

**PENGARUH WAKTU PENGGUNAAN MINYAK GORENG
KELAPA SAWIT TERHADAP KARAKTERISASI
TRIGLISERIDA DAN *CRUDE GLYCEROL***

SKRIPSI



INTAN FEBIOLA ARIANING

NIM. 131335300008

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM
MEDIS**

FAKULTAS ILMU KESEHATAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

2018

**PENGARUH WAKTU PENGGUNAAN MINYAK GORENG
KELAPA SAWIT TERHADAP KARAKTERISASI
TRIGLISERIDA DAN *CRUDE GLYCEROL***

SKRIPSI



INTAN FEBIOLA ARIANING

NIM. 131335300008

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM
MEDIS**

FAKULTAS ILMU KESEHATAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

2018

**PENGARUH WAKTU PENGGUNAAN MINYAK GORENG
KELAPA SAWIT TERHADAP KARAKTERISASI
TRIGLISERIDA DAN *CRUDE GLYCEROL***

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Kesehatan
bidang Teknologi Laboratorium Medis pada Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas
Muhammadiyah Sidoarjo

Oleh:

INTAN FEBIOLA ARIANING

NIM. 131335300008

Tanggal Lulus: 22 Januari 2018

Disetujui Oleh:

Pembimbing,



Galuh Ratmana Hanum, S.Si., M.Si
NIP. 215510

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

**PENGARUH WAKTU PENGGUNAAN MINYAK GORENG KELAPA
SAWIT TERHADAP KARAKTERISASI TRIGLISERIDA DAN *CRUDE*
*GLYCEROL***

Yang dipersiapkan dan disusun oleh
Intan Febiola Arianing
NIM. 131335300008
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 22 Januari 2018

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Galuh Ratmana Hanum, S.Si., M.Si
NIP. 215510

Penguji I



Jamilatur Rohmah, S.Si., M.Si
NIP. 214486

Penguji II



Puspitasafi, S.ST., MPH
NIP. 213343

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Kesehatan
Tanggal 22 Januari 2018

Ketua Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo



SM. Faridah Hanum, S. ST., M. M., M. Kes
NIP. 213347

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Sidoarjo, 09 Februari 2018

Yang menyatakan,



Intan Febiola Arianing

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang lama waktu penggunaan minyak goreng kelapa sawit terhadap karakterisasi trigliserida dan *crude glycerol*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lama waktu penggunaan minyak goreng kelapa sawit secara harian terhadap karakterisasi trigliserida dan *crude glycerol* dengan parameter pH, aroma, warna, densitas, dan kadar. Sampel diberi perlakuan 0 hari sebagai kontrol, 4 hari sebagai P1, 8 hari sebagai P2, dan 12 hari sebagai P3 secara *experiment laboratory method*. Statistika yang digunakan yaitu uji *binomial* untuk aroma, uji *kruskal-wallis* untuk warna, dan uji *one way anova* untuk pH, densitas, dan kadar. Apabila terdapat pengaruh dilanjutkan ke uji *post hoc*. Hasil penelitian diperoleh trigliserida kontrol; P1; P2; P3 secara berturut-turut untuk pH yaitu 6,67; 6,13; 6,13; dan 5,88; untuk aroma yaitu tidak beraroma baik pada K; P1; P2; dan P3; untuk warna yaitu kuning; kuning; kuning jernih; kuning kecoklatan; untuk densitas yaitu 0,740; 0,789; 0,747; 0,734; dan kadar yaitu 93,8; 83,9; 80,2; 75,3. Sedangkan *crude glycerol* secara berturut-turut untuk pH yaitu 5,92; 6,18; 6,35; 6,28; untuk aroma yaitu tidak beraroma; untuk warna yaitu kuning; kuning; kuning merah; merah; untuk densitas yaitu 1,058; 0,961; 1,021; 1,036; dan kadar yaitu 34,4; 46,3; 51,1; 58,4. Hasil uji statistika menunjukkan bahwa lama waktu penggunaan tidak berpengaruh terhadap pH tetapi berpengaruh terhadap aroma, warna, densitas, dan kadar secara signifikan.

Kata kunci : minyak goreng, trigliserida, *crude glycerol*

ABSTRACT

The research about the effect of times palm cooking oil for characteristic triglyceride and crude glycerol has been done. This research aim to knowing the effect of times palm cooking oil for characteristic triglyceride and crude glycerol of pH, flavour, colour, density, and content for daily use. The category of sample is 0 day as control, 4 days as P1, 8 days as P2, 12 days as P3 with experiment laboratory method. The statistic was performed by binomial test for flavour, kruskal-wallis test for colour, and one way anova for pH, density, and content. If any treatment effect was continued with post hoc test. The result showed as control; P1; P2; P3 of characteristic triglyceride respectively for pH are 6.67; 6.13; 6.13; 5.88; for flavour is not flavourfull for all type; for colour are yellow; yellow; clear-yellow; brownish-yellow; for density are 0.740; 0.789; 0.747; 0.734; and content are 93.8; 83.9; 80.2; 75.3. whereas characteristic of crude glycerol respectively for pH are 5.92; 6.18; 6.35; 6.28; for flavour is not flavourfull for all type; for colour are yellow; yellow; red-yellow; red; for density are 1.058; 0.961; 1.021; 1.036; and content are 34.4; 46.3; 51.1; 58.4. The result of statistic is times palm cooking oil not influence for pH, but influence significantly for flavour, colour, density, and content.

Keywords: cooking oil, triglyceride, crude glycerol

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas terselesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Waktu Penggunaan Minyak Goreng Kelapa Sawit terhadap Karakterisasi Trigliserida dan *Crude Glycerol*”**. Shalawat dan salam dilimpahkan kepada Rasulullah SAW yang merupakan Rahmatan Lil Alamin (Rahmat bagi semesta alam).

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Terapan Kesehatan bidang Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bu SM. Faridah Hanum, S.ST., M. M., M. Kes selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan merangkap sebagai Kepala Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis.
2. Bu Galuh Ratmana Hanum, M. Si selaku Dosen Pembimbing yang telah memotivasi dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
3. Dosen-dosen dan staf Program Studi D-IV atas penyampaian ilmu yang bermanfaat.
4. Keluarga yang memberikan nasihat, dukungan, dan doa yang selalu dipanjatkan.
5. Teman-teman analis kesehatan angkatan 2013.
6. Seluruh pihak terkait yang membantu penyusunan skripsi ini.

Tentunya penulis menyadari bahwa proposal ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini.

Sidoarjo, 02 Desember 2017

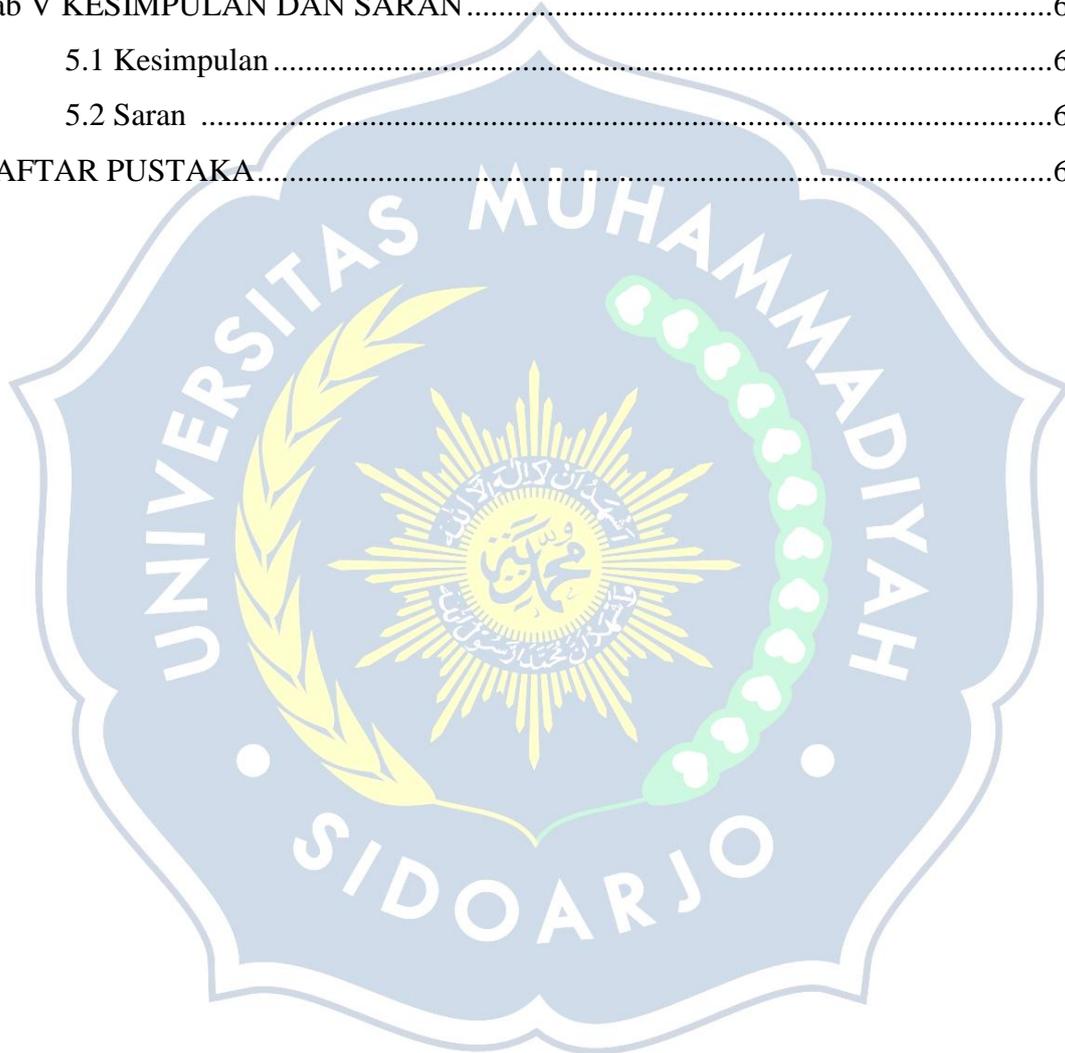
Intan Febiola Arianing

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Minyak Goreng	6
2.1.1 Sifat Organoleptik Minyak Goreng	6
2.2.2 Sifat Fisiko Kimia Minyak Goreng	6
2.2 Jenis-Jenis Minyak Goreng	7
2.2.1 Menurut Sifat Fisik	7
2.2.2 Menurut Sumber	7
2.2.3 Menurut Ada Ikatan Ikatan Ganda dalam Struktur Molekul	8
2.3 Minyak Goreng Kelapa Sawit	8
2.4 Komposisi Trigliserida dan Non Trigliserida dalam Minyak Goreng	10

2.5 Penggorengan	12
2.5.1 Pengertian Penggorengan	12
2.5.2 Jenis-Jenis Metode Penggorengan	12
2.5.3 Proses Penggorengan	14
2.6 Karakteristik Perubahan Minyak Goreng Jelantah	15
2.6.1 Sifat Organoleptik	15
2.6.2 Sifat Fisiko Kimia	16
2.7 Hubungan Trigliserida dengan Gliserol	17
2.7.1 Kegunaan Trigliserida	17
2.7.2 Mekanisme Peuraian Trigliserida	17
2.8 Keberadaan Gliserol dalam <i>Crude Glycerol</i>	18
2.8.1 Organoleptik <i>Crude Glycerol</i>	18
2.8.2 Gliserol	19
2.8.3 Mekanisme Terbentuknya Gliserol	20
2.8.4 Reaksi Transesterifikasi	21
2.9 Metode Pemisahan	22
BAB III METODELOGI PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.1.1 Waktu Penelitian	26
3.1.2 Tempat Penelitian	26
3.2 Jenis dan Variabel Penelitian	26
3.2.1 Jenis Penelitian	26
3.2.2 Variabel Penelitian	26
3.3 Pengumpulan Data	27
3.4 Teknik Analisis Data	27
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.6 Prosedur Kerja	28
3.6.1 Persiapan Sampel	28
3.6.2 Prosedur Pengujian	29
Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31

4.1 Karakterisasi pH Triglicerida dan <i>Crude Glycerol</i>	31
4.2 Karakterisasi Aroma Triglicerida dan <i>Crude Glycerol</i>	37
4.3 Karakterisasi Warna Triglicerida dan <i>Crude Glycerol</i>	40
4.4 Karakterisasi Densitas Triglicerida dan <i>Crude Glycerol</i>	48
4.5 Kadar Triglicerida dan <i>Crude Glycerol</i>	53
Bab V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komponen penyusun minyak kelapa sawit	11
Tabel 2.2	Kandungan asam lemak pada minyak goreng	11
Tabel 2.3	Komponen penyusun non trigliserida.....	11
Tabel 2.4	Standar Mutu Minyak Goreng.....	15
Tabel 3.1	Pengumpulan Data Trigliserida dan <i>Crude Glycerol</i>	27
Tabel 4.1	Karakterisasi pH Trigliserida	33
Tabel 4.2	Statistika Uji Normalitas pH Trigliserida.....	33
Tabel 4.3	Statistika Uji Homogenitas pH Trigliserida	33
Tabel 4.4	Statistika <i>One Way</i> ANOVA pH Trigliserida	34
Tabel 4.5	Karakterisasi pH <i>Crude Glycerol</i>	35
Tabel 4.6	Statistika Uji Normalitas pH <i>Crude Glycerol</i>	36
Tabel 4.7	Statistika Uji Homogenitas pH <i>Crude Glycerol</i>	36
Tabel 4.8	Statistika <i>One Way</i> ANOVA pH <i>Crude Glycerol</i>	37
Tabel 4.9	Karakterisasi Aroma Trigliserida	38
Tabel 4.10	Statistika <i>Binomial</i> Aroma Trigliserida.....	38
Tabel 4.11	Karakterisasi Aroma <i>Crude Glycerol</i>	39
Tabel 4.12	Statistika <i>Binomial</i> Aroma <i>Crude Glycerol</i>	39
Tabel 4.13	Warna Minyak Goreng sebelum Uji Trigliserida dan <i>Crude Glycerol</i>	41
Tabel 4.14	Karakterisasi Warna Trigliserida.....	42
Tabel 4.15	Foto Karakterisasi Warna Trigliserida	43
Tabel 4.16	Statistika <i>Kruskal-Wallis</i> Warna Trigliserida.....	43
Tabel 4.17	Karakterisasi Warna <i>Crude Glycerol</i>	44
Tabel 4.18	Foto Warna <i>Crude Glycerol</i>	45
Tabel 4.19	Statistika <i>Kruskal-Wallis</i> Warna <i>Crude Glycerol</i>	45
Tabel 4.20	Karakterisasi Warna Gliserol	46
Tabel 4.21	Foto Warna Gliserol	47
Tabel 4.22	Statistika <i>Kruskal-Wallis</i> Warna Gliserol	48

Tabel 4.23 Karakterisasi Densitas Triglicerida.....	48
Tabel 4.24 Statistika Uji Homogenitas Densitas Triglicerida	50
Tabel 4.25 Statistika Uji Normalitas Densitas Triglicerida.....	50
Tabel 4.26 Statistika <i>One Way</i> ANOVA Karakterisasi Densitas Triglicerida	50
Tabel 4.27 Karakterisasi Densitas <i>Crude Glycerol</i>	51
Tabel 4.28 Statistika Uji Homogenitas Densitas <i>Crude Glycerol</i>	52
Tabel 4.29 Statistika Uji Normalitas Densitas <i>Crude Glycerol</i>	52
Tabel 4.30 Statistika <i>One Way</i> ANOVA Karakterisasi Densitas <i>Crude Glycerol</i>	53
Tabel 4.31 Karakterisasi Kadar Triglicerida.....	53
Tabel 4.32 Statistika Uji Normalitas Kadar Triglicerida.....	55
Tabel 4.33 Statistika Uji Homogenitas Kadar Triglicerida	55
Tabel 4.34 Statistika <i>One Way</i> ANOVA Kadar Triglicerida.....	56
Tabel 4.35 Karakterisasi Kadar <i>Crude Glycerol</i>	56
Tabel 4.36 Kadar Gliserol	58
Tabel 4.37 Statistika Uji Normalitas Kadar <i>Crude Glycerol</i>	60
Tabel 4.38 Statistika Uji Homogenitas Kadar <i>Crude Glycerol</i>	60
Tabel 4.39 Statistika Uji Normalitas Kadar Gliserol.....	60
Tabel 4.40 Statistika Uji Homogenitas Kadar Gliserol	61
Tabel 4.41 Statistika <i>One Way</i> ANOVA Kadar <i>Crude Glycerol</i>	61
Tabel 4.42 Statistika <i>One Way</i> ANOVA Kadar Gliserol	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian buah kelapa sawit dalam pemanfaatan minyak goreng	9
Gambar 2.2 Minyak kelapa sawit yang siap dipasarkan	9
Gambar 2.3 Struktur Kimia Trigliserida	12
Gambar 2.4 Proses Peruraian Trigliserida	18
Gambar 2.5 Struktur Kimia Gliserol	20
Gambar 2.6 Alur Reaksi Transesterfikasi	21
Gambar 2.7 Corong Pisah.....	23
Gambar 2.8 Tingkat Kepolaran Pelarut	24
Gambar 4.1 Grafik Karakterisasi pH Trigliserida	32
Gambar 4.2 Grafik Karakterisasi pH <i>Crude Glycerol</i>	35
Gambar 4.3 Grafik Karakterisasi Densitas Trigliserida	49
Gambar 4.4 Grafik Karakterisasi Densitas <i>Crude Glycerol</i>	51
Gambar 4.5 Grafik Karakterisasi Kadar Trigliserida	54
Gambar 4.6 Grafik Karakterisasi Kadar <i>Crude Glycerol</i>	57
Gambar 4.7 Grafik Kadar Gliserol	58
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kadar <i>Crude Glycerol</i> dengan Gliserol.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Statistika Uji <i>Post Hoc</i>	69
Lampiran 3 Proses Fraksinasi Triglicerida.....	72
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian	73



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehidupan sehari-hari, tidak semua bahan pangan dikonsumsi secara mentah sehingga harus diolah dengan berbagai jenis teknik olahan pangan salah satunya yaitu dengan cara digoreng. Menurut Boskou (2006) dan Warner (2002) penggorengan merupakan salah satu jenis teknik olahan pangan yang menggunakan minyak goreng atau lemak seperti margarin dan mentega sebagai media penghantar panas. Minyak goreng merupakan bahan cair yang dibentuk dari trigliserida dan non trigliserida. Trigliserida disusun oleh asam lemak jenuh dan tak jenuh yang termasuk lipid sederhana dan juga merupakan bentuk cadangan lemak dalam tubuh manusia. Minyak goreng segar mengandung trigliserida dan terbagi menjadi dua jenis yaitu minyak goreng nabati dan hewani (Tambun, 2006).

Menurut Tambun (2006) jenis minyak goreng yang digunakan adalah jenis minyak goreng nabati seperti minyak wijen, minyak biji bunga matahari, minyak biji lobak, minyak kedelai, minyak jagung, minyak zaitun dan minyak kelapa sawit. Minyak goreng yang banyak beredar di pasar tradisional maupun supermarket adalah minyak goreng kelapa sawit dimana Indonesia memiliki agroiklimat yang cocok untuk tanaman kelapa sawit dan sebagai penyumbang produksi terbesar dalam dunia internasional untuk komoditi ekspor minyak kelapa sawit (Amalia, 2010 dan Hariyadi, 2010).

Minyak goreng kelapa sawit memiliki beberapa keunggulan daripada minyak goreng jenis lainnya. Keunggulan minyak goreng kelapa sawit antara lain sebagai komoditi unggulan nasional dan internasional, telah dikonsumsi sejak 5000 tahun yang lalu, buahnya kaya akan minyak di bagian sabut kelapa dan bijinya, mudah difraksinasi berupa cair dan padat, memiliki nilai asam lemak jenuh dan tak jenuh yang seimbang, kandungan pro vitamin A tinggi sebanyak 6700 ug ekuivalen

retinol/100 g minyak, tidak mengandung asam lemak trans, serta menghasilkan citarasa pangan berupa rasa lezat dan gurih dengan warna coklat keemasan (Hariyadi, 2010).

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) konsumsi minyak goreng pada tahun 2012 sebanyak 9,33 liter/per kapita tetapi tahun 2013 mengalami penurunan sebanyak 8,91 liter/per kapita yang artinya selisih penurunan masih sedikit kemudian di tahun 2014 meningkat lagi sebesar 9,2 liter/per kapita, tahun 2015 sebesar 9,44 liter/per kapita dan meningkat juga di tahun 2016 sebesar 9,66 liter/per kapita. Jika dikalkulasikan dalam per minggu, kebutuhan konsumsi minyak goreng pada tahun 2013 sebesar 0,171/per kapita, tahun 2014 sebesar 0,177/per kapita, tahun 2015 sebesar 0,181/per kapita dan tahun 2016 sebesar 0,185/per kapita. Karena konsumsi yang meningkat, tiap tahun harga minyak goreng terus meningkat juga. Menurut Kementerian Perdagangan, harga minyak goreng tahun 2012 sebesar Rp10.463,00/kg; tahun 2013 mengalami kenaikan sebesar Rp13.927,00/kg; tahun 2014 sebesar Rp15.030,00/kg; tahun 2015 sebesar Rp15.380,00/kg; tahun 2016 sebesar Rp15.500,00/kg dan tahun 2017 sebesar Rp16.000,00.

Ditinjau dari harga minyak goreng yang semakin meningkat dan juga kurangnya pengetahuan masyarakat, memunculkan kebiasaan buruk pada masyarakat yakni penggunaan kembali minyak goreng atau yang disebut dengan minyak goreng jelantah. Minyak goreng segar diketahui memiliki kandungan trigliserida terbesar dengan karakteristik tidak berwarna, tidak berbau, memiliki $\text{pH} \geq 6$ dan densitas yang tinggi dengan manfaat trigliserida bagi tubuh yaitu sebagai energi untuk proses metabolisme dan cadangan energi, sedangkan bagi industri digunakan sebagai bahan pembuatan sabun dan reagen standar. Tetapi kandungan trigliserida pada minyak jelantah lebih sedikit dibandingkan dengan gliserol. Selain itu juga kandungan asam lemak bebas dan zat pengotor lainnya lebih banyak. Hal ini disebabkan karena minyak goreng jelantah mengalami reaksi hidrolisa, oksidasi, dan hidrogenasi sehingga struktur kimia didalamnya banyak yang berubah. Ikatan rangkap trigliserida yang kaya akan asam lemak tak jenuh

pada minyak goreng kelapa sawit akan putus ikatannya menjadi asam lemak jenuh dan gliserol, sehingga berdampak pada kesehatan seperti berpotensi kanker dan resiko penyakit jantung koroner (PJK). Hal tersebut sangat berbahaya jika minyak goreng jelantah digunakan berulang kali karena berkurangnya kadar trigliserida sehingga makanan yang dikonsumsi tidak mengandung trigliserida melainkan senyawa mengandung karsinogenik (Hariyadi, 2014). Disamping itu, minyak jelantah juga akan berdampak pada lingkungan seperti mencemari air dan tanah karena memiliki pola struktur dan kandungan yang berbeda dengan minyak yang termasuk limbah rumah tangga dan industri pangan (Amalia, 2010 dan Putri, 2015). Untuk meminimalisir limbah, minyak goreng jelantah dikembangkan oleh peneliti dan dimanfaatkan oleh pihak industri penghasil biodiesel sebagai energi alternatif biodiesel pengganti solar mengingat penyediaan bahan bakar minyak (BBM) semakin langka dan mahal harganya (Amalia, 2010).

Biodiesel merupakan bahan bakar potensial sebagai sumber energi karena berasal dari minyak nabati mudah diperbarui, dapat dihasilkan terus-menerus dan mudah diperoleh. Selain itu, bahan biodiesel dari minyak goreng jelantah memiliki emisi polutan relatif kecil dengan kadar hidrokarbon yang tidak terbakar, senyawa NO lebih rendah, dan bebas emisi SO₂ (Kwartiningsih, 2007). Produksi biodiesel dari bahan minyak goreng selain memiliki produk utama berupa biodiesel juga memiliki produk samping berupa *crude glycerol* memiliki zat pengotor dengan tingkat kemurnian gliserol rendah. Larutan *Crude glycerol* memiliki karakteristik berwarna hitam, berbau tengik, pH lebih asam dan densitas yang rendah sehingga harus dimurnikan dahulu. Oleh karena itu *crude glycerol* kurang dimanfaatkan oleh industri penghasil biodiesel. *Crude glycerol* jika diolah memiliki nilai ekonomis yang tinggi seperti dapat digunakan sebagai bahan pembuatan obat untuk pelarut, bahan pasta gigi, sediaan kosmetika untuk menjaga kelembaban kulit, bahan lem untuk mencegah lem tidak cepat kering, bahan kertas plastik untuk menjaga kelenturan, dan juga dapat diolah menjadi gliserin atau gliserida dalam jumlah besar (Aziz, 2014).

Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan kembali minyak goreng dengan memperhatikan lama waktu secara harian karena beberapa penelitian tidak memperhatikan lama waktu penggunaan seperti penelitian Aziz (2014) didapatkan kadar gliserol 32,23% dari sampel minyak goreng tengik dan penelitian Aufari (2013) mengenai penyaringan gliserol dari minyak goreng tengik didapatkan hasil bahwa karbon aktif merupakan absorben yang efisien. Sehingga dengan memperhatikan lama waktu secara harian diharapkan dapat mempertahankan kadar trigliserida tidak terlalu banyak terurai dan dapat digunakan sebagai referensi info kesehatan, meningkatkan nilai ekonomis industri olahan trigliserida, serta meminimalisir kesulitan industri dalam mengolah *crude glycerol* menjadi gliserol.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana karakterisasi trigliserida dan *crude glycerol* setelah penggunaan minyak goreng kelapa sawit 4 hari, 8 hari, dan 12 hari ?
2. Berapa kadar trigliserida dalam lama penggunaan minyak goreng ?
3. Berapa kadar gliserol dalam larutan *crude glycerol* ?

1.3 Tujuan

Berikut tujuan penelitian antara lain:

1. Mengetahui karakterisasi larutan trigliserida dan *crude glycerol* setelah penggunaan minyak goreng kelapa sawit 4 hari, 8 hari, dan 12 hari.
2. Mengetahui kadar trigliserida setelah penggunaan minyak goreng kelapa sawit 4 hari, 8 hari, dan 12 hari.
3. Mengetahui kadar gliserol dalam larutan *crude glycerol*.

1.4 Manfaat

Berikut manfaat penelitian secara ilmiah dan praktis yaitu:

1. Manfaat Ilmiah

Mengembangkan keilmuan bidang eksperimen biokimia dan pemanfaatan bidang industri kimia tentang lama penggunaan minyak goreng terhadap karakterisasi dan kadar trigliserida dan gliserol dalam *crude glycerol* dimana *crude glycerol* merupakan hasil samping biodiesel.

2. Manfaat Praktis

Sebagai acuan, pengetahuan dan saran kepada masyarakat dan industri penghasil biodiesel tentang karakterisasi dan kadar trigliserida pada lama penggunaan minyak goreng serta kadar gliserolnya dari karakteristik *crude glycerol*.

1.5 Hipotesis

Berikut hipotesis yang dijabarkan antara lain:

H_0 = Tidak ada pengaruh lama penggunaan minyak goreng kelapa sawit terhadap kadar trigliserida dan *crude glycerol*.

H_1 = Ada pengaruh lama penggunaan minyak goreng kelapa sawit terhadap kadar trigliserida dan *crude glycerol*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minyak Goreng

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), minyak merupakan zat cair berlemak yang berasal nabati atau hewani memiliki sifat non polar dan mudah terbakar (*flammable*). Berikut ini sifat organoleptik dan fisiko kimia minyak goreng:

a. Sifat organoleptik minyak goreng (Ayustaningwarno, 2014)

1) Rasa

Minyak goreng tidak memiliki rasa, jika terdapat rasa maka minyak goreng mengandung zat lain.

2) Warna

Minyak goreng memiliki warna merah oranye atau kuning jernih. Warna tersebut disebabkan adanya pigmen karotenoid yang larut dalam minyak tersebut.

3) Bau

Setiap minyak tidak berbau.

4) Kekentalan/viskositas

Minyak goreng memiliki viskositas cair agak kental, tidak terlalu kental dan cair.

b. Sifat fisiko-kimia minyak goreng (Ketaren, 2012)

1) Kelarutan

Minyak tidak larut dalam air tetapi larut dalam alkohol, karbon disulfide, dietil eter dan pelarut-pelarut halogen lainnya.

2) Hidrolisa

Reaksi hidrolisa melibatkan air didalamnya sehingga dapat menjadi asam lemak dan gliserol.

3) Oksidasi

Saat proses oksidasi berlangsung, terjadi reaksi antara oksigen dengan minyak.

4) Hidrogenasi

Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak.

5) Esterifikasi

Proses ini mengubah asam-asam lemak dari trigliserida. Hidrokarbon rantai pendek dalam asam lemak menyebabkan bau tengik.

2.2. Jenis-jenis Minyak Goreng

Minyak goreng diklasifikasikan ke beberapa golongan (Ketaren, 2012) antara lain:

a. Menurut sifat fisik:

1) Minyak nabati *non drying oil*:

- a) Jenis minyak zaitun yakni minyak zaitun, buah persik, minyak kacang, dan inti *peach*.
- b) Jenis minyak rape yakni minyak biji mustard dan minyak biji rape.
- c) Jenis minyak hewani yakni minyak babi, salmon, sarden, minyak ikan paus, lumba-lumba dan minyak *purpoise*.

2) Minyak nabati *semi drying oil* seperti minyak biji bunga matahari, minyak biji kapas, jagung dan urgen.

3) Minyak nabati *drying oil* seperti minyak kacang kedelai, *safflower*, walnut, perilla, dan *candle nut*.

b. Menurut sumbernya:

1) Palawija yakni minyak jagung, kacang, *rape seed*, kedelai, dan wijen.

2) Kulit buah dari tanaman tahunan yakni kelapa sawit dan zaitun.

3) Biji-bijian dari tanaman tahunan yaitu kelapa, cokelat dan inti sawit.

c. Menurut ada atau tidaknya ikatan ganda dalam struktur molekulnya:

1) Minyak dengan asam lemak jenuh (*saturated fatty acids*)

Asam lemak jenuh terdapat pada minyak kelapa bersifat stabil dan tidak mudah bereaksi menjadi asam lemak jenis lain seperti margarin, biji kelapa, dan kelapa.

2) Minyak dengan asam lemak tak jenuh tunggal (*mono-unsaturated fatty acids*) dan majemuk (*poly-unsaturated fatty acids*).

Asam lemak tak jenuh memiliki ikatan karbon rangkap mudah terurai dan bereaksi dengan senyawa lain menjadi asam lemak jenuh. Jadi, semakin banyak jumlah ikatan rangkap (*poly-unsaturated*), maka semakin mudah bereaksi atau berubah seperti canola, biji bunga matahari, zaitun, dan kacang.

3) Minyak dengan asam lemak trans (*trans fatty acid*)

Asam lemak trans dijumpai pada lemak hewan, mentega, minyak terhidrogenasi, dan dari proses penggorengan. Lemak trans meningkatkan kadar kolesterol jahat (LDL).

2.3. Minyak Goreng Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit terbuat dari buah pohon kelapa sawit tropis (*Elacis guineensis*). Awalnya tanaman tersebut berasal dari Guinea pesisir Afrika Barat, lalu menyebar ke bagian Afrika lainnya, Amerika latin, Asia Tenggara salah satunya Indonesia. Kelapa sawit tumbuh baik di daerah iklim tropis, suhu 24°C-32°C dengan kelembaban tinggi dan curah hujan yang mencapai 200 mm/tahun. Kelapa sawit mengandung 80% perikarp dan 20% kulit tipis. Kandungan minyak dalam perikarp 30% – 40% (Tambun, 2006). Kelapa sawit menghasilkan dua macam minyak menurut Tambun (2006) yaitu:

1. Minyak sawit (CPO) adalah minyak yang berasal dari sabut kelapa sawit

2. Minyak inti sawit (CPKO) adalah minyak yang berasal dari inti kelapa sawit

Menurut Hariyadi (2014), minyak sawit (CPO) banyak dimanfaatkan daripada minyak inti sawit (CPKO). Minyak kelapa sawit mentah (CPO) berwarna oranye-merah dan biasanya diputihkan terlebih dahulu sebelum disaponifikasi sehingga warna yang dihasilkan minyak goreng kelapa sawit menjadi kekuningan.



Gambar 2.1 Bagian buah kelapa sawit dalam pemanfaatan minyak goreng (PPK BLU, 2015)



Gambar 2.2 Minyak kelapa sawit yang siap dipasarkan (Tim Komoditi Spesialis Minyak Goreng, 2013)

Minyak goreng kelapa sawit memiliki beberapa keunggulan antara lain (Hariyadi, 2014):

- a. Bahan pangan yang diformulasikan mempunyai keawetan yang lebih baik, karena sifat minyak yang stabil pada proses ketengikan dan kerusakan oksidatif lainnya.
- b. Minyak kelapa sawit dapat mengalami kristalisasi yang lebih halus (kecil), sehingga meningkatkan kinerja *creaming* jika digunakan pada *cake* dan margarin.
- c. Asam palmitatnya sangat baik dalam proses aerasi campuran lemak/gula seperti proses *baking*.
- d. Baik digunakan dalam penggunaan vanaspati atau *vegetable ghee* yang mengandung 100% lemak nabati dan dapat digunakan untuk substitusi mentega susu dan mentega coklat.
- e. Komposisi asam lemak minyak sawit memiliki kandungan trigliserida padat yang tinggi sehingga bersifat semisolid dan titik leleh berkisar 33°C-39°C.
- f. Mengandung karotenoid (pro-vitamin A) yang tinggi sehingga dapat sebagai antioksidan dan sumber vitamin A bagi tubuh.

2.4. Komposisi trigliserida dan non trigliserida dalam minyak goreng

Komponen penyusun minyak goreng kelapa sawit terdiri dari trigliserida dan non trigliserida. Komponen dalam jumlah besar terdapat pada trigliserida sedangkan komponen relatif kecil terdapat komponen minornya. Keduanya penting dalam menentukan kualitas minyak. Trigliserida merupakan turunan dari gliserol dan asam lemak rantai panjang dapat berfasa padat atau cair pada temperatur kamar tergantung pada komposisi asam lemak penyusunnya. Trigliserida terdiri dari asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak sendiri berkisar 40% asam oleat (asam lemak tidak jenuh tunggal), 10% asam linoleat (asam lemak tidak jenuh ganda), 44% asam palmitat (asam lemak jenuh) dan 4,5% asam stearat (asam lemak jenuh) yang secara umum memiliki

proporsi seimbang antara asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Sedangkan penyusun non trigliserida dibuat secara eksternal dari minyak itu sendiri.

Tabel 2.1 Komponen penyusun minyak kelapa sawit

Komponen	Komposisi (%)
Trigliserida	95,62
Asam lemak bebas	4,00
Air	0,20
Phosphatida	0,07
Karoten	0,03
Aldehid	0,07

Sumber: Gunstone, 1997

Tabel 2.2 Kandungan asam lemak pada minyak goreng

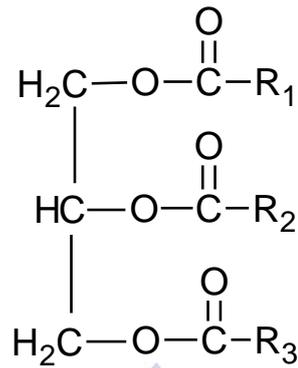
Asam Lemak	% terhadap asam lemak total	
	Kisaran	Rata-rata
Asam laurat	0,1-1,0	0,2
Asam miristat	0,9-1,5	1,1
Asam palmitat	41,8-45,8	44,0
Asam palmitoleat	0,1-0,3	0,1
Asam stearat	4,2-5,1	4,5
Asam oleat	37,3-40,8	39,2
Asam linoleiat	9,1-11,0	10,1
Asam linolenat	0,0-0,6	0,4
Asam arakidonat	0,2-0,7	0,4

Sumber: Hariyadi, 2010

Tabel 2.3 Komponen penyusun non trigliserida

Komponen	ppm
Karoten	500-700
Tokoferol	400-600
Sterol	Mendekati 300
Phospatida	500
Besi (Fe)	10
Tembaga (Cu)	0,5
Air	0,07-0,18
Kotoran-kotoran	0,01

Sumber: Tambun, 2006



Gambar 2.3 Struktur Kimia Trigliserida (Tambun, 2006)

2.5. Penggorengan

Setiap bahan pangan yang digoreng membutuhkan minyak atau lemak sebagai media penghantar. Pemasakan melibatkan panas api merupakan salah satu proses pengolahan pangan yang banyak dilakukan (Aisyah dkk., 2010).

a. Pengertian penggorengan

Menurut Kamus Bahasa Indonesia (KBBI) penggorengan berasal dari kata goreng yang berarti memasak kering menggunakan minyak. Secara umum, penggorengan merupakan proses pengolahan pangan yang umum dilakukan dengan mempersiapkan makanan yang dipanaskan dalam panci atau tempat konduktor yang berisi minyak atau lemak. Keunggulan menggoreng yakni meningkatkan citarasa dan tekstur bahan pangan yang spesifik karena bahan pangan menjadi mengembang dan renyah (Ardi, 2013). Menurut Rossel (2001) penggorengan adalah salah satu teknik olahan cepat dan praktis menggunakan media minyak atau lemak yang bertujuan untuk membuat bahan pangan menjadi matang dan siap dikonsumsi.

b. Jenis-jenis metode penggorengan

Penggorengan merupakan salah satu teknik yang paling dikenal dalam pengolahan bahan pangan karena memiliki tekstur renyah dan lebih awet daripada teknik perebusan dan pengukusan. Selama proses penggorengan, sebagian minyak masuk ke

dalam pori-pori bahan pangan menggantikan keberadaan kadar air yang keluar dan menguap (Sumiati, 2008). Penggorengan dibagi menjadi dua jenis metode antara lain (Mulyatiningsih, 2007):

1) Metode *deep frying*

Metode ini melibatkan jumlah minyak yang banyak sehingga semua bagian terendam di dalam minyak panas. Metode ini tidak ada air yang digunakan dalam proses pengolahan untuk mendapatkan hasil optimal. Prosesnya cepat, dapat dilakukan terus menerus dalam jumlah banyak dan masa simpan lebih lama. Minyak akan menetes ke luar dari permukaan pangan dengan mudah. Apabila makanan digoreng dalam minyak untuk waktu lama, maka kandungan air dalam makanan tersebut akan berkurang dan minyak mulai masuk ke dalam makanan. Setelah proses penggorengan disarankan memakai saringan sebagai penirisan supaya kadar minyak lebih sedikit. Keunggulan metode ini menghasilkan pangan yang renyah, lebih *crispy*, bagian dalamnya tetap lunak dan matang merata. Sedangkan kelemahan setelah melakukan *deep frying* yaitu pemborosan pada minyak karena telah digunakan banyak dan menghasilkan makanan yang berlemak.

2) Metode *pan frying*

Metode ini menggunakan minyak goreng yang lebih sedikit *deep frying*. Istilah *pan frying* lebih tepat diterapkan pada teknik menggoreng yang menggunakan *pan* (penggoreng). Sebagai salah satu teknik penggorengan, *pan frying* menggunakan penghantar panas sedang yang bertujuan mempertahankan kelembaban pangan. Keuntungan menggunakan metode tersebut lebih praktis, minyak yang diperlukan lebih sedikit sehingga waktu pemanasan minyak lebih pendek. Sedangkan kelemahannya adalah lebih sulit mengatur suhu minyak. Secara umum, *pan frying* lebih tepat

digunakan apabila jumlah bahan pangan yang diolah sedikit dan berukuran kecil.

c. Proses penggorengan

Proses pengolahan bahan pangan, tentu akan menghasilkan olahan pangan yang diinginkan. Proses penggorengan membutuhkan media penghantar yaitu minyak atau lemak. Secara kimiawi, terdapat persamaan antara lemak dan minyak, perbedaannya terletak pada titik leleh. Minyak digunakan untuk jenis lemak yang cair pada suhu ruang sedangkan lemak digunakan untuk lemak yang padat pada suhu ruang (Mulyatiningsih, 2007).

Memasukkan bahan pangan dalam minyak panas akan terjadi kontak antara minyak, udara, dan bahan pangan. Minyak goreng bertindak sebagai media perpindahan panas. Terjadinya perpindahan panas, volume minyak, massa pangan, dan udara menghasilkan kualitas yang diinginkan (Ardi, 2013). Suhu pemanasan lemak lebih tinggi daripada air pada tekanan atmosfer yang normal. Suhu penggorengan yang baik antara 175-190°C tergantung pada kekentalan dan tipe bahan pangan yang digoreng. Suhu yang tinggi menyebabkan makanan yang digoreng dapat matang lebih cepat, memiliki tekstur dan kerenyahan. Perubahan warna terjadi pada saat penggorengan akibat karbonisasi permukaan makanan dan karamelisasi karbohidrat (gula) sehingga makanan yang digoreng memiliki warna kuning keemasan setelah matang (Mulyatiningsih, 2007).

Teknik menggoreng bervariasi tergantung pada jumlah lemak yang digunakan dan lama waktu memasak. Namun hal tersebut akan berpengaruh bila penggorengan berulang karena terjadi proses hidrolisa, oksidasi dan dekomposisi. Trigliserida yang terdapat dalam minyak goreng akan mulai tergradasi atau memecah ikatannya yang akan menjadi gliserol dan asam lemak bebas (Aminah, 2010 dan Ardi, 2013), dimana hal itu tidak sesuai

dengan SNI minyak goreng yang ditetapkan. Berikut adalah standar mutu minyak goreng menurut SNI:

Tabel 2.4 Standar Mutu Minyak Goreng menurut Departemen Perindustrian

Kriteria Uji	Satuan	Syarat
Keadaan bau, warna dan rasa	-	Normal
Air	% b/b	Maks 0,30
Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam laurat)	% b/b	Maks 0,30
Bahan makanan tambahan	Sesuai SNI 022-M dan Permenkes No.722/Menkes/Per/IX/88	
Cemaran Logam:		
- Besi	mg/kg	Maks 1,5
- Tembaga	mg/kg	Maks 0,1
- Raksa	mg/kg	Maks 0,1
-Timah	mg/kg	Maks 40,0
-Seng	mg/kg	Maks 0,005
Arsen	% b/b	Maks 40,0/250,0
Angka peroksida	% mg 0,2/g	Maks 1

Sumber: SNI 01-3741-1995

2.6. Karakteristik perubahan minyak goreng jelantah

Adapun perubahan minyak goreng jelantah sebagai berikut:

a. Sifat organoleptik

1) Rasa terhadap hasil pangan

Kualitas minyak sangat berpengaruh terhadap rasa, komponen dalam minyak masuk ke bahan. Komponen-komponen yang dihasilkan akan terakumulasi pada banyaknya pengulangan penggorengan. Selama penggorengan, komponen tersebut terserap bersama minyak, sehingga rasa makanan berbeda dari awalnya menjadi tidak enak (Aminah, 2010).

2) Warna minyak goreng

Penggunaan minyak goreng berulang dengan suhu tinggi akan mempengaruhi warna berubah menjadi lebih gelap, keruh, dan

berbuih sehingga minyak goreng lebih kental. Warna minyak goreng mengandung senyawa karotenoid. Karotenoid merupakan persenyawaan hidrokarbon tidak jenuh. Karotenoid bersifat tidak stabil jika digunakan berulang kali dalam suhu panas sehingga warna minyak goreng berubah menjadi lebih gelap (Putri, 2015; Mulasari dan Utami, 2012).

3) Aroma minyak goreng

Aroma minyak goreng semakin tajam atau tengik karena reaksi oksidasi menghasilkan komponen-komponen yang mempengaruhi aroma minyak. Aroma minyak yang kurang baik diakibatkan akumulasi komponen-komponen hasil oksidasi maupun hidrolisis (Aminah, 2010).

b. Sifat fisiko-kimia

1) Kadar air

Minimnya kadar air pada minyak goreng jelantah karena proses penguapan yang berulang kali (Ayu dan Hamzah, 2010).

2) Kadar kotoran

Minyak goreng habis pakai digunakan berulang kali akan menimbulkan kotoran dari sisa-sisa penggorengan. Semakin banyak frekuensi minyak goreng habis pakai atau jelantah maka semakin banyak kotoran yang dihasilkan (Ayu dan Hamzah, 2010).

3) Asam lemak bebas

Asam lemak bebas menunjukkan kesegaran minyak. Asam lemak bebas pada minyak kelapa sawit mengalami kenaikan disebabkan oleh adanya reaksi kompleks yang terjadi pada minyak goreng pada saat minyak dipanaskan, sehingga menyebabkan asam lemak bebas yang terkandung di dalam minyak semakin tinggi (Nuraniza,dkk., 2013). Identifikasi asam lemak bebas menggunakan metode titrasi. Bilangan asam

merupakan banyaknya miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan 1 gram minyak (Sudarmadji, 1997).

4) Peroksida

Bilangan peroksida menunjukkan tingkat ketengikan minyak. Bila mengalami kenaikan karena peroksida terbentuk akibat proses pemanasan yang mengakibatkan kerusakan pada minyak dan menyebabkan minyak goreng menjadi tengik (Nuraniza dkk., 2013).

2.7. Hubungan Trigliserida dengan Gliserol

Minyak goreng merupakan trigliserida dan erat kaitannya dengan gliserol. Berikut adalah kegunaan dan mekanisme peruraian trigliserida:

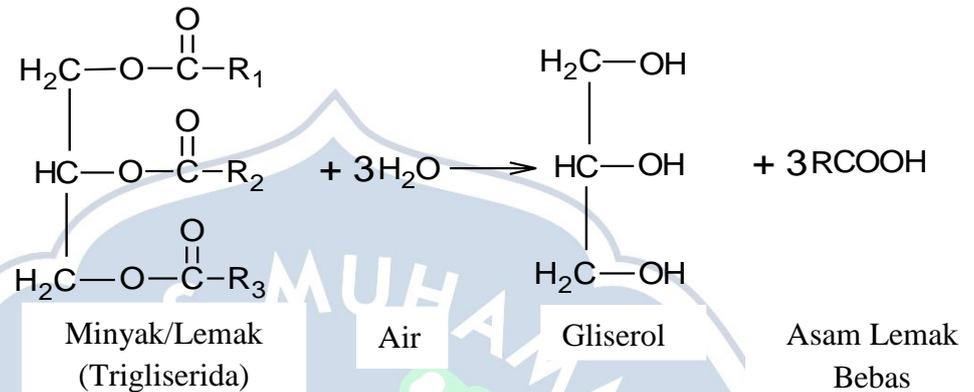
a. Kegunaan Trigliserida

Trigliserida termasuk salah satu bagian dari kelompok lipid. Diluar tubuh, salah satu produk yang mengandung trigliserida yaitu minyak goreng sedangkan di dalam tubuh, trigliserida dibentuk di organ hati. Apabila dikonsumsi, trigliserida ternyata memiliki banyak kegunaan yaitu menyediakan energi untuk berbagai proses metabolisme. Kelebihan trigliserida akan disimpan di jaringan adiposa sebagai cadangan energi, jika kelebihannya sudah melebihi ambang batas tubuh maka akan terjadi sindroma metabolik dan indikasi gangguan jantung. Selain memiliki manfaat bagi tubuh, trigliserida juga memiliki nilai ekonomis dalam industri kimia sebagai bahan baku pembuatan sabun dan reagen standar kimia klinik (Rachmat, 2015).

b. Mekanisme Peruraian trigliserida

Minyak goreng jelantah yang telah dipanaskan, trigliseridanya terurai menjadi asam lemak bebas dan gliserol sehingga karakteristik dan sifat fisiko kimianya juga akan berubah. Trigliserida, ikatan rantainya tidak jenuh (rangkap) karena terurai akan mengalami autooksidasi membentuk radikal bebas. Prosesnya akan dipercepat jika terdapat cahaya, panas, hidroperoksida dan

senyawa logam (seperti Cu, Fe, Co dan Mn). Oleh karena itu, kadar asam lemak bebas tentu akan meningkat dan sebaliknya kadar trigliserida akan menurun. Apabila dipanaskan secara terus-menerus, trigliseridanya akan rusak (Suroso, 2013).



Gambar 2.4 Proses Peruraian Trigliserida (Suroso, 2013)

Sifat minyak goreng secara fisika, kimia dan fungsional sangat ditentukan oleh profil triasilgliserol. Triasilgliserol nama lain dari terurainya trigliserida menjadi gliserol. Dengan demikian, penyusun triasilgliserol terbentuk dari asam lemak yang berinteraksi. Selain itu, ditentukan juga oleh komposisi asam lemaknya dan adanya senyawa pengotor (Mursalin, 2013).

2.8. Keberadaan Gliserol dalam *Crude Glycerol*

Gliserol merupakan hasil dari perombakan trigliserida akibat panas, kontak dengan udara, bahan pangan, dan lama penggunaan. Adapun penjelasan gliserol dalam *crude glycerol* adalah sebagai berikut:

a. Organoleptik *crude glycerol*

Minyak jelantah sering digunakan kembali oleh masyarakat dan ada yang dibuang begitu saja, padahal jika digunakan kembali akan membahayakan tubuh sedangkan saat dibuang akan mengganggu saluran air yang menimbulkan pencemaran air dan kesuburan tanah karena perbedaan kepolaran. Jika diolah lebih lanjut, minyak jelantah

memiliki nilai ekonomis tinggi. Minyak goreng jelantah dapat diolah menjadi biodiesel sebagai energi alternatif diesel (bahan bakar minyak) mengingat BBM di bumi semakin langka dan harga yang meningkat. Telah banyak penelitian yang telah memanfaatkan minyak goreng jelantah menjadi biodiesel, salah satunya penelitian Setiawati (2012) menunjukkan bahwa bahan baku minyak goreng jelantah adalah bahan baku efektif yang harganya murah. Selain menghasilkan biodiesel, ternyata memiliki hasil samping juga berupa *crude glycerol*. *Crude glycerol* merupakan gliserol yang memiliki senyawa pengotor didalamnya akibat terlalu tengiknya minyak goreng. Secara organoleptik berwarna hitam, berbau tengik, $\text{pH} < 6$ dan densitas yang rendah sehingga kurang dimanfaatkan oleh industri.

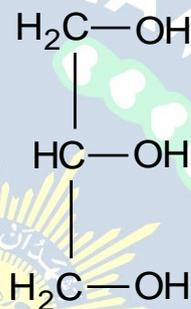
Crude glycerol sebenarnya dapat dimurnikan dengan adsorben lain. Salah satunya menggunakan karbon aktif. Menurut penelitian Aziz (2014), penambahan karbon aktif 5 % dapat memisahkan zat pengotornya. Gliserol kotor diencerkan terlebih dahulu dengan air untuk memudahkan proses adsorpsi dan untuk menarik air kembali dari gliserol. Adapun hasil secara organoleptik yaitu warna menjadi lebih muda (terang), memiliki $\text{pH} 6$, densitasnya 1,2620 g/ml dan kadar gliserol mencapai 76,43 %.

b. Gliserol

Gliserol, gliserin atau $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ merupakan trihidroksi alkohol yang memiliki senyawa organik berupa cairan kental, tidak berbau, tidak berwarna, manis, higroskopik, dan berifat netral. Gliserol biasanya terdapat sebagai trigliserida yang bercampur dengan bermacam-macam asam lemak seperti asam stearat, asam palmitat, asam laurat, dan sebagian lemak. Minyak nabati dari kelapa, kelapa sawit, dan zaitun menghasilkan gliserol lebih besar dari pada minyak hewani (Mirzayanti, 2016).

Gliserol dalam dunia industri banyak dimanfaatkan sehingga harganya tinggi di pasaran. Karena sifat higroskopisnya, gliserol digunakan sebagai pelembab untuk menyimpan tembakau sebelum

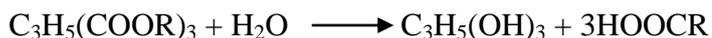
diproses. Sifat itu berasal dari gugus-gugus hidroksilnya dapat berikatan hidrogen dengan air dan mencegah terjadinya penguapan air. Kemudian sebagai bahan tambahan pada sediaan kosmetika untuk menjaga kelembaban kulit. Dalam industri farmasi digunakan sebagai pelarut. Lalu industri lem memanfaatkan dalam pencegahan lem tidak cepat kering. Kemudian digunakan untuk menjaga kelenturan di industri kertas plastik. Sedangkan di industri makanan, gliserol digunakan sebagai pemanis. Gliserol menghasilkan beberapa turunan, salah satu turunan yang terpenting adalah nitrogliserin yang digunakan pembuatan bahan peledak (Mirzayanti, 2016).



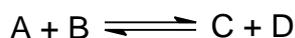
Gambar 2.5 Struktur Kimia Gliserol (Mirzayanti, 2016)

c. Mekanisme terbentuknya gliserol

Gliserol dengan asam lemak diperoleh dari proses hidrolisis. Lemak dan minyak merupakan trigliserida atau triasilgliserol yang berarti triester dari gliserol. Sebagian besar, minyak merupakan trigliserida campuran yang ketiga bagian lemaknya dari gliserida tersebut tidak sama, seperti trigliserida dengan banyak asam lemak sehingga jika minyak dihidrolisis maka menghasilkan 3 molekul asam lemak rantai panjang dan 1 molekul gliserol. Reaksi hidrolisis tersebut akan menghasilkan asam lemak dan gliserol dengan reaksi berikut ini:



Persamaan reaksi hidrolisis minyak dapat disederhanakan menjadi:



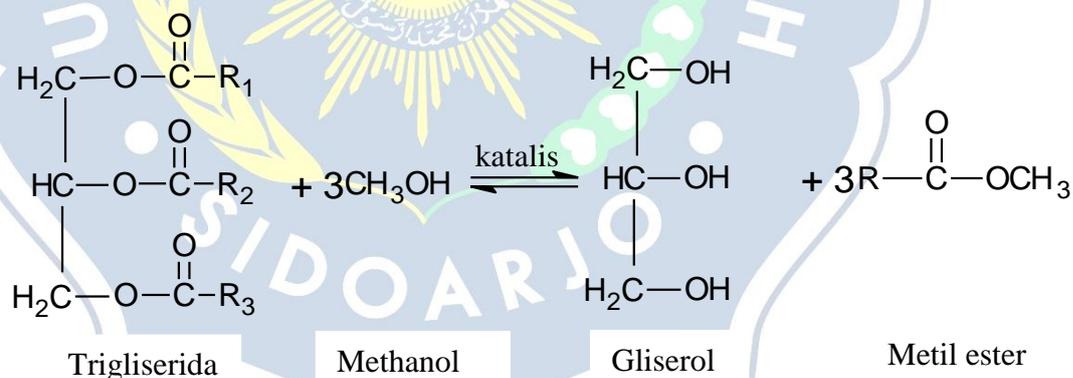
Reaksi hidrolisis minyak merupakan reaksi reversibel tetapi karena kecepatan reaksi ke kanan lebih besar daripada kecepatan reaksi ke kiri

maka proses hidrolisis minyak dianggap bahwa reaksinya adalah reaksi *irreversible* (Mahani, 2008).

Gliserol dari perombakan trigliserida diperoleh dari tiga sumber. Pertama, gliserol dihasilkan dari pembuatan sabun. Minyak direaksikan dengan alkali akan menghasilkan garam sabun dan gliserol. Kedua, minyak atau lemak dihidrolisiskan tanpa penambahan alkali. Kemudian ketiga, gliserol juga dihasilkan dari proses pembuatan biodiesel (Suleman, 2012).

c. Reaksi Transesterifikasi

Berdasarkan tinjauan di atas, transesterifikasi merupakan proses mereaksikan trigliserida dalam minyak dengan alkohol rantai pendek seperti methanol atau etanol yang akan menghasilkan metil ester asam lemak (*Fatty Acids Methyl Esters / FAME*) atau biodiesel sebagai hasil utama dan gliserol (gliserin) sebagai hasil samping. Katalis yang digunakan pada proses ini yakni basa/alkali, biasanya menggunakan natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH). Dari hasil transesterifikasi didapatkan 100% biodiesel maka rendemen gliserol yang dihasilkan sebanyak 10% (Suleman, 2012).



Gambar 2.6 Alur Reaksi Transesterifikasi (Suleman, 2012).

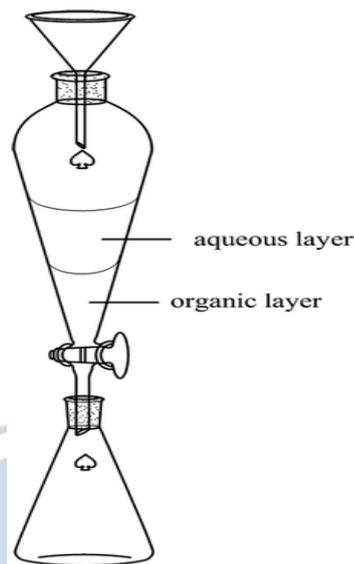
Menurut Suleman (2012), pemilihan katalis berdasarkan kemudahan dalam penggunaan dan pemisahannya dari suatu produk. Biasanya dapat menggunakan katalis asam, basa atau penukar ion. Transesterifikasi adalah reaksi kesetimbangan. Supaya reaksi terdorong bergerak ke kanan yang nantinya dihasilkan metil ester (biodiesel)

maka menggunakan alkohol dengan volume banyak atau salah satu produk yang dihasilkan dapat dipisahkan. Tentunya juga masih berupa *gliserol* dengan tingkat kemurnian rendah atau *crude glycerol* sehingga terlebih dahulu akan dilakukan pengolahan dengan metode yang dianjurkan seperti contoh dilakukan pemurnian atau penambahan asam pekat hingga pH 4-5.

2.9. Metode Pemisahan

Untuk mendapatkan hasil trigliserida dan *crude glycerol* baik, ada berbagai metode pemisahan yang dapat digunakan salah satunya yaitu menggunakan metode fraksinasi. Fraksinasi merupakan proses pemisahan antara cair dengan cair yang dilakukan secara bertingkat berdasarkan tingkat kepolarannya mulai dari non polar, semi polar, dan polar. Prinsipnya, senyawa yang bersifat non polar akan larut dalam pelarut non polar, kemudian semi polar akan larut dalam pelarut semi polar, dan yang bersifat polar akan larut ke dalam pelarut polar jadi kesamaan tingkat polarnya diperhatikan. Metode ini menggunakan corong pisah atau kromatografi kolom dimana kromatografi kolom menggunakan kolom sedangkan corong pisah digunakan dalam memisahkan komponen campuran antara dua fase pelarut dengan massa jenis berbeda yang tidak tercampur (Mukhriani, 2014 dan Hernawati, 2008).

Jika menggunakan alat corong pisah, yang harus diperhatikan yaitu pengocokan karena nantinya akan dihasilkan dua lapisan. Pelarut yang massa jenisnya lebih besar berada di lapisan bawah lalu massa jenis yang lebih kecil akan berada di lapisan atas. Sehingga senyawa yang diharapkan nantinya akan terpisah sesuai dengan tingkat kepolaran pelarut yang digunakan (Mukhriani, 2014 dan Hernawati, 2008).



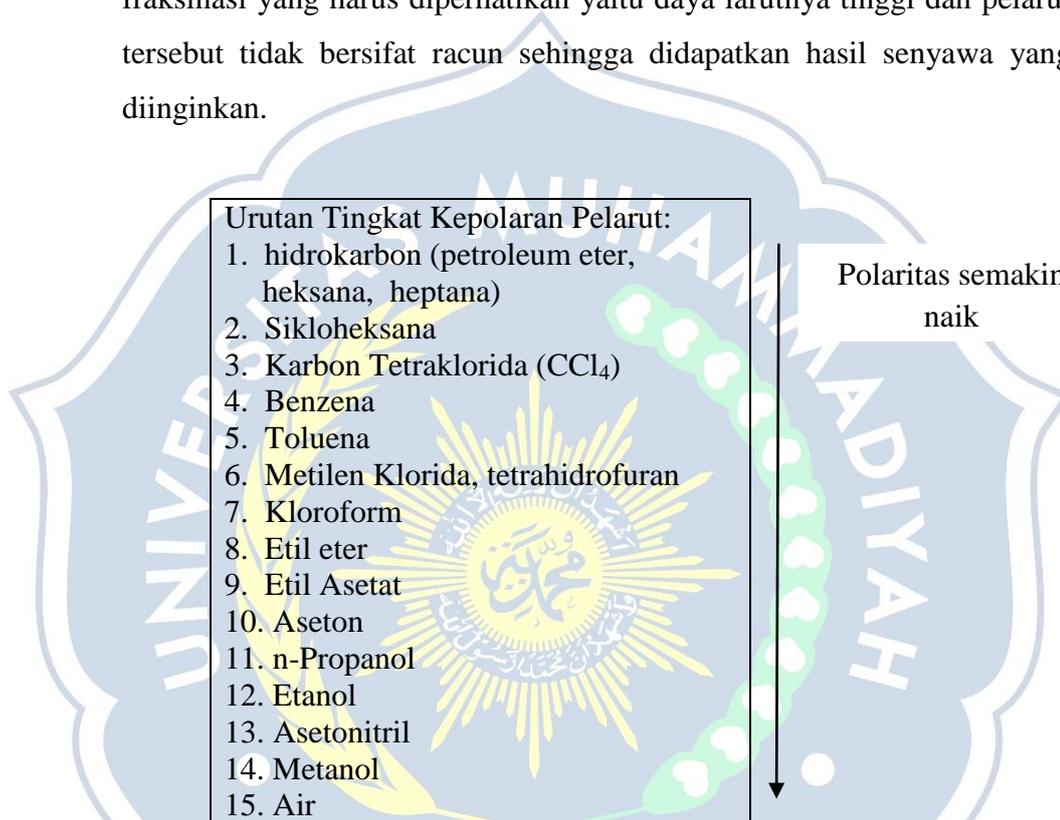
Gambar 2.7 Corong Pisah (Setiawati, 2012)

Prinsipnya, fraksinasi bertujuan untuk memisahkan fraksi cair dan minyak yang akan membentuk pada 2 lapisan di corong pisah berdasarkan titik beku kedua fraksi yang dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pertama proses kristalisasi dengan cara mengatur suhu dan tahap kedua yaitu pemisahan fraksi cair dan padat. Selain dengan cara diatas, fraksinasi juga dapat dilakukan secara kering atau basah tetapi hanya dapat digunakan dengan jumlah lebih besar dan pengaplikasian yang lebih luas. Fraksinasi suatu minyak atau lemak biasanya dilakukan untuk menghilangkan komponen minor yang tidak diinginkan dalam kandungan minyak seperti penghilangan lilin pada minyak bunga matahari, pengkayaan trigliserida yang diinginkan, dan biodiesel (Hernawati, 2008).

Umumnya kelarutan suatu karbon, asam lemak jenuh, atau tidak jenuh dalam pelarut organik menurun seiring kenaikan massa jenisnya yang berarti semakin panjang rantai maka semakin rendah kelarutannya. Selain itu, jumlah dalam ikatan rangkap juga ikut mempengaruhi kelarutan. Asam lemak jenuh rangkap lebih larut dibandingkan asam lemak tidak jenuh tunggal sehingga selanjutnya lebih larut dibandingkan asam lemak jenuh dikarenakan ikatan antarmolekul asam lemak tidak jenuh kurang kuat akibat rantai pada ikatan rangkap

tidak lurus. Dengan kata lain, semakin banyak ikatan rangkap maka ikatan semakin lemah dan titik cairnya juga rendah (Ketaren, 2012).

Dalam fraksinasi, tingkat keberhasilan tergantung pada jenis pelarut yang digunakan. Suatu pelarut atau reagen sangat penting sekali untuk kelancaran dalam penelitian karena pelarut organik dibutuhkan dalam proses fraksinasi. Untuk menentukan jenis pelarut dalam proses fraksinasi yang harus diperhatikan yaitu daya larutnya tinggi dan pelarut tersebut tidak bersifat racun sehingga didapatkan hasil senyawa yang diinginkan.



Gambar 2.8 Tingkat Kepolaran Pelarut (Gritter, 1991)

Berdasarkan gambar di atas, semakin ke bawah maka polaritas semakin naik yang artinya pelarut mempunyai gugus hidroksil (alkohol) dan karbonil (keton) termasuk pelarut polar sedangkan senyawa hidrokarbon termasuk ke dalam pelarut non polar. Berikut profil pelarut organik yang diperlukan antara lain (Hernawati, 2008) :

1) Dietil Eter

Pelarut tersebut memiliki nama lain ethyl eter atau ethyl *oxide* dengan rumus kimia C₄H₁₀O atau C₂H₅OC₂H₅, tidak berwarna, mudah terbakar, berat molekul 74.12 g/mol, berdensitas 0.7134

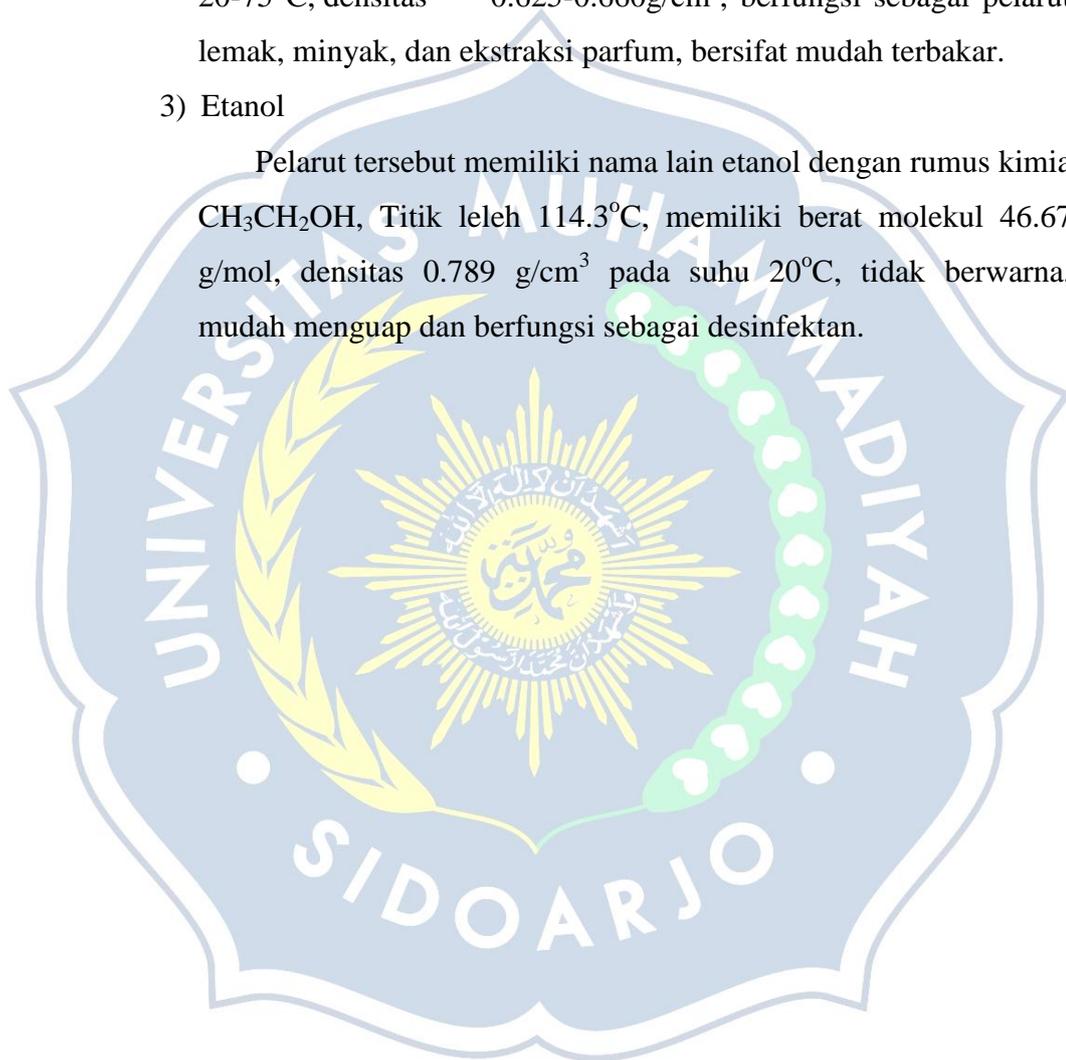
g/cm^3 , titik leleh suhu -116.3°C (156.85 K), titik didih suhu 34.6°C (307.75 K), dan viskositas sebesar $0.224 \text{ cP}(25^\circ\text{C})$.

2) Petroleum Eter

Pelarut tersebut memiliki nama lain benzine, ligroine, dan naphtha petroleum dengan rumus kimia $\text{C}_{11}\text{H}_{26}$, tidak berwarna, memiliki berat molekul 80-90 g/mol, titik leleh $< -73^\circ\text{C}$, titik didih $20-75^\circ\text{C}$, densitas $0.625-0.660 \text{ g/cm}^3$, berfungsi sebagai pelarut lemak, minyak, dan ekstraksi parfum, bersifat mudah terbakar.

3) Etanol

Pelarut tersebut memiliki nama lain etanol dengan rumus kimia $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, Titik leleh 114.3°C , memiliki berat molekul 46.67 g/mol, densitas 0.789 g/cm^3 pada suhu 20°C , tidak berwarna, mudah menguap dan berfungsi sebagai desinfektan.



BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

a. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama tiga bulan, bulan Mei hingga Agustus 2017.

b. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analis Kesehatan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

3.2 Jenis dan Variabel Penelitian

a. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah *experiment laboratory method*.

b. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini antara lain:

- 1) Variabel bebas : tingkat waktu penggunaan minyak goreng kelapa sawit dalam 4 hari, 8 hari, dan 12 hari
- 2) Variabel terikat : karakterisasi dan kadar (trigliserida dan *crude glycerol*).
- 3) Variabel terkontrol : lama pemanasan, volume sampel minyak yang digunakan untuk menggoreng, penggunaan dalam sehari, dan penyimpanan.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan tabel berikut ini:

Tabel 3.1 Pengumpulan Data Trigliserida dan *Crude Glycerol*

Perlakuan	Karakterisasi				Kadar (ml)
	pH	Warna	Aroma	Densitas (g/cm ³)	
P1 4 hari					
P2 8 hari					
P3 12 hari					
Kontrol 0 hari					

3.4 Teknik Analisis Data

Besar sampel atau pengulangan dihitung menggunakan rumus federer sebagai berikut:

$$(n - 1) \times (t - 1) \geq 15$$

$$(n - 1) \times (4 - 1) \geq 15$$

$$(n - 1) \times 3 \geq 15$$

$$(n - 1) \geq 15/3$$

$$n \geq 5 + 1$$

$$n \geq 6$$

Keterangan:

n = jumlah sampel tiap perlakuan

t = jumlah perlakuan

Dengan demikian, jumlah sampel tiap perlakuan terdapat 6 sampel atau pengulangan sehingga penelitian ini membutuhkan 24 sampel atau pengulangan karena terbagi dalam P1, P2, P3, dan kontrol.

Data yang didapatkan dari pengumpulan data akan dianalisis menggunakan *software* SPSS versi 16.0 secara statistika. Data yang digunakan adalah nominal, ordinal, dan interval. Data nominal dan ordinal tidak diperlukan adanya uji normalitas dan homogenitas sedangkan data interval diperlukan adanya uji normalitas dan homogenitas karena digunakan sebagai syarat penentuan uji statistika. Jika data berdistribusi normal dan homogen menggunakan uji statistika parametrik sedangkan jika data tidak normal dan homogen maka menggunakan uji statistika non parametrik. Data nominal menggunakan statistika non parametrik uji *binomial* untuk pengukuran variabel aroma. Data ordinal menggunakan statistika non parametrik uji *kruskal-wallis* untuk pengukuran variabel warna sedangkan data interval menggunakan statistika parametrik uji *one way* ANOVA untuk pengukuran variabel pH, densitas, dan kadar. Jika terdapat pengaruh atau perbedaan dilakukan uji lanjut *post hoc* dengan derajat signifikansi (α) sebesar $< 0,05$

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

- a. Alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain neraca analitik, kertas saring, *bulb*, *hot plate stirer*, piknometer, pH meter digital *type ATC 009*, dan alat gelas.
- b. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu bahan p.a dari merk yang digunakan adalah dietil eter, petroleum eter, etanol 95%, Na_2CO_3 1%, kalium iodida 10%, KOH 1%, dan metanol.

3.6 Prosedur Kerja

a. Persiapan sampel

- 1) Minyak goreng yang digunakan adalah minyak goreng kemasan merk "X" dengan volume 1 liter. Kemudian dipanaskan dan digunakan untuk menggoreng bahan pangan yang berasal dari nabati yaitu tahu selama

5 menit sebanyak 5 kali dalam sehari selama 4 hari, 8 hari, dan 12 hari. Untuk kontrol tidak diberi perlakuan.

- 2) Minyak yang telah digunakan selama 4 hari, 8 hari, dan 12 hari diuji ketengikan minyak kemudian dilakukan pemisahan trigliserida dan pembuatan *crude glycerol*.

b. Prosedur Pengujian

- 1) Uji ketengikan minyak goreng:

- a) Sampel dimasukkan pada tabung reaksi dan diteteskan kalium iodida 10% sambil dihitung jumlah tetesan kemudian sampel dihomogenkan hingga warna iodiumnya menetap (Sudarmadji, 1997).

- 2) Pemisahan trigliserida dari minyak goreng kelapa sawit (Sudarmadji, 1997):

- a) Sampel 1 gram ditimbang lalu dilarutkan ke dalam 17,5 ml dietil eter; 17,5 ml petroleum eter; dan 6,5 ml etanol 95% dihomogenkan lalu dipindahkan pada corong pisah. Setelah itu ditambahkan 12,5 ml Na_2CO_3 1% dan dihomogenkan selama 30 detik.

- b) Didiamkan sampai terjadi pemisahan lalu diambil lapisan bagian bawah kemudian lapisan bagian atas dicuci dengan 1,5 ml etanol 95% dan 5 ml Na_2CO_3 dan diulang kembali. Lapisan bagian atas diambil dan diuapkan sehingga tersisa larutan trigliserida kemudian mencatat karakterisasinya (pH, bau, warna, densitas) dan kadar trigliserida yang didapat

- 3) Pembuatan *crude glycerol* sebagai berikut (Aziz, 2014):

- a) Sampel disaring dan dipanaskan sampai suhu 110°C lalu dilarutkan KOH 1% dalam 250 ml metanol dan dihomogenkan lalu diaduk selama 1 jam dengan suhu 60°C

- b) Didiamkan kurang lebih 8 jam sampai *crude glycerol* memisah kemudian diambil larutannya tersebut dengan corong pisah dan mencatat karakterisasi (pH, bau, warna, densitas)

- c) Untuk didapatkan kadar gliserol, 100 gram *crude glycerol* ditambah asam fosfat (H_3PO_4) 5% sampai pH 6 dan terbentuk lapisan. Lalu lapisan tersebut dipisahkan menggunakan corong pisah. Lapisan bawah diambil dan dilarutkan dalam air dengan perbandingan 2:3 dan ditambahkan karbon aktif 5% kemudian diadsorpsi selama 24 jam dan kadar gliserol diukur menggunakan gelas ukur.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian minyak goreng dalam penelitian ini dilakukan beberapa parameter yaitu pH, aroma, warna, densitas, dan kadar trigliserida dan *crude glycerol*. Adapun analisa karakterisasi dan kadar berikut ini:

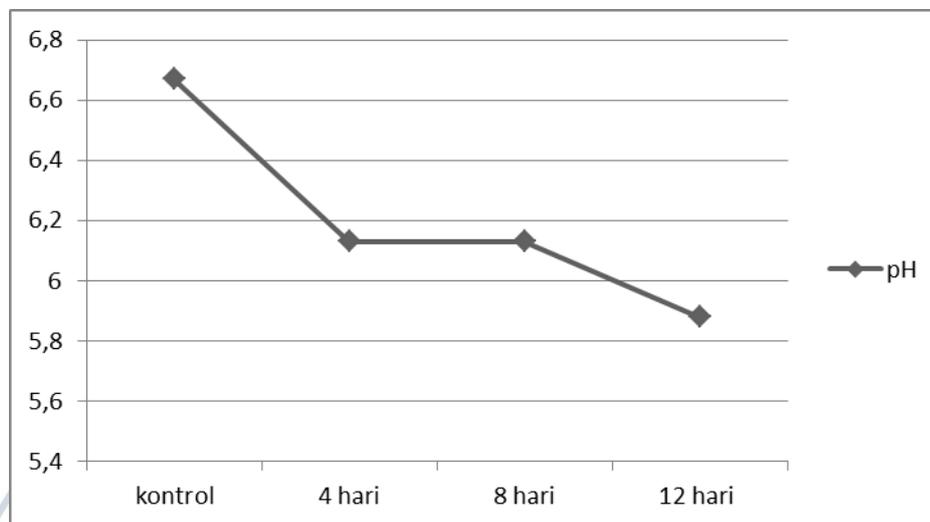
4.1 Karakterisasi pH Trigliserida dan *Crude Glycerol*

Derajat keasaman atau pH merupakan tingkat kondisi keasaman atau basa pada suatu larutan dengan kondisi pH > 7 memiliki sifat basa dan < 7 memiliki sifat asam (Hadita, 2016). Pengukuran pH dalam penelitian ini menggunakan pH meter digital *type ATC 009*. Prinsip kerja alat ini adalah sensor *probe* yang berupa *electrode glass* akan mengukur banyaknya ion H⁺ pada larutan (Azmi, 2016). Berikut ini hasil karakterisasi pH trigliserida dan *crude glycerol*:

a. Karakterisasi pH Trigliserida

Tabel 4.1 Karakterisasi pH Trigliserida

Pengulangan ke-	pH			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	6,5	6	6,3	5,5
2	7	6,3	6	5,8
3	6	6,7	5,8	6,3
4	6,4	5,8	6,5	5,2
5	6,8	6,5	5,5	6
6	7,3	5,5	6,7	6,5
Rata-rata	6,67	6,13	6,13	5,88



Gambar 4.1 Grafik pH Trigliserida

Pada hasil penelitian ini, pH trigliserida terendah adalah 5,2 pada pengulangan ke-4 di perlakuan 12 hari, sedangkan pH tertinggi adalah 6,7 pada pengulangan ke-3 di perlakuan 4 hari dan pengulangan ke-6 di perlakuan 8 hari. Lama waktu penggunaan minyak goreng pada setiap perlakuan memiliki pH yang berbeda-beda karena terjadi perbedaan kondisi saat diberi perlakuan dan pengujian. Setiap pengulangan pada perlakuan diketahui nilai rata-rata pH trigliserida perlakuan 4 hari sebesar 6,13; perlakuan 8 hari sebesar 6,13; dan perlakuan 12 hari sebesar 5,88 yang ditampilkan secara grafik.

Berdasarkan grafik di atas, perlakuan 4 hari mengalami penurunan karena trigliserida telah terurai saat digunakan kemudian perlakuan 8 hari terlihat stabil karena peruraian trigliserida yang masih tetap sedangkan perlakuan 12 hari mengalami penurunan. Penurunan tersebut dikarenakan penggunaan suhu tinggi dan berbeda yang menyebabkan ketidakstabilan pH sedangkan pH yang stabil berasal dari faktor lain seperti jumlah kadar air dalam makanan karena banyak sedikitnya kadar air berpengaruh dalam pembentukan asam lemak bebas sehingga mempengaruhi juga derajat keasaman trigliserida (Aminah, 2010 dan Alam, 2014).

Menurut Putri (2015) dan Alam (2014), semakin tinggi suhu saat penggorengan maka akan semakin cepat degradasi kandungan minyak goreng didalamnya terutama trigliserida. Selain suhu, faktor lain juga mempengaruhi seperti kadar air dalam makanan, tekanan udara, dan cara penyimpanan. Penelitian Aminah (2010) menyatakan bahwa proses oksidasi dan degradasi yang cepat menyebabkan munculnya asam lemak bebas, senyawa peroksida dan pH trigliserida mendekati suasana asam. Sehingga rentang pH dari ketiga perlakuan tersebut antara 5,2-6,7.

Tabel 4.2 Statistika Uji Normalitas pH Trigliserida

kelompok		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pht	4 hari	.144	6	.200 [*]	.976	6	.931
	8 hari	.144	6	.200 [*]	.976	6	.931
	12 hari	.137	6	.200 [*]	.978	6	.942

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 4.3 Statistika Uji Homogenitas pH Trigliserida

pH to	Descriptives							
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
4 hari	6	6.133	.4502	.1838	5.661	6.606	5.5	6.7
8 hari	6	6.133	.4502	.1838	5.661	6.606	5.5	6.7
12 hari	6	5.883	.4875	.1990	5.372	6.395	5.2	6.5
Total	18	6.050	.4515	.1064	5.825	6.275	5.2	6.7

Test of Homogeneity of Variances

pH to			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.012	2	15	.989

Tabel 4.4 Statistika *One Way* ANOVA pH Triglicerida

ANOVA

pH tg

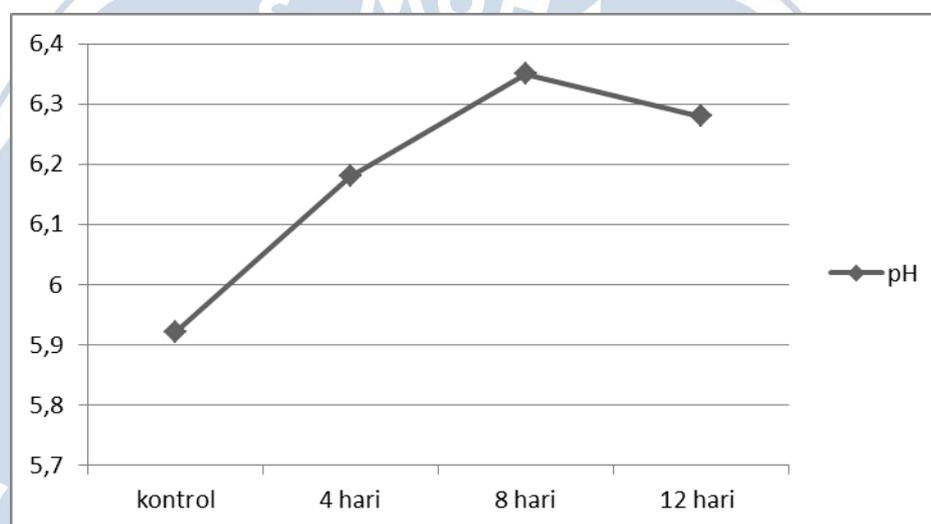
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.250	2	.125	.583	.570
Within Groups	3.215	15	.214		
Total	3.465	17			

Berdasarkan uji statistika, data harus berdistribusi normal dan homogen dengan nilai signifikansi $> 0,05$. Pada uji normalitas jika sampel < 50 maka yang dilihat adalah nilai signifikansi *saphiro wilk*. Diketahui nilai signifikansi *saphiro wilk* uji normalitas perlakuan 4 hari 0,931; perlakuan 8 hari 0,931; dan perlakuan 12 hari 0,942 yang berarti nilai signifikansinya $> 0,05$. Sehingga data pH triglicerida berdistribusi normal. Pada uji homogenitas didapatkan nilai signifikansi 0,989 yang berarti nilai signifikansinya $> 0,05$. Sehingga data pH triglicerida adalah sama atau homogen.

Untuk mengetahui adanya perbedaan karakterisasi pH triglicerida terhadap lama waktu penggunaan minyak goreng maka menggunakan metode *one way anova*. Syarat menggunakan metode tersebut data pH triglicerida harus berdistribusi normal dan homogen. Karena datanya berdistribusi normal dan homogen maka valid menggunakan *one way anova*. Pada *one way anova*, nilai signifikansinya harus $< 0,05$ dan saat diuji didapatkan nilai *p-value* 0,570 yang berarti lebih dari 0,05. Sehingga tidak terdapat pengaruh lama waktu penggunaan minyak goreng terhadap karakterisasi pH triglicerida.

b. Karakterisasi pH *Crude Glycerol*Tabel 4.5 Karakterisasi pH *Crude Glycerol*

Pengulangan ke-	pH			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	5	6	6,5	6
2	5,5	6,3	6,2	5,8
3	6,5	6,8	6,7	6,5
4	6,8	5,8	6	6,8
5	6	6,5	5,8	6,2
6	5,7	5,7	6,9	6,4
Rata-rata	5,92	6,18	6,35	6,28

Gambar 4.2 Grafik pH *Crude Glycerol*

Berdasarkan hasil penelitian, pH *crude glycerol* terendah adalah 5,7 pada pengulangan ke-6 di perlakuan 4 hari sedangkan tertinggi adalah 6,9 pada pengulangan ke-6 di perlakuan 8 hari. Setiap pengulangan pada perlakuan memiliki pH berbeda. Perbedaan pH tersebut dikarenakan terlalu sedikit dan banyaknya penambahan asam fosfat pada *crude glycerol*.

Menurut Aziz (2014) pH pada *crude glycerol* masih basa dikarenakan mengandung KOH pada proses pembuatannya sehingga perlu penambahan asam fosfat sampai pH 6. Tetapi saat penambahan asam fosfat, rentang pH *crude glycerol* setiap pengulangan antara 5,0-6,9 dengan rata-rata pH 6,18 pada perlakuan 4 hari,

6,35 pada perlakuan 8 hari, dan 6,28 pada perlakuan 12 hari yang berarti pH tersebut lebih dari 6 dengan selisih 0,27 dari ketiga perlakuan.

Berdasarkan grafik di atas, pada perlakuan 4 hari ke perlakuan 8 hari terjadi peningkatan. Peningkatan tersebut disebabkan sedikitnya penambahan asam fosfat. Kemudian peneliti memperbanyak tetesan asam fosfat sehingga pada perlakuan 12 hari terjadi penurunan yakni dari 6,35 ke 6,28 dengan selisih 0,07. Sehingga semakin banyak penambahan asam fosfat pada *crude glycerol* maka pH *crude glycerol* akan semakin mendekati pH 6 karena merupakan pH ideal dari cikal bakal pembuatan gliserol.

Tabel 4.6 Statistika Uji Normalitas pH *Crude Glycerol*

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
kelompok		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
phc	4 hari	.166	6	.200 [*]	.953	6	.762
	8 hari	.139	6	.200 [*]	.967	6	.871
	12 hari	.127	6	.200 [*]	.990	6	.988

a. Lilliefors Significance Correction
*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 4.7 Statistika Uji Homogenitas pH *Crude Glycerol*

Descriptives								
pH.ca								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
4 hari	6	6.183	.4262	.1740	5.736	6.631	5.7	6.8
8 hari	6	6.350	.4231	.1727	5.906	6.794	5.8	6.9
12 hari	6	6.283	.3601	.1470	5.905	6.661	5.8	6.8
Total	18	6.272	.3862	.0910	6.080	6.464	5.7	6.9

Test of Homogeneity of Variances

pH.ca			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.267	2	15	.769

Tabel 4.8 Statistika *One Way ANOVA* pH *Crude Glycerol*

ANOVA

pH cg

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.084	2	.042	.258	.776
Within Groups	2.452	15	.163		
Total	2.536	17			

Uji statistika data pH *crude glycerol* berdistribusi normal dan homogen karena nilai signifikansinya $> 0,05$ sehingga *valid* menggunakan uji *one way anova* untuk mengetahui adanya perbedaan kedua variabel. Pada *one way anova*, nilai signifikansi harus $< 0,05$ dan hasilnya didapatkan nilai *p-value* 0,776 yang berarti $> 0,05$. Sehingga tidak terdapat pengaruh lama waktu penggunaan minyak goreng terhadap karakterisasi pH *crude glycerol*.

4.2 Karakterisasi Aroma Trigliserida dan *Crude Glycerol*

Sebelum dilakukan pengujian trigliserida dan pembuatan *crude glycerol*, dilakukan uji ketengikan dengan metode kualitatif yang bertujuan untuk mengetahui ketengikan pada sampel. Pada perlakuan 4 hari ketengikan negatif ditandai adanya cincin coklat karena penyimpanan sampel selama perlakuan dilakukan secara tertutup dan bebas lembab. Menurut Mulasari dan Utami (2012) semakin digunakan berkali-kali, disimpan diruang terbuka, dan kelembabannya tinggi maka asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air pada minyak meningkat. Hal itu dikarenakan adanya reaksi hidrolisis dan reaksi oksidasi bahwa minyak goreng akan terpapar langsung oleh oksigen dari udara dalam suhu kamar atau suhu tinggi sehingga stabilitas minyak akan menurun dan kecepatan oksidasi bergantung pada naik turunnya suhu (Ketaren, 2012).

Pada perlakuan 8 hari dan 12 hari ketengikan positif ditandai adanya cincin coklat. Hal itu dikarenakan lamanya minyak goreng yang digunakan meskipun penyimpanan selama perlakuan secara tertutup dan bebas lembab. Ketengikan tersebut berasal dari reaksi hidrolisis dan oksidasi dalam minyak goreng saat

perlakuan. Kemudian setelah dilakukan uji ketengikan, maka sampel diuji trigliserida dan *crude glycerol*. Adapun hasil karakterisasi aroma trigliserida dan *crude glycerol* berikut ini:

a. Karakterisasi Aroma Trigliserida

Tabel 4.9 Karakterisasi Aroma Trigliserida

Pengulangan ke-	Aroma			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
2	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
3	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
4	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
5	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
6	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Pada hasil penelitian, trigliserida dari semua perlakuan di pengulangan pertama hingga keenam tidak beraroma. Hal itu dikarenakan, senyawa peroksidasi yang menyebabkan aroma tengik pada minyak goreng ikut menguap pada oven saat pengujian trigliserida. Aroma ketengikan dan sisa pelarut gugus hidroksil seperti dietil eter, etanol dan petroleum eter sehingga harus dihilangkan dengan cara diuapkan pada oven karena bukan kandungan trigliserida murni (Sudarmadji, 1997).

Tabel 4.10 Statistika *Binomial* Aroma Trigliserida

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
aroma tg	18	1.00	.000	1	1

Binomial Test

	Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Exact Sig. (2-tailed)
aroma tg	Group 1	18	1.00	.50	.000
	Total	18	1.00		

Jenis data karakterisasi aroma trigliserida adalah data nominal karena menggunakan dua kategori pada hasil penelitian yakni tidak beraroma dan beraroma serta sampel yang digunakan dalam jumlah kecil sehingga statistika yang digunakan

adalah *binomial* sebagai uji non parametri dengan syarat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil uji statistika dalam penelitian ini didapatkan nilai *p-value* 0,001 yang berarti kurang dari 0,05 sehingga lama waktu penggunaan minyak goreng berpengaruh terhadap karakterisasi aroma trigliserida dan signifikan secara statistika.

b. Karakterisasi Aroma *Crude Glycerol*

Tabel 4.11 Karakterisasi Aroma *Crude Glycerol*

Pengulangan ke-	Aroma			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
2	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
3	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
4	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
5	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
6	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Pada hasil penelitian ini, karakterisasi aroma *crude glycerol* sama dengan karakterisasi aroma trigliserida yakni tidak beraroma dari semua perlakuan. Hal itu dikarenakan, adanya KOH didalamnya saat pembuatan *crude glycerol* sehingga senyawa peroksida penyebab ketengikan ikut terlarut. Suasana asam pada sampel apabila ditambah KOH akan menjadi basa (Aziz, 2014). Sehingga berpengaruh pada aroma *crude glycerol* dan saat diberi asam fosfat sampai pH mendekati 6, aromanya tetap negatif.

Tabel 4.12 Statistika *Binomial* Aroma *Crude Glycerol*

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
aroma cg	18	1.00	.000	1	1

Binomial Test

	Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Exact Sig. (2-tailed)
aroma cg	Group 1	18	1.00	.50	.000
	Total	18	1.00		

Penelitian ini menggunakan uji statistika *binomial* karena menggunakan dua kategori yaitu tidak beraroma dan beraroma. Syarat nilai signifikansi *binomial test* yaitu $< 0,05$. Hasil dari nilai *p-value* karakterisasi aroma *crude glycerol* yaitu 0,001 yang berarti kurang dari 0,05 sehingga terdapat pengaruh lama waktu penggunaan minyak goreng terhadap karakterisasi aroma *crude glycerol* yang signifikan secara statistika.

4.3 Karakterisasi Warna Trigliserida dan *Crude Glycerol*

Warna sampel minyak goreng sebelum diuji trigliserida dan *crude glycerol* pada perlakuan 4 hari berwarna kuning kecoklatan, perlakuan 8 hari berwarna coklat kemerahan dan perlakuan 12 hari berwarna coklat kehitaman. Warna minyak goreng yang semakin pekat disebabkan adanya reaksi karbonisasi pada permukaan makanan khususnya pada gula pereduksi atau disebut karamelisasi terhadap minyak goreng (Mulyatiningsih, 2007 dan Supriyanto, 2006). Lamanya waktu penggunaan juga memicu adanya reaksi oksidasi yang mengakibatkan kerusakan minyak secara organoleptik yang diikuti juga oleh aroma ketengikan, sehingga semakin keruh minyak goreng maka aromanya menjadi tengik (Fauziah, 2013).

Tabel 4.13 Warna Minyak Goreng sebelum Uji Trigliserida dan *Crude Glycerol*

<p>1. Kontrol</p>  <p>Berwarna Kuning Jernih</p>	<p>2. Perlakuan 4 hari</p>  <p>Berwarna Kuning Kecoklatan</p>
<p>3. Perlakuan 8 hari</p>  <p>Berwarna Kuning Kemerahan</p>	<p>4. Perlakuan 12 hari</p>  <p>Berwarna Coklat Kehitaman</p>

Setelah diuji trigliserida dan *crude glycerol*, warna yang dihasilkan sebagai berikut:

a. Karakterisasi Warna Trigliserida

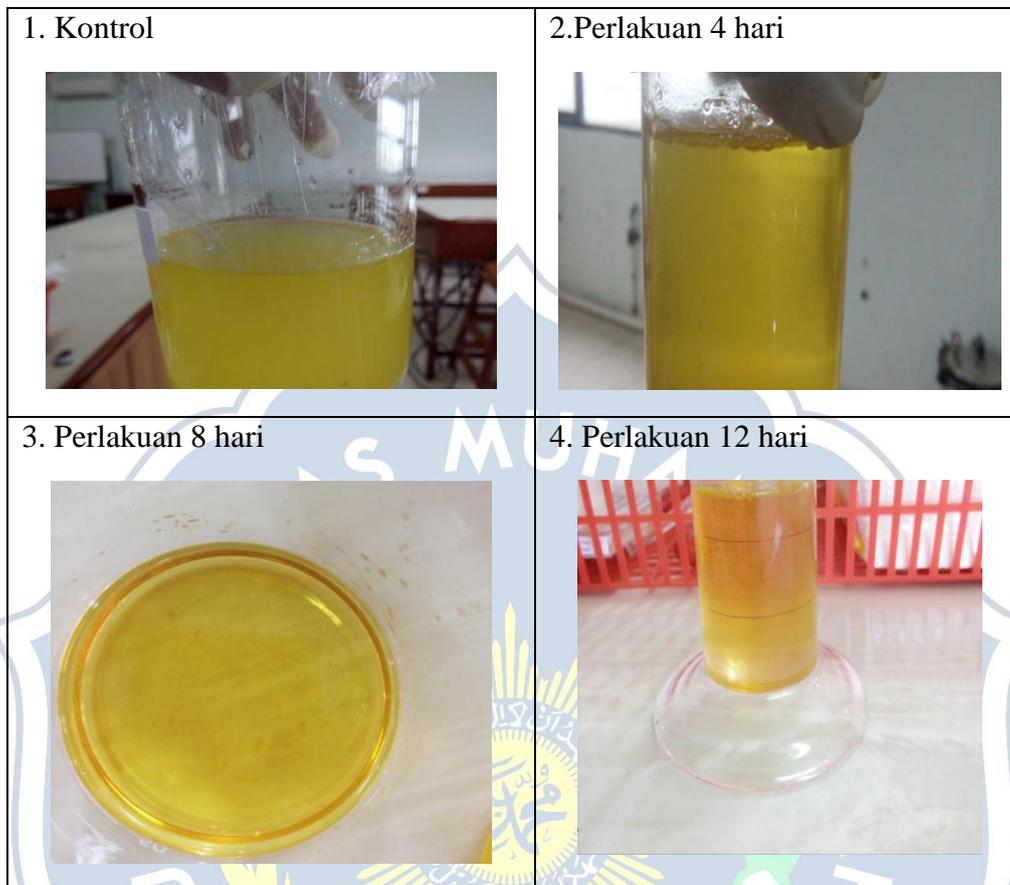
Tabel 4.14 Karakterisasi Warna Trigliserida

Pengulangan ke-	Warna			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	Kuning	Kuning	Kuning jernih	Kuning kecoklatan
2	Kuning	Kuning	Kuning jernih	Kuning kecoklatan
3	Kuning	Kuning	Kuning jernih	Kuning kecoklatan
4	Kuning	Kuning	Kuning jernih	Kuning kecoklatan
5	Kuning	Kuning	Kuning jernih	Kuning kecoklatan
6	Kuning	Kuning	Kuning jernih	Kuning kecoklatan

Pada hasil penelitian ini, perlakuan 4 hari berwarna kuning karena masih terdapat pigmen β -karoten dalam jumlah banyak dan perlakuan 8 hari berwarna kuning jernih karena terdapat pigmen β -karoten dalam jumlah sedikit. Jumlah banyak dan sedikitnya pigmen ditentukan berdasarkan intensitas warna kuning, semakin sedikit intensitas warna kuning maka semakin sedikit pigmen β -karoten. Menurut Ketaren (2012) β -karoten merupakan zat warna alamiah yang terdapat pada minyak goreng sebagai provitamin A yang akan berubah menjadi vitamin A pada proses penyerapan sistem pencernaan, memiliki sifat mudah rusak dan ikut terhidrogenasi pada suhu tinggi.

Menurut uraian di atas, seharusnya pigmen tersebut sudah menghilang tetapi dalam penelitian ini pigmen β -karoten masih terdapat dalam trigliserida. Hal itu dikarenakan pigmen tersebut sebagian kecil tidak terhidrogenasi selama perlakuan dan tidak larut dengan reagen Na_2CO_3 sedangkan pada perlakuan 12 hari, intensitas warna kuning mulai menghilang yakni berwarna kuning kecoklatan sehingga pigmen β -karoten semakin menurun diikuti dengan penurunan kualitas trigliserida akibat lamanya waktu penggunaan. Adapun warna trigliserida dari perlakuan 4 hari, 8 hari, dan 12 hari berikut ini:

Tabel 4.15 Foto Karakterisasi Warna Triglicerida

Tabel 4.16 Statistika *Kruskal-Wallis* Warna Triglicerida

Test Statistics ^{a,b}	
	warna tg
Chi-Square	17.000
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

Data statistika karakterisasi warna triglicerida menggunakan data ordinal sehingga menggunakan uji *kruskal-wallis* sebagai uji alternatif dari *one way anova* dengan syarat nilai *p-value* < 0,05 dan hasil penelitian ini didapatkan nilai *p-value* 0,001 yang berarti kurang dari 0,05. Sehingga terdapat pengaruh lama

waktu penggunaan minyak goreng terhadap karakterisasi aroma trigliserida dan signifikan secara statistika.

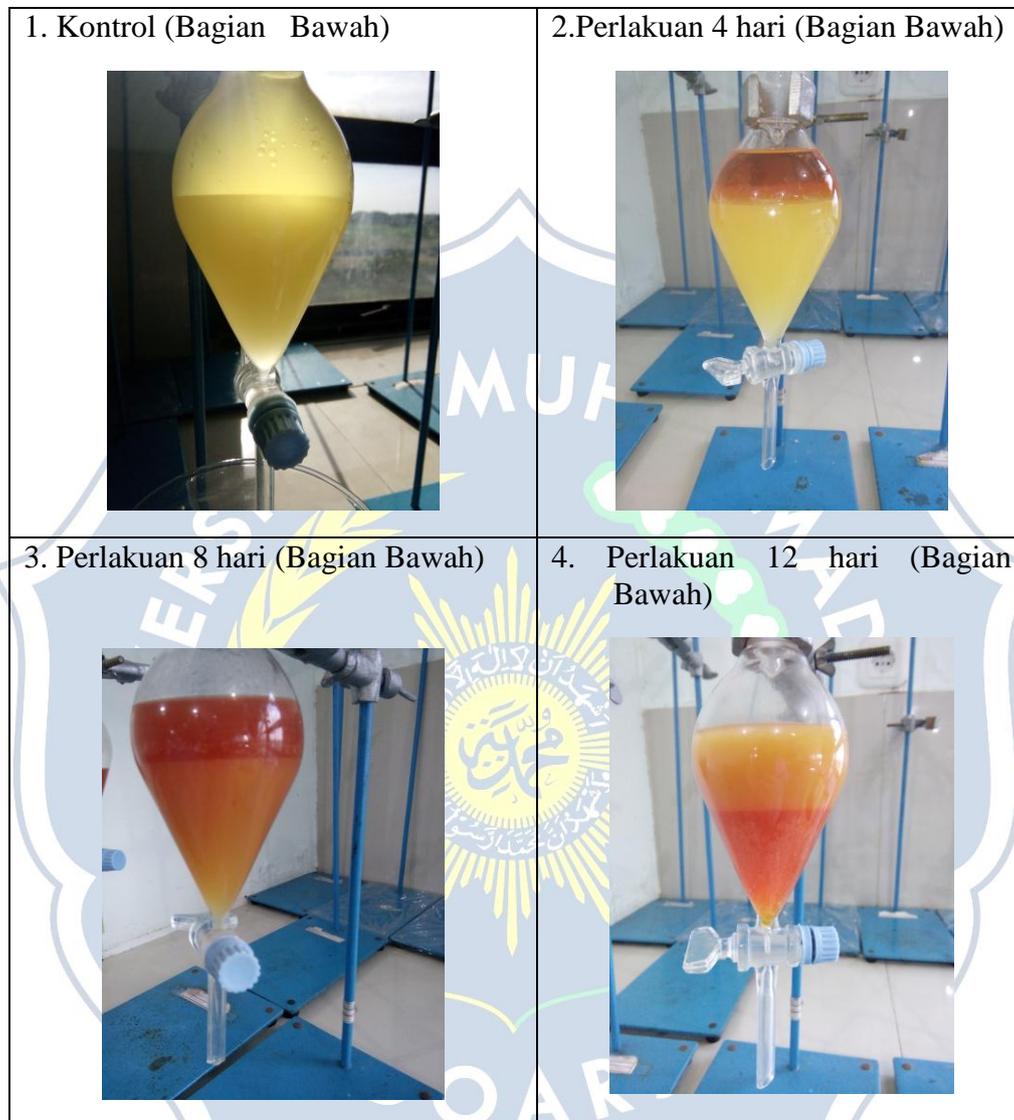
b. Karakterisasi Warna *Crude Glycerol*

Tabel 4.17 Karakterisasi Warna *Crude Glycerol*

Pengulangan ke-	Warna			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	Kuning	Kuning	Kuning kemerahan	Merah
2	Kuning	Kuning	Kuning kemerahan	Merah
3	Kuning	Kuning	Kuning kemerahan	Merah
4	Kuning	Kuning	Kuning kemerahan	Merah
5	Kuning	Kuning	Kuning kemerahan	Merah
6	Kuning	Kuning	Kuning kemerahan	Merah

Berdasarkan tabel di atas, perlakuan 4 hari berwarna kuning karena terdapat zat pengotor dan sisa reaktan sedikit pada *crude glycerol*, kemudian perlakuan 8 hari berwarna kuning kemerahan karena adanya zat pengotor dan sisa reaktan pada *crude glycerol* sedangkan perlakuan 12 hari berwarna merah karena terdapat zat pengotor dan sisa reaktan banyak pada *crude glycerol*. Perubahan warna tersebut berasal dari sisa penggorengan yang terdapat pada sampel, sisa reaktan yang tidak bereaksi pada pembuatan *crude glycerol* seperti asam fosfat dan adanya pigmen karoten yang membuat berwarna merah (Aufari, 2013).

Menurut Aziz (2013) *crude glycerol* berwarna hitam akibat banyaknya zat pengotor tetapi dalam penelitian ini *crude glycerol* berwarna tidak terlalu pekat. Hal itu dikarenakan perlakuan lama waktu yang digunakan tidak lebih dari 2 minggu yaitu 4 hari, 8 hari, dan 12 hari sehingga zat pengotor dan sisa reaktan tidak terlalu banyak dan industri biodiesel semakin mudah dalam memanfaatkan *crude glycerol* kembali. Adapun warna *crude glycerol* pada perlakuan 4 hari, 8 hari, dan 12 hari berikut ini:

Tabel 4.18 Foto Karakterisasi Warna *Crude Glycerol*Tabel 4.19 Statistika *Kruskal-Wallis* Warna *Crude Glycerol***Test Statistics^{a,b}**

	warna cg
Chi-Square	17.000
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

Karakterisasi warna *crude glycerol* menggunakan data ordinal sehingga menggunakan uji statistika *kruskal-wallis* sebagai uji alternatif dari *one way anova* dengan syarat nilai *p-value* < 0,05 dan hasil yang didapatkan nilai *p-value* 0,001 yang berarti kurang dari 0,05. Sehingga lama waktu penggunaan minyak goreng berpengaruh terhadap karakterisasi warna trigliserida yang signifikan secara statistika.

c. Karakterisasi Warna Gliserol

Tabel 4.20 Karakterisasi Warna Gliserol

Pengulangan ke-	Warna			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	Kuning	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda
2	Kuning	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda
3	Kuning	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda
4	Kuning	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda
5	Kuning	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda
6	Kuning	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda

Menurut tabel penelitian di atas, semua perlakuan menghasilkan warna tidak terlalu pekat dan tetap harus diabsorpsi dahulu karena terdapat zat pengotor dan sisa reaktan pada *crude glycerol*. Absorpsi yang digunakan adalah karbon aktif. Menurut Aufari (2013) karbon aktif memiliki kemampuan mengadsorpsi zat pengotor berupa endapan kotoran pada minyak, sisa asam fosfat, dan air yang menyebabkan warna *crude glycerol* menjadi pekat. Sehingga terjadi perubahan warna sesudah dilakukan proses absorpsi. Perbedaan perubahan warna sebelum dan sesudah proses absorpsi dikarenakan menurunnya zat pengotor dan sisa reaktan pada *crude glycerol* sehingga warna yang dihasilkan lebih jernih dan didapatkan gliserol murni.

Pada perlakuan 4 hari, 8 hari, dan 12 hari warna gliserol menjadi berwarna kuning muda seharusnya warna yang diharapkan menjadi jernih. Hal itu dikarenakan karbon aktif yang digunakan di aktivasi. Peneliti hanya mencuci karbon aktif dengan aquades yang kemudian dikeringkan dengan cara dianginkan. Pengaktifan karbon aktif yang benar yaitu dengan cara dicuci aquades kemudian dikeringkan di dalam oven suhu 110°C selama 10-15 menit. Tujuan aktivasi karbon adalah untuk membuka pori-pori sehingga memperluas permukaan karbon dan kapasitas absorpsi menjadi lebih besar sehingga hasil yang diperoleh dapat maksimal (Novitasari, 2012). Adapun warna gliserol dari semua perlakuan berikut ini:

Tabel 4.21 Foto Karakterisasi Warna Gliserol

<p>1. Kontrol</p> 	<p>2. Perlakuan 4 hari</p> 
<p>3. Perlakuan 8 hari</p> 	<p>4. Perlakuan 12 hari</p> 

Tabel 4.22 Statistika *Kruskal-Wallis* Warna Gliserol

Test Statistics ^{a,b}	
	warna gliserol
Chi-Square	.000
df	2
Asymp. Sig.	1.000

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: kelompok

Uji statistika karakterisasi warna *crude glycerol* menggunakan uji *kruskal-wallis* sebagai uji alternatif dari *one way anova* karena menggunakan data ordinal dan syarat nilai *p-value* < 0,05. Hasil uji statistika didapatkan nilai signifikansi 1,000 yang berarti kurang dari 0,05. Sehingga lama waktu penggunaan minyak goreng tidak berpengaruh terhadap karakterisasi warna gliserol.

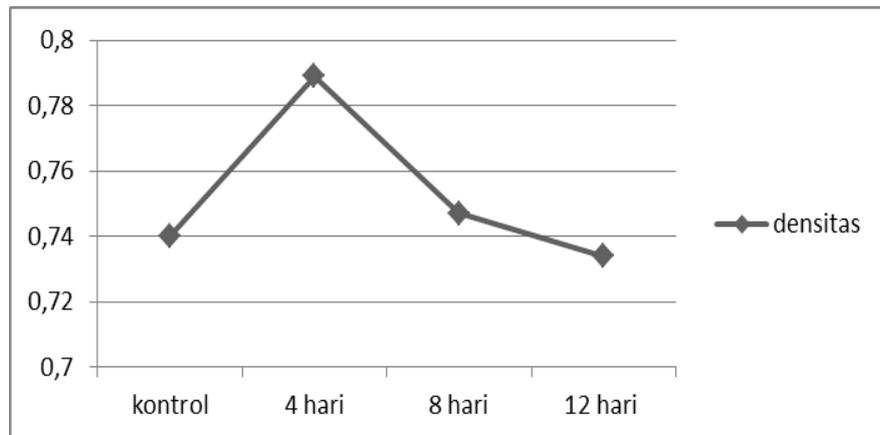
4.4 Karakterisasi Densitas Triglicerida dan *Crude Glycerol*

Pengukuran densitas dalam penelitian ini menggunakan alat piknometer. Prinsip piknometer yaitu berdasarkan massa zat cair dan penentuan ruang yang terisi oleh zat cair tersebut dinyatakan dalam satuan g/cm^3 (Juniarti, 2009). Berikut ini hasil karakterisasi densitas triglicerida dan *crude glycerol*:

a. Karakterisasi Densitas Triglicerida

Tabel 4.23 Karakterisasi Densitas Triglicerida

Pengulangan ke-	Densitas (g/cm^3)			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	0,741	0,791	0,756	0,734
2	0,748	0,767	0,746	0,740
3	0,727	0,802	0,753	0,738
4	0,745	0,793	0,740	0,730
5	0,750	0,789	0,750	0,727
6	0,730	0,795	0,742	0,735
Rata-rata	0,740	0,789	0,747	0,734



Gambar 4.3 Grafik Karakterisasi Densitas Triglicerida

Menurut tabel 4.23, karakterisasi densitas terendah yaitu $0,727 \text{ g/cm}^3$ pada pengulangan ke-5 diperlakukan 12 hari dan tertinggi yaitu $0,802 \text{ g/cm}^3$ pada pengulangan ke-3 diperlakukan 4 hari. Berdasarkan grafik, densitas triglicerida meningkat pada perlakuan 4 hari karena sampel minyak goreng sudah mengalami penggunaan berulang kali kemudian menurun pada perlakuan 8 hari dan 12 hari karena digunakan berulang kali lebih dari seminggu.

Menurut Rachmat (2015) minyak goreng merupakan triglicerida yang berbentuk padat dan cair sehingga densitas minyak goreng segar sama dengan densitas triglicerida yaitu $0,9 \text{ g/cm}^3$. Minyak goreng tersebut jika terlalu lama digunakan maka akan mempengaruhi densitas triglicerida karena banyaknya zat kotoran yang diakibatkan oleh penguapan pada oven sehingga mempengaruhi kerapatan partikel pada perlakuan 4 hari, 8 hari, dan 12 hari. Sehingga semakin rendah densitas triglicerida maka kualitas triglicerida akan semakin rendah (Fauziah, 2014).

Karakterisasi densitas triglicerida menggunakan data interval sehingga menggunakan uji statistika parametri jenis *one way anova* yang syarat datanya harus berdistribusi normal dan homogen dengan nilai signifikansi $> 0,05$. Hasil statistika uji homogenitas dan normalitas data dapat dilihat pada tabel 4.24 dan 4.25.

Tabel 4.24 Statistika Uji Homogenitas Karakterisasi Densitas Triglicerida

Descriptives

densitas tg

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
4 hari	6	.78950	.011895	.004856	.77702	.80198	.767	.802
8 hari	6	.74783	.006274	.002561	.74125	.75442	.740	.756
12 hari	6	1.03617	.006014	.002455	1.02986	1.04248	1.027	1.043
Total	18	.85783	.131175	.030918	.79260	.92307	.740	1.043

Test of Homogeneity of Variances

densitas tg

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.499	2	15	.617

Tabel 4.25 Statistika Uji Normalitas Karakterisasi Densitas Triglicerida

Tests of Normality

kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
densitas tg 4 hari	.317	6	.061	.839	6	.128
8 hari	.157	6	.200 [*]	.958	6	.800
12 hari	.181	6	.200 [*]	.959	6	.810

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Hasil statistika data karakterisasi densitas triglicerida berdistribusi normal dan homogen karena nilai signifikansi uji homogenitas sebesar 0,617 dan uji normalitas perlakuan 4 hari sebesar 0,128; perlakuan 8 hari sebesar 0,800; dan perlakuan 12 hari sebesar 0,810. Nilai signifikansi tersebut $> 0,05$ sehingga dapat menggunakan uji *one way anova* untuk mengetahui perbedaan karakterisasi densitas triglicerida terhadap lama waktu penggunaan minyak goreng.

Tabel 4.26 Statistika *One Way Anova* Karakterisasi Densitas Triglicerida

ANOVA

densitas tg

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.291	2	.146	2014.207	.000
Within Groups	.001	15	.000		
Total	.293	17			

Nilai signifikansi *one way anova* yaitu $< 0,05$. Menurut tabel 4.26, nilai signifikansi dari karakterisasi densitas triglicerida yaitu 0,001 sehingga terdapat

perbedaan atau pengaruh karakterisasi densitas trigliserida terhadap lama waktu penggunaan minyak goreng sedangkan hasil uji lanjut *post hoc* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada semua perlakuan.

b. Karakterisasi Densitas *Crude Glycerol*

Tabel 4.27 Karakterisasi Densitas *Crude Glycerol*

Pengulangan ke-	Densitas (g/cm ³)			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	1,056	0,951	1,023	1,032
2	1,061	0,957	1,015	1,035
3	1,045	0,941	1,028	1,039
4	1,072	0,972	1,025	1,027
5	1,068	0,963	1,013	1,041
6	1,048	0,980	1,020	1,043
Rata-rata	1,058	0,961	1,021	1,036



Gambar 4.4 Grafik Karakterisasi Densitas *Crude Glycerol*

Hasil karakterisasi densitas *crude glycerol* terendah yaitu 0,941 dipengulangan ke-3 pada perlakuan 4 hari dan tertinggi yaitu 1,043 dipengulangan ke-6 pada perlakuan 12 hari. Berdasarkan grafik, terjadi penurunan pada perlakuan 4 hari karena nilai rentang densitasnya rendah kemudian meningkat kembali pada perlakuan 8 hari karena nilai rentangnya lebih tinggi daripada perlakuan 4 hari sedangkan pada perlakuan 12 hari mengalami peningkatan lagi karena nilai rentangnya lebih tinggi daripada perlakuan 8 hari. Menurut Shabrina

(2014), *crude glycerol* memiliki densitas yang rendah yaitu $1,140 \text{ g/cm}^3$ karena adanya zat pengotor pada *crude glycerol* seperti sisa metanol, katalis (KOH), dan penambahan asam fosfat tetapi dari hasil penelitian diperoleh nilai densitas *crude glycerol* $< 1,140 \text{ g/cm}^3$. Hal itu menunjukkan kadar zat pengotornya lebih sedikit sehingga belum memenuhi kriteria densitas gliserol murni yang memiliki densitas $1,261 \text{ g/cm}^3$.

Uji statistika karakterisasi *crude glycerol* menggunakan *one way anova* karena menggunakan data interval dan bersifat parametri. Data uji statistika tersebut harus berdistribusi normal dan homogen dengan nilai signifikansi $> 0,05$.

Tabel 4.28 Statistika Uji Homogenitas Karakterisasi Densitas *Crude Glycerol*

Descriptives

densitas.cg

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
4 hari	6	.96067	.014152	.005777	.94582	.97552	.941	.980
8 hari	6	1.02067	.005820	.002376	1.01456	1.02677	1.013	1.028
12 hari	6	1.03617	.006014	.002455	1.02986	1.04248	1.027	1.043
Total	18	1.00583	.034669	.008171	.98859	1.02307	.941	1.043

Test of Homogeneity of Variances

densitas.cg

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.306	2	15	.065

Tabel 4.29 Statistika Uji Normalitas Karakterisasi Densitas *Crude Glycerol*

Tests of Normality

kelompok		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
densitas cg	4 hari	.122	6	.200 [*]	.991	6	.991
	8 hari	.168	6	.200 [*]	.955	6	.780
	12 hari	.181	6	.200 [*]	.959	6	.810

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Pada tabel 4.28 dan 4.29, nilai signifikansi pada uji homogenitas dan normalitas yaitu $>0,05$ yang berarti data karakterisasi densitas *crude glycerol*

berdistribusi normal dan homogen sehingga dapat menggunakan statistika *one way anova* dengan nilai signifikansi $<0,05$. Hasil nilai signifikansi *one way anova* yaitu 0,001 sehingga terdapat pengaruh karakterisasi densitas *crude glycerol* terhadap lama waktu penggunaan minyak goreng. Hasil uji lanjut *post hoc* juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada semua perlakuan.

Tabel 4.30 Statistika *One Way Anova* Densitas *Crude Glycerol*

ANOVA

densitas.cg

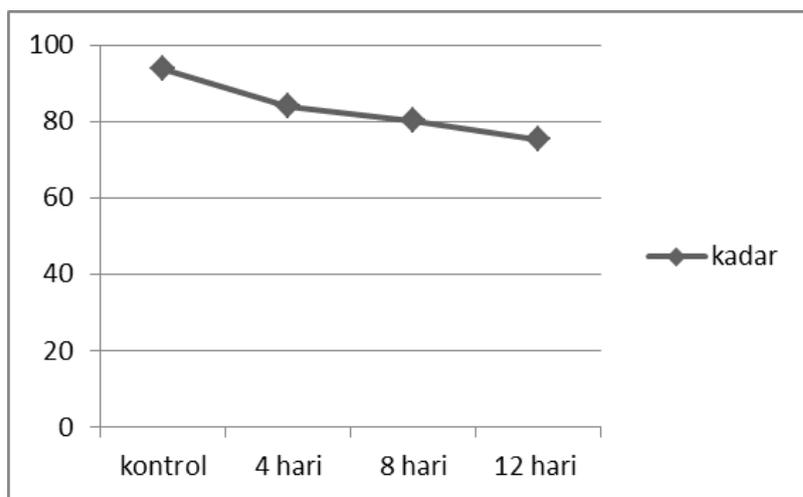
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.019	2	.010	105.888	.000
Within Groups	.001	15	.000		
Total	.020	17			

4.5 Kadar Triglicerida dan *Crude Glycerol*

a. Kadar Triglicerida

Tabel 4.31 Karakterisasi Kadar Triglicerida

Pengulangan ke-	Kadar (ml)			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	94,0	85,5	81,5	76,0
2	93,3	82	80,0	74,0
3	93,5	85	80,8	74,8
4	94,8	83,2	78,0	75,5
5	95,3	83,5	81,2	76,5
6	92	84,3	79,5	75,0
Rata-rata	93,8	83,9	80,2	75,3



Gambar 4.5 Grafik Karakterisasi Kadar Trigliserida

Pada tabel 4.31, karakterisasi kadar trigliserida terendah yaitu 74,0 ml dipengulangan ke-2 pada perlakuan 12 hari sedangkan tertinggi yaitu 85,5 ml dipengulangan ke-1 pada perlakuan 4 hari. Berdasarkan grafik, hasil terlihat semakin menurun dari semua perlakuan. Semakin lama penggunaan minyak goreng maka garis grafiknya menurun. Menurut Gunstone (1997), minyak goreng segar memiliki kadar trigliserida sebesar 95% sedangkan dari hasil penelitian diperoleh kadar trigliserida < 95%.

Penurunan kadar trigliserida akan mengalami kerusakan pada minyak goreng. Hal itu disebabkan reaksi hidrolisis dan oksidasi sehingga mengalami dekomposisi berupa pemutusan ikatan rangkap trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Menurut Ketaren (2012), hasil penguraian tersebut akan membentuk lemak trans dan radikal bebas yang dapat meningkatkan kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan menurunkan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*). Mengonsumsi makanan yang mengandung lemak trans 5 gr/hari dapat meningkatkan resiko penyakit jantung 25% .

Dampak penurunan kadar trigliserida selain menimbulkan resiko penyakit jantung, ternyata dapat memicu kanker karena reaksi oksidasinya dapat membentuk peroksida. Peroksida merupakan produk utama dalam oksidasi lipid, bersifat tidak stabil, dan berperan sebagai radikal bebas yang dapat mengganggu

kesehatan sel normal dalam tubuh. Meskipun tidak terjadi secara langsung, tetapi peroksida tetap senyawa yang berbahaya. Dengan demikian, minyak goreng yang mengalami kerusakan akan berpengaruh besar karena 5 - 40% minyak teradsorpsi pada makanan saat proses penggorengan (Islamiah, 2015 dan Fauziah, 2013).

Statistika karakterisasi kadar trigliserida menggunakan *one way anova*. Syarat penggunaan *one way anova* harus berdistribusi normal dan homogen dengan nilai signifikansi $> 0,05$. Hasil statistika uji homogenitas dan normalitas pada tabel 4.32 dan 4.33 diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$ Sehingga data karakterisasi kadar trigliserida berdistribusi normal dan homogen.

Tabel 4.32 Statistika Uji Normalitas Karakterisasi Trigliserida

Tests of Normality							
kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
kadar tg	4 hari	.135	6	.200 [*]	.976	6	.927
	8 hari	.187	6	.200 [*]	.931	6	.585
	12 hari	.131	6	.200 [*]	.988	6	.985

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 4.33 Statistika Uji Homogenitas Karakterisasi Trigliserida

Descriptives									
kadar tg	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
4 hari	6	83.917	1.2797	.5224	82.574	85.260	82.0	85.5	
8 hari	6	80.167	1.2972	.5296	78.805	81.528	78.0	81.5	
12 hari	6	75.300	.8944	.3651	74.361	76.239	74.0	76.5	
Total	18	79.794	3.7931	.8940	77.908	81.681	74.0	85.5	

Test of Homogeneity of Variances

kadar tg				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
.524	2	15	.603	

Tabel 4.34 Statistika *One Way Anova* Kadar Triglicerida

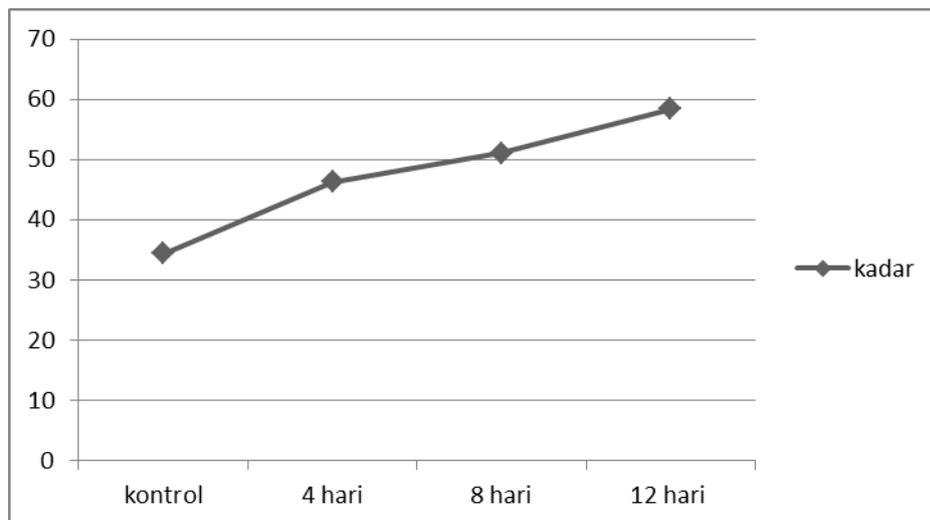
ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	223.988	2	111.994	81.542	.000
Within Groups	20.602	15	1.373		
Total	244.589	17			

Pada tabel 4.34 Hasil statistika *one way anova* diperoleh nilai signifikansi 0,001 yang berarti nilai signifikansi tersebut $< 0,05$. Sehingga terdapat pengaruh karakterisasi kadar triglicerida terhadap lama waktu penggunaan minyak goreng sedangkan hasil uji lanjut *post hoc* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada semua perlakuan.

b. Kadar *Crude Glycerol*Tabel 4.35 Karakterisasi Kadar *Crude Glycerol*

Pengulangan ke-	Kadar (ml)			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	35,2	45,5	50,0	58,0
2	35,7	46,8	51,4	57,7
3	33,0	45,3	50,5	58,5
4	34,5	47,5	50,8	60,2
5	34,1	46,0	52,3	58,3
6	33,7	47,0	51,8	57,5
Rata-rata	34,4	46,3	51,1	58,4



Gambar 4.6 Grafik Karakterisasi Kadar *Crude Glycerol*

Berdasarkan hasil penelitian, kadar *crude glycerol* tertinggi 60,2 ml pada perlakuan 12 hari dipengulangan ke-4 dan terendah 45,3 ml pada perlakuan 4 hari dipengulangan ke-3. Pada grafik, karakterisasi kadar *crude glycerol* semakin meningkat dari semua perlakuan tetapi berbanding terbalik pada grafik kadar trigliserida. Hal itu disebabkan oleh hubungan penguraian trigliserida yang menjadi asam lemak bebas dan gliserol sehingga semakin meningkat kadar gliserol maka semakin menurun kadar trigliserida. (Ketaren, 2012).

Gliserol yang terkandung dalam minyak goreng jelantah dilakukan pemisahan atau fraksinasi secara transesterifikasi sehingga menghasilkan dua produk yaitu gliserol sebagai hasil samping dan biodiesel sebagai hasil utamanya. Gliserol yang dihasilkan dikenal sebagai *crude glycerol* karena sedikitnya kadar gliserol murni sehingga biodiesel lebih banyak dimanfaatkan (Akbar, 2013).

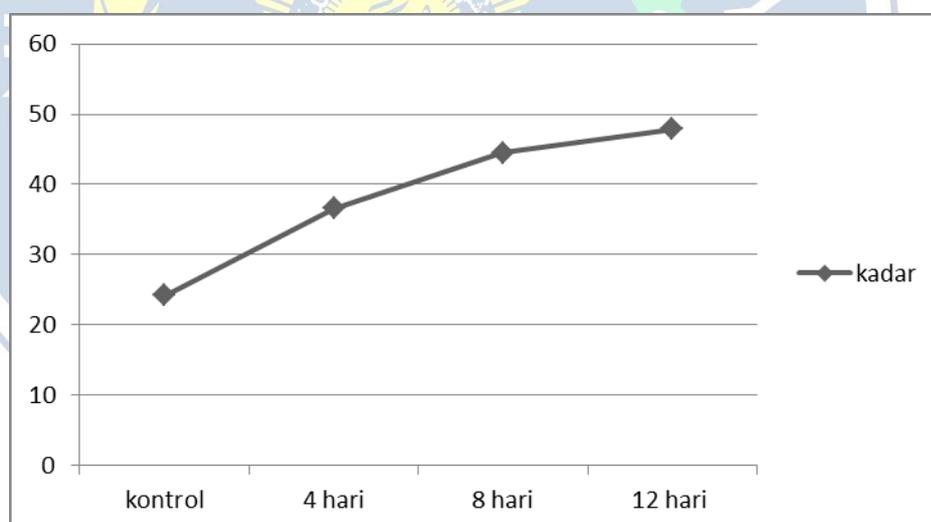
Penyebab *crude glycerol* yang kurang dimanfaatkan oleh pihak industri yaitu banyaknya senyawa pengotor diantaranya (Shabrina, 2014):

1. Metanol 10-30%
2. Katalis (KOH) 8-20%
3. Air < 5%
4. Lain-lain 5-15%

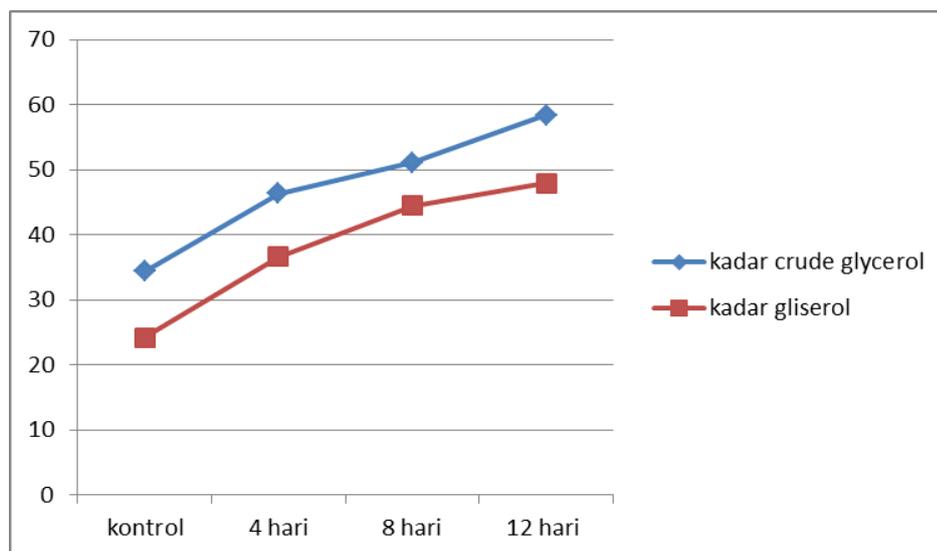
Senyawa pengotor seperti katalis dapat dirubah menjadi garam anorganik dengan menambahkan sedikit asam sehingga sisa katalis tersebut dapat hilang karena telah terbentuk asam lemak bebas yang akhirnya terpisah dari lapisan *crude glycerol*. Penambahan asam ternyata tidak menimbulkan penghilangan senyawa pengotor secara keseluruhan karena ion H^+ dari asam fosfat hanya membentuk asam lemak bebas. Dengan demikian, diperlukan adanya proses absorpsi untuk mendapatkan kadar gliserol murni (Shabrina, 2014).

Tabel 4.36 Kadar Gliserol

Pengulangan ke-	Kadar (ml)			
	Kontrol	4 Hari	8 Hari	12 Hari
1	26,4	35,2	43,0	48,5
2	25,5	36,8	45,2	48,3
3	24,2	35,6	43,8	47,8
4	22,5	38,0	44,2	49,0
5	21,6	37,5	45,8	47,5
6	24,8	36,4	45,0	46,6
Rata-rata	24,2	36,6	44,5	47,9



Gambar 4.7 Grafik Kadar Gliserol



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kadar *Crude Glycerol* dengan Gliserol

Kadar gliserol setelah proses absorpsi tertinggi yaitu 49,0 ml pada perlakuan 12 hari dipengulangan ke-4 sedangkan terendah yaitu 35,2 ml pada perlakuan 4 hari dipengulangan ke-1. Pada grafik juga menunjukkan perubahan. Nilai rentang dari kadar gliserol semakin menurun daripada nilai rentang kadar *crude glycerol*. Penurunan tersebut dikarenakan banyaknya kadar senyawa pengotor dalam *crude glycerol* yang diabsorpsi oleh karbon aktif dengan daya serap 25-100% dan tergantung pada ukuran pori-pori luas permukaannya. Sehingga gliserol dapat dimanfaatkan kembali dan pihak industri tidak mengalami kesulitan pengolahan karena penggunaan minyak goreng lebih dari 7 hari dapat berpotensi menghasilkan biodiesel dan gliserol tanpa menunggu minyak goreng menjadi sangat tengik (Aufari, 2013).

Uji statistika yang digunakan pada karakterisasi kadar *crude glycerol* dan gliserol yaitu *one way anova*. Sebelum melakukan uji tersebut, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas dengan syarat nilai signifikansi $> 0,05$. Hasil nilai signifikansi uji normalitas dan homogenitas karakterisasi kadar *crude glycerol* yaitu $> 0,05$ sedangkan pada karakterisasi gliserol juga $> 0,05$ sehingga kedua data tersebut berdistribusi normal dan homogen.

Tabel 4.37 Statistika Uji Normalitas Kadar *Crude Glycerol*

Tests of Normality

kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kadar cg						
4 hari	.195	6	.200 [*]	.933	6	.603
8 hari	.151	6	.200 [*]	.979	6	.948
12 hari	.279	6	.160	.838	6	.125

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 4.38 Statistika Uji Homogenitas Kadar *Crude Glycerol*

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
4 hari	6	46.350	.8826	.3603	45.424	47.276	45.3	47.5
8 hari	6	51.133	.8571	.3499	50.234	52.033	50.0	52.3
12 hari	6	58.367	.9709	.3964	57.348	59.386	57.5	60.2
Total	18	51.950	5.1534	1.2147	49.387	54.513	45.3	60.2

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.059	2	15	.943

Tabel 4.39 Statistika Uji Normalitas Kadar Gliserol

Tests of Normality

kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kadar gliserol						
4 hari	.153	6	.200 [*]	.966	6	.866
8 hari	.187	6	.200 [*]	.974	6	.921
12 hari	.161	6	.200 [*]	.976	6	.930

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 4.40 Statistika Uji Homogenitas Kadar Gliserol

Descriptives

kadar gliserol

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
4 hari	6	36.583	1.0778	.4400	35.452	37.714	35.2	38.0
8 hari	6	44.500	1.0257	.4187	43.424	45.576	43.0	45.8
12 hari	6	47.950	.8456	.3452	47.063	48.837	46.6	49.0
Total	18	43.011	4.9835	1.1746	40.533	45.489	35.2	49.0

Test of Homogeneity of Variances

kadar gliserol

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.307	2	15	.740

Syarat nilai signifikansi pada *one way anova* yaitu $< 0,05$ dan hasil uji tersebut didapatkan nilai signifikansi pada karakterisasi kadar *crude glycerol* yaitu 0,000 sehingga terdapat perbedaan karakterisasi *crude glycerol* terhadap lama waktu penggunaan minyak goreng. Begitu juga nilai signifikansi pada kadar gliserol yaitu 0,001 sehingga terdapat pengaruh karakterisasi kadar gliserol terhadap lama waktu penggunaan minyak goreng. Hasil uji lanjut *post hoc* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada semua perlakuan.

Tabel 4.41 Statistika *One Way Anova* Kadar *Crude Glycerol*

ANOVA

kadar cg

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	439.203	2	219.602	268.207	.000
Within Groups	12.282	15	.819		
Total	451.485	17			

Tabel 4.42 Statistika *One Way Anova* Kadar Gliserol

ANOVA

kadar gliserol

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	407.554	2	203.777	208.741	.000
Within Groups	14.643	15	.976		
Total	422.198	17			

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

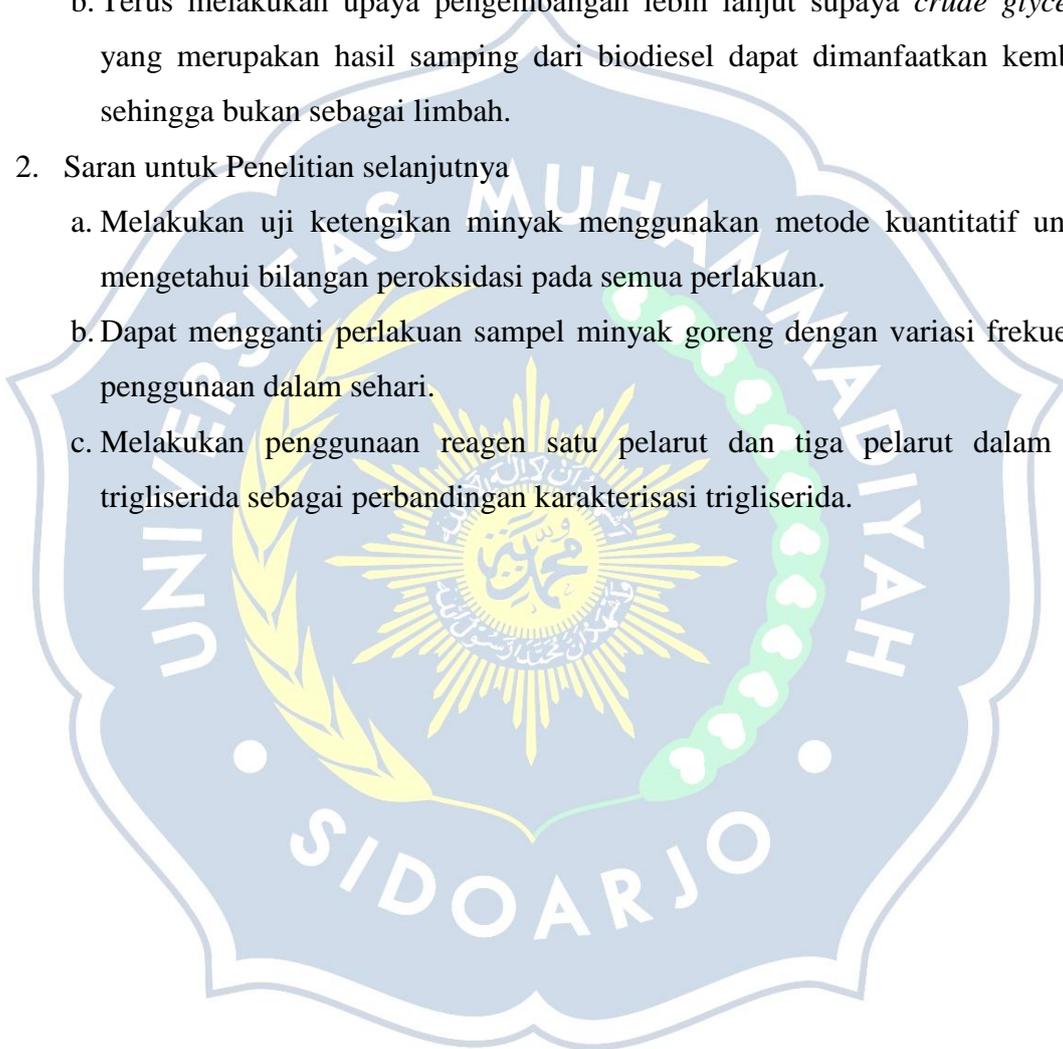
Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Karakterisasi trigliserida dan *crude glycerol* pada perlakuan 4 hari, 8 hari dan 12 hari yaitu:
 - a. Karakterisasi trigliserida:
 - i. Pada perlakuan 4 hari memiliki pH 6,13; tidak beraroma, berwarna kuning, berdensitas 0,789 g/cm³; dan menghasilkan kadar 83,9 ml.
 - ii. Pada perlakuan 8 hari memiliki pH 6,13; tidak beraroma, berwarna kuning jernih, berdensitas 0,747 g/cm³ dan menghasilkan kadar 80,2 ml.
 - iii. Pada perlakuan 12 hari memiliki pH 5,88; tidak beraroma, berwarna kuning kecoklatan, berdensitas 0,734 g/cm³ dan menghasilkan kadar 75,3 ml.
 - b. Karakterisasi *crude glycerol*:
 - i. Pada perlakuan 4 hari memiliki pH 6,18; tidak beraroma, berwarna kuning, berdensitas 0,961 g/cm³ dan menghasilkan kadar 46,3 ml.
 - ii. Pada perlakuan 8 hari memiliki pH 6,35; tidak beraroma, berwarna kuning kemerahan, berdensitas 1,021 g/cm³ dan menghasilkan kadar 51,1 ml.
 - iii. Pada perlakuan 12 hari memiliki pH 6,28; tidak beraroma, berwarna merah, berdensitas 1,036 g/cm³ dan menghasilkan kadar 58,4 ml.
2. Kadar trigliserida dari perlakuan 4 hari, 8 hari dan 12 hari yaitu 83,9 ml; 80,2 ml dan 75,3 ml.
3. Kadar gliserol dari *crude glycerol* perlakuan 4 hari, 8 hari dan 12 hari yaitu 36,6 ml; 44,5 ml dan 47,9 ml.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian, adapun saran penelitian ini yaitu:

1. Saran untuk Industri
 - a. Tidak menggunakan bahan minyak goreng jelantah yang sudah mengalami pemakaian > 10 hari untuk meminimalisir zat pengotor pada gliserol.
 - b. Terus melakukan upaya pengembangan lebih lanjut supaya *crude glycerol* yang merupakan hasil samping dari biodiesel dapat dimanfaatkan kembali sehingga bukan sebagai limbah.
2. Saran untuk Penelitian selanjutnya
 - a. Melakukan uji ketengikan minyak menggunakan metode kuantitatif untuk mengetahui bilangan peroksidasi pada semua perlakuan.
 - b. Dapat mengganti perlakuan sampel minyak goreng dengan variasi frekuensi penggunaan dalam sehari.
 - c. Melakukan penggunaan reagen satu pelarut dan tiga pelarut dalam uji trigliserida sebagai perbandingan karakterisasi trigliserida.



DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2013. *Standar Mutu Minyak Goreng 01-3741-1995*. Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- Alam, N., Rostiati., dan Muhardi. 2014. Sifat Fisik-Kimia dan Organoleptik Bawang Goreng Palu pada Berbagai Frekuensi Pemakaian Minyak Goreng. *Agritech Vol 34 No. 04*. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako Palu.
- Aisyah, S., Yulianti, E., dan Fasya, A. G. 2010. Penurunan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas (FFA) Pada Proses Bleaching Minyak Goreng Bekas Oleh Karbon Aktif Polong Buah Kelor (*Moringa Oliefera*. Lamk) Dengan Aktivasi NaCl. *Jurnal Fakultas Sains Malang Vol.1 No.2*.
- Akbar, R. 2013. Karakteristik Biodiesel dari Minyak Goreng Jelantah dengan Menggunakan Metil Asetat sebagai Pensuplai Gugus Metil. *Skripsi tidak diterbitkan*. Program Sarjana Fakultas Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Surabaya.
- Amalia, F., Retnaningsih, Johan, I.R. 2010. Perilaku Penggunaan Minyak Goreng serta Pengaruhnya terhadap Keikutsertaan Program Pengumpulan Minyak Jelantah di Kota Bogor. *Jurnal Ilmu Keluarga dan Konsumen Vol 03 No. 02*. Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor.
- Aminah, S. 2010. Bilangan Peroksida Minyak Goreng Curah dan Sifat Organoleptik Tempe pada Pengulangan Penggorengan. *Jurnal Pangan dan Gizi Vol. 01 No. 01*. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Ardi, A. 2013. Stabilisasi Minyak Goreng menggunakan Mikroemulsi Ekstrak Kulit Jeruk. *Tesis tidak diterbitkan*. Yogyakarta. Program Pasca Sarjana Ilmu Pangan Universitas Gajah Mada.
- Aufari, M. A., Robianto, S., dan Manurung, R. 2013. Pemurnian *Crude Glycerine* melalui Proses *Bleaching* dengan Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Kimia Vol 02 No. 01*. Universitas Sumatera Utara.
- Ayustaningwarno, F. 2014. *Teknologi Pangan: Teori Praktis dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ayu, F. D, dan Hamzah, H. F. 2010. Evaluasi Sifat Fisiko-Kimia Minyak Goreng yang Digunakan oleh Pedagang Makanan Jajanan di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *Sagu Vol 09 No.01*. Fakultas Pertanian Universitas Riau.
- Aziz, I., Luthfiana, F., dan Nurbayati, S. 2014. Pemurnian Gliserol dari Hasil Samping Pembuatan Biodiesel menggunakan Bahan Baku Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia Fakultas Sains dan Teknologi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.

- Azmi, Z., Saniman., dan Ishak. 2016. Sistem Penghitung pH Air pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal Saindikom Vol 15 No. 02*. STMIK Triguna Dharma. Depok.
- Boskou, G., Salta, F. N., Chiou, A., Troullidou, E., and Andrikopoulos, N. 2006. Content of trans, trans-2,4 decadienal in deep-fried and pan-fried. *Journal Lipid Science Technology*.
- Depdikbud. 1996. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Fauziah., Sirajuddin, S., dan Najamuddin, U. 2013. Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dalam Gorengan dan Minyak Bekas Hasil Penggorengan Makanan Jajanan di Workshop UNHAS. *Jurnal Ilmu Gizi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Fauziah, S., Syech, R., dan Sugianto. 2014. Pengujian Kualitas Minyak Goreng Kemasan, Curah yang Beredar di Daerah Panam Pekanbaru dan Minyak Goreng Jelantah Berdasarkan Sifat Fisika. *Jurnal Ilmiah Fisika*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau. Riau.
- Gritter, R.J., J.M. Bobbit, dan A. B. Schwarting. 1991. *Pengantar Kromatografi Terjemahan. Kosasih Padmawinata*. Bandung: ITB Press.
- Gunstone, F. D and Padley, F D. 1997. *Lipids Technologies and Application*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Hadita, N. W. 2016. Sistem Akuisisi Data Kadar Keasamaan (pH), Suhu, Kadar Oksidgen Terlarut (DO) dan Kedalaman Lingkungan Perairan Menggunakan Mini Vessel. *Skripsi tidak diterbitkan*. Lampung. Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Hariyadi, P. 2014. *Mengenal Minyak Sawit dengan Beberapa Karakteristik Unggulnya*. Jakarta: Tim GAPKI (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia).
- Hariyadi, P. 2010. Sepuluh Karakter Unggul Minyak Sawit. *Majalah Info Sawit* p 30-32.
- Hernawati, H. 2008. Kajian Proses Fraksinasi Minyak Sawit Kasar dengan Pelarut Organik dalam Upaya Pembuatan Konsentrat Karotenoid. *Skripsi tidak diterbitkan*. Bogor. Program Sarjana Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Juniarti, N. 2009. Penetapan Massa Jenis dan Rapat Jenis. *Jurnal Farmaseutika*. Fakultas Farmasi Universitas Hasanudin. Makassar.
- Ketaren. 2012. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan Edisi I*. Jakarta: UI Press.
- Kwartiningsih, E dan Setyawardhani, D. A. 2007. Pengaruh Temperatur terhadap Reaksi Metanolisis Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel (Ditinjau sebagai Reaksi Heterogen). *Gema Teknik No.02/Tahun X*. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

- Mahani, 2008. Prarancangan Pabrik Gliserol dari *Crude Palm Oil (CPO)* dan Air dengan Proses Continuous Fat Splitting Kapasitas 44.000 Ton/Tahun. *Tugas akhir tidak diterbitkan*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mirzayanti, 2013. Pemurnian Gliserol dari Proses Transesterifikasi Minyak Jarak dengan Katalis Sodium Hidroksida. *Jurnal Teknik Kimia*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan Vol VII No. 02*. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alaudin Makasar.
- Mulasari, A. S, dan Utami, R. 2012. Kandungan Peroksida pada Minyak Goreng di Pedagang Makanan Gorengan Sepanjang Jalan Prof. DR. Soepomo Umbulharjo Yogyakarta. *Arc Com Health Vol 01 No.02*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan.
- Mulyatiningsih, E. 2007. *Teknik-Teknik Dasar Memasak*. Yogyakarta: Tim Dosen Fakultas Teknik Univesitas Negeri Yogyakarta.
- Mursalin, 2013. Mempelajari Perilaku Fraksinasi Kering dan Kinetika Kristalisasi Minyak Kelapa. *Disertasi tidak diterbitkan*. Bogor. Program Pasca Sarjana Program Studi Ilmu Pangan Institut Pertanian Bogor.
- Novitasari, D., Ratnasari, D., Setywardhani. 2012. Pemurnian Gliserol dari Hasil Samping Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Ekuilibrium Vol 11 No. 01*. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nuraniza, N., Lapanoro, B. P., dan Arman, Y. 2013. Uji Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Perubahan Sudut Polarisasi Cahaya Menggunakan Alat Semiautomatic Polarymeter. *Prisma Fisika Vol 01 No.02*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tarumanegara Pontianak.
- PPK BLU. 2015. *Pengelola Dana Kelapa Sawit*. Direktorat Menkeu. Jakarta
- Putri, S. I. 2015. Efek Lama Pemanasan terhadap Perubahan Bilangan Peroksida Minyak Goreng yang Berpotensi Karsinogenik pada Pedagang Gorengan di Kelurahan Pasar Minggu. *Skripsi tidak diterbitkan*. Program Sarjana Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Rachmat, C., Ticoalu, S. H. R., dan Wongkar, D. 2015. Pengaruh Senam Poco-Poco terhadap Kadar Trigliserida Darah. *Jurnal E-Biomedik Vol 03 No. 01*. Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi.
- Rossel, J. B. 2001. *Frying: Improving Quality*. Cambridge: Woodhead Pub Ltd.

- Shabrina, A., Las, T., dan Aziz, I. 2014. Pemurnian *Crude Glycerol* dengan Cara Pengasaman dan Adsorpsi menggunakan Zeolit Alam Lampung. *Chem Prog Vol 07 No 02*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Sari, Y. D., Prihatini, S., dan Bantas, K. 2014. Asupan Serat Makanan dan Kadar Kolesterol-LDL Penduduk berusia 25-65 Tahun di Kelurahan Kebon Kalapa Bogor. *Panel Gizi Makan Vol 37 No 01*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Depok.
- Setiawati, E dan Edwar, F. 2012. Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel. *Jurnal Riset Industri Vol VI No. 02*. Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru.
- Sudarmadji S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Suleman, N. 2012. Pemanfaatan Limbah Pemurnian Gliserol Hasil Samping Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah untuk Pembuatan Pupuk Potasium. *Penelitian Berorientasi Produk Dana PNBPF*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Gorontalo.
- Sumiati, T. 2008. Pengaruh Pengolahan terhadap Mutu Cerna Protein Ikan Mujair (*Tilapia mossambica*). *Skripsi tidak diterbitkan*. Bogor. Program Sarjana Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Supriyanto., Rahardjo, B., Marsono, Y., dan Supranto. 2006. Kinetika Perubahan Kadar 5-Hydroxymethyl-2-Furfural (HMF) Bahan Makanan Berpati Selama Penggorengan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Vol XVII no 2*. Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Suroso, A. S. 2013. *Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan: Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai ditinjau dari Bilangan Peroksida, Bilangan Asam dan Kadar Air*. Jakarta: Badan Litbangkes Kemenkes RI.
- Tambun, R. 2006. *Hibah Kompetisi Konten Mata Kuliah E-Learning USU INHERENT "Buku Ajar Teknologi Oleokimia (TKK-322)"*. Medan: Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Teo, T. W., Tan, K. C. D., Yan, Y. K., Teo, Y. C., and Yeo, L. W 2014. How Flip Teaching Support Undergraduate Chemistry Laboratory Learning. *Chemistry Education Research and Practice Issue IV*. National Institute of Education Nanyang Technological University.
- Tim Komoditi Spesialis Minyak Goreng. 2013. *Tinjauan Pasar Minyak Goreng*. Jakarta: Kementrian Perdagangan Republik Indonesia.

Tim Survei Harga Konsumen. 2014. *Harga Nasional beberapa Kebutuhan Pokok (Rupiah)*. Jakarta: Badan Pusat Statistika.

Warner, K. 2002. *Cemistry of Frying Oils. U.S. Departemen of Agriculture, Peoria, Illinois Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology Ed 2nd* . New York: Marcell Dekker. Inc.



Lampiran 1

STATISTIKA UJI *POST HOC***Karakterisasi Densitas Triglicerida****Multiple Comparisons**densitas tg
LSD

(I) kelompok	(J) kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
4 hari	8 hari	.041667*	.004766	.000	.03151	.05183
	12 hari	.055500*	.004766	.000	.04534	.06566
8 hari	4 hari	-.041667*	.004766	.000	-.05183	-.03151
	12 hari	.013833	.004766	.011	.00367	.02399
12 hari	4 hari	-.055500*	.004766	.000	-.06566	-.04534
	8 hari	-.013833	.004766	.011	-.02399	-.00367

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil uji lanjut dengan *post hoc* menunjukkan terdapat perbedaan nyata**Karakterisasi Densitas Crude Glycerol****Multiple Comparisons**densitas cg
LSD

(I) kelompok	(J) kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
4 hari	8 hari	-.060000*	.005480	.000	-.07168	-.04832
	12 hari	-.075500*	.005480	.000	-.08718	-.06382
8 hari	4 hari	.060000*	.005480	.000	.04832	.07168
	12 hari	-.015500*	.005480	.013	-.02718	-.00382
12 hari	4 hari	.075500*	.005480	.000	.06382	.08718
	8 hari	.015500*	.005480	.013	.00382	.02718

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil uji lanjut dengan *post hoc* menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Karakterisasi Kadar Trigliserida

Multiple Comparisons

kadar tg

LSD

(I) kelompok	(J) kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
4 hari	8 hari	3.7500*	.6766	.000	2.308	5.192
	12 hari	8.6167*	.6766	.000	7.174	10.059
8 hari	4 hari	-3.7500*	.6766	.000	-5.192	-2.308
	12 hari	4.8667*	.6766	.000	3.424	6.309
12 hari	4 hari	-8.6167*	.6766	.000	-10.059	-7.174
	8 hari	-4.8667*	.6766	.000	-6.309	-3.424

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil uji menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Karakterisasi Kadar *Crude Glycerol*

Multiple Comparisons

kadar cg

LSD

(I) kelompok	(J) kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
4 hari	8 hari	-4.7833*	.5224	.000	-5.897	-3.670
	12 hari	-12.0167*	.5224	.000	-13.130	-10.903
8 hari	4 hari	4.7833*	.5224	.000	3.670	5.897
	12 hari	-7.2333*	.5224	.000	-8.347	-6.120
12 hari	4 hari	12.0167*	.5224	.000	10.903	13.130
	8 hari	7.2333*	.5224	.000	6.120	8.347

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil uji menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Karakterisasi Kadar Gliserol

Multiple Comparisons

kadar gliserol

LSD

(I) kelompok	(J) kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
4 hari	8 hari	-7.9167*	.5704	.000	-9.133	-6.701
	12 hari	-11.3667*	.5704	.000	-12.583	-10.151
8 hari	4 hari	7.9167*	.5704	.000	6.701	9.133
	12 hari	-3.4500*	.5704	.000	-4.666	-2.234
12 hari	4 hari	11.3667*	.5704	.000	10.151	12.583
	8 hari	3.4500*	.5704	.000	2.234	4.666

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil uji menunjukkan terdapat perbedaan nyata



Lampiran 2

Proses Fraksinasi Triglicerida



Triglicerida di bagian atas pada Kontrol



Triglicerida di bagian atas perlakuan 4 hari



Triglicerida di bagian atas perlakuan 8 hari

Triglicerida di bagian atas perlakuan 12
hari

Lampiran 3

Dokumentasi Penelitian

 <p>Penguapan Sisa Reaktan dari Trigliserida</p>	 <p>Pengambilan <i>Crude Glycerol</i></p>
 <p>Proses Absorpsi oleh Karbon Aktif</p>	 <p>Hasil Penyaringan dari Karbon Aktif</p>
 <p>Pengukuran pH menggunakan pH meter <i>Digital Type ATC 009</i></p>	 <p>Pengukuran Densitas menggunakan Piknometer</p>