kemurnian gliserol sebesar 16,37% dari sebelumnya sebesar 35,86%
Optimalisasi Pemurnian Gliserol dari Unit Biodiesel Teaching Factory Untuk Sediaan Farmasi (Kurniasih <i>et al.</i> , 2020)	Menggunakan metode evaporasi, asidifikasi, netralisasi, dan sentrifugasi dengan variasi rasio mol <i>crude gliserol</i> : H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> serta temperatur dan waktu netralisasi	Didapatkan kadar gliserol tertinggi pada variasi rasio mol <i>crude glycerol</i> : H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (1:3), temperatur netralisasi 30°C, dan waktu netralisasi selama 90 menit yaitu sebesar 81,20%

Judul		Metode	Hasil
Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Dengan Asidifikasi Dan Adsorpsi (Nadeak <i>et al.</i> , 2019)	Menggunakan metode asidifikasi dan adsorpsi dengan variasi rasio berat (w/w) asam 1:0,2; 1:0,4; 1:0,6; 1:0,8; dan 1:1 serta variasi adsorpsi persen berat adsorben 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%	Kemurnian gliserol terbaik didapatkan pada rasio berat (w/w) asidifikasi 1:0,6, persen berat adsorben (%w/w) 15% dengan kadar gliserol sebesar 67,22%	
Pemurnian Gliserol dari Hasil Samping Pembuatan Biodiesel Menggunakan Bahan Baku Minyak Goreng Bekas (Aziz <i>et al.</i> 2017)	Menggunakan metode asidifikasi dan adsorpsi dengan variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7; konsentrasi karbon aktif 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; serta lama waktu adsorpsi 2 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam, dan 48 jam	Kemurnian kadar gliserol sebesar 76,43% didapatkan pada kondisi optimum yaitu pada pH 6, konsentrasi karbon aktif 5% dan waktu adsorpsi 24 jam	
Pemurnian Gliserol dari Hasil Samping Produksi Biodiesel Minyak Kelapa Sawit (Hazra dan Septiawan, 2014)	Menggunakan metode asidifikasi dan filtrasi dengan variasi konsentrasi asam fosfat yaitu 2,5%, 5%, dan 7,5% (v/v).	Kemurnian kadar gliserol paling optimal didapatkan pada konsentrasi asam fosfat 5% (v/v) yaitu sebesar 83%.	
Pemurnian Gliserol dari Hasil Samping Pembuatan Biodiesel (Novitasari <i>et al.</i> , 2012)	Menggunakan metode distilasi, netralisasi, <i>bleaching</i> , dan filtrasi dengan variasi jenis asam yaitu HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , dan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Didapatkan densitas sebesar 1,26 g/mL dan perubahan warna yang paling signifikan dibandingkan dengan adsorben lain	

Dari beberapa penelitian tersebut diatas, banyak yang menggunakan metode adsorpsi dan asidifikasi. Metode adsorpsi umumnya menggunakan adsorben yang hanya bekerja secara optimal dalam waktu tertentu dan pada beberapa kasus dapat menyerap gliserol sehingga menurunkan kadar gliserol yang dihasilkan (Alviany *et al.*, 2023). Sedangkan metode asidifikasi dapat dijadikan pilihan dengan menggunakan senyawa asam yang aman dan tidak merusak lingkungan seperti asam fosfat (Nadeak *et al.*, 2019).