



**TINGKAT KERUSAKAN MINYAK KELAPA SELAMA
PENGGORENGAN VAKUM BERULANG PADA
PEMBUATAN *RIPE BANANA CHIPS* (RBC)**

SKRIPSI

Oleh:

**Ely Astriyaningsih
NIM 131710101015**

**TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**TINGKAT KERUSAKAN MINYAK KELAPA SELAMA
PENGGORENGAN VAKUM BERULANG PADA
PEMBUATAN *RIPE BANANA CHIPS* (RBC)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Ely Astriyaningsih
NIM 131710101015**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Herlina, M.P.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Wiwik Siti Windarti, M.P.

**TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2017

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, saya mempersembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih kepada :

1. Almh. Ibunda Ely Astutik, Almh. Zahra Izzati Azhar, Ayahanda Rachmad, Ibunda Selvi Emma Agustina dan Adinda tersayang Farah Afdelia Mahmud yang telah memberikan doa tiada henti, kasih sayang, cinta kasih, restu dan semangat selama ini;
2. Keluarga besar di Lumajang;
3. Dr. Ir. Herlina, M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Wiwik Siti Windarti, M.P. selaku Dosen Pembimbing Anggota;
4. Sahabat seperjuangan Moch. Ichsan, Anisa Maharani, Erlina Kartikasari dan Livia Wahyuni yang telah memberikan suasana kebersamaan mulai awal kuliah sampai saat ini;
5. Teman-teman THP C angkatan 2013 yang saling mendukung;
6. HMI Komisariat Teknologi Pertanian Cabang Jember. Tetap semangat kader – kader HMI dalam mewujudkan masyarakat adil, makmur yang diridhoi Allah SWT;
7. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

”MAN JADDA WA JADDA”

Barang siapa yang bersungguh - sungguh akan mendapatkannya

Tuntutlah ilmu walaupun ke negeri cina, sesungguhnya menuntut ilmu itu wajib atas tiap-tiap muslim (Hadits)

“Orang yang menuntut ilmu berarti menuntut rahmat; orang yang menuntut ilmu berarti menjalankan rukun Islam dan Pahala yang diberikan kepada sama dengan para Nabi”.

(HR. Dailani dari Anas r.a)

Terbinanya insan akademis, pencipta, pengabdian yang bernafaskan islam dan bertanggung jawab atas terwujudnya masyarakat adil, makmur yang diridhoi Allah SWT.

Yakin Usaha Sampai
(Pasal 4 AD HMI)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ely Astriyaningsih

NIM : 131710101015

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **TINGKAT KERUSAKAN MINYAK KELAPA SELAMA PENGGORENGAN VAKUM BERULANG PADA PEMBUATAN *RIPE BANANA CHIPS* (RBC)** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,
Yang menyatakan,

Ely Astriyaningsih
NIM 131710101015

SKRIPSI

**TINGKAT KERUSAKAN MINYAK KELAPA SELAMA
PENGGORENGAN VAKUM BERULANG PADA
PEMBUATAN *RIPE BANANA CHIPS* (RBC)**

Oleh:

Ely Astriyaningsih
NIM 131710101015

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Herlina, M.P.

Dosen Pembimbing Akademik : Ir. Wiwik Siti Windarti, M.P.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Tingkat Kerusakan Minyak Kelapa Selama Penggorengan Vakum Berulang Pada Pembuatan *Ripe Banana Chips* (RBC)” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 27 Oktober 2017

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Herlina, M.P.
NIP. 196605181993022001

Ir. Wiwik Siti Windarti, M.P.
NIP. 195311211979032002

Penguji Utama

Penguji Anggota

Ir. Yhulia Praptiningsih S, M.S.
NIP. 195306261980022001

Dr. Ir. Maryanto, M.Eng.
NIP. 195410101983031004

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Tingkat Kerusakan Minyak Kelapa Selama Penggorengan Vakum Berulang Pada Pembuatan *Ripe Banana Chips* (RBC); Ely Astriyaningsih; 131710101015; 2017; 59 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Buah-buahan merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan memiliki peluang untuk diekspor. Produk buah-buahan di Indonesia pada umumnya dikonsumsi dalam bentuk buah segar dan masih sedikit yang diolah ke dalam bentuk makanan olahan salah satunya yaitu buah pisang. Di Indonesia buah pisang memiliki nilai produktivitas yang tinggi yaitu mencapai 7,29 juta ton pada tahun 2015 sedangkan buah pisang bersifat mudah rusak (*perishable*) setelah dipanen, di samping itu tingkat kehilangan hasil cukup tinggi yaitu mencapai 25-40%. Salah satu alternatif untuk meningkatkan umur simpan serta nilai tambah produk buah pisang adalah dengan melakukan pengolahan buah-buahan menjadi keripik atau bisa disebut *Ripe Banana Chips* (RBC).

Ripe Banana Chips (RBC) merupakan makanan ringan yang menyehatkan karena kandungan seratnya yang tinggi. Penggorengan *Ripe Banana Chips* (RBC) dapat dilakukan dengan menggunakan penggorengan pada tekanan rendah (vakum). Berkembangnya teknologi penggorengan vakum menghasilkan *Ripe Banana Chips* (RBC) yang memiliki rasa dan aroma seperti buah aslinya, tekstur renyah serta nilai gizinya relatif dapat dipertahankan karena proses penggorengan berlangsung pada suhu relatif rendah. Saat proses penggorengan berlangsung, minyak goreng akan teradsorpsi pada makanan sebanyak 5-40%, dengan demikian minyak goreng juga akan ikut dikonsumsi dan masuk ke dalam tubuh. Penggunaan minyak goreng yang berulang menjadi masalah yang ada dalam proses penggorengan. Minyak yang berulang kali digunakan dapat menyebabkan penurunan mutu bahkan akan menimbulkan bahaya bagi kesehatan, karena penggunaan minyak goreng berulang kali akan mengakibatkan kerusakan minyak.

Penelitian menggunakan 4 sampel percobaan dimulai dari penggorengan pertama sampai penggorengan keempat, setelah itu dianalisis menggunakan analisis deskriptif. Penelitian dilakukan pada Bulan Desember 2016 – Juli 2017. Analisis yang dilakukan untuk mengetahui mutu minyak goreng diantaranya kadar asam lemak bebas, bilangan iod, bilangan peroksida, viskositas, berat jenis dan kejernihan.

Hasil penelitian menunjukkan hasil rata-rata analisis asam lemak bebas minyak pada penggorengan vakum berkisar antara 0,1944% - 0,2414% hal ini menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas semakin meningkat disetiap penggorengan. Bilangan iod pada penggorengan vakum berkisar antara 41,783 mg/g – 45,7141 mg/g yang menunjukkan bahwa bilangan iod semakin menurun disetiap penggorengan. Bilangan peroksida pada penggorengan vakum berkisar

antara 2,5909 mekO₂/kg – 3,067 mekO₂/kg. Hasil rata-rata analisis viskositas minyak pada penggorengan vakum berkisar antara 0,0205 P – 0,0333 P yang menunjukkan bahwa viskositas semakin meningkat disetiap penggorengan. Berat jenis minyak pada penggorengan vakum berkisar antara 0,9144 g/ml – 0,9193 g/ml yang menunjukkan bahwa berat jenis semakin meningkat disetiap penggorengan. Hasil rata-rata analisis kejernihan minyak pada penggorengan vakum berkisar antara 0,0788 – 0,0928 yang menunjukkan bahwa kejernihan semakin menurun disetiap penggorengan.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan semakin banyak frekuensi penggunaan minyak dengan penggorengan vakum pada pembuatan *Ripe Banana Chips (RBC)* menyebabkan kualitas minyak semakin menurun, hal ini ditandai dengan meningkatnya kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, berat jenis, viskositas serta menurunnya bilangan iod dan kejernihannya. Nilai kadar asam lemak bebas 0,1944%, 0,2052%, 0,2387%, 0,2415%; bilangan iod 45,7141 mg/g, 44,3133 mg/g, 43,1770 mg/g, 41,7830 mg/g; bilangan peroksida 2,5909 mek O₂/kg, 2,7971 mek O₂/kg, 3,3807 mek O₂/kg, 3,6067 mek O₂/kg; Viskositas 0,0205 P, 0,0230 P, 0,0268 P, 0,0334 P; Berat Jenis 0,9145 g/ml, 0,9175 g/ml, 0,9193 g/ml, 0,9193 g/ml dan kejernihan 0,0788, 0,0854, 0,0873, 0,0928.

SUMMARY

Degree Of Coconut Oil Rancidity During Recycled Vacuum Frying For Production Of Ripe Banana Chips (RBC); Ely Astriyaningsih; 131710101015; 2017; 59 pages; Department of Agricultural Product Technology; Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

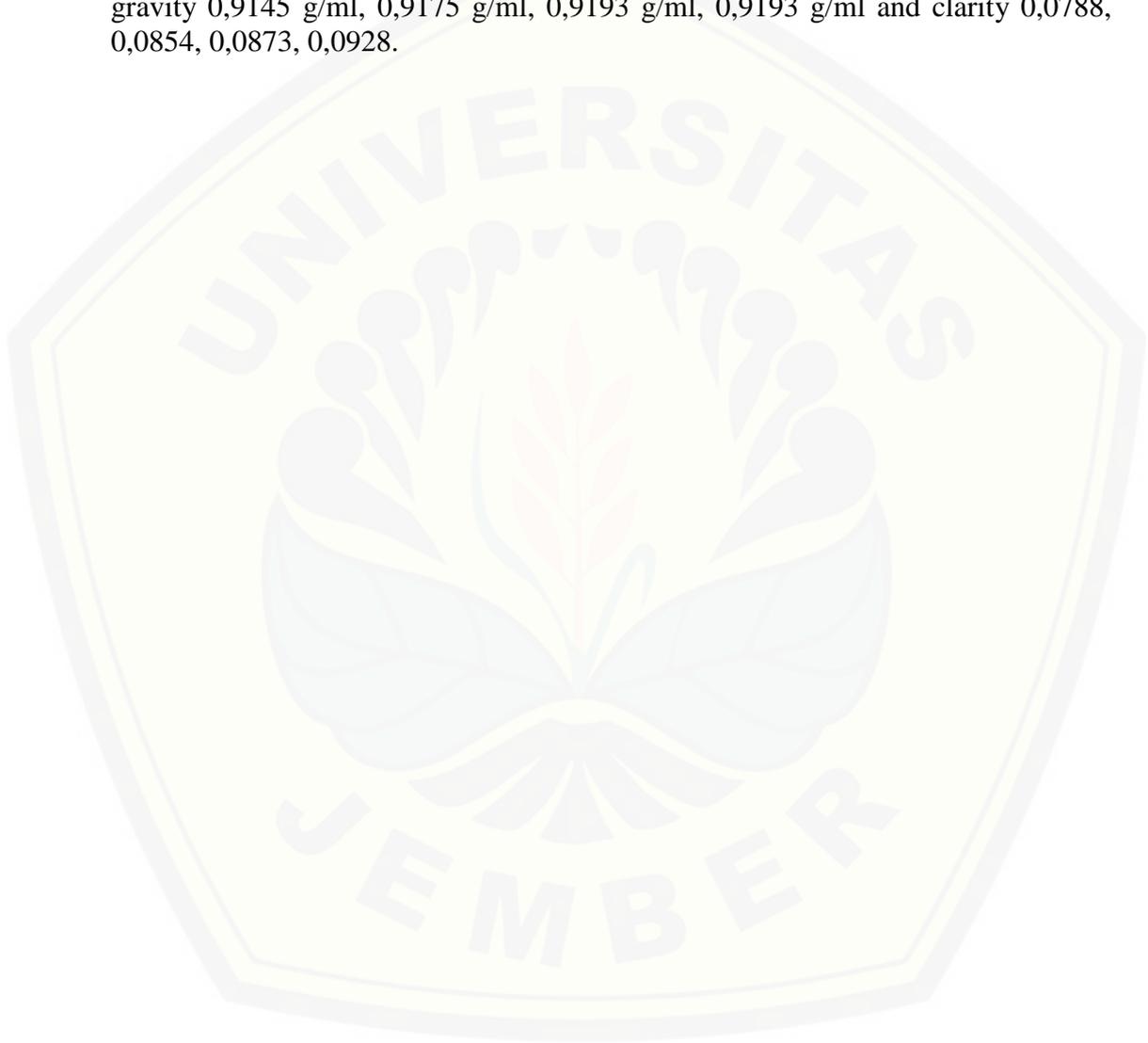
Fruit is one of the horticultural commodities which have high economic value and have the opportunity to export. Fruit products in Indonesia are generally consumed as fresh fruits and not much is converted as processed food products which one of them is banana. In Indonesia, bananas have a high productivity values, reaching 7,29 tons in 2015, while bananas are perishable easily after harvest, in addition the level of yield loss is high enough, reaching 25-40%. One of the alternative to increase the shelf life and value added products of banana is processing the fruit into chips or can be called Ripe Banana Chips (RBC).

Ripe Banana Chips (RBC) is a healthful snacks because the high fiber content. Toasting Ripe Banana Chips (RBC) can be done by using a frying pan on a low pressure (vacuum). The development of vacuum frying technology generate of the Ripe Banana Chips (RBC), which has a taste and flavour like the original fruit, crunchy texture and nutritional value is relatively well preserved because of the frying process takes place at relatively low temperatures. When the frying process takes place, cooking oil will be adsorbed on the food as much as 5-40%, thus the cooking oil will also be consumed and into the body. The use of recurring cooking oil is a problem that exists in the frying process. Repeatedly used oil can lead to reduced quality even pose a danger to health, because repeated use of cooking oil will result oil damage.

The studies using 4 trial samples that began from the first to the fourth frying pan, then it was analyzed using descriptive analysis. The study was conducted in December 2016 - July 2017. The analysis was conducted to determine the quality of cooking oil including free fatty acid, iodine number, peroxide, viscosity, density and clarity.

The results showed an average yield of free fatty acid analysis of the oil in the frying vacuum ranged between 0,1944% - 0,2414%, this indicates that the free fatty acid levels increased in each pan. Iodine number in vacuum frying ranged from 41,783 mg/g – 45,7141 mg/g, which indicates that the iodine number decreases in each pan. Peroxide in the vacuum frying ranging between 2,5909 mek O₂/kg - 3,067 mek O₂/kg. The range of average yield analysis on vacuum frying oil viscosity are between 0,0205 P – 0,0333 P which showed that the viscosity increases in each pan. The range of density on the type of vacuum frying between 0,9144 g/ml – 0,9193 g/ml which indicates that the density is increasing in each pan. The average yield analysis on vacuum frying oil clarity ranged from 0,0788 - 0,0928 which indicates that clarity has declined in each pan.

Based on the results of the study, it can be concluded that the more frequent use of oil with vacuum frying on the manufacture of Ripe Banana Chips (RBC) causes the quality of oil to decline, this is indicated by the increase of free fatty acid content, peroxide number, density, viscosity and decrease iod number and clarity. The value of free fatty acid content 0,1944%, 0,052%, 0,2387%, 0,2415%; iodine number 45,7141 mg/g, 44,3133 mg/g, 43.1770 mg/g, 41,7830 mg/g; peroxide number 2,5909 mek O₂/kg, 2,7971 mek O₂/kg, 3,3807 mek O₂/kg, 3,6067 mek O₂/kg; Viscosity 0,0205 P, 0,0230 P, 0,0268 P, 0,0334 P; Specific gravity 0,9145 g/ml, 0,9175 g/ml, 0,9193 g/ml, 0,9193 g/ml and clarity 0,0788, 0,0854, 0,0873, 0,0928.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Tingkat Kerusakan Minyak Kelapa Selama Penggorengan Vakum Berulang Pada Pembuatan *Ripe Banana Chips* (RBC)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Pendidikan Strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Bapak Ir. Giyarto, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Ir. Herlina, M.P. selaku dosen pembimbing utama dan Ir. Wiwik Siti Windarti, M.P. selaku dosen pembimbing anggota yang telah sabar membimbing dan memberikan saran;
4. Keluarga saya yaitu orang tua dan adik saya yang telah memberikan kasih sayang, perhatian dan dukungan moral spiritualnya;
5. Teman-teman seperjuangan Moch. Ichsan yang telah memberikan suasana kebersamaan dan keceriaan selama ini;
6. Rekan-rekan THP 2013 yang tetap semangat berjuang bersama-sama;
7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Jember, Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Minyak Goreng.....	4
2.2 Minyak Kelapa	5
2.3 Sifat Minyak Goreng	7
2.4 Kerusakan Minyak Goreng	8
2.4.1 Oksidasi	8
2.4.2 Hidrolisis.....	9

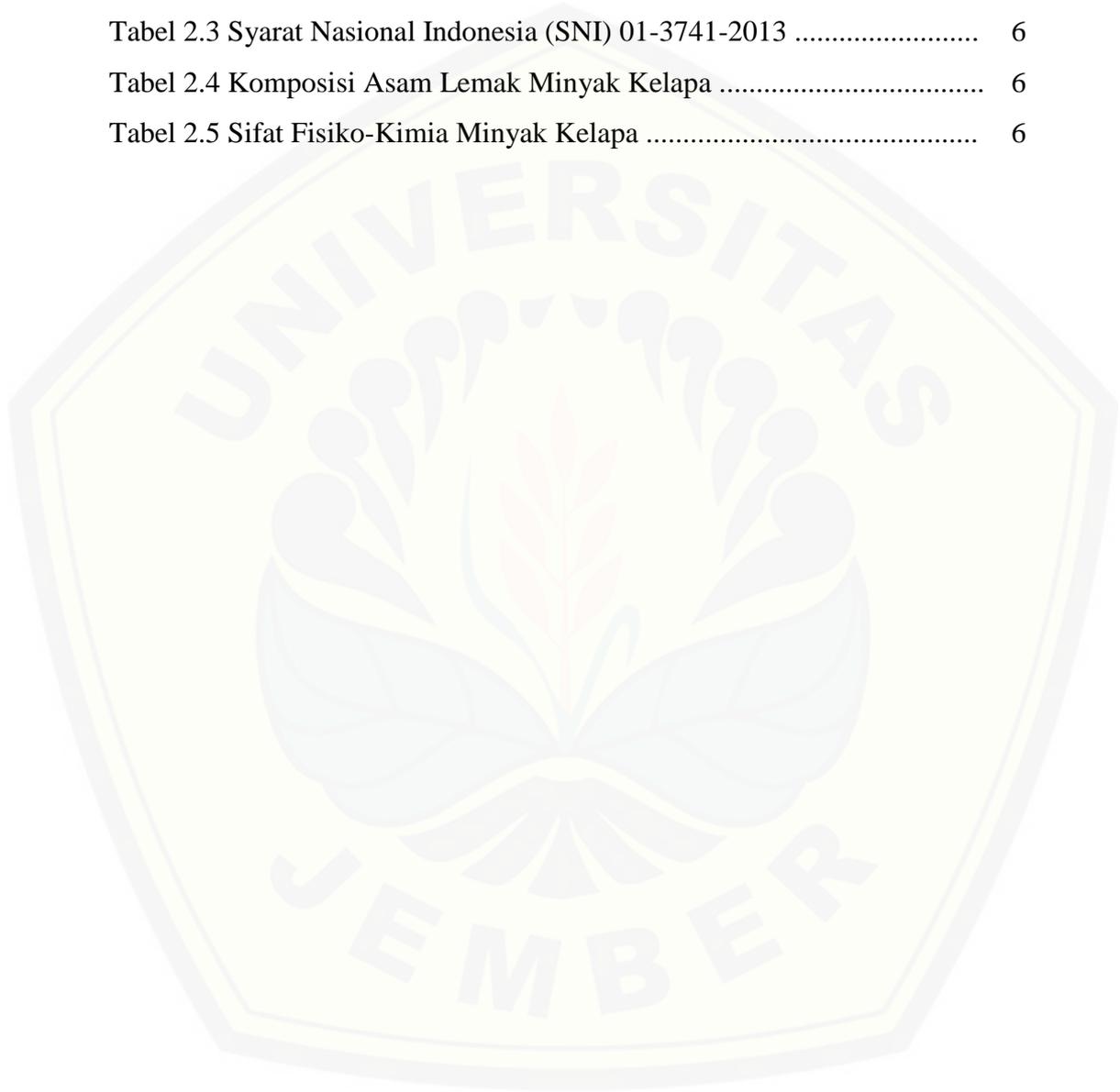
2.4.3 Polimerisasi.....	9
2.5 Perubahan Mutu Minyak Goreng	10
2.5.1 Asam Lemak Bebas.	10
2.5.2 Bilangan Iod.....	10
2.5.3 Bilangan Peroksida	11
2.5.4 Reaksi Maillard.....	12
2.6 Kondisi Proses Penggorengan pada Penggorengan Vakum.....	12
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.3 Pelaksanaan Penelitian	14
3.3.1 Menyiapkan bahan baku	14
3.3.2 Produksi <i>Ripe Banana Chips</i> (RBC)	15
3.3.3 Pengambilan Sampel.....	16
3.4 Rancangan Penelitian	18
3.5 Parameter Pengamatan	18
3.6 Prosedur Analisis.....	18
3.6.1 Kadar Asam Lemak Bebas (Sudarmadji, dkk 2007)	18
3.6.2 Bilangan Iod (Sudarmadji, S dkk. 2007)	19
3.6.3 Bilangan Peroksida (SNI, 2013)	19
3.6.4 Viskositas (Metode Oswald).....	20
3.6.5 Berat Jenis (Ketaren, 2012)	20
3.6.6 Kejernihan (Sudarmadji, dkk. 2007).....	20
4.1 Kadar Asam Lemak Bebas	21
4.2 Bilangan Iod	22
4.3 Bilangan Peroksida.....	24
4.4 Viskositas	25
4.5 Berat jenis.....	26
4.6 Kejernihan	27
BAB 5. PENUTUP	29

5.1 Kesimpulan.....	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	34



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Minyak Goreng menurut SNI 01-3741-2002	5
Tabel 2.2 Standar Mutu Minyak Goreng	5
Tabel 2.3 Syarat Nasional Indonesia (SNI) 01-3741-2013	6
Tabel 2.4 Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa	6
Tabel 2.5 Sifat Fisiko-Kimia Minyak Kelapa	6



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pembentukan Asam Lemak Bebas	11
Gambar 2.2	Proses Pembentukan Peroksida	12
Gambar 3.1	Tahap Produksi <i>Ripe Banana Chips</i> (RBC)	16
Gambar 3.2	Proses Pengambilan Sampel Minyak Goreng	17
Gambar 4.1	Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Penggorengan Vakum Berulang pada Pembuatan RBC	22
Gambar 4.2	Bilangan Iod Minyak Kelapa Penggorengan Vakum Berulang pada Pembuatan RBC	24
Gambar 4.3	Bilangan Peroksida Minyak Kelapa Penggorengan Vakum Berulang pada Pembuatan RBC	26
Gambar 4.4	Viskositas Minyak Kelapa Penggorengan Vakum Berulang pada Pembuatan RBC	27
Gambar 4.5	Berat Jenis Minyak Kelapa Penggorengan Vakum Berulang pada Pembuatan RBC	28
Gambar 4.6	Kejernihan Minyak Kelapa Penggorengan Vakum Berulang pada Pembuatan RBC	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Asam Lemak Bebas	35
Lampiran B. Bilangan Iod	35
Lampiran C. Bilangan Peroksida	35
Lampiran D. Berat Jenis	35
Lampiran E. Viskositas	36
Lampiran F. Warna	36
Lampiran G. Perhitungan Asam Lemak Bebas	36
Lampiran H. Bilangan Iod	41
Lampiran I. Bilangan Peroksida	45
Lampiran J. Viskositas	50
Lampiran K. Berat Jenis	52
Lampiran L. Dokumentasi	57

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah-buahan merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan memiliki peluang untuk diekspor. Produk buah-buahan di Indonesia pada umumnya dikonsumsi dalam bentuk buah segar dan masih sedikit yang diolah ke dalam bentuk makanan olahan salah satunya yaitu buah pisang. Di Indonesia buah pisang memiliki nilai produktivitas yang tinggi yaitu mencapai 7,29 juta ton pada tahun 2015 (Badan Pusat Statistik, 2015) sedangkan buah pisang bersifat mudah rusak (*perishable*) setelah dipanen, di samping itu tingkat kehilangan hasil cukup tinggi yaitu mencapai 25-40% (Hasan, 2005). Salah satu alternatif untuk meningkatkan umur simpan serta nilai tambah produk buah pisang adalah dengan melakukan pengolahan buah-buahan menjadi keripik atau bisa disebut *Ripe Banana Chips* (RBC).

Ripe Banana Chips (RBC) merupakan makanan ringan yang menyehatkan karena kandungan seratnya yang tinggi. Penggorengan *Ripe Banana Chips* (RBC) dapat dilakukan dengan menggunakan penggorengan pada tekanan rendah (vakum). Penggorengan vakum digunakan untuk buah-buahan yang kandungan airnya tinggi misalnya pisang (75%) (Mulyati, 2005). Berkembangnya teknologi penggorengan vakum menghasilkan *Ripe Banana Chips* (RBC) yang memiliki rasa dan aroma seperti buah aslinya, tekstur renyah serta nilai gizinya relatif dapat dipertahankan karena proses penggorengan berlangsung pada suhu relatif rendah (Enggar, 2009).

Pada kondisi vakum, suhu penggorengan dapat diturunkan menjadi 80–90°C karena titik didih minyak mengalami penurunan, sehingga kerusakan warna, aroma, rasa, dan nutrisi pada produk akibat panas dapat dihindari. Kerusakan minyak dan akibat lain yang ditimbulkan karena suhu tinggi dapat diminimalkan karena proses dilakukan pada suhu dan tekanan rendah. Pada proses penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan.

Minyak yang dikonsumsi sangat erat kaitannya bagi kesehatan kita. Minyak yang sering kita dengar ada dua macam yaitu minyak sawit dan minyak kelapa.

Masyarakat lebih memilih minyak kelapa sawit karena harganya lebih terjangkau, namun bila ditinjau dari segi kesehatan minyak kelapa lebih menyehatkan dan memiliki banyak keuntungan yakni memberikan keuntungan gizi klinis bagi individu yang tidak dapat menyerap asam lemak rantai panjang. Selain itu minyak kelapa lebih mudah diserap usus dan tidak digabungkan dengan kilomikron untuk diangkut dan disimpan dalam jaringan adipose, tetapi langsung diangkut ke hati untuk dioksidasi menjadi energi yang siap digunakan oleh tubuh (Kennedy, 1991). Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan minyak kelapa sebagai medium penghantar panas dalam pembuatan *Ripe Banana Chips* (RBC).

Saat proses penggorengan berlangsung, minyak goreng akan teradsorpsi pada makanan sebanyak 5-40%, dengan demikian minyak goreng juga akan ikut dikonsumsi dan masuk ke dalam tubuh. Hal ini tidak menjadi masalah selama minyak yang digunakan untuk menggoreng tidak rusak, akan tetapi masyarakat kebanyakan tidak mengetahui hal tersebut dan terus menggunakan minyak goreng berkali-kali hingga menjadi rusak (LPPOM, 2010). Penggunaan minyak goreng yang berulang tersebut menjadi masalah yang ada dalam proses penggorengan (Hartini, 2011).

Minyak yang berulang kali digunakan dapat menyebabkan penurunan mutu bahkan akan menimbulkan bahaya bagi kesehatan. Penggunaan minyak goreng berulang kali akan mengalami berbagai reaksi kimia diantaranya reaksi hidrolisis, oksidasi, isomerisasi dan polimerisasi. Kerusakan tersebut menyebabkan minyak menjadi berwarna kecoklatan, lebih kental, berbusa, berasap, serta meninggalkan *odor* yang tidak disukai pada makanan. Perubahan akibat pemanasan tersebut antara lain disebabkan oleh terbentuknya senyawa yang bersifat toksik dalam bentuk hidrokarbon, asam-asam lemak hidroksi, epoksida, senyawa-senyawa siklik, dan senyawa senyawa polimer (Ketaren, 2008). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kerusakan minyak kelapa dalam penggorengan vakum berulang.

1.2 Rumusan Masalah

Minyak goreng yang berulang kali digunakan dapat menyebabkan penurunan mutu pada minyak goreng tersebut bahkan dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan. Penurunan mutu yang ditimbulkan dapat berupa perubahan fisik dan kandungan nilai gizi dalam bahan pangan, sampai saat ini belum ditemukan penelitian tentang penggorengan vakum berulang. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat kerusakan minyak kelapa selama penggorengan vakum berulang pada pembuatan *Ripe Banana Chips* (RBC) sehingga dapat diketahui tingkat kerusakan minyak goreng pada tingkat penggorengan *Ripe Banana Chips* (RBC).

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerusakan minyak kelapa selama penggorengan vakum berulang pada pembuatan *Ripe Banana Chips* (RBC).

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat bahwa penggunaan minyak goreng berulang dapat merusak kualitas minyak serta bahan pangan selama penggorengan vakum berulang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Goreng

Minyak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu minyak juga merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein. Satu gram minyak dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram. Minyak, khususnya minyak nabati, mengandung asam-asam lemak esensial seperti asam linoleat, lenolenat, dan arakidonat yang dapat mencegah penyempitan pembuluh darah akibat penumpukan kolesterol. Minyak juga berfungsi sebagai sumber dan pelarut bagi vitamin-vitamin A, D, E dan K. (Ketaren, 2008).

Minyak merupakan campuran dari ester asam lemak dengan gliserol. Jenis minyak umumnya dipakai untuk menggoreng adalah minyak nabati seperti minyak sawit, minyak kacang tanah, minyak wijen dan sebagainya. Minyak goreng jenis ini mengandung sekitar 80% asam lemak tak jenuh jenis asam oleat dan linoleat, kecuali minyak kelapa (Sartika, 2009).

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan. Minyak goreng adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia dalam rangka pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Minyak goreng adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia dalam rangka pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dari kalori dalam bahan pangan seperti minyak goreng dan margarin. Minyak goreng yang kita konsumsi sehari-hari sangat erat kaitannya dengan kesehatan kita (Sutiah, dkk., 2008).

Mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan dan dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan hidrasi gliserol akan membentuk aldehida tidak jenuh atau akrolein tersebut. Makin tinggi titik asap, makin baik

mutu minyak goreng itu. Titik asap suatu minyak goreng tergantung dari kadar gliserol bebas. Lemak yang telah digunakan untuk menggoreng titik asapnya akan turun, karena telah terjadi hidrolisis molekul lemak. Oleh karena itu untuk menekan terjadinya hidrolisis, pemanasan lemak atau minyak sebaiknya dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi dari seharusnya (Winarno, 2004).

Adapun standar mutu minyak goreng di Indonesia diatur dalam SNI 01-3741-2002 menurut (Wijana, dkk., 2005). Standar mutu minyak goreng telah dirumuskan dan ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) yaitu SNI 01-3741-2002 dan SNI 01-3741-2013 menetapkan bahwa standar mutu minyak goreng dapat dilihat pada **Tabel 2.1**, **Tabel 2.2** dan **Tabel 2.3** :

Tabel 2.1 Syarat Mutu Minyak Goreng Menurut SNI 01-3741-2002

Kriteria Uji	Satuan	Syarat
Keadaan		
Bau	-	Normal
Rasa	-	
Warna	-	
Kadar air	% b/b	Putih kuning pucat sampai kuning 0,01 – 0,30
Asam lemak bebas		
Asam laurat		Maks 0,30
Asam linoleat	% b/b	Mkas 2,00
Asam palmitat		Maks 0,30
Asam oleat		Maks 0,30
Bilangan asam	mg KOH/g	Maks 0,60
Bilangan peroksida	mg O ₂ /100 g	Maks 1,00

Sumber : Standar Nasional Indonesia 01-3741-2002

Tabel 2.2 Standar Mutu Minyak Goreng

Karakteristik	Kisaran	Keterangan
Bilangan peroksida (meq/kg)	2	Maksimal
Titik asap (0C)	200	Minimal
Bilangan Penyabunan	196 – 206	-
Bilangan Iodin	45 – 46	-
Berat jenis (g/mL)	0,921	Maksimal
Indeks bias (400C)	1,4565-1,4585	-
Citarasa dan bau	Tidak berbau (hambar)	

Sumber : SNI 3741-1995

2.2 Minyak Kelapa

Minyak kelapa dihasilkan dari buah kelapa tua, yakni diperoleh dari daging buah kelapa yang diekstrak melalui pembuatan santan dan akhirnya menjadi minyak atau dihasilkan melalui proses pengeringan buah kelapa menjadi kopra

dan selanjutnya diolah untuk mendapatkan minyaknya. Berdasarkan kandungan asam lemaknya, minyak kelapa digolongkan ke dalam minyak asam laurat karena komposisi asam tersebut paling besar dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Komposisi asam lemak minyak kelapa dilihat pada **Tabel 2.4**

Tabel 2.3 Syarat Nasional Indonesia (SNI) 01-3741-2013

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Warna	-	Normal
2	Kadar air dan bahan menguap	% (b/b)	Maks 0,15
3	Bilangan asam	mg KOH/g	Maks 0,5
4	Bilangan peroksida	mek O ₂ /kg	Maks 10
5	Cemaran logam		
5.1	Kadmium (Cd)	mg/kh	Maks 0,2
5.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 0,1

Tabel 2.4 Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa

Asam Lemak	Rumus kimia	Jumlah (%)
Kaproat	C ₆ H ₁₂ O ₂	0,2 – 0,8
Kaprilat	C ₈ H ₁₆ O ₂	6 – 9
Kaprat	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	6 – 10
Laurat	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	46 – 50
Miristat	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	17 – 19
Palmitat	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	8 – 10
Stearat	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	2 – 3
Oleat	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	5 – 7
Linoleat	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	1 – 2,5

Sumber : Alamsyah, 2005

Sifat fisiko-kimia minyak kelapa meliputi kandungan air, asam lemak bebas, warna, bilangan penyabunan, bilangan iod dan bilangan peroksida. Beberapa sifat fisiko-kimia minyak kelapa dapat dilihat pada **Tabel 2.5**

Tabel 2.5 Sifat Fisiko-Kimia Minyak Kelapa

Sifat	Crude	Cochin	RBD
Kandungan air dan kotoran (%)	1	0,1	0,03
Kadar asam lemak bebas (%)	2	0,07	0,04
Warna (<i>Lovibond</i>) R/Y max	12/75	1/10	1/10
Bilangan penyabunan (mg KOH/g)		250-264	250-264
Bilangan iod (g/100 g)		7-12	7-12
Bilangan peroksida (mg O ₂ /g)	2,0	0,5	0,5
<i>Melting point</i> (°C)		24-26	24-26
Indeks refraksi (40°C)		1,448-1,450	1,448-1,450

Sumber : Hui, 1996

2.3 Sifat Minyak Goreng

Sifat minyak goreng dibagi menjadi sifat fisik dan sifat kimia (Ketaren, 2005), yaitu :

2.1.1 Sifat Fisik

a. Warna

Warna terdiri dari 2 golongan, golongan pertama yaitu zat warna alamiah, yaitu secara alamiah terdapat dalam bahan yang mengandung minyak dan ikut terekstrak bersama minyak pada proses ekstraksi. Zat warna tersebut antara lain α dan β karoten (berwarna kuning), xantofil (berwarna kuning kecoklatan), klorofil (berwarna kehijauan) dan antosianin (berwarna kemerahan). Golongan kedua yaitu zat warna dari hasil degradasi zat warna alamiah, yaitu warna gelap disebabkan oleh proses oksidasi terhadap tokoferol (vitamin E), warna coklat disebabkan oleh bahan untuk membuat minyak yang telah busuk atau rusak, warna kuning umumnya terjadi pada minyak tidak jenuh.

- b. *Odor* dan *flavor*, terdapat secara alami dalam minyak dan juga terjadi karena pembentukan asam-asam yang berantai sangat pendek.
- c. Kelarutan, minyak tidak larut dalam air kecuali minyak jarak (castor oil), dan minyak sedikit larut dalam alkohol, etil eter, karbon disulfide dan pelarut-pelarut halogen.
- d. Titik cair dan *polymorphism*, minyak tidak mencair dengan tepat pada suatu nilai temperatur tertentu. *Polymorphism* adalah keadaan dimana terdapat lebih dari satu bentuk kristal.
- e. Titik didih (*boiling point*), titik didih akan semakin meningkat dengan bertambah panjangnya rantai karbon asam lemak tersebut.
- f. Titik lunak (*softening point*), dimaksudkan untuk identifikasi minyak tersebut.
- g. *Sliping point*, digunakan untuk pengenalan minyak serta pengaruh kehadiran komponen-komponennya.
- h. Titik leleh, yaitu temperatur pada saat terjadi tetesan pertama dari minyak atau lemak.

- i. Bobot jenis, biasanya ditentukan pada temperatur 25°C , dan juga perlu dilakukan pengukuran pada temperatur 40°C .
- j. Titik asap, titik nyala dan titik api, dapat dilakukan apabila minyak dipanaskan. Titik asap merupakan kriteria mutu yang penting dalam hubungannya dengan minyak yang akan digunakan untuk menggoreng.
- k. Titik kekeruhan (*turbidity point*), ditetapkan dengan cara mendinginkan campuran minyak dengan pelarut lemak

2.1.2 Sifat Kimia

- a. Hidrolisis, dalam reaksi hidrolisis, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kerusakan minyak atau lemak terjadi karena terdapatnya sejumlah air dalam minyak tersebut.
- b. Oksidasi, proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak. Terjadinya reaksi oksidasi akan mengakibatkan bau tengik pada minyak dan lemak.
- c. Hidrogenasi, proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak.
- d. Esterifikasi, proses esterifikasi bertujuan untuk mengubah asam-asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester. Prinsip reaksi ini hidrokarbon rantai pendek dalam asam lemak yang menyebabkan bau tidak enak, dapat ditukar dengan rantai panjang yang bersifat tidak menguap.

2.4 Kerusakan Minyak Goreng

Reaksi kimia yang berperan dalam proses kerusakan minyak diantaranya :

2.4.1 Oksidasi

Reaksi oksidasi akan menghasilkan senyawa aldehida dan keton. Hal ini terjadi sebagai reaksi antara trigliserida tidak jenuh dan oksigen dari udara. Molekul oksigen bergabung pada ikatan ganda molekul trigliserida dan dapat terbentuk berbagai senyawa yang menimbulkan rasa tengik yang tidak sedap, perubahan warna karena kerusakan pigmen warna, penurunan kandungan vitamin, dan keracunan (Pahan, 2006).

Proses oksidasi dapat terjadi pada suhu kamar dan selama proses pengolahan menggunakan suhu tinggi. Hasil oksidasi lemak dalam bahan pangan tidak hanya mengakibatkan rasa dan bau tidak enak, tetapi juga dapat menyebabkan penurunan nilai gizi karena kerusakan vitamin (karoten dan tokoferol) dan asam lemak esensial dalam lemak. Salah satu cara untuk menghambat reaksi oksidasi yaitu dengan pemanasan (50°C - 55°C) yang mematikan aktivitas organisme (Ketaren, 2008).

2.4.2 Hidrolisis

Dalam reaksi hidrolisis, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol oleh enzim lipase. Asam lemak tersebut mudah menguap dan berbau tidak enak. Enzim lipase berasal dari buah kelapa itu sendiri dan juga dihasilkan oleh mikroba. Peranan enzim dalam buah sebenarnya adalah membentuk minyak kelapa, bila tanaman kekurangan makanan maka akan terjadi reaksi hidrolisis dari lemak yang tadinya dibentuk. Hal ini akan merusak minyak dengan timbulnya bau tengik. Untuk mencegah terjadinya hidrolisis, kandungan air dalam minyak harus diusahakan seminimal mungkin (Aji, 2010).

2.4.3 Polimerisasi

Proses oksidasi yang berlanjut pada minyak goreng akan menyebabkan terbentuknya polimer-polimer yang dapat digolongkan dalam *Non Volatile Decomposition Product* (NVDP) dan *Volatile Decomposition Product* (VDP) (Suhadi, 1968). Senyawa-senyawa yang bersifat volatil termasuk di dalamnya peroksida, mono dan disliserida, aldehyd, ketone dan asam karboksilat. Sedangkan senyawa-senyawa non volatil termasuk komponen polar, monomer (siklik dan non siklik), dimer, trimer dan komponen lain yang memiliki bobot molekul besar (Lawson, 1995).

Menurut Ketaren (2008) ada 3 macam reaksi utama yang menyokong terbentuknya senyawa-senyawa NVDP ini. Reaksi-reaksi tersebut ialah autooksidasi, *thermal polymerization* dan *thermal oxidation*. Terbentuknya senyawa polimer dapat ditandai dengan meningkatnya kekentalan minyak goreng.

2.5 Perubahan Mutu Minyak Goreng

2.5.1 Asam Lemak Bebas.

Asam lemak bebas terbentuk karena terjadinya hidrolisis minyak menjadi asam-asamnya. Asam lemak bebas merupakan indikator kesegaran suatu minyak goreng, meskipun bukan menjadi satu-satunya indikator kerusakan. Air dapat menghidrolisis minyak menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Proses ini dibantu oleh adanya asam, alkali, uap air, temperatur tinggi dan enzim. Kandungan asam lemak bebas minyak meningkat selama pemanasan, disebabkan peristiwa oksidasi dan hidrolisis. Pada proses ini terjadi pemutusan rantai triglesirida menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol.

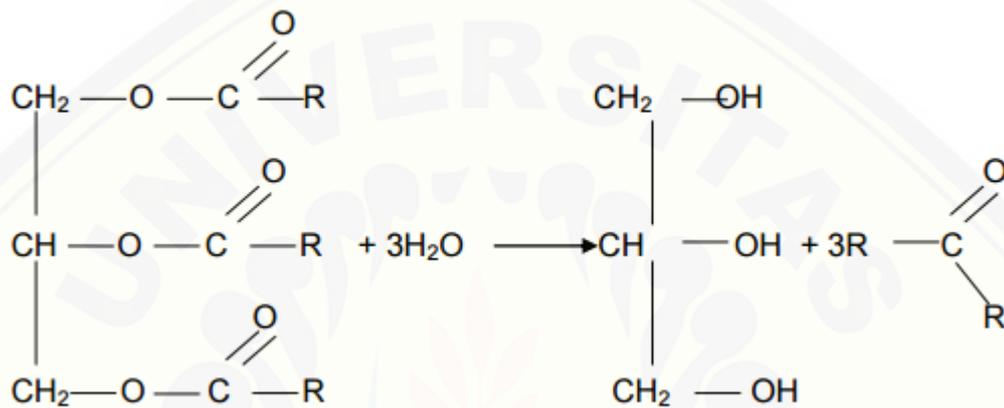
Asam lemak bebas dalam jumlah besar akan terikut dalam minyak dan akan menurunkan mutu minyak. Kenaikan kadar asam lemak bebas disebabkan karena adanya reaksi hidrolisis pada minyak. Asam lemak bebas berfungsi untuk memecahkan lemak atau minyak menjadi asam lemak atau gliserol (Ketaren, 2008).

Dalam reaksi hidrolisis, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol oleh enzim lipase. Asam lemak tersebut mudah menguap dan berbau tidak enak. Enzim lipase berasal dari buah kelapa itu sendiri dan juga dihasilkan oleh mikroba. Peranan enzim dalam buah sebenarnya adalah membentuk minyak kelapa, bila tanaman kekurangan makanan maka akan terjadi reaksi hidrolisis dari lemak yang tadinya dibentuk. Hal ini akan merusak minyak dengan timbulnya bau tengik. Untuk mencegah terjadinya hidrolisis, kandungan air dalam minyak harus diusahakan seminimal mungkin (Aji, 2010). Proses pembentukan asam lemak bebas dapat dilihat pada **Gambar 2.1**

2.5.2 Bilangan Iod

Bilangan iod menunjukkan ketidakjenuhan asam lemak penyusun minyak dan lemak. Asam lemak tidak jenuh mampu mengikat iod dan membentuk senyawa yang jenuh. Banyaknya iod yang diikat menunjukkan banyaknya ikatan rangkap yang terdapat pada minyak. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi bilangan iod, semakin bagus kualitas minyak goreng (Austutik, 2010).

Minyak yang digunakan berulang kali memiliki bilangan iod yang sangat rendah sehingga terjadi perubahan mutu pada bilangan iod. Hal ini dikarenakan jumlah ikatan rangkap dalam minyak goreng bekas semakin kecil sebagai akibat dari pemanasan dengan suhu tinggi dan pemakaian minyak yang lebih dari 5 kali penggorengan atau mengalami reaksi oksidasi serta menghasilkan asam lemak bebas, alkohol, aldehid, radikal bebas dan ikatan tunggal (Austutik, 2010).



Gambar 2.1 Proses Pembentukan Asam Lemak Bebas (Sumber : Ketaren, 2008)

2.5.3 Bilangan Peroksida

Reaksi oksidasi oleh oksigen terhadap asam lemak tidak jenuh akan menyebabkan terbentuknya peroksida, aldehid, keton serta asam-asam lemak berantai pendek yang dapat menimbulkan perubahan organoleptik yang tidak disukai seperti perubahan bau dan *flavour* (ketengikan). Oksidasi terjadi pada ikatan tidak jenuh dalam asam lemak. Oksidasi dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida dengan pengikatan oksigen pada ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuh.

Minyak mengalami oksidasi menjadi senyawa peroksida yang tidak stabil ketika dipanaskan. Pemanasan minyak lebih lanjut akan merubah sebagian peroksida *volatile decomposition products* (VDP) dan *non volatile decomposition products* (NVDP). Senyawa-senyawa VDP dan NVDP yang dihasilkan oleh senyawa peroksida seperti aldehid, keton, ester, alkohol, senyawa siklik dan hidrokarbon, secara keseluruhan membuat minyak menjadi polar dibandingkan minyak yang belum dipanaskan (Raharjo, 2007).

transfer panas, transfer massa air, dan transfer (serapan) massa minyak. Saat proses penggorengan dilakukan, terjadi transfer panas dari minyak ke bahan pangan, penguapan massa air dan penyerapan minyak oleh bahan pangan. Suhu penggorengan yang dianjurkan adalah 177—201⁰C, atau tergantung jenis bahan yang digoreng (Winarno, 2004).

Menggoreng adalah suatu proses untuk memasak bahan pangan menggunakan lemak atau minyak panas pada suhu tinggi, penggorengan *deep frying* menyebabkan terjadinya perubahan kestabilan dan mutu, cita rasa, warna dan tekstur dari makanan gorengan serta kandungan zat gizi dari makanan (Choe dan Min, 2007).

Mesin penggoreng vakum (*Vacuum Frying*) adalah mesin produksi untuk menggoreng berbagai macam buah dan sayuran dengan cara penggorengan hampa. Prinsip kerja penggorengan vakum dengan menghisap kadar air dalam sayuran dan buah dengan kecepatan tinggi agar pori-pori daging buah dan sayur tidak cepat menutup, sehingga kadar air dalam buah dapat diserap dengan sempurna (Sunaryo, 2014).

Produk dengan kualitas yang bagus dalam artian warna, aroma serta rasa buah dan sayur tidak berubah dan renyah pengaturan suhu tidak boleh melebihi 90⁰C dan tekanan vakum antara 65-76 cmHg. Pada kondisi vakum menyebabkan penurunan titik didih minyak dari 110-200⁰C menjadi 70-85⁰C. Dengan mesin penggoreng vakum memungkinkan mengolah buah atau komoditi peka panas seperti buah dan sayuran menjadi hasil olahan berupa keripik (*chips*) seperti keripik nangka, keripik apel, keripik salak, *ripe banana chips*, keripik nanas, keripik melon, keripik pepaya, keripik wortel, keripik buncis, keripik labu siem, keripik lobak, keripik jamur kancing dan lain-lain. Penggorengan menggunakan kondisi vakum menghasilkan produk yang kering dan renyah tanpa mengalami kerusakan nilai gizi dan *flavor* seperti halnya pada penggorengan biasa. Hal penting lain dari produk hasil penggorengan vakum adalah kandungan minyak yang lebih sedikit dan lebih *porous* (lebih ringan) dan umumnya mempunyai daya rehidrasi yang lebih baik (Widaningrum, 2009).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biokimia, Rekayasa Proses Hasil Pertanian, Analisa Terpadu dan Studio Kewirausahaan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai bulan Desember 2016 –Juli 2017.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggorengan vakum kapasitas produksi 5 kg, buret, spektrofotometer, piknometer, neraca analitik, *hot plate*, spatula, pipet tetes, gelas kaca, *stopwatch* dan *thermometer*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang mas pada kematangan level 5-6 (pisang masak dengan kulit kuning merata), minyak kelapa merk DORANG, botol gelap, etanol 96%, indikator *phenophthalin* (PP), NaOH 0,1 N, *aquadest*, asam oksalat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N, Na_2CO_3 , KIO_3 , KI jenuh, KI 15%, HCl 2 N, amilum, asam asetat glasial, *chloroform*, CHCl_3 , *reagen yodium bromida*, *Yodium* dan *bromin*.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian tingkat kerusakan minyak kelapa selama penggorengan vakum berulang pada pembuatan *Ripe Banana Chips* (RBC) sebagai berikut :

3.3.1 Persiapan bahan baku

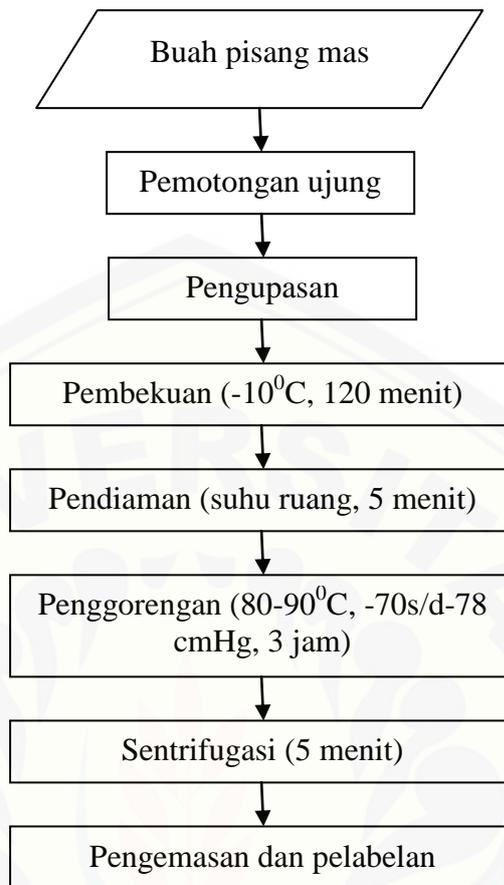
Persiapan alat dan bahan baku meliputi perbaikan dan pengkondisian alat penggorengan vakum, pembelian bahan baku berupa pisang mas kirana dengan tingkat kematangan level 5-6 (pisang masak dengan kulit kuning merata) dan minyak goreng. Perbaikan dan pengkondisian alat penggorengan vakum dilakukan dengan memperbaiki bagian *seal* dari alat sehingga mendukung proses pemvakuman. Pengkondisian alat dilakukan dengan menghidupkan alat vakum hingga menunjukkan tekanan di atas -60 cmHg dan penyetelan (*setting*) kompor untuk beroperasi pada suhu 80-90°C.

3.3.2 Produksi *Ripe Banana Chips* (RBC)

Produksi RBC dilakukan dengan lima tahap yaitu pengupasan, pembekuan, penggorengan, pengurangan kadar air, dan pengemasan. Pertama mengupas pisang masak tetapi sebelum pisang dikupas pada kedua ujungnya dipotong selanjutnya bagian tengah dilubangi dengan menggunakan pipa plong. Hal ini bertujuan mempertahankan bentuk pisang agar tetap utuh dan adanya lubang membujur di bagian tengah mampu mengoptimalkan transfer panas dari minyak ke bahan (buah pisang).

Tahap selanjutnya adalah pembekuan buah pisang dengan menggunakan suhu -10°C selama 120 menit. Tahap penggorengan vakum dilakukan pada suhu $80-90^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan -70s/d-76 cmHg selama 3 jam. Sebelum kompor dinyalakan, penggoreng vakum diisi dengan minyak goreng nabati sebanyak 60 kg untuk kapasitas alat 5 kg bahan baku. Setelah penggorengan, produk RBC diangkat dan dikurangi kadar minyaknya dengan menggunakan teknik sentrifugasi/pemusingan selama 5 menit. Selanjutnya produk siap dikemas dan dilabel.

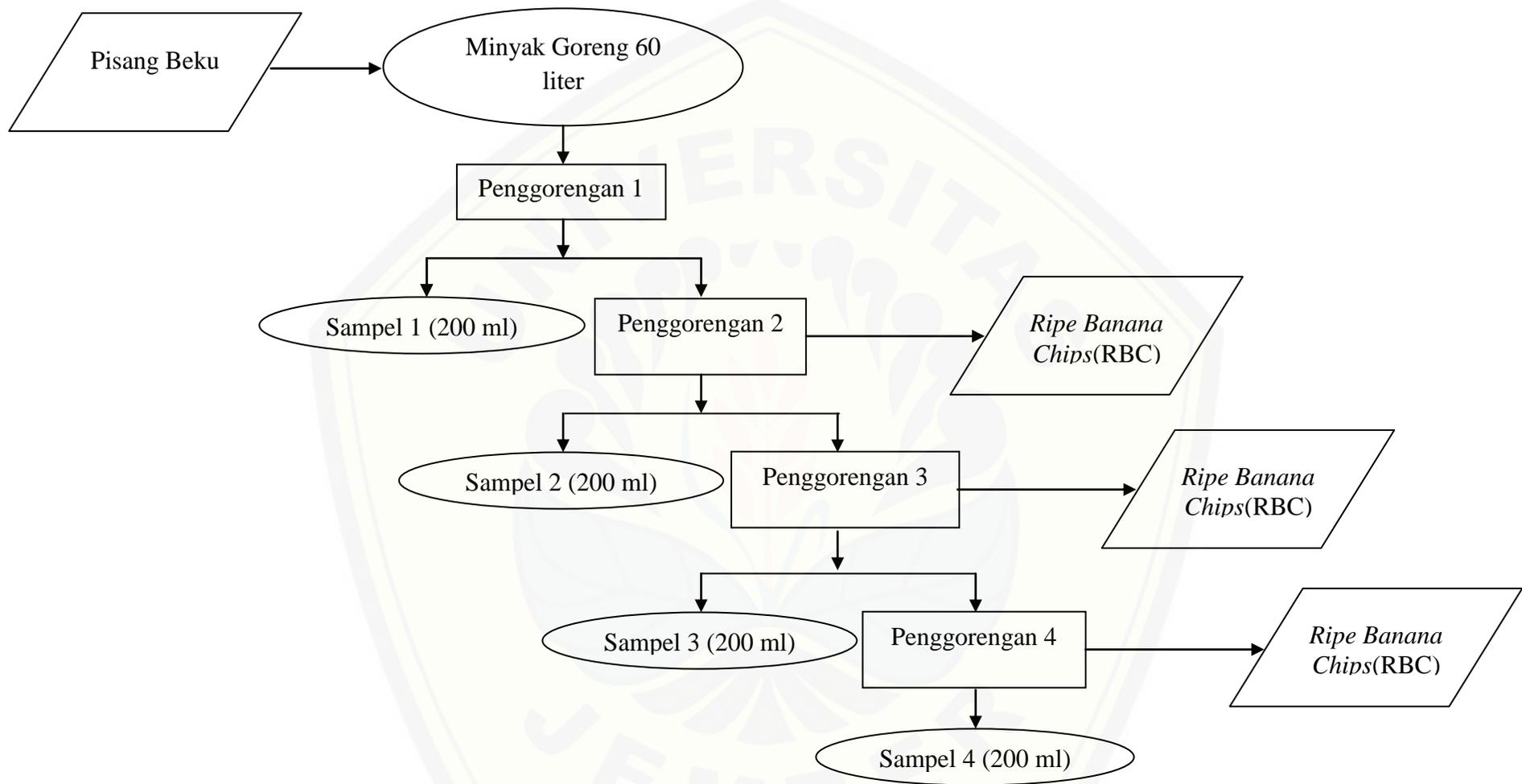
Perbandingan bahan baku daging buah pisang masak dengan minyak nabati yang digunakan adalah 1:12. Perbandingan ini dapat diperkecil hingga 1:7 dalam rangka efisiensi penggunaan minyak. Akan tetapi dapat meningkatkan mutu produk yang dihasilkan berdasarkan parameter tingkat kerenyahannya. Selama penggorengan dilakukan pengadukan dengan menggoyangkan wadah dalam penggorengan dengan menggunakan tuas. Penggoyangan cukup dilakukan dua kali frekuensi tiap 20-30 menit. Jika terlalu sering digoyang maka dapat merusak penampilan produk (produk ada yang tidak utuh irisannya/patah). Tahap selanjutnya adalah pengurangan kadar minyak produk RBC dengan teknik sentrifugasi menggunakan alat spiner. Produk RBC yang dihasilkan adalah sekitar 26-36% dari berat awal bahan baku buah pisang yang digunakan (sekitar 1,3-1,8 kg dari 5 kg daging buah pisang). Tahap terakhir adalah penimbangan, pengemasan dan labeling. Tahap produksi RBC seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Tahap Produksi Ripe Banana Chips (RBC)

3.3.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel sebanyak 200 ml di setiap penggorengan, penggorengan digunakan sebanyak 4 kali. Sampel yang telah didapat di analisis meliputi kadar asam lemak bebas, bilangan iod, bilangan peroksida, viskositas, berat jenis dan kejernihan. Tahap pengambilan sampel minyak goreng dapat dilihat pada **Gambar 3.2**



Gambar 3.2 Proses Pengambilan Sampel Minyak Goreng (Kelapa)

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktorial. Faktor tersebut adalah perlakuan penggorengan dengan 3 kali titik pengukuran.

Faktor perlakuan penggorengan terdiri dari 4 taraf yaitu :

B₁ : Penggorengan 1

B₂ : Penggorengan 2

B₃ : Penggorengan 3

B₄ : Penggorengan 4

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis deskriptif.

3.5 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini antara lain : Kadar Asam Lemak Bebas (Sudarmadji, S dkk. 2007), Bilangan Iod (Sudarmadji, S dkk. 2007), Bilangan Peroksida (SNI, 2013), Viskositas (metode viskometer oswold), Berat Jenis (Ketaren, 2012) dan Warna (Sudarmadji, S dkk. 2007).

3.5 Prosedur Analisis

3.6.1 Kadar Asam Lemak Bebas (Sudarmadji, dkk 2007)

Sampel diaduk dan ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 ml yang telah diketahui berat kosongnya. Ke dalam sampel ditambahkan 50 ml alkohol lalu dipanaskan dengan suhu 50-75⁰C. Ditambahkan 3 tetes indikator *phenophtalin* (PP) lalu segera dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Asam lemak bebas dinyatakan dalam persen Asam lemak bebas dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kadar Asam Lemak Bebas} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times 25,6}{\text{Berat sampel (g)} \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan :

N : Normalitas NaOH

BM : 25,6

3.6.2 Bilangan Iod (Sudarmadji, S dkk. 2007)

Sampel minyak ditimbang sebanyak 0,1-0,5 gram kemudian ditambahkan *chloroform* 10 ml dan 25 ml *reagen yodium bromide* dan dibiarkan ditempat gelap selama 30 menit. Tambahkan 10 ml larutan KI 15% dan 100 ml aquades yang telah dididihkan. Titrasi larutan iodin dengan natrium-thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N) sampai larutan menjadi kuning pucat. Setelah itu tambahkan 3 tetes amilum ke dalam larutan dan lanjutkan titrasi sampai warna biru hilang. Untuk larutan blanko prosedur sama seperti di atas tetapi tanpa sampel. Bilangan Iod dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{B-S \times N \times 12,69}{\text{sampel (g)}}$$

Keterangan :

B : Jumlah ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko

S : Jumlah ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi sampel

N : Normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

12, 69 : Bobot atom iodium

3.6.3 Bilangan Peroksida (SNI, 2013)

Sampel sebanyak 5 gram ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 ml bertutup. Selanjutnya, ke dalam labu ditambahkan 50 ml larutan asam asetat glasial-isooktan (3:2). Larutan digoyang-goyangkan sampai bahan terlarut semua. Setelah semua bahan tercampur, ditambahkan 0,5 ml larutan KI jenuh. Selama 1 menit campuran larutan didiamkan sambil tetap di goyang, selanjutnya ditambahkan 30 ml akuades. Berikutnya, ke dalam campuran larutan ditambahkan 0,5 ml amilum 1% dan segera dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga larutan berubah warna dari biru sampai dengan warna biru mulai menghilang. Penetapan dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Bilangan peroksida dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times N \text{ thio} \times 1000}{\text{Berat sampel (g)}}$$

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini adalah semakin banyak frekuensi penggunaan minyak dengan penggorengan vakum pada pembuatan *Ripe Banana Chips (RBC)* menyebabkan kualitas minyak semakin menurun, hal ini ditandai dengan meningkatnya kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, berat jenis, viskositas serta menurunnya bilangan iod dan kejernihannya. Nilai kadar asam lemak bebas 0,1944%, 0,2052%, 0,2387%, 0,2415%; bilangan iod 45,7141 mg/g, 44,3133 mg/g, 43,1770 mg/g, 41,7830 mg/g; bilangan peroksida 2,5909 mek O₂/kg, 2,7971 mek O₂/kg, 3,3807 mek O₂/kg, 3,6067 mek O₂/kg; Viskositas 0,0205 P, 0,0230 P, 0,0268 P, 0,0334 P; Berat Jenis 0,9145 g/ml, 0,9175 g/ml, 0,9193 g/ml, 0,9193 g/ml dan kejernihan 0,0788, 0,0854, 0,0873, 0,0928.

5.2 Saran

Sebaiknya dilakukan analisis minyak goreng sebelum digunakan untuk menggoreng.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Sani, Masyhuri Machfudz. 2010. 2010. *Metodologi Riset Manajemen Sumber Daya Manusia*. Cetakan Pertama. UIN-Malang, Maliki Press
- Ahmad, Dedi, Putri Nopita S dan Purwa Gilang R. 2014. *Uji Kualitas Minyak Kelapa Dengan Uji Coba Penggorengan*. Bandung. Program Studi Teknologi Agroindustri Fakultas Pendidikan Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia.
- Aji, P dan Purwono, R. 2010. *Pengendalian Mutu Beton Sesuai SNI, ACI, dan ASTM*. Penerbit ITS press; Surabaya
- Alamsyah, A. N. 2005. *Virgin Coconut Oil Minyak Penakluk Aneka Penyakit*. Penerbit Agro Media Pustaka, Jakarta
- Aminah, S. 2010. Bilangan Peroksida Minyak Goreng Curah Dan Sifat Organoleptik Tempe Pada Pengulangan Penggorengan. *Jurnal Pangan dan Gizi Universitas Muhammadiyah Semarang*. Vol 1, No 1. : 7-14.
- Austutik, I. A. 2010. *Pengaruh Suhu Interaksi Minyak Goreng Bekas Dengan Menggunakan Karbon Aktif Biji Kelor (Moringaoleifera.Lamk) Terhadap Angka Iodine Dan Angka Peroksida*. Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (Uin) Maulana Malik Ibrahim Malang
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Data Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai Provinsi Lampung tahun 2014*. Berita Resmi Statistik. Lampung.
- BeMiller, J.N. dan R.L. Whistler. 2007. *Carbohydrates*. Pp 158–221 In : Fennema's Food Chemical. Damodaran, S., K.L. Parkin dan O.R. Fennema. (eds.). 4 nd . ERC Press. Boca Raton. Pp 1262
- BSN. 1995. *Minyak Goreng*. SNI 01-3741-1995. BADAN STANDARISASI.
- Choe, E and D.B. Min 2007. *Chemistry of Deep-Fat Frying oils ; Journal of food Science*. Vol.72Nr. 5. Institute of Food Technologists.
- Daniel, D. 2011. *Mengenal Hidrogen Peroksida*. <http://www.ftidaniieldoriska.info/2017/09/mengenal-hidrogen-peroksida-h2o2.html> diunduh pada tanggal 26 September 2017
- Enggar. 2009. Prinsip Kerja Alat Penggorengan Vakum. , *Jurnal Agrikultura vol 12 nomor 6 tahun 2009*. Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran.

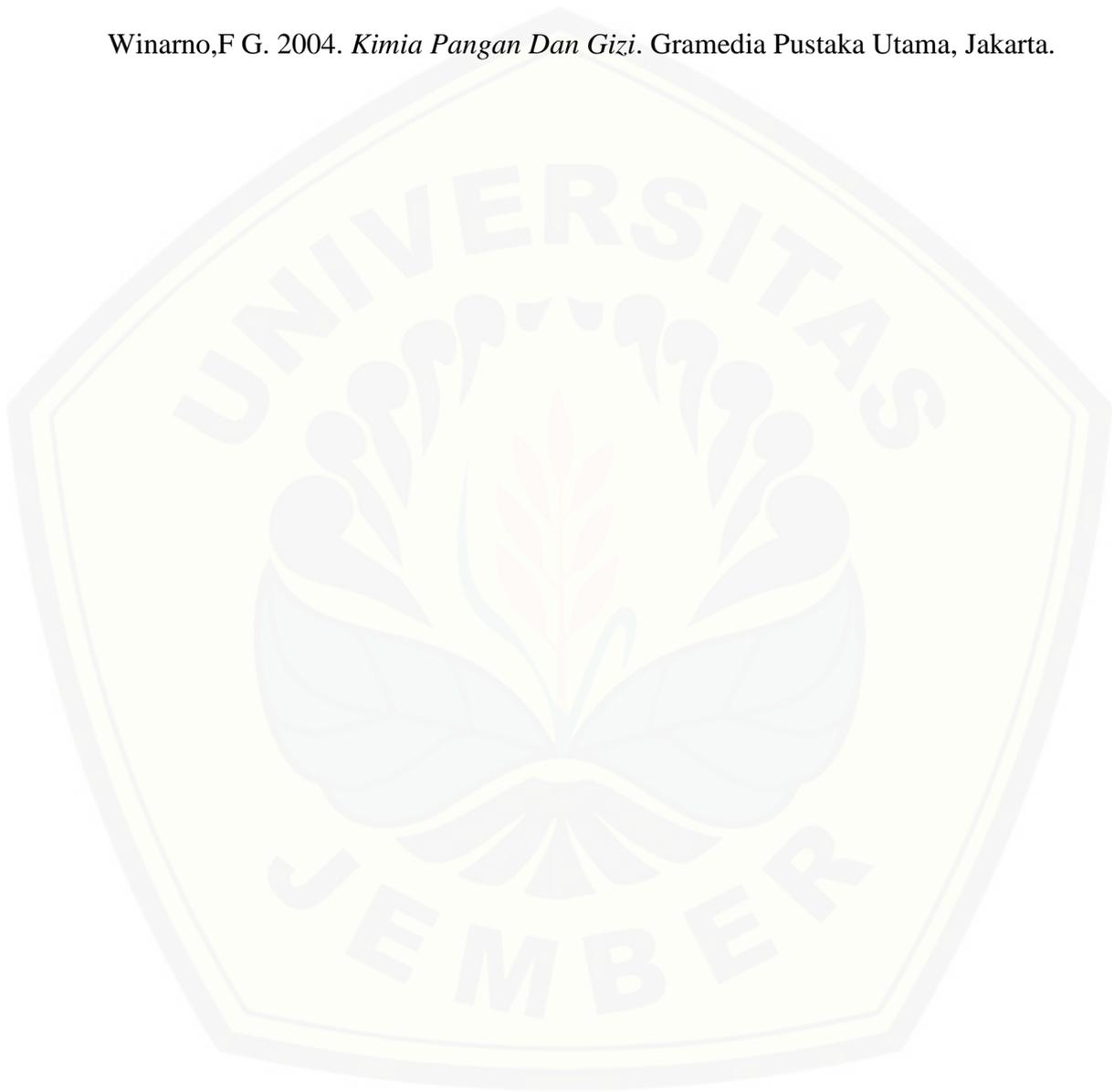
- Farida, Y dan Siregar, I. F. 2009. *Pengaruh Pemanasan Berulang Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Kandungan Asam Palmitat Pada Minyak Goreng*. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia. Jakarta. ISSN 1693-1831. Hal 83-91.
- Febriansyah, Reza. 2007. *Mempelajari Pengaruh Penggunaan Berulang dan Aplikasi Adsorben Terhadap Kualitas Minyak dan Tingkat Penyerapan Minyak Pada Kacang Sulut*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hartini, Sri. 2011. *Evaluasi Pembelajaran*. Surakarta: Qinant.
- Hui, Y. H., 1996. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products Vol 4. edible Oil and Fat Products: Processing Technology*. John Wiley & Sons, New York.
- Ketaren, S. 2005. *Minyak Dan Lemak Pangan*. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia. Halaman 284
- Ketaren, 2008. *Minyak dan Lemak Pangan*. UI Pres. Jakarta
- Kennedy, Kerry, 1991. *National, state, and local planning. In Teaching Social Studies (Scond Edition) by Colin Marsh (editor)*, Ney York : Pritice Hall
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Dian Rakyat. Hal 168, 176-187.
- Lawson H. 1995. *Food Oils And Fats : Technology Utilization and Nutrition. an Chapman and Hall*. New York: ITP an International Thomson Publishing Company.
- LPPOM. 2010. *Tidak Thoyyib, Menggunakan Minyak jelantah Berulang – Ulang*. Jurnal lppom mui. www.halalmui.org. Jakarta.
- Mulyati, Sri. 2005. *Aneka Olahan Pisang*. Surabaya : Trubus Angisana.
- Pahan. 2006. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Niaga Swadaya. Bogor. 404 hlm
- Przybylski, R. 2000. *Effect of Oils and Fats Composition on Their Frying Performance*. www.gov.mb.ca. [3 Agustus 2007]
- Raharjo. S. 2007. *Strategi menghindari kerusakan mutu produk pangan goreng*. <http://www.hariskal.wordpress.com>. Diunduh tanggal 26 September 2017
- Russepno, Hasan. 2005. *Buku Kuliah 2 Ilmu Kesehatan Anak*, Balai Penerbit FKUI, Jakarta.

- Salamah, Umami. (2007). *Hubungan Kualitas Minyak Goreng yang Digunakan Secara Berulang Terhadap Umur Simpan Keripik Sosis Ayam*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/10454> Diakses 23 Juli 2017
- Sartika, Ratu Ayu Dewi, 2009. *Pengaruh Suhu dan Lama Proses Menggoreng (Deep Frying) Terhadap Pembentukan Asam Lemak Trans*. Departemen Gizi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok.
- SNI 01-3741-2002. *Standar Mutu Minyak Goreng*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI. 2013. *Minyak Goreng*. BSN (Badan Standarisasi Nasional). Jakarta.
- Stier, R. F. 2003. *Finding Functionality in Fat and Oil*. www.preparedFood.com. [20 Desember 2016]
- Sudarmadji. S. dkk. 2007. *Analisis bahan makanan dan pertanian*. Liberty. Yogyakarta
- Suhadi H. 1968. *Chemical Reaction in Heated Fats and Their Toxicity*. Di dalam Djatmiko, B. dan A. B. Enie. 1985. *Proses Penggorengan dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Minyak dan Lemak*. Bogor: Agro Industri Press.
- Sulieman Mohamed, Abd El-Rahman, Attya El-Makhzangy, dan Mohamed Fawzy Ramadan 2001. *Antiradikal Performance and Physicochemical Characteristics of Vegetable Oils upon Frying of French Fries: A Preliminary Comparative*. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. www.ejeafche.uvigo.es. [22 Februari 2007]
- Sunaryo. 2014. *Uji Eksperimen Pemurnian Biogas Sebagai Pengganti Bahan Bakar Motor Bensin*. Program Studi Teknik Manufaktur Universitas Sains Al-Quran (UNSIQ). Wonosobo
- Sutiah, K, Sofian Firdaus, Wahyu Setia Budi., 2008. *Studi Kualitas Minyak Goreng dengan parameter Viskositas dan Indeks Bias*. Jurusan Fisika FMIPA UNDIP.
- Talpur. M. Y dkk. 2009. *Effects Of Frying On Soy Bean, Sun Flower, And Canola Oils*. *Journal Analysis Environment Chemical* Vol. 10. Pakistan. ISSN-1996-918X. Hal. 59
- Tiyas, Nugraheni D. 2011. *Analisis Penurunan Bilangan Iod Terhadap Pengulangan Penggorengan Minyak Kelapa Dengan Metode Titrasi Iodometri*. Pekanbaru. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Widaningrum dan Nurdi Setyawan, 2009, *Standarisasi Keripik Sayuran (Wortel) Sebagai Upayapeningkatan Daya Saing Produk Olahan Hortikultura* . Balai besar Litbang Pascapanen Pertanian, Bogor.

Wijana, S. Arif, H. & Nur H. 2005. *Teknopangan: Mengolah Minyak Goreng Bekas*, Penerbit Trubus Agrisarana, Surabaya.

Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.



LAMPIRAN

Lampiran A. Asam Lemak Bebas

Sampel/Ulangan	1	2	3
1	0,1967 %	0,1921 %	0,1945 %
2	0,21 %	0,2003 %	0,2052 %
3	0,2467 %	0,2407 %	0,2388 %
4	0,2533 %	0,2298 %	0,2413 %

Lampiran B. Bilangan Iod

Sampel/Ulangan	1	2	3
1	45,9071 mg/g	45,6548 mg/g	45,5804 mg/g
2	44,3133 mg/g	44,3133 mg/g	44,3133 mg/g
3	43,2538 mg/g	43,1903 mg/g	43,0870 mg/g
4	41,8257 mg/g	41,8296 mg/g	41,6937 mg/g

Lampiran C. Bilangan Peroksida

Sampel/Ulangan	1	2	3
1	2,5441 mekO ₂ /kg	2,6381 mekO ₂ /kg	2,5906 mekO ₂ /kg
2	2,7226 mekO ₂ /kg	2,6507 mekO ₂ /kg	3,0180 mekO ₂ /kg
3	3,4704 mekO ₂ /kg	3,2973 mekO ₂ /kg	3,3745 mekO ₂ /kg
4	3,5984 mekO ₂ /kg	3,6112 mekO ₂ /kg	3,6105 mekO ₂ /kg

LAMPIRAN D. Viskositas

Sampel/Ulangan	1	2	3
1	0,0201	0,0210	0,0204
2	0,0224	0,0237	0,0230
3	0,0260	0,0276	0,0267
4	0,0333	0,0335	0,0333

LAMPIRAN E. Berat Jenis

Sampel/Ulangan	1	2	3
1	0,9145 g/ml	0,9144 g/ml	0,9145 g/ml
2	0,9175 g/ml	0,9175 g/ml	0,9175 g/ml
3	0,9193 g/ml	0,9193 g/ml	0,9193 g/ml
4	0,9193 g/ml	0,9193 g/ml	0,9193 g/ml

LAMPIRAN F. Kejernihan

Sampel/Ulangan	1	2	3
1	0,0793	0,0783	0,0788
2	0,0853	0,0856	0,854
3	0,0906	0,0840	0,0873
4	0,0950	0,0906	0,0928

Lampiran G. Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas

$$ALB = \frac{\text{ml NaOH} \times N \text{ NaOH} \times 25,6}{\text{Berat Sampel (g)} \times 1.000} \times 100\%$$

Ulangan pertama**Sampel 1**

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{3,5 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,17\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{4 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. ALB} &= \frac{4,5 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,22\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,17 \times 0,20 \times 0,22}{3} \\ &= 0,1967\% \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{3,7 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,18\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{4,5 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,22\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. ALB} &= \frac{4,6 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,23\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,18 \times 0,22 \times 0,23}{3} \\ &= 0,21\% \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{3,75 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,18\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{4,8 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,24\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. ALB} &= \frac{5,9 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,29\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,18 \times 0,24 \times 0,29}{3} \\ &= 0,2367\% \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{4,87 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,24\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{5,3 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,26\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III ALB} &= \frac{5,3 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,26\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,24 \times 0,26 \times 0,26}{3} \\ &= 0,2533\% \end{aligned}$$

Ulangan kedua

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{3,4 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,1675\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{3,9 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,1921\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. ALB} &= \frac{4,4 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2167\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,1675 \times 0,1921 \times 0,2167}{3} \\ &= 0,1921\% \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{3,5 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,1724\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{4,3 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2118\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. ALB} &= \frac{4,4 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2167\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,1724 \times 0,2118 \times 0,2167}{3} \\ &= 0,2003\% \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{3,76 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,1852\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{4,9 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2413\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III ALB} &= \frac{6 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2955\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,1852 \times 0,2413 \times 0,2955}{3} \\ &= 0,2407\% \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{4 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,1970\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{4,5 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2216\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III ALB} &= \frac{5,5 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2709\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,1970 \times 0,2216 \times 0,2709}{3} \\ &= 0,2298\% \end{aligned}$$

Ulangan ketiga

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{3,45 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,1699\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{3,95 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,1945\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. ALB} &= \frac{4,45 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2191\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,1699 \times 0,1945 \times 0,2191}{3} \\ &= 0,1945\% \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{3,6 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,1773\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{4,4 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2167\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. ALB} &= \frac{4,5 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2216\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,1773 \times 0,2167 \times 0,2216}{3} \\ &= 0,2052\% \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{3,75 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,1847\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{4,85 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2388\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. ALB} &= \frac{5,95 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2930\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,1847 \times 0,2388 \times 0,2930}{3} \\ &= 0,2388\% \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{I. ALB} &= \frac{4,9 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2413\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. ALB} &= \frac{4,4 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2167\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. ALB} &= \frac{5,4 \text{ ml} \times 0,0962 \text{ N} \times 25,6}{5.000} \times 100\% \\ &= 0,2659\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,2413 \times 0,2167 \times 0,2659}{3} \\ &= 0,2413\% \end{aligned}$$

LAMPIRAN H. Bilangan Iod

$$\text{BI} = \frac{(\text{B-S}) \times 12,69 \times \text{N Na}_2\text{SO}_3}{w \text{ (g)}}$$

Ulangan Pertama

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{I. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 32,6 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3019 \text{ g}} \\ &= 45,7710 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 32,6 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3029 \text{ g}} \\ &= 45,6199 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 32,2 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3092 \text{ g}} \\ &= 46,3304 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{45,7710 + 45,6199 + 46,3304}{3} \\ &= 45,9071 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{I. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 32,8 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3023 \text{ g}} \\ &= 44,8717 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 32,9 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3082 \text{ g}} \\ &= 43,6013 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 32,9 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3022g} \\ &= 44,4670 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{44,8717 + 43,6013 + 44,4670}{3} \\ &= 44,3133 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{I. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 33,1 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3g} \\ &= 43,9480 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 33,2 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3082g} \\ &= 42,3673 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 32,9 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3093g} \\ &= 43,4463 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{43,9480 + 42,3673 + 43,4463}{3} \\ &= 43,2538 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{I. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 33,6 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3007g} \\ &= 41,7377 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 33,2 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3062g} \\ &= 42,6441 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BI} &= \frac{(43,5 \text{ ml} - 33,6 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3054g} \\ &= 41,3054 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{41,7377 + 42,6441 + 41,3054}{3} \\ &= 41,8257 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Ulangan Kedua

Sampel 1

$$\text{I. BI} = \frac{(43 \text{ ml} - 32,2 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3014g}$$

$$= 45,4263^{mg/g}$$

$$\text{II. BI} = \frac{(43\text{ml} - 32\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3072g}$$

$$= 45,3940^{mg/g}$$

$$\text{III. BI} = \frac{(43\text{ml} - 31,8\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3077g}$$

$$= 46,1442^{mg/g}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{45,4263 + 45,3940 + 46,1442}{3}$$

$$= 45,6548^{mg/g}$$

Sampel 2

$$\text{I. BI} = \frac{(43 \text{ ml} - 32,3 \text{ ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3023g}$$

$$= 44,8717^{mg/g}$$

$$\text{II. BI} = \frac{(43\text{ml} - 32,4\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3082g}$$

$$= 43,6013^{mg/g}$$

$$\text{III. BI} = \frac{(43\text{ml} - 32,4\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3022g}$$

$$= 44,4670^{mg/g}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{44,8717 + 43,6013 + 44,4670}{3}$$

$$= 44,3133^{mg/g}$$

Sampel 3

$$\text{I. BI} = \frac{(43\text{ml} - 32,6\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3008g}$$

$$= 43,8311^{mg/g}$$

$$\text{II. BI} = \frac{(43\text{ml} - 32,7\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3066g}$$

$$= 42,5884^{mg/g}$$

$$\text{III. BI} = \frac{(43\text{ml} - 32,7\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3026g}$$

$$= 43,1514^{mg/g}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{43,8311 + 42,5884 + 43,1514}{3}$$

$$= 43,1903^{mg/g}$$

Sampel 4

$$\text{I. BI} = \frac{(43\text{ml} - 32,9\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,306\text{g}}$$

$$= 41,8434 \text{ mg/g}$$

$$\text{II. BI} = \frac{(43\text{ml} - 32,9\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3013\text{g}}$$

$$= 42,4961 \text{ mg/g}$$

$$\text{III. BI} = \frac{(43 \text{ ml} - 33,1\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3050\text{g}}$$

$$= 41,1493 \text{ mg/g}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{41,8434 + 42,4961 + 41,1493}{3}$$

$$= 41,8296 \text{ mg/g}$$

Ulangan Ketiga

Sampel 1

$$\text{I. BI} = \frac{(43,2\text{ml} - 32,4\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3016\text{g}}$$

$$= 45,3962 \text{ mg/g}$$

$$\text{II. BI} = \frac{(43,2\text{ml} - 32,3\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3050\text{g}}$$

$$= 45,3057 \text{ mg/g}$$

$$\text{III. BI} = \frac{(43,5\text{ml} - 32\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3084\text{g}}$$

$$= 46,0395 \text{ mg/g}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{45,3962 + 45,3057 + 46,0395}{3}$$

$$= 45,5804 \text{ mg/g}$$

Sampel 2

$$\text{I. BI} = \frac{(43,2\text{ml} - 32,5\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3023\text{g}}$$

$$= 44,8717 \text{ mg/g}$$

$$\text{II. BI} = \frac{(43,2\text{ml} - 32,6\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3082\text{g}}$$

$$= 43,6013 \text{ mg/g}$$

$$\text{III. BI} = \frac{(43,2\text{ml} - 32,6\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3022\text{g}}$$

$$= 44,4670 \text{ mg/g}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{44,8717 + 43,6013 + 44,4670}{3} \\ &= 44,3133 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{I. BI} &= \frac{(43,2\text{ml}-32,8\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3004\text{g}} \\ &= 43,8894 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BI} &= \frac{(43,2\text{ml}-32,95\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3074\text{g}} \\ &= 42,2717 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BI} &= \frac{(43,2\text{ml}-32,8\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3059\text{g}} \\ &= 43,1003 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{43,8894 + 42,2717 + 43,1003}{3} \\ &= 43,0870 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{I. BI} &= \frac{(43,2\text{ml}-33,25\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3033\text{g}} \\ &= 41,5889 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BI} &= \frac{(43,2\text{ml}-33\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3037\text{g}} \\ &= 42,5777 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BI} &= \frac{(43,2\text{ml}-33,35\text{ml}) \times 12,69 \text{ N} \times 0,0999}{0,3052\text{g}} \\ &= 40,9146 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{41,5889 + 42,5777 + 40,9146}{3} \\ &= 41,6937 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

LAMPIRAN I. Bilangan Peroksida

$$\text{BP} = \frac{(S - B) \times N \text{ Na}_2\text{SO}_3 \times 1000}{w (g)}$$

Ulangan Pertama

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,2 \text{ ml} - 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,3046\text{g}} \\ &= 3,7665 \text{ mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,1\text{ml}- 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0563\text{g}} \\ &= 1,9757\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,1\text{ml}- 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,2853\text{g}} \\ &= 1,8901\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{3,7665 + 1,9757 + 1,8901}{3} \\ &= 2,5441\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,1\text{ml}- 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{4,9991\text{g}} \\ &= 1,9983\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,15\text{ml}- 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{4,7372\text{g}} \\ &= 3,1632\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,15\text{ml}- 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{4,9842\text{g}} \\ &= 1,8901\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{1,9983 + 3,1632 + 1,8901}{3} \\ &= 2,7226\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,3- 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,1077\text{g}} \\ &= 5,8676\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,1\text{ml}- 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{4,3971\text{g}} \\ &= 2,2719\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,1\text{ml}- 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{4,3971\text{g}} \\ &= 2,2719\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{5,8676 + 2,2719 + 2,2719}{3} \\ &= 3,4704\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,2\text{ml} - 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0765\text{g}} \\ &= 3,9357\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,2\text{ml} - 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,1007\text{g}} \\ &= 3,9171\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,15\text{ml} - 0 \text{ ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0927\text{g}} \\ &= 2,9424\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{3,9357 + 3,9171 + 2,9424}{3} \\ &= 3,5984\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Ulangan Kedua

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,2 \text{ ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999\text{N} \times 1000}{5,0494\text{g}} \\ &= 1,9784\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,2\text{ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,048\text{g}} \\ &= 1,9790\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,3\text{ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0491\text{g}} \\ &= 3,9571\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{1,9784 + 1,9790 + 3,9571}{3} \\ &= 3,5984\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,15\text{ml} - 0,1) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0344\text{g}} \\ &= 2,9765\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,25\text{ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999\text{N} \times 1000}{5,0177\text{g}} \\ &= 2,9864\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,2\text{ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0217\text{g}} \\ &= 1,9893\text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{2,9765 + 2,9864 + 1,9893}{3} \\ &= 2,6507 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,2\text{ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999\text{N} \times 1000}{5,0214\text{g}} \\ &= 1,9894 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,2\text{ ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999\text{ N} \times 1000}{5,0493\text{g}} \\ &= 1,9784 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,4\text{ ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999\text{ N} \times 1000}{5,0588\text{g}} \\ &= 5,9243 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{1,9894 + 1,9784 + 5,9243}{3} \\ &= 3,2973 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,3\text{ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999\text{ N} \times 1000}{5,0813\text{g}} \\ &= 3,9320 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,25\text{ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999\text{N} \times 1000}{5,0917} \\ &= 2,9430 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,3\text{ml} - 0,1\text{ml}) \times 0,0999\text{ N} \times 1000}{5,0307\text{g}} \\ &= 3,9716 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{3,9320 + 2,9430 + 3,9716}{3} \\ &= 3,6112 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Ulangan Ketiga

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,2\text{ ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999\text{ N} \times 1000}{5,177\text{g}} \\ &= 2,8945 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,15\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999\text{ N} \times 1000}{5,0521\text{g}} \\ &= 1,9773 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,2\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,1672\text{g}} \\ &= 3,0180 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{2,8945 + 1,9773 + 3,0180}{3} \\ &= 2,5906 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,2\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0168\text{g}} \\ &= 2,9869 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,2\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{4,8775\text{g}} \\ &= 3,0722 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,2\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0033\text{g}} \\ &= 3,0180 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{2,9869 + 3,0722 + 3,0180}{3} \\ &= 3,0180 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,25\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0646\text{g}} \\ &= 3,9450 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. BP} &= \frac{(0,15\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,1155\text{g}} \\ &= 1,9528 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. BP} &= \frac{(0,25\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{4,728\text{g}} \\ &= 4,225 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{3,9450 + 1,9528 + 4,2258}{3} \\ &= 3,3745 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{I. BP} &= \frac{(0,25\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0573\text{g}} \\ &= 3,9507 \text{mek O}_2/\text{kg} \end{aligned}$$

$$\text{II. BP} = \frac{(0,25\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0962\text{g}}$$

$$= 3,9205 \text{mek O}_2/\text{kg}$$

$$\text{III. BP} = \frac{(0,2\text{ml} - 0,05\text{ml}) \times 0,0999 \text{ N} \times 1000}{5,0617\text{g}}$$

$$= 2,9604 \text{mek O}_2/\text{kg}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{3,9507 + 3,9205 + 2,9604}{3}$$

$$= 3,6105 \text{mek O}_2/\text{kg}$$

LAMPIRAN J. Viskositas

Sampel 1

$$\text{Ulangan pertama} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} = \frac{28 \times 1}{80 \times 0,9145}$$

$$= 0,0201 \text{ P}$$

$$\text{Ulangan kedua} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} = \frac{28 \times 1}{83,6 \times 0,9144}$$

$$= 0,0210 \text{ P}$$

$$\text{Ulangan ketiga} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} = \frac{28 \times 1}{81,3 \times 0,9145}$$

$$= 0,0204 \text{ P}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{0,0201 + 0,0210 + 0,0204}{3}$$

$$= 0,0205 \text{ P}$$

Sampel 2

$$\text{Ulangan pertama} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} = \frac{28 \times 1}{89 \times 0,9175}$$

$$= 0,0224 \text{ P}$$

$$\begin{aligned} \text{Ulangan kedua} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} &= \frac{28 \times 1}{94,3 \times 0,9175} \\ &= 0,0237 \text{ P} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ulangan ketiga} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} &= \frac{28 \times 1}{91,3 \times 0,9175} \\ &= 0,0230 \text{ P} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,0224 + 0,0237 + 0,0230}{3} \\ &= 0,0230 \text{ P} \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{Ulangan pertama} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} &= \frac{28 \times 1}{103 \times 0,9193} \\ &= 0,0260 \text{ P} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ulangan kedua} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} &= \frac{28 \times 1}{109,3 \times 0,9193} \\ &= 0,0276 \text{ P} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ulangan ketiga} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} &= \frac{28 \times 1}{106 \times 0,9193} \\ &= 0,0267 \text{ P} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,0260 + 0,0276 + 0,0267}{3} \\ &= 0,0267 \text{ P} \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{Ulangan pertama} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} &= \frac{28 \times 1}{132 \times 0,9193} \\ &= 0,0333 \text{ P} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ulangan kedua} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} &= \frac{28 \times 1}{132,6 \times 0,9193} \\ &= 0,0335 \text{ P} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ulangan ketiga} \quad \frac{0,0077}{\eta^2} &= \frac{28 \times 1}{0,0333} \\ &= 0,0333 \text{ P} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,0333+0,0335+0,0333}{3} \\ &= 0,0333 \text{ P} \end{aligned}$$

LAMPIRAN K. Berat Jenis

$$\text{BJ} = \frac{(\text{berat psikonometer} + \text{minyak}) - (\text{berat psikonometer})}{\text{volume minyak}}$$

Ulangan Pertama**Sampel 1**

$$\begin{aligned} 1. \text{ BJ} &= \frac{22,6624g - 13,4733g}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9189^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ BJ} &= \frac{22,5674g - 13,4544g}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9113^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ BJ} &= \frac{22,5794g - 13,4444g}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9135^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{0,9189 + 0,9113 + 0,9135}{3} \\ &= 0,9135^g/ml \end{aligned}$$

Sampel 2

$$1. \text{ BJ} = \frac{22,6714 \text{ g} - 13,4733 \text{ g}}{10 \text{ ml}}$$

$$= 0,9198 \text{ g/ml}$$

$$2. \text{ BJ} = \frac{22,6699 \text{ g} - 13,5088 \text{ g}}{10 \text{ ml}}$$

$$= 0,9161 \text{ g/ml}$$

$$3. \text{ BJ} = \frac{22,6629 \text{ g} - 13,4964 \text{ g}}{10 \text{ ml}}$$

$$= 0,9166 \text{ g/ml}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{0,9198 + 0,9161 + 0,9166}{3}$$

$$= 0,9175 \text{ g/ml}$$

Sampel 3

$$1. \text{ BJ} = \frac{22,6764 \text{ g} - 13,4763 \text{ g}}{10 \text{ ml}}$$

$$= 0,9200 \text{ g/ml}$$

$$2. \text{ BJ} = \frac{22,6663 \text{ g} - 13,4749 \text{ g}}{10 \text{ ml}}$$

$$= 0,9191 \text{ g/ml}$$

$$3. \text{ BJ} = \frac{22,6662 \text{ g} - 13,4758 \text{ g}}{10 \text{ ml}}$$

$$= 0,9190 \text{ g/ml}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{0,9200 + 0,9191 + 0,9190}{3}$$

$$= 0,9193 \text{ g/ml}$$

Sampel 4

$$1. \text{ BJ} = \frac{22,6763 \text{ g} - 13,4753 \text{ g}}{10 \text{ ml}}$$

$$= 0,9202 \text{ g/ml}$$

$$2. \text{ BJ} = \frac{22,6649 \text{ g} - 13,4750 \text{ g}}{10 \text{ ml}}$$

$$= 0,9189 \text{ g/ml}$$

$$3. \text{ BJ} = \frac{22,6646 \text{ g} - 13,4749 \text{ g}}{10 \text{ ml}}$$

$$= 0,9189 \text{ g/ml}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{0,9202 + 0,9189 + 0,9189}{3}$$

$$= 0,9193 \text{ g/ml}$$

Ulangan Kedua**Sampel 1**

$$1. \text{ BJ} = \frac{22,6620 \text{ g} - 13,4731 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ = 0,9188 \text{ g/ml}$$

$$2. \text{ BJ} = \frac{22,5670 \text{ g} - 13,4542 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ = 0,9112 \text{ g/ml}$$

$$3. \text{ BJ} = \frac{22,5790 \text{ g} - 13,4442 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ = 0,9134 \text{ g/ml}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{0,9188 + 0,9112 + 0,9134}{3} \\ = 0,9144 \text{ g/ml}$$

Sampel 2

$$1. \text{ BJ} = \frac{22,6712 \text{ g} - 13,4732 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ = 0,9198 \text{ g/ml}$$

$$2. \text{ BJ} = \frac{22,6697 \text{ g} - 13,5087 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ = 0,9161 \text{ g/ml}$$

$$3. \text{ BJ} = \frac{22,6627 \text{ g} - 13,4963 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ = 0,9175 \text{ g/ml}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{0,9198 + 0,9161 + 0,9175}{3} \\ = 0,9175 \text{ g/ml}$$

Sampel 3

$$1. \text{ BJ} = \frac{22,6766 \text{ g} - 13,4764 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ = 0,9200 \text{ g/ml}$$

$$2. \text{ BJ} = \frac{22,6665 \text{ g} - 13,4750 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ = 0,9191 \text{ g/ml}$$

$$3. \text{ BJ} = \frac{22,6664 \text{ g} - 13,4759 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ = 0,9190 \text{ g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{0,9200 + 0,9191 + 0,9190}{3} \\ &= 0,9193^g/ml \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} 1. \text{ BJ} &= \frac{22,6774 \text{ g} - 13,4755 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9201^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ BJ} &= \frac{22,6650 \text{ g} - 13,4752 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9189^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ BJ} &= \frac{22,6647 \text{ g} - 13,4751 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9189^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{0,9201 + 0,9189 + 0,9189}{3} \\ &= 0,9193^g/ml \end{aligned}$$

Ulangan Ketiga

Sampel 1

$$\begin{aligned} 1. \text{ BJ} &= \frac{22,6622 \text{ g} - 13,4732 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9189^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ BJ} &= \frac{22,5672 \text{ g} - 13,4543 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9112^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ BJ} &= \frac{22,5792 \text{ g} - 13,4443 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9135^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{0,9189 + 0,9112 + 0,9135}{3} \\ &= 0,9145^g/ml \end{aligned}$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} 1. \text{ BJ} &= \frac{22,6713 \text{ g} - 13,4732 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9198^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ BJ} &= \frac{22,6698 \text{ g} - 13,5087 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,9161^g/ml \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ BJ} &= \frac{22,6628 \text{ g} - 13,4963\text{g}}{10 \text{ ml}} \\
 &= 0,9166^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata - rata} &= \frac{0,9198 + 0,9161 + 0,9166}{3} \\
 &= 0,9175^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned}
 1. \text{ BJ} &= \frac{22,6765 \text{ g} - 13,4763\text{g}}{10 \text{ ml}} \\
 &= 0,9200^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ BJ} &= \frac{22,6664 \text{ g} - 13,4749\text{g}}{10 \text{ ml}} \\
 &= 0,9191^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ BJ} &= \frac{22,6663 \text{ g} - 13,4758\text{g}}{10 \text{ ml}} \\
 &= 0,9190^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{rata - rata} &= \frac{0,9200 + 0,9191 + 0,9190}{3} \\
 &= 0,9193^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned}
 1. \text{ BJ} &= \frac{22,6773 \text{ g} - 13,4754\text{g}}{10 \text{ ml}} \\
 &= 0,9201^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ BJ} &= \frac{22,6649 \text{ g} - 13,4751\text{g}}{10 \text{ ml}} \\
 &= 0,9189^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

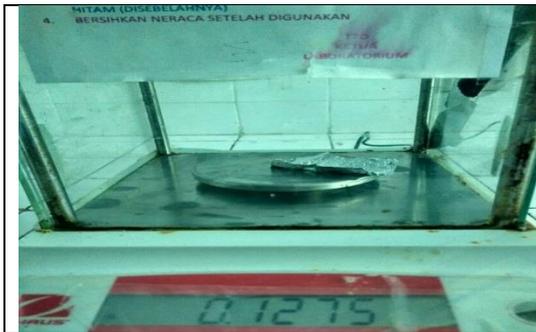
$$\begin{aligned}
 3. \text{ BJ} &= \frac{22,6646 \text{ g} - 13,475\text{g}}{10 \text{ ml}} \\
 &= 0,9189^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata - rata} &= \frac{0,9202 + 0,9189 + 0,9189}{3} \\
 &= 0,9193^g/\text{ml}
 \end{aligned}$$

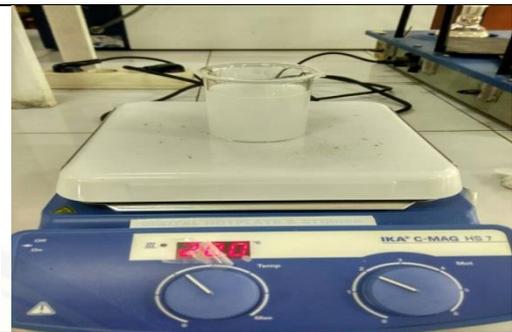
$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{T_1 \times \rho_1}{T_2 \times \rho_2}$$

Lampiran L. Dokumentasi

	
<p>Penimbangan</p>	<p>Penimbangan minyak</p>
	
<p>Pemanasan</p>	<p>Titration</p>
	
<p>Asam lemak bebas 1</p>	<p>Asam lemak bebas 2</p>
	
<p>Asam lemak bebas 3</p>	<p>Asam lemak bebas 4</p>



Penimbangan bahan kimia



Pemanasan



Titration bilangan peroksida



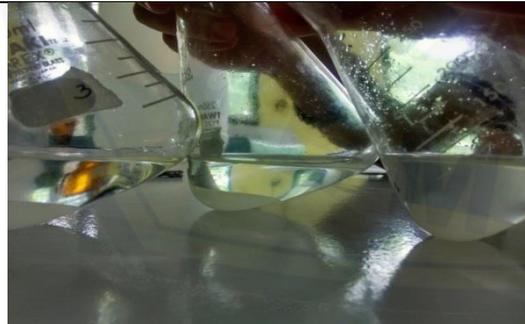
Titration bilangan peroksida



Penambahan amilum



Sampel blanko



Bilangan peroksida 1



Bilangan peroksida 2



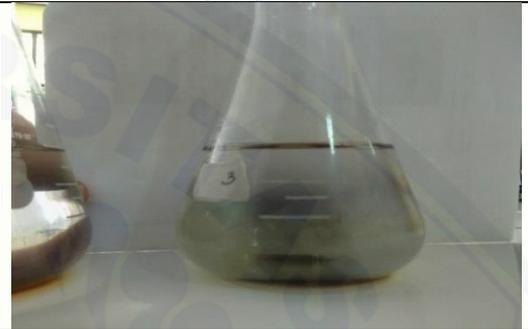
Bilangan peroksida 3



Bilangan peroksida 4



Pembuatan larutan hanus



Analisis bilangan iod 1

