

**PENGARUH KONSENTRASI SARI BUAH PEPAYA MUDA (*Carica papaya*)
DAN LAMA PEMERAMAN TERHADAP KUALITAS DAN KUANTITAS
MINYAK KELAPA (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)**

SKRIPSI

Oleh :

Fitri Aulia Ramadhani

NIM. 06520002



JURUSAN BIOLOGI

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)**

MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2010

**PENGARUH KONSENTRASI SARI BUAH PEPAYA MUDA (*Carica papaya*)
DAN LAMA PEMERAMAN TERHADAP KUALITAS DAN KUANTITAS
MINYAK KELAPA (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada :
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN)
Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
FITRI AULIA RAMADHANI
NIM. 06520002

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG

2010

**SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitri Aulia Ramadhani

NIM : 06520002

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Biologi

Judul Penelitian : Pengaruh Konsentrasi Sari Buah Pepaya Muda (*Carica papaya*)
dan Lama Pemeraman terhadap Kualitas dan Kuantitas Minyak
Kelapa (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa di dalam hasil penelitian ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya ilmiah atau penelitian orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah dan disebutkan sumber kutipan beserta daftar pustaka. Apabila di dalam hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkannya secara pribadi sesuai aturan yang berlaku.

Malang, 17 Oktober 2010

Penulis



Fitri Aulia Ramadhani

NIM. 06520002

**PENGARUH KONSENTRASI SARI BUAH PEPAYA MUDA (*Carica papaya*)
DAN LAMA PEMERAMAN TERHADAP KUALITAS DAN KUANTITAS
MINYAK KELAPA (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)**

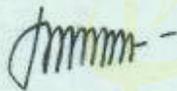
SKRIPSI

Oleh :

Fitri Aulia Ramadhani
NIM. 06520002

Telah disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dra. Retno Susilowati, M.Si
NIP. 1967 1113 199402 2 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 1973 1212 199803 1 001

Tanggal, 2010

Mengetahui

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 19630114 199903 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI SARI BUAH PEPAYA MUDA (*Carica papaya*)
DAN LAMA PEMERAMAN TERHADAP KUALITAS DAN KUANTITAS
MINYAK KELAPA (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)**

SKRIPSI

Oleh :

FITRI AULIA RAMADHANI

NIM 06520002

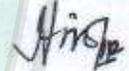
Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Tugas Akhir Dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

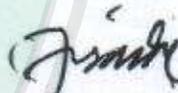
Tanggal 12 Oktober 2010

Susunan Dewan Penguji

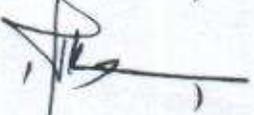
- 1. Penguji Utama** : Ir. Liliek Hariani AR, M.P
NIP.19620901 199803 2 001
- 2. Ketua** : Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.19741018 200312 2 002
- 3. Sekretaris** : Dra. Retno Susilowati, M.Si
NIP.19671113 199402 2 001
- 4. Anggota** : Dr. Ahmad Barizi, M.A
NIP.19731212 199804 1 001

Tanda Tangan

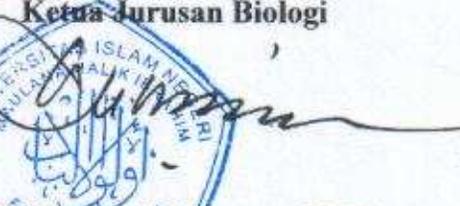
()

()

()

()

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Biologi**



Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd

NIP. 19630114199903 1 001

Motto :

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan



KATA PENGANTAR



Assalamu'aikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Sari Buah Pepaya Muda (*Carica papaya*) Dan Lama Pemeraman Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Minyak Kelapa (*Cocos nucifera* var. *Viridis*)”** ini dengan sebaik-baiknya.

Shalawat serta salam semoga tercurah atas baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah menuntun kita dalam sunnahnya. Semoga kita mendapatkan syafa'atnya di akhirat nanti, Amin.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang Biologi di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Di samping itu, tugas akhir ini disusun agar dapat memberikan informasi bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Untuk itu, iringan doa dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, Su.,DSc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dra. Retno Susilowati, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa dengan penuh kesabaran memberikan motivasi, bimbingan, masukan, arahan dan petunjuk kepada penulis sehingga penyusunan tugas akhir ini terselesaikan dengan baik.
5. Dr. Ahmad Barizi, M.A selaku dosen pembimbing agama yang telah sabar, memberikan bimbingan, arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini terselesaikan dengan baik.
6. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang selalu membantu, dan selalu memberikan motivasi dan dorongan yang positif sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Seluruh dosen Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengajarkan banyak hal dan memberikan pengetahuan yang luas kepada penulis.
8. Segenap staf administrasi Biologi, yang telah membantu dan memfasilitasi jalannya penelitian ini hingga selesai.

9. Seluruh mahasiswa jurusan Biologi angkatan 2006 yang selalu membantu mengatasi persoalan-persoalan sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
10. Untuk semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang memberikan do'a, semangat, dukungan, saran dan pemikiran sehingga penulisan ini menjadi lebih baik dan terselesaikan.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 05 Oktober 2010

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
ABSTRAK.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Hipotesis.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Batasan Masalah.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Umum Kelapa.....	8
2.1.1 Daging Buah Kelapa.....	11
2.1.2 Santan Kelapa.....	12
2.2 Tinjauan Umum Minyak Kelapa.....	13
2.2.1 Minyak Kelapa dan Manfaatnya.....	14
2.2.2 Kualitas Minyak Kelapa.....	16
2.2.3 Pembuatan Minyak Kelapa Secara Umum.....	17
2.3 Pembuatan Minyak Kelapa Secara Enzimatis.....	22
2.4 Tinjauan Tentang Enzim.....	22
2.5 Tinjauan Umum Pepaya.....	24
2.5.1 Buah Pepaya.....	24
2.5.2 Enzim Papain.....	25
2.6 Mekanisme Enzim Papain dalam Pembuatan Minyak Kelapa.....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Rancangan Penelitian.....	29
3.2 Variabel Penelitian.....	30
3.3 Waktu dan Tempat.....	30
3.4 Alat Dan Bahan.....	31
3.4.1 Alat.....	31
3.4.2 Bahan.....	31
3.5 Analisis Statistika.....	31
3.6 Prosedur Kerja.....	32
3.6.1 Pembuatan Krim Santan.....	32
3.6.2 Ekstraksi Enzim Papain Kasar.....	33
3.6.3 Pembuatan Minyak Kelapa.....	33
3.7 Tahap Pengambilan Data.....	36
3.7.1 Penentuan Kadar Air.....	36

3.7.2 Pengukuran Rendemen	36
3.7.3 Uji Asam Lemak Bebas	36
3.7.4 Penentuan Bilangan Peroksida	37
3.7.5 Penentuan Bilangan Iodium	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Penelitian	39
4.1.1 Rendemen.....	39
4.1.2 Kadar Air.....	41
4.1.3 Angka Peroksida.....	43
4.1.4 Asam Lemak Bebas (FFA)	45
4.1.5 Angka Iodium.....	47
4.2 Pembahasan.....	49
4.2.1 Rendemen.....	50
4.2.2 Kadar Air.....	51
4.2.3 Angka Peroksida.....	53
4.2.4 Asam Lemak Bebas (FFA)	56
4.2.5 Angka Iodium.....	58
4.2.6 Kualitas Minyak Kelapa Menurut SNI	60
BAB V PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Kimia Daging Buah Kelapa Pada Berbagai Tingkat Kematangan.....	12
Tabel 2.2	Pengaruh Penambahan Air Terhadap Jumlah Minyak yang Diperoleh.....	13
Tabel 2.3	Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa.....	15
Tabel 2.4	Kualitas minyak kelapa yang ditetapkan dalam Standart Nasional Indonesia	17
Tabel 4.1	Analisis Ragam Rendemen.....	38
Tabel 4.2	Uji BNJ _{5%} Rendemen untuk Perlakuan Kombinasi.....	39
Tabel 4.3	Analisis Ragam Kadar Air.....	40
Tabel 4.4	Uji BNJ _{5%} Kadar Air untuk Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya.....	41
Tabel 4.5	Uji BNJ _{5%} Kadar Air untuk Perlakuan Lama Pemeraman.....	41
Tabel 4.6	Analisis Ragam Angka Peroksida.....	43
Tabel 4.7	Uji BNJ _{5%} Peroksida untuk Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya.....	44
Tabel 4.8	Uji BNJ _{5%} Peroksida untuk Perlakuan Lama Pemeraman.....	45
Tabel 4.9	Analisis Ragam Asam Lemak Bebas.....	45
Tabel 4.10	Uji BNJ _{5%} Asam Lemak Bebas untuk Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya.....	46
Tabel 4.11	Uji BNJ _{5%} Asam Lemak Bebas untuk Perlakuan Lama Pemeraman.....	47
Tabel 4.12	Analisis Ragam Angka Iodium.....	47
Tabel 4.13	Uji BNJ _{5%} Angka Iodium untuk Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya.....	48
Tabel 4.2.6	Rata-Rata Hasil Uji Kualitas Minyak Kelapa.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Prinsip Dasar Pembuatan Minyak Kelapa.....	18
Gambar 2.2	Bentuk Ikatan Peptida Antar Asam Amino.....	27
Gambar 3.1	Proses Pembuatan Minyak Kelapa Dengan Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya Dan Lama Pemeraman.....	34
Gambar 3.2	Proses Pembuatan Sari Pepaya.....	35
Gambar 4.1	Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeraman terhadap rendemen minyak kelapa.....	51
Gambar 4.2	Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda terhadap kadar air minyak kelapa.....	52
Gambar 4.3	Grafik pengaruh lama pemeraman terhadap kadar air minyak kelapa.....	53
Gambar 4.4	Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda terhadap angka peroksida minyak kelapa.....	54
Gambar 4.5	Grafik pengaruh lama pemeraman terhadap angka peroksida minyak kelapa.....	55
Gambar 4.6	Reaksi pembentukan peroksida.....	56
Gambar 4.7	Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda terhadap kadar FFA minyak kelapa.....	56
Gambar 4.8	Grafik pengaruh lama pemeraman terhadap kadar FFA minyak kelapa.....	57
Gambar 4.9	Reaksi Pembentukan Asam Lemak Bebas.....	58
Gambar 4.10	Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda terhadap angka Iodium minyak kelapa.....	59
Gambar 4.11	Reaksi Pengikatan Iod dalam Pengujian Angka Iod.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Penelitian	67
Lampiran 2. Data hasil pengamatan	68
Lampiran 3. Analisis Variansi (ANAVA)	73
Lampiran 4. Foto-foto pada saat Pengamatan.....	108



ABSTRAK

Ramadhani, Fitri Aulia. 2010. **Pengaruh Konsentrasi Sari Buah Pepaya (*Carica papaya*) Dan Lama Pemeraman Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Minyak Kelapa (*Cocos nucifera* var. *Viridis*).**
Pembimbing : Dra. Retno Susilowati, M.Si, Dr. Ahmad Barizi, M.A

Kata kunci : Konsentrasi Sari Buah Pepaya, Lama Pemeraman, Minyak Kelapa

Minyak goreng terdiri dari beberapa jenis tergantung dengan bahan utamanya, dan salah satu sumber yang dapat dijadikan minyak goreng ialah buah kelapa. Meskipun tergolong minyak jenuh, minyak kelapa dikategorikan sebagai minyak berantai karbon sedang (*medium chain fatty acids*, MCFA). Keunggulan asam lemak rantai sedang dibandingkan dengan asam lemak rantai panjang yaitu asam lemak rantai sedang lebih mudah dicerna dan diserap. Minyak kelapa yang dihasilkan dengan cara basah konvensional memerlukan pemanasan santan yang cukup lama hingga dihasilkan minyak kelapa. Cara ini tentu saja membutuhkan bahan bakar yang cukup banyak pula. Proses enzimatis dengan menggunakan enzim papain adalah salah satu alternatif dalam pembuatan minyak kelapa, karena mudah didapatkan, efisien dalam penggunaannya, dan murah harganya. Peran enzim papain yang terdapat dalam sari buah pepaya dalam pengolahan minyak kelapa adalah sebagai perusak sistem emulsi pada krim santan, sehingga fasa minyak dan air dapat terpisah tanpa adanya pemanasan berlebih.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokomia Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Analisis yang digunakan untuk mengetahui kualitas minyak kelapa adalah kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas, bilangan iod dan pengukurang rendemen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial. Penggunaan metode RAL faktorial mempunyai dua faktor yaitu, faktor pertama (F1) adalah konsentrasi sari buah pepaya dengan 4 level yaitu 3,61 % (15 ml), 4,76% (20 ml), 5,88% (25 ml), dan 6,98% (30 ml). Faktor kedua (F2) adalah lama pemeraman menggunakan 4 level yaitu 15 jam, 20 jam, 25 jam, 30 jam. Data dianalisis dengan perhitungan Analisis Varians (*Two Way ANOVA*) jika menunjukkan beda nyata maka diuji lanjut dengan uji BNJ 5%.

Hasil analisa membuktikan adanya pengaruh kombinasi konsentrasi sari buah pepaya muda yang diberikan dan lama pemeraman terhadap rendemen, namun tidak berpengaruh terhadap kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas, bilangan iod. Kualitas minyak yang dihasilkan dengan perlakuan konsentrasi sari buah pepaya dan lama pemeraman ini seluruhnya masih memenuhi SNI. Hasil paling optimal diperoleh dari minyak kelapa dengan kombinasi perlakuan 30 ml sari buah pepaya muda dengan lama pemeraman 30 jam. Dengan perlakuan kombinasi tersebut dihasilkan minyak dengan rendemen 33,958%; kadar air 0,232%; kadar FFA 0,304%; angka peroksida 3,558 ;dan angka Iodium 6,374.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah telah memberikan banyak sekali nikmat yang tak terhingga kepada manusia, salah satunya ialah adanya tumbuhan dan hewan yang diciptakan untuk kesejahteraan manusia. Allah berfirman dalam surat Al An'aam/6 ayat 141, yaitu :

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكْلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

Artinya: *“Dan dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan.”*(QS Al An'aam/6 : 141)

Ayat ini menerangkan berbagai nikmat Allah yang harus kita syukuri dan kita manfaatkan sebaik mungkin. Dan nikmat Allah ini akan dirasakan benar kehebatan dan luar biasanya oleh orang-orang yang mau berpikir dan memperdalam ilmunya, sehingga buah-buahan tersebut tidak hanya dapat dinikmati dengan langsung di makan saja, namun dalam bentuk pemanfaatan lain, misalnya sebagai minyak kelapa.

Minyak merupakan salah satu zat makanan yang penting bagi kebutuhan tubuh manusia. Selain itu minyak juga merupakan sumber energi dimana 1 gram minyak dapat menghasilkan 9 kkal (Winarno, 2002). Minyak berperan penting

bagi pengolahan bahan pangan, karena minyak mempunyai titik didih yang tinggi ($\pm 200^{\circ}\text{C}$). Oleh karena itu minyak dapat digunakan untuk menggoreng makanan sehingga bahan yang digoreng menjadi kehilangan kadar air dan menjadi kering. Minyak goreng terdiri dari beberapa jenis tergantung dengan bahan utamanya, dan salah satu sumber yang dapat dijadikan minyak goreng ialah buah kelapa.

Kebutuhan masyarakat akan minyak kelapa saat ini mulai meningkat. Menurut Rindengan dan Novarianto (2004) akhir-akhir ini di pasar tradisional maupun swalayan sudah mulai terdapat produk minyak goreng berbahan baku kelapa. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian konsumen sudah mulai kembali menggunakan minyak goreng dari kelapa. Bila proyeksi tahun 2000 tercapai, yaitu konsumsi minyak kelapa sebesar 2,89 kg/kapita/tahun, dan angka tersebut dipakai pada kondisi tahun 2003 maka dengan jumlah penduduk 200 juta jiwa kebutuhan minyak goreng dari kelapa sebesar 587.000.000 kg.

Budidaya tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) di Indonesia sampai saat ini masih mempunyai arti penting bagi perekonomian bangsa Indonesia. Menurut Palungun (2001), produk pengolahan kelapa terbanyak di Indonesia berupa minyak kelapa yang dikonsumsi sebagai minyak goreng. Di luar negeri, minyak kelapa Indonesia masih harus bersaing dengan berbagai jenis minyak nabati yang lain terutama minyak kelapa sawit dan minyak kedelai.

Minyak kelapa adalah minyak paling sehat dan paling aman dikonsumsi dibandingkan dengan minyak goreng golongan minyak sayur lain seperti minyak jagung, minyak kedelai, minyak biji bunga matahari dan Canola. Bahkan, *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang merupakan minyak kelapa yang diperoleh dengan tidak

melibatkan bahan kimia ataupun panas yang tinggi, dapat dibuktikan bermanfaat dalam pengobatan berbagai jenis penyakit berbahaya seperti kanker dan HIV/AIDS. Hal ini disebabkan karena di dalam coconut oil terdapat kandungan senyawa penting yaitu *Medium Triglyceride Chain* (MTC) yang dapat berperan sebagai zat aktif penyerang penyakit (Timoti, 2005).

Persaingan minyak kelapa dengan minyak nabati lain bukan hanya pada pemanfaatannya, tetapi juga harganya. Minyak nabati seperti minyak kedelai dan minyak kelapa sawit harganya lebih murah bila dibandingkan dengan minyak kelapa. Mahalnya harga minyak kelapa di pasaran disebabkan karena proses pembuatannya yang kurang efisien. Menurut Arsa, dkk (2004), minyak kelapa yang dihasilkan dengan cara basah konvensional memerlukan pemanasan santan yang cukup lama hingga dihasilkan minyak kelapa. Cara ini tentu saja membutuhkan bahan bakar yang cukup banyak pula. Jadi wajar saja bila minyak kelapa harganya lebih mahal dibandingkan dengan minyak nabati lainnya.

Selain membutuhkan biaya produksi yang tinggi, pemanasan yang berlebih dapat menyebabkan terjadinya pengurangan jumlah gizi yang sebelumnya terdapat dalam daging kelapa. Sudarmadji (1997) menyatakan minyak kelapa penting bagi metabolisme tubuh karena mengandung vitamin-vitamin yang larut dalam lemak, yaitu vitamin A, D, E, dan K serta provitamin A (karoten). Vitamin A pada umumnya stabil terhadap panas, asam dan alkali, namun mempunyai sifat yang sangat mudah teroksidasi oleh udara dan akan rusak bila dipanaskan pada suhu tinggi bersama udara.

Jika minyak kelapa yang berkualitas dapat dihasilkan dengan proses pengolahan yang lebih efisien, maka hal tersebut dapat menjadi nilai lebih bagi para petani kelapa dan produsen minyak kelapa di Indonesia. Saat ini telah banyak dikembangkan teknik pengolahan untuk mengurangi biaya produksi serta mengurangi terjadinya penurunan kandungan zat gizi minyak kelapa selama proses pengolahan, diantaranya ialah dengan pembuatan minyak kelapa secara pengasaman, fermentasi, teknik pancingan, sentrifugasi, dan enzimatik.

Pembuatan minyak secara enzimatik merupakan proses pembuatan minyak dengan cara memecah ikatan protein-minyak yang berada dalam emulsi santan dengan bantuan enzim. Protein dalam ikatan lipoprotein dipecah dengan bantuan enzim protease. Adapun sumber dari enzim protease ini adalah buah nenas, pepaya, dan kepiting sungai (Setiaji dan Prayugo, 2006).

Enzim yang akan digunakan pada penelitian ini ialah enzim papain yang dihasilkan dari buah pepaya yang masih muda. Menurut Winarno (1986) pada buah pepaya muda terdapat enzim papain yang termasuk ke dalam enzim protease sulfhidril. Enzim protease termasuk ke dalam enzim hidrolitik yang bersifat proteolitik yaitu dapat mengurai dan memecah protein.

Pada proses pembuatan minyak kelapa, protein merupakan emulsigator pada krim santan yang akan terdegradasi melalui proses hidrolisa dengan bantuan enzim papain. Adanya enzim papain yang terkandung dalam sari buah pepaya akan dapat merusak protein sehingga protein terdenaturasi. Pecahnya protein menyebabkan sistem emulsi tidak stabil sehingga perlahan-lahan fasa minyak dan fasa air akan terpisah (Oktorini, 2001).

Martoharsono (1993) menyatakan bahwa peningkatan jumlah enzim yang digunakan menyebabkan kecepatan reaksi enzimatik meningkat sehingga semakin banyak pula substrat yang diubah dan produk yang didapat juga meningkat. Namun, setelah kecepatan reaksi mencapai nilai maksimal, maka kecepatannya akan konstan meski jumlah enzim bertambah, hal ini dikarenakan semua substrat telah bereaksi dengan enzim (Bennion, 1988).

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini akan diteliti tentang kemungkinan pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda (*Carica papaya*) dan lama pemeraman terhadap kualitas dan kuantitas minyak kelapa (*Cocos nucifera*), serta pada konsentrasi berapa dan berapa lama pemeraman yang dibutuhkan sehingga menghasilkan minyak kelapa dengan kualitas terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah ada pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda (*Carica papaya*) dan lama pemeraman terhadap kualitas dan kuantitas minyak kelapa (*Cocos nucifera* var. *Viridis*) ?
2. Berapakah konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeraman yang menghasilkan minyak kelapa terbanyak dengan kualitas yang memenuhi Standart Nasional Indonesia ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda (*Carica papaya*) dan lama pemeraman terhadap kualitas dan kuantitas minyak kelapa (*Cocos nucifera* var. *Viridis*).
2. Untuk mengetahui konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeraman yang menghasilkan minyak kelapa terbanyak dengan kualitas yang memenuhi Standart Nasional Indonesia.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu ada pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda (*Carica papaya*) dan lama pemeraman terhadap kualitas dan kuantitas minyak kelapa (*Cocos nucifera* var. *Viridis*).

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai metode alternatif di dalam pembuatan minyak kelapa yang berkualitas tinggi, hemat energi, efisien dan ekonomis, serta dapat meningkatkan nilai guna dari buah kelapa dan pepaya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah buah kelapa yang berumur sekitar 11-12 bulan serta buah pepaya muda yang baru berumur 2,5 hingga 3 bulan.

2. Indikator yang digunakan untuk menentukan kualitas minyak kelapa ini adalah sebagai berikut : kadar air, rendemen, angka peroksida, angka Iodium, dan kadar FFA (asam lemak bebas).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan keanekaragaman flora dan faunanya sangat tinggi. Buah-buahan dari berbagai jenis tumbuh-tumbuhan dapat tumbuh subur dan melimpah di Negara kita ini. Dalam al-Qur'an disebutkan sedikitnya 34 ayat tentang buah-buahan (فاكهة) dan 43 ayat yang menyebutkan tentang tanaman atau tumbuh-tumbuhan (نبات). Dalam wahyu-Nya, Allah tidak membuat statemen saintifik, tetapi menunjukkan tanda-tanda (ayat-ayat) berupa fenomena ciptaan.

Menurut Rossidy (2008) dalam bidang biologi dan botani, al-Qur'an mengindikasikan objek kajian bidang tersebut secara umum dan luas. Misalnya, al-Qur'an mengungkapkan tentang air menumbuhkan segala macam tumbuh-tumbuhan (QS Al-An'am/6: 99), proses reproduksi tumbuhan (QS Luqman/31: 10), zat hijau daun sebagai sumber energi (QS Yaasiin/36: 80), keragaman kualitas buah-buahan (QS Ar Ra'd/13: 4) dan lain sebagainya.

Rossidy (2008) juga menambahkan bahwa selain yang telah disebutkan di atas, al-Qur'an juga memberikan sinyal-sinyal ilmiah tentang anatomi tumbuhan (QS An Nahl/16: 68, QS Yaasiin/36: 80, QS Ash Shaff/61: 146), morfologi tumbuhan (QS Al An'am/6: 99, QS Yaasiin/36: 33, QS Al Baqarah/2: 261), fisiologi tumbuhan (QS Al Furqaan/25:49, QS Ar Ruum/30:51, QS Al An'am/6: 99), taksonomi tumbuhan (QS 'Abasa/80: 28-31, QS Asy Syaaffat/37: 146, QS Luqman/31: 10), manfaat tumbuhan (QS An Nahl/16: 69, QS Ibrahim/14: 32, QS Al Mu'minuun/23: 20). Isyarat-isyarat yang diberikan al-Qur'an ini sesungguhnya

memberikan inspirasi, motivasi, dorongan dan anjuran kepada umat Islam untuk mengkaji flora dan fauna secara lebih dalam. Allah berfirman dalam al-Qur'an surat Ar Ra'd/13 ayat 3 :

وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ
يُغْشَى اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٣﴾

Artinya : *“Dan Dia-lah Tuhan yang membentangkan bumi dan menjadikan gunung-gunung dan sungai-sungai padanya. dan menjadikan padanya semua buah-buahan berpasang-pasangan, Allah menutupkan malam kepada siang. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.”* (QS Ar Ra'd/13: 3)

Karena itu, sudah sepatutnya kita bersyukur atas segala nikmat yang Allah berikan, memikirkan serta memanfaatkannya dengan baik. Salah satu jenis tumbuhan yang akan saya kaji pada penelitian ini ialah buah kelapa dan buah pepaya

2.1 Tinjauan Umum Kelapa (*Cocos nucifera*)

Warisno (2003) menyatakan bahwa kelapa merupakan tumbuhan asli daerah tropis, yakni daerah yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa. Di daerah-daerah tropis tersebut, tanaman kelapa banyak tumbuh dan dibudidayakan oleh sebagian besar petani. Di wilayah Indonesia, tanaman kelapa dapat ditemukan hampir di seluruh propinsi, dari daerah pantai yang datar sampai ke daerah pegunungan yang agak tinggi. Di daerah yang padat penduduknya, misalnya di Jawa dan Bali, tanaman kelapa banyak ditanam di tanah tegalan atau tanah pekarangan. Sedangkan di daerah yang jarang penduduknya, misalnya di daerah transmigrasi, tanaman kelapa banyak ditanam di lahan yang luas.

Buah kelapa (*Cocos nucifera* L.) telah menjadi salah satu sumber makanan sejak jaman dahulu. Buah ini merupakan bagian tidak terpisahkan dari kehidupan masyarakat Indonesia. Dalam kehidupan tradisional, daging buah kelapa merupakan sumber nutrisi yang penuh dengan santan berasa gurih. Pada sebagian besar kepulauan di Indonesia, kelapa merupakan sumber pangan yang telah dikonsumsi sejak puluhan bahkan ratusan generasi (Soeka dkk, 2008).

Kelapa merupakan salah satu keluarga Palmae. Tanaman ini memiliki batang yang lurus dan umumnya tidak bercabang. Tanaman kelapa merupakan tanaman monokotil dengan bentuk akar serabut dan daun yang menyirip. Sedangkan bunga tanaman ini terletak diantara ketiak daunnya yang disebut dengan mayang (Palungkun, 2001).

Menurut Harjono (1997) klasifikasi tata nama (sistematika) dari tanaman kelapa sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermaphyta
Kelas : Monocotyledoneae
Ordo : Arecales
Famili : Arecaceae
Genus : *Cocos*
Spesies : *Cocos nucifera* Linn

Kematangan buah kelapa dapat ditandai dengan 6 bulan setelah membukanya spate, warna tempurung lebih gelap terutama pada saat berumur 11-14 bulan dan dengan berkecipuknya air yang terdapat dalam buah kelapa bila dikocok (Heigenmaier.*et.al*, 1980). Menurut Setyamidjaja (1984) pada umur 9 bulan buah mencapai ukuran maksimal dengan berat 3-4 kg berisi cairan 0,3-0,4

liter. Buah mencapai masak benar pada umur 12 bulan, tetapi beratnya turun menjadi 1,5 – 2,5 kg.

2.1.1 Daging Buah Kelapa

Menurut Setyamidjaja (1984), buah kelapa terdiri dari bagian-bagian : *epicarp*, yaitu kulit bagian luar yang permukaannya licin, agak keras, dan tebalnya $\pm 0,143$ mm. *mesocarp*, yaitu kulit bagian tengah yang disebut *sabut*. Bagian ini terdiri dari serat-serat yang keras yang tebalnya 3-5 cm. *endocarp*, yaitu bagian tempurung yang keras sekali. Tebalnya 3-6 mm. bagian dalam melekat pada kulit luar dari biji/endosperm. *Putih lembaga* atau *endosperm* yang tebalnya 8-10 mm.

Ketaren (1996) menyatakan bahwa daging buah kelapa yang sudah masak dapat dijadikan kopra dan bahan makanan, daging buah kelapa merupakan sumber protein yang penting dan mudah dicerna. Komposisi kimia daging buah kelapa ditentukan oleh umur buah. Pada tabel 2.1 dapat dilihat komposisi kimia buah kelapa pada berbagai tingkat kematangan.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Daging Buah Kelapa Pada Berbagai Tingkat Kematangan

Analisis (dalam 100g)	Buah muda	Buah setengah tua	Buah tua
Kalori (kkal)	68	180	359
Protein (g)	1	4	3,4
Lemak (g)	0,9	13,09	34,7
Karbohidrat (g)	14	10	14
Kalsium (mg)	17	8	21
Fosfor (mg)	30	35	21
Besi (mg)	1	1,3	2
Aktivasi vitamin A (IU)	0	10	0
Thiamin (mg)	0	0,5	0,1
Asam askorbat (mg)	4	4	2
Air (g)	83,3	70,09	46,9
Bagian yang dapat dimakan (g)	53	53	53

Sumber : Ketaren (1996)

2.1.2 Santan Kelapa

Setiaji dan Sasmita (1987, dalam Suastuti, 2009) menyatakan bahwa pengeluaran minyak kelapa dari daging buah kelapa biasanya diawali dengan penyantanan. Santan didefinisikan sebagai cairan putih hasil perasan daging buah kelapa yang telah diparut dan dikecilkan ukurannya, dengan atau tanpa penambahan air. Jika santan dibiarkan maka akan terpisah menjadi 2 fasa, yaitu skim yang jernih di bagian bawah dan krim yang berwarna putih susu di bagian atasnya.

Sebagai sistem emulsi minyak dalam air, kestabilan emulsi santan mudah mengalami penurunan selama masa penyimpanan. Masalah utama yang berhubungan dengan stabilitas emulsi adalah terpisahnya krim emulsi (*creaming*), koagulasi protein dan pemisahan fase minyak bebas (Heigenmaier *et.al*, 1980).

Jumlah krim santan yang diperoleh tergantung pada kandungan minyak yang terdapat dalam kelapa. Semakin banyak kandungan minyak, maka krim yang terbentuk akan semakin banyak. Akan tetapi untuk menghasilkan krim santan yang tinggi diperlukan kemampuan untuk mengeluarkan/mengekstraknya dari kelapa parut. Kemampuan mengekstrak ini dipengaruhi oleh penggunaan air hangat dan kekuatan memeras. Air hangat akan lebih mampu mengekstrak santan dibanding air dingin karena air hangat lebih dapat melarutkan lemak. Sementara tenaga yang kuat akan lebih mampu mengekstrak krim santan dari parutan kelapa dibandingkan tenaga yang kurang kuat (Winarno, 2002).

Suhardiyono (1993) menambahkan, bahwa jumlah minyak di dalam santan kurang lebih sama, walaupun ditambah air atau tidak. Hal ini ditunjukkan pada tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Pengaruh Penambahan Air Terhadap Jumlah Minyak yang Diperoleh

Penambahan air (gram)	Minyak yang diperoleh (%)
0	67,5
50	67,5
100	63,7
150	64,8

Sumber : Suhardiyono (1993)

2.2 Tinjauan Umum Minyak Kelapa

Telah disebutkan sebelumnya, bahwa buah kelapa sangat banyak kegunaannya. Misalnya, dapat dimakan secara langsung atau dijadikan minuman segar selagi buah masih muda, atau buah yang tua dijadikan santan dan dicampur

dengan bahan lain untuk membuat suatu masakan, atau diambil minyaknya. Allah SWT dalam surat ‘Abasa/80 ayat 27-32, yaitu :

فَأُنْبِتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَيْكِهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنعَمِكُمْ ﴿٣٢﴾

Artinya : “Lalu kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu (27), Anggur dan sayur-sayuran (28), Zaitun dan kurma (29), Kebun-kebun (yang) lebat (30), Dan buah-buahan serta rumput-rumputan (31), Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu (32). (QS ‘Abasa/80: 27-32)

Menurut Tafsir Al-Azhar karangan Prof. Dr. Hamka, dengan mensejajarkan anggur sebagai buah-buahan yang dapat dimakan langsung dengan sayur-sayuran lain yang sangat diperlukan vitamin dan kalorinya bagi manusia, nampaklah bahwa keduanya itu sama pentingnya sebagai zat makanan. “*dan buah zaitun dan korma*” (ayat 29). Zaitun selain dapat dimakan, dapat pula diambil minyaknya.

Sama halnya dengan buah Zaitun, buah kelapa selain dapat dimakan dan didapat manfaatnya secara langsung, buah kelapa juga dapat dijadikan minyak sehingga dapat menambah manfaat dari buah kelapa tersebut.

2.2.1 Minyak Kelapa dan Manfaatnya

Minyak kelapa sudah dikenal sejak lama dan memenuhi lebih dari 10% kebutuhan minyak nabati di dunia. Minyak kelapa terdiri atas trigliserida, yaitu persenyawaan antara gliserin dan asam lemak, terutama asam lemak rendah. Kandungan asam lemak jenuh pada minyak kelapa ini sangat tinggi, yaitu sekitar 91% yang terdiri atas kaproat, kaprilat, laurat, miristat, palmitat, stearat, dan

arakhidat. Sedangkan kandungan asam lemak tidak jenuh sekitar 9% terdiri dari oleat dan linoleat (Warisno, 2003).

Menurut Timoti (2005), meskipun tergolong minyak jenuh, minyak kelapa dikategorikan sebagai minyak berantai karbon sedang (*medium chain fatty acids, MCFA*). Keunggulan asam lemak rantai sedang dibandingkan dengan asam lemak rantai panjang yaitu asam lemak rantai sedang lebih mudah dicerna dan diserap. Asam lemak rantai sedang saat dikonsumsi dapat langsung dicerna di dalam usus tanpa proses hidrolisis dan enzimatis, langsung dipasok ke aliran darah dan diangkut ke hati untuk dimetabolisir menjadi energi. Minyak yang memiliki asam lemak rantai panjang harus diproses dulu di pencernaan sebelum diserap dinding usus melalui beberapa proses panjang untuk sampai ke hati. Tabel komposisi asam lemak pada minyak kelapa dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.3 Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa

Asam Lemak	Rumus Kimia	Jumlah (%)
Asam lemak jenuh :		
Asam kaproat	$C_5H_{11}COOH$	0,0 – 0,8
Asam kaprilat	$C_7H_{17}COOH$	5,5 – 9,5
Asam kaprat	$C_9H_{19}COOH$	4,5 – 9,5
Asam laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	44,0 – 52,0
Asam miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	13,0 – 19,0
Asam palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	7,5 – 10,5
Asam stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	1,0 – 3,0
Asam arachidat	$C_{19}H_{39}COOH$	0,0 – 0,4
Asam lemak tak jenuh :		
Asam palmitoleat	$C_{15}H_{29}COOH$	0,0 – 1,3
Asam oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	5,0 – 8,0
Asam linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	1,5 – 2,5

Sumber : Ketaren (1996)

2.2.2 Kualitas Minyak Kelapa

Kualitas atau mutu suatu bahan adalah gabungan sifat-sifat khas yang dapat membedakan setiap jenis bahan. Gabungan sifat khas tersebut sangat berpengaruh terhadap penerimaan bahan oleh konsumen atau pembeli. Menurut Sudarmadji (1997), sebagai indikator dalam penentuan kualitas minyak kelapa dapat digunakan tiga tolok ukur, yaitu kekuatan daya simpan, bau maupun rasanya.

Untuk mengetahui kemungkinan daya simpan, sangat penting untuk dilakukan uji kadar air. Bennion (1988) menyatakan bahwa minyak yang berkadar air tinggi cenderung memiliki masa simpan pendek. Semakin tinggi kandungan air pada minyak maka semakin besar kemungkinan minyak tersebut terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak bebas sehingga minyak mudah menjadi tengik (rancid) (Ratih dkk, 2000).

Selain kadar air, bilangan peroksida juga penting untuk diketahui. Susanto (1999) berpendapat bahwa bilangan peroksida adalah bilangan yang terpenting untuk menentukan derajat kerusakan minyak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya membentuk peroksida. Setiap proses ketengikan yang dimulai dari proses oksidasi menghasilkan berbagai jenis peroksida. Peroksida berisomerisasi dengan air membentuk seri yang kompleks termasuk aldehid, keton dan asam-asam yang berat molekulnya rendah. Minyak yang bilangan peroksidanya tinggi, berarti telah tengik. Standart penentuan kualitas minyak kelapa dapat dilihat pada tabel 2.4 di bawah ini.

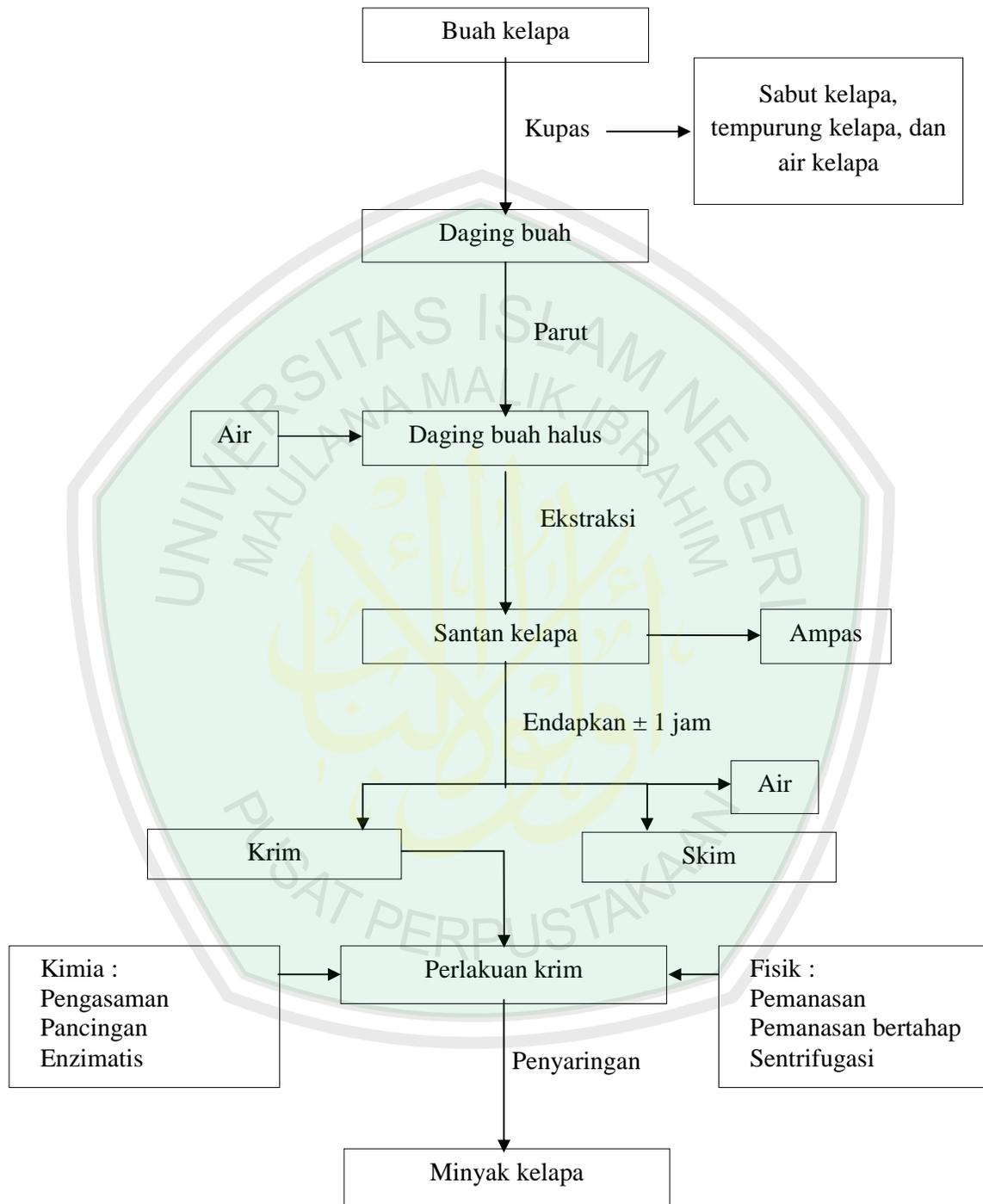
Tabel 2.4 Kualitas minyak kelapa yang ditetapkan dalam Standart Nasional Indonesia

Sifat-sifat	Standart
Air	Maksimal 0,5 %
Kotoran	Maksimal 0,05 %
Bilangan iod	8-10
Bilangan penyabunan	255-265
Bilangan peroksida	Maksimal 5,0
Asam lemak bebas (FFA)	Maksimal 5 %
Warna, bau	Normal
Minyak pelikan	Negatif

Sumber : (SNI, 1992)

2.2.3 Pembuatan Minyak Kelapa Secara Umum

Terdapat beberapa cara untuk mengekstraksi minyak dari daging buahnya, yaitu secara fisika, kimia, dan fermentasi. (Che-Man *et al.*, 1996 dalam Soekadkk, 2008). Secara Fisika yaitu dengan metode pemanasan, pemanasan bertahap, dan sentrifugasi. Sedangkan secara kimia yaitu dengan metode pengasaman, pancingan, dan enzimatis. Berikut ini bagan prinsip dasar pembuatan minyak kelapa secara umum.



Sumber : Setiaji dan Prayugo (2006)

Gambar 2.1. Prinsip Dasar Pembuatan Minyak Kelapa

1. Metode Pemanasan

Pengolahan dengan pemanasan merupakan cara tradisional yang sudah lama dilakukan petani dalam mengolah kelapa menjadi minyak goreng. Proses pembuatan dengan cara pemanasan tidak membutuhkan perlakuan yang sangat khusus. Dalam pembuatan minyak kelapa ini ada beberapa tahap yang perlu dilakukan, yaitu pemanasan santan, pemisahan krim, pemanasan krim santan dengan suhu 100°C - 110°C , pemanasan minyak dan penyaringan minyak (Rindengan, 2004).

Pembuatan minyak kelapa dengan cara ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya rendemen yang dihasilkan cukup banyak, yaitu sekitar 35%. Sehingga dari 10 butir kelapa, dapat dihasilkan sekitar 1.100 ml minyak kelapa. Namun, minyak kelapa yang dihasilkan berwarna agak kekuningan, kandungan antioksidan juga menurun karena proses pemanasan. Minyak juga mudah tengik, dan hanya bisa bertahan 2 - 3 minggu (Setiaji, 2006).

1. Metode Pemanasan Bertahap

Pembuatan minyak kelapa dengan pemanasan bertingkat mempunyai prinsip kerja yang sama dengan pembuatan minyak kelapa dengan cara pemanasan. Perbedaannya terletak pada suhu yang digunakan. Jika pemanasan biasa menggunakan suhu sekitar 100°C - 110°C , maka pada cara pemanasan bertingkat hanya menggunakan suhu berkisar 60°C - 75°C . Karena pada suhu 80°C , protein, lemak, dan antioksidan akan rusak, maka suhu pemanasan santan tidak boleh mencapai 80°C . Caranya ialah dengan mengukur suhu santan yang dimasak menggunakan thermometer. Apabila suhunya mencapai 75°C , kompor

harus dimatikan. Demikian juga bila suhu santan turun setelah dimatikan sehingga mencapai 60°C, maka kompor harus dinyalakan kembali. Dengan cara ini, minyak yang dihasilkan lebih bening dibandingkan dengan cara pemanasan biasa, namun memakan waktu yang lebih banyak yaitu sekitar 7 – 8 jam (Setiaji, 2006).

2. Metode Sentrifugasi

Sentrifugasi merupakan salah satu cara pembuatan minyak kelapa secara mekanik. Upaya yang dilakukan untuk memutuskan ikatan lemak-protein pada santan dengan pemutaran, yaitu dengan cara sentrifugal. Karena berat jenis minyak lebih ringan daripada air, maka setelah dilakukan sentrifugasi keduanya akan terpisah dengan sendirinya. Kecepatan putaran yang digunakan 20.000 rpm. Minyak yang dihasilkan sudah berwarna jernih dan berbau khas kelapa, proses pembuatannya sangat cepat, yaitu sekitar 15 menit. Selain itu kandungan asam lemak rantai sedang serta antioksidannya tidak mengalami denaturasi. Namun harga alat sentrifus sangat mahal, selain itu biaya listrik yang digunakan juga tinggi, sehingga menambah biaya produksi (Setiaji, 2006)

3. Metode Pengasaman

Pengasaman merupakan cara membuat suasana emulsi (santan) menjadi asam. Karena asam memiliki kemampuan untuk memutus ikatan lemak-protein. Asam akan mengikat senyawa yang berikatan dengan lemak. Namun asam yang dicampurkan dalam santan hanya bisa bekerja dengan maksimal bila pH sesuai. Pada proses pembuatan minyak kelapa, pH yang paling optimal yaitu 4,3. Asam yang biasa digunakan adalah asam asetat (CH_3COOH) karena dianggap paling aman untuk kesehatan bila dikonsumsi. Krim santan yang dicampur dengan asam

diukur pHnya menggunakan pH meter, kemudian didiamkan selama 10 jam kemudian disaring. Minyak yang nantinya dihasilkan akan berwarna bening dan kandungan antioksidannya pun tidak berubah (Setiaji, 2006).

4. Metode Pancingan

Dengan tehnik pancingan, moleku minyak dalam santan ditarik oleh minyak pancing sampai akhirnya menjadi minyak seluruhnya. Tarikan ini akan mengubah air dan protein yang sebelumnya terikat dengan santan menjadi terputus. Teknik ini pada dasarnya mengubah bentuk emulsi minyak-air menjadi minyak-minyak (Kuncoro, 2005).

5. Metode Fermentasi

Minyak kelapa fermentasi memiliki banyak kelebihan di antaranya tahan lama, tidak mudah tengik dan hampir tanpa kandungan kolesterol. Kelebihan proses ekstraksi secara fermentasi dibandingkan cara lain adalah hemat bahan bakar, residu galendo lebih sedikit, tingkat ketengikan rendah dengan daya simpan lebih lama, aroma lebih harum, dan bebas senyawa penginduksi kolesterol (Soekadkk, 2008).

Proses ekstraksi minyak secara fermentasi melibatkan mikrobia yang menghasilkan enzim-enzim pemecah emulsi santan. Aktivitas enzim dipengaruhi oleh konsentrasi substrat, konsentrasi enzim, pH, suhu dan lamanya reaksi enzimatik (Pelczar dan Chan, 1986). Biakan mikrobia yang digunakan harus memiliki aktivitas proteolitik, amilolitik, dan lipolitik yang berperan dalam menghidrolisis protein, karbohidrat, dan lemak (Ishwanto, 2001).

2.3 Pembuatan Minyak Kelapa Secara Enzimatis

Menurut Prasetyawan (2000) pembuatan minyak kelapa dapat dilakukan dengan cara lain yang hemat energi yaitu dengan cara enzimatis menggunakan enzim protease. Pembuatan minyak secara enzimatis pada dasarnya meliputi pemecahan selubung protein oleh enzim protease yaitu enzim yang mengkatalisis reaksi hidrolisis protein. Enzim protease yang diperlukan untuk pengolahan minyak kelapa dapat diperoleh dari beberapa sumber antara lain mikroorganisme, tanaman (nanas dan pepaya), daging ketam atau kepiting sungai, maupun jaringan hewan seperti lambung sapi dan lambung domba.

Beberapa jenis enzim yang bisa digunakan untuk memecah ikatan lipoprotein dalam emulsi lemak yaitu papain, bromelin, dan enzim protease yang berasal dari kepiting sungai. Minyak kelapa murni yang dibuat dengan metode enzimatis mempunyai keunggulan diantaranya minyak yang dihasilkan berwarna jernih, dan kandungan lemak rantai sedang pun dalam kondisi lengkap dan seimbang (Setiaji, 2006).

2.4 Tinjauan Tentang Enzim

Enzim ialah suatu kelompok protein yang berperan sangat penting dalam proses aktivitas biologis. Enzim ini berfungsi sebagai katalisator dalam sel dan sifatnya sangat khas. Dalam jumlah yang sangat kecil, enzim dapat mengatur reaksi tertentu sehingga dalam keadaan normal tidak terjadi penyimpangan-penyimpangan hasil akhir reaksinya (Girindra, 1993).

Menurut Wirahadikusumah (2008), ada suatu bagian yang sangat kecil dari satu molekul besar protein enzim yang berperan mengkatalisis reaksi. Bagian

kecil ini disebut bagian aktif (*active site*) enzim. Hawab (2004) menambahkan fungsi bagian aktif ini ialah :

1. Menarik dan mengorientasikan substrat kepada gugus spesifik pada molekul enzim yang disebut gugus kontak dengan cara yang spesifik pula.
2. Ikut membentuk ikatan sementara dengan molekul substrat, yang selanjutnya terjadi polarisasi dan terjadi regangan pada ikatan di dalam molekul substrat, sehingga mudah dipecah. Asam amino yang bertindak demikian yang terletak pada tempat aktif disebut residu katalitik.

Suatu molekul substrat berikatan dengan bagian aktif enzim melalui mekanisme khas dan selektif dalam hubungan yang disebut *lock-and-key*. Sebagian enzim mempunyai kekhususan yang mutlak terhadap substrat dan tidak akan menyerang substrat lain meskipun strukturnya hampir sama. Sebagian lainnya mempunyai kekhususan yang kurang dan dapat bereaksi dengan suatu golongan substrat tertentu atau kelompok molekul sejenis (Wirahadikusumah, 2008).

Hawab (2004) menyatakan bahwa pada umumnya terdapat 2 mekanisme kerja enzim dalam mempengaruhi reaksi katalisis, yaitu :

1. Enzim meningkatkan kemungkinan molekul-molekul yang bereaksi saling bertemu dengan permukaan yang saling berorientasi. Hal ini terjadi sebab : enzim mempunyai afinitas yang tinggi terhadap substrat dan mempunyai kemampuan mengikat substrat walaupun bersifat sementara. Penyatuan antara substrat dengan enzim tidak seenaknya, melainkan substrat terorientasi secara tepat untuk terjadi reaksi.

2. Pembentukan ikatan yang sementara antara substrat dengan enzim menimbulkan penyebaran electron dalam molekul substrat dan penyebaran ini menyebabkan suatu regangan pada ikatan kovalen spesifik dalam molekul substrat sehingga ikatan kovalen tersebut menjadi mudah terpecah. Para ahli biokimia menamakan keadaan dimana terjadi regangan ikatan molekul substrat setelah berinteraksi dengan enzim disebut pengaktifan substrat.

2.5 Tinjauan Umum Pepaya

2.5.1 Buah Pepaya

Warisno (2003) menambahkan, bahwa dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan-tumbuhan, tanaman pepaya (*Carica papaya*) diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Division : Spermatophyte
 Subdivision : Angiospermae
 Class : Dicotyledoneae
 Ordo : Caricales
 Familia : Caricaceae
 Genus : Carica
 Spesies : *Carica papaya*

Tanaman pepaya dapat ditemukan negara-negara yang beriklim tropis dan sub-tropis. Negara pusat penyebaran tanaman ini antara lain adalah Florida, Hawaii, India, Afrika Selatan dan Australia. Di Indonesia, daerah sentra penanaman pepaya adalah propinsi Jawa Timur, kemudian disusul oleh Jawa Tengah, dan Jawa Barat. Saat ini, tanaman pepaya dapat ditemukan di hampir seluruh propinsi yang ada di Indonesia (Rukmana, 1995).

2.5.2 Enzim Papain

Papain merupakan enzim yang diperoleh dari getah tanaman pepaya dan buah pepaya muda. Getah tersebut terdapat hampir di semua bagian tanaman pepaya, kecuali bagian akar dan biji (Warisno, 2003).

Kallie (1993) menyatakan, bahwa kandungan papain dapat mencapai 50% dari berat kering getah. Buah merupakan penghasil getah paling banyak. Getah tersebut dihasilkan di saluran getah yang banyak terdapat di bawah lapisan kulit yang biasa disebut mesocrope. Kandungan getah pepaya berada dalam keadaan maksimal pada saat buah berumur 75 – 100 hari atau 2,5 – 3 bulan. Saat itu, kandungan getah secara kualitas dan kuantitas berada dalam posisi puncak. Muhidin (2001) menambahkan, getah yang dihasilkan dari buah pepaya berwarna putih bersih dan tidak bercampur dengan bahan lain seperti klorofil, serat, dan kotoran.

Papain berupa rantai tunggal polipeptida yang terdiri dari 212 asam amino dengan berat molekul 21.000 dalton (Muchtadi, 1982). Komposisi asam amino dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 Komposisi Asam Amino Papain

Asam amino	Jumlah	Asam amino	Jumlah
Lisin	10	Glisin	28
Histidin	2	Alanin	14
Arginin	12	Valin	18
Asam aspartat	6	Asoleusin	12
Asparagin	13	Leusin	11
Asam glutamat	8	Tirosin	19
Glutamine	12	Fenilalanin	4
Treonin	8	Triptopan	5
Serin	3	Sistein	1
Prolin	10	Sistin	6

Sumber: Muchtadi (1982)

Menurut Sadikin (2002), berdasarkan Klasifikasi dan tata nama IUB (*International Union of Biochemistry*), enzim papain merupakan enzim yang tergolong kelas hidrolase. Enzim yang tergolong kelas ini mengkatalisis reaksi-reaksi hidrolisis, yaitu reaksi pemutusan ikatan kovalen dengan memecah 1 molekul air dan memasukkan fragmen air ini ke 2 radikal pemecahan substrat, sehingga terbentuk 2 senyawa produk yang lebih kecil. Reaksi yang dikatalisis enzim kelas ini, secara umum dapat dituliskan dalam persamaan :



Di dalam kelas Hidrolase, enzim papain ini digolongkan lagi menjadi protease (enzim proteolitik) atau bisa juga disebut peptidase karena ikatan yang dikatalisis ialah ikatan peptida protein (deMan, 1997).

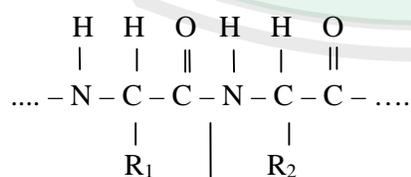
Menurut Sadikin (2002), beberapa enzim peptidase seperti pepsin, tripsin, trombin, plasmin, juga protease yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti papain, bromelin, ficin, semuanya bekerja memutus ikatan peptida yang berada di bagian tengah atau dalam molekul protein substrat. Karena itulah, enzim-enzim seperti ini dinamakan sebagai enzim-enzim endopeptidase. Sebagai hasil kerja endopeptidase ini, terbentuklah peptida-peptida yang lebih kecil.

deMan (1997) menambahkan bahwa enzim proteolitik ini dapat dipilah ke dalam 4 golongan berikut : protease asam, protease serina, protease sulfhidril, dan protease yang mengandung logam. Enzim papain termasuk golongan protease sulfhidril. Hal ini dikarenakan adanya gugus sulfhidril sangat penting dalam aktivitasnya. Jika gugus tersebut dihilangkan atau dimodifikasi, maka aktivitas enzimnya akan lenyap.

2.6 Mekanisme Enzim Papain Dalam Pembuatan Minyak Kelapa

Telah diketahui bahwa santan merupakan sistem emulsi yang terdiri dari dua fasa cair (minyak dalam air) yang tidak saling campur yang dimantapkan oleh suatu emulsigator yang mengikat kedua fasa cair tersebut. Emulsigator dalam krim santan berupa molekul protein yang mengandung suatu rantai hidrokarbon panjang dengan ujung polar. Bagian hidrokarbon dari protein bersifat hidrofobik yang larut dalam minyak yang non polar. Sedangkan ujung ion bersifat hidrofilik dan larut dalam fasa air. Oleh karena adanya rantai hidrokarbon itulah suatu molekul protein secara keseluruhan tidak benar-benar larut dalam air. Namun protein mudah tersuspensi dalam air membentuk misel, yaitu segerombol molekul protein yang rantai hidokarbonnya mengelompok dengan ujung-ujung ionnya menghadap ke air (Prasetyawan, 2000).

Menurut Muhidin (2001), enzim protease akan menghidrolisis protein yang melibatkan hidrolisis dari banyak ikatan peptida, karena sebuah molekul protein mengandung beratus-ratus gugus asam amino dalam protein. Bentuk ikatan peptida antar asam amino dalam molekul protein digambarkan seperti gambar 2.2



Ikatan peptida

Sumber : Wahab (2004)

Gambar 2.2 Bentuk Ikatan Peptida Antar Asam Amino

Peran enzim papain dalam pengolahan minyak kelapa adalah sebagai perusak sistem emulsi pada krim santan (Susanto, 1993). Dengan penambahan ekstrak pepaya dalam pengolahan minyak kelapa akan mempengaruhi kualitas serta jumlah rendemen minyak yang dihasilkan, yaitu mempunyai kadar air yang rendah. Rendahnya kadar air disebabkan karena dengan adanya enzim protease, maka protein penstabil emulsi akan rusak. Ini akan menyebabkan minyak dan air terpisah sempurna (Martoharsono, 1993).

Menurut Suyantono (2001) jumlah rendemen minyak kelapa cenderung meningkat dengan jumlah enzim yang ditambahkan. Karena peningkatan jumlah enzim yang digunakan akan menyebabkan kecepatan reaksi enzimatik meningkat. Namun Bennion (1980) menyatakan bahwa kecepatan reaksi akan mencapai nilai konstan dan akan konstan dengan bertambahnya jumlah enzim dimana semua substrat telah bereaksi dengan enzim.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan untuk meneliti pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeraman terhadap kualitas dan kualitas minyak kelapa (*Cocos nucifera* var. *Varidis*) adalah rancangan acak lengkap (RAL) Faktorial. Penggunaan metode RAL faktorial mempunyai dua faktor yaitu, faktor pertama (F1) adalah konsentrasi sari buah pepaya muda dengan 4 level dan Faktor kedua (F2) adalah lama pemeraman menggunakan 4 level, tiap level dilakukan 3 kali ulangan :

1. Faktor pertama (F1) : Konsentrasi sari buah pepaya muda,
K1 : 3,61% (15 ml), K2 : 4,76% (20 ml), K3 : 5,88% (25 ml), K4 : 6,98% (30 ml).
2. Faktor kedua (F2) : Lama pemeraman, P1 : 15 jam, P2 : 20 jam,
P3 : 25 jam, P4 : 30 jam

Kombinasi perlakuan adalah sebagai berikut :

	K 1	K 2	K3	K4
P 1	K1P1	K2P1	K3P1	K4P1
P 2	K1P2	K2P2	K3P2	K4P2
P 3	K1P3	K2P3	K3P3	K4P3
P4	K1P4	K2P4	K3P4	K4P4

K1P1 : konsentrasi 15 ml dan lama pemeraman 15 jam

K1P2 : konsentrasi 15 ml dan lama pemeraman 20 jam

K1P3 : konsentrasi 15 ml dan lama pemeraman 25 jam

K1P4 : konsentrasi 15 ml dan lama pemeraman 30 jam

K2P1 : konsentrasi 20 ml dan lama pemeraman 15 jam

K2P2 : konsentrasi 20 ml dan lama pemeraman 20 jam

K2P3 : konsentrasi 20 ml dan lama pemeraman 25 jam

K2P4 : konsentrasi 20 ml dan lama pemeraman 30 jam

K3P1 : konsentrasi 25 ml dan lama pemeraman 15 jam

K3P2 : konsentrasi 25 ml dan lama pemeraman 20 jam

K3P3 : konsentrasi 25 ml dan lama pemeraman 25 jam

K3P4 : konsentrasi 25 ml dan lama pemeraman 30 jam

K4P1 : konsentrasi 30 ml dan lama pemeraman 15 jam

K4P2 : konsentrasi 30 ml dan lama pemeraman 20 jam

K4P3 : konsentrasi 30 ml dan lama pemeraman 25 jam

K4P4 : konsentrasi 30 ml dan lama pemeraman 30 jam

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Variabel bebas : Konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeraman
- b. Variabel Tergantung :
 - uji kadar air
 - kadar FFA
 - rendemen
 - angka peroksida

- angka Iodium

3.3 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2010 di Laboratorium Biokimia, Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Terdapat 2 jenis peralatan pada pembuatan minyak kelapa, yaitu peralatan pada saat proses pengolahan dan peralatan pada saat analisis. Peralatan yang digunakan untuk proses pengolahan adalah pisau, sendok, saringan kasar, baskom, corong, juicer, erlenmeyer, pipet, timbangan, gelas ukur dan stoples.

Peralatan laboratorium untuk analisa antara lain : kertas saring, erlenmeyer, timbangan, penangas air, erlenmeyer 500 ml, kondensor, beaker glass, gelas ukur, pipet, stoples, timbangan analitik, viskotester dan refraktometer

3.4.2 Bahan

Untuk pembuatan minyak kelapa dengan perlakuan pemberian konsentrasi sari buah pepaya dan lama pemeraman terdapat 2 jenis kelompok bahan yang dipergunakan, yaitu bahan utama dan bahan tambahan. Bahan utama yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah daging buah kelapa yang berumur 11-12 bulan varietas Viridis dengan kondisi buah tidak rusak.

Bahan tambahan yang digunakan yaitu: sari buah pepaya yang diperoleh dari tanaman pepaya muda berumur 2,5 – 3 bulan dengan kondisi buah tidak rusak.

3.5 Analisis Statistika

Analisis data menggunakan uji faktorial dengan tingkat kepercayaan 5% apabila hasil analisa ragam menunjukkan perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji BNJ dan analisis SPSS.

3.6 Prosedur Kerja

3.6.1 Pembuatan Krim santan

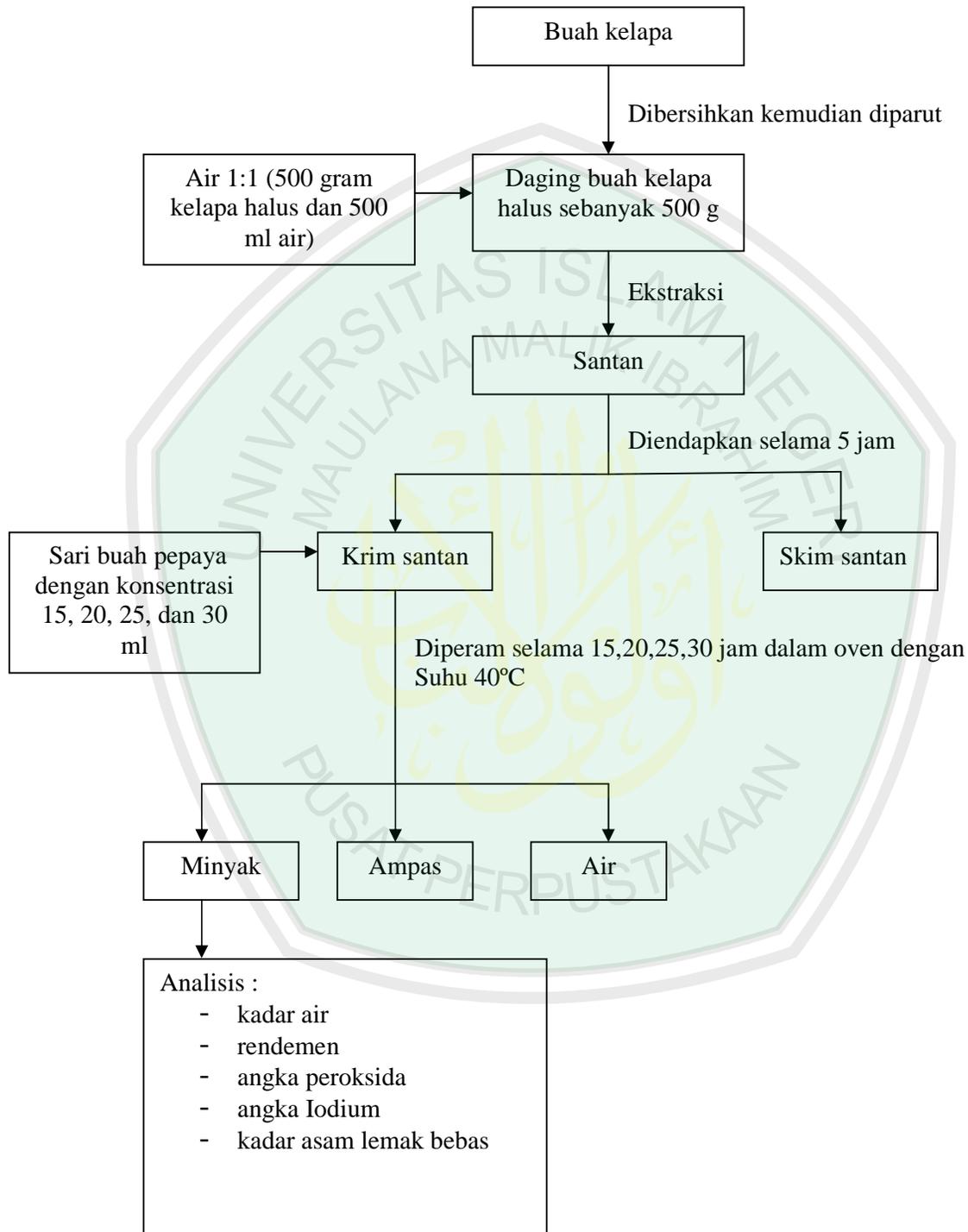
1. Mengupas sabut kelapa dari buah kelapa
2. Membuka tempurung kelapa dengan golok agar memudahkan dalam pengambilan daging buah kelapa. Proses ini sekaligus bertujuan untuk membuang air kelapa yang terdapat dalam daging buah.
3. Mencuci daging buah kelapa sampai bersih dan tidak terdapat kotoran yang melekat pada daging buah kelapa. Pencucian tersebut dilakukan dengan menggunakan air mengalir agar lebih cepat bersih.
4. Menghaluskan daging buah kelapa dengan menggunakan dengan mesin pamarut. Mencampurkan hasil parutan kelapa dengan air hangat yang suhunya 40°C, dengan perbandingan antara air dan hasil parutan adalah 1: 1 yaitu untuk 500 gram buah kelapa halus, air hangat yang ditambahkan 500 ml. Kemudian diremas-remas.
5. Dengan menggunakan kain saring, campuran tersebut diperas dan ditampung di dalam wadah.
6. Menampung santan kelapa dalam toples transparan dan mendiamkan selama 5 jam hingga terpisah antara skim dan krim. Kemudian diambil krim sebanyak 400 ml menggunakan sendok makan.

3.6.2 Ekstraksi Enzim Papain Kasar

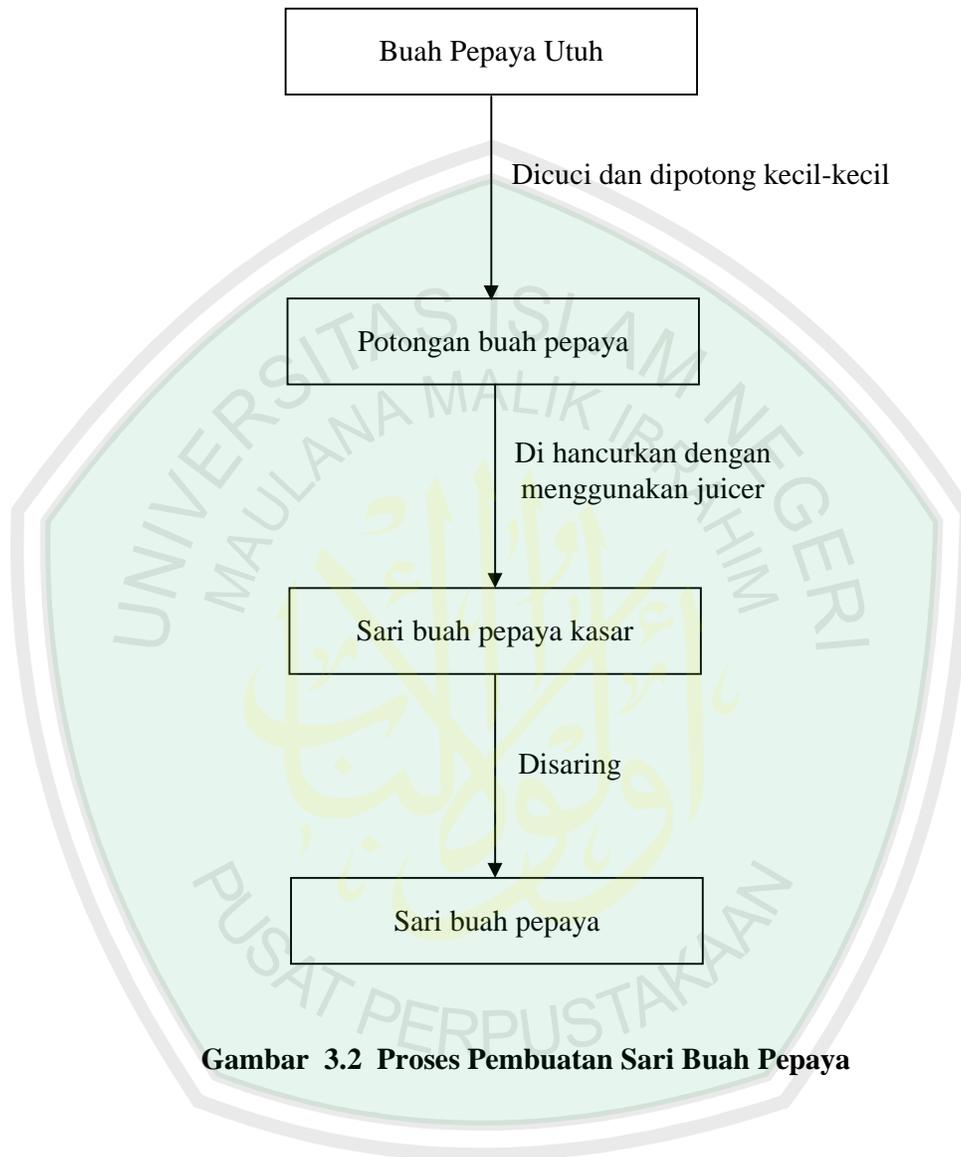
1. Mencuci buah pepaya muda yang masih utuh
2. Memotong buah pepaya menjadi ukuran yang lebih kecil
3. Memasukkan potongan buah pepaya ke dalam juicer
4. Menyaring sari buah pepaya yang dihasilkan

3.6.3 Pembuatan Minyak Kelapa

1. Memasukkan krim santan sebanyak 400 ml ke dalam toples.
2. Menambahkan 15 ml, 20 ml, 25 ml, 30 ml sari buah pepaya ke dalam krim santan sesuai dengan perlakuan
3. Mengaduk campuran sari buah pepaya dan krim santan.
4. Menutup toples dan melakukan pemeraman pada suhu 40°C selama 15 jam, 20 jam, 25 jam, 30 jam, hingga terbentuk tiga lapisan, ampas pada lapisan teratas, minyak pada lapisan kedua, dan air pada lapisan bawah.
5. Mengambil minyak yang ada pada lapisan tengah dengan menggunakan pipet.
6. Menyaring minyak yang telah diangkat menggunakan kertas saring



Gambar 3.1 Proses Pembuatan Minyak Kelapa dengan Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya dan Lama Pemeraman



Gambar 3.2 Proses Pembuatan Sari Buah Pepaya

3.7 Tahap Pengambilan Data

Adapun pengamatan didasarkan pada kualitas minyak kelapa yang dihasilkan. Untuk menentukan kualitas minyak kelapa yang dihasilkan akan diamati antara lain : uji kadar air, rendemen, angka peroksida, angka Iodium, dan kadar FFA.

3.7.1 Penentuan kadar Air, Cara Pemanasan

1. Menimbang sampel yang berupa minyak sebanyak 1-2 gram di dalam cawan yang telah diketahui beratnya.
2. Mengeringkannya dalam oven pada suhu 100°-105°C selama 3-5 jam. Kemudian didinginkan dalam eksikator, kemudian ditimbang.
3. Dipanaskan lagi dalam oven selama 30 menit, lalu didinginkan dalam eksikator dan ditimbang.
4. Perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg)
5. Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan

3.7.2 Pengukuran Rendemen (Sudarmadji, 1997)

Rendemen minyak diperoleh dari perbandingan antara berat minyak yang dihasilkan dengan berat awal bahan baku.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat akhir (produk)}}{\text{berat awal (bahan baku)}} \times 100\%$$

3.7.3 Uji Kadar FFA (Sudarmadji, 1997)

1. Menimbang minyak lebih kurang 20 gr, lalu memasukkannya ke dalam erlenmeyer.

2. Menambahkan 50 ml alcohol 95% netral yang panas dan 2 ml indikator phenolphthalein (PP). Kemudian dititrasi dengan larutan 0,1 NaOH yang telah distandarisir.
3. Akhir titrasi tercapai apabila terbentuk warna merah muda yang tidak hilang selama ½ menit
4. Persen asam lemak bebas dinyatakan sebagai oleat pada kebanyakan minyak dan lemak. Untuk minyak kelapa dan minyak inti kelapa sawit dinyatakan sebagai laurat, sedang paa minyak kelapa sawit dinyatakan sebagai palmitat
5. Asam lemak bebas dinyatakan sebagai % FFA atau sebagai angka asam.

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N} \times \text{berat molekul asam lemak}}{\text{Berat contoh} \times 1000} \times 100\%$$

3.7.4 Penentuan Bilangan Peroksida (Sudarmadji, 1997)

1. Menimbang sampel sebanyak $5 \pm 0,05$ gr dalam Erlenmeyer bertutup, kemudian ditambahkan 30 ml larutan asam asetat-kloroform (3 : 2). Larutan digoyang sampai bahan terlarut semua.
2. Ditambahkan 0,5 ml larutan jenuh KI lalu didiamkan selama 1 menit dengan kadangkala digoyang. Ditambahkan 30 ml aquades.
3. Dititrasi dengan 0,1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai warna kuning hampir hilang. Ditambahkan 0,5 ml larutan pati 1%, lalu titrasi dilarutkan sampai warna biru mulai hilang.
4. Angka peroksida dinyatakan dalam mili-equivalen dari peroksida dalam setiap 1000 gr sampel.

$$\text{Angka peroksida} = \frac{\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{N thio} \times 1000}{\text{Berat sampel}}$$

3.7.5 Penentuan Bilangan Iodium (Sudarmadji, 1997)

1. Menimbang bahan lemak atau minyak sebanyak 0,1 – 0,5 gr dalam Erlenmeyer betutup. Ditambahkan 10 ml chloroform atau karbon tetra klorida dan 25 ml reagen yodium-bromida dan biarkan di tempat gelap selama 30 menit dengan kadangkala digojog.
2. Ditambahkan 10 ml larutan KI 15% dan ditambah 50-100 ml larutan aquades yang telah dididihkan, dan segera dititrasi dengan lautan natrium-thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N) sampai larutan berwarna kuning pucat, kemudian ditambahkan ml larutan pati. Melanjutkan titrasi sampai warna biru hilang.
3. Lautan blanko yang dibuat dari 25 ml reagen yodium bromide dan ditambahkan 10 ml KI 15% diencerkan dengan 100 ml aquades yang telah dididihkan dan dititrasi dengan larutan natrium-thiosulfat.
4. Banyaknya natrium-thiosulfat untuk titrasi blanko dikurangi titrasi sesungguhnya adalah equivalen dengan banyaknya yodium yang diikat oleh lemak atau minyak.

$$\text{Angka Yodium} = \frac{\text{ml titrasi (blanko-contoh)} \times \text{N thio} \times 1000}{\text{g minyak}}$$

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Minyak yang dihasilkan dari proses enzimatis yang diberi perlakuan kombinasi dengan 4 variasi konsentrasi sari buah pepaya muda dan 4 variasi lama pemeraman tersebut kemudian dilakukan analisis rendemen, kadar air, angka peroksida, angka Iodium dan kadar FFA. Hasil analisis, kemudian diuraikan sebagai berikut.

4.1.1 Rendemen

Data hasil rendemen yang didapat kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam faktorial RAL dan hasilnya seperti tertera dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Analisis Ragam Rendemen

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	0,098	0,049	0,154	3,32
Perlakuan :	(15)	578,351	38,557	121,63**	2,015
K	3	491,258	163,753	516,57**	2,92
P	3	61,598	20,533	64,772**	2,92
KP	9	25,495	2,833	8,936**	2,21
Galat	30	9,499	0,317		
Total	47	587,948			

** → berbeda sangat nyata

Dari tabel 4.1 di atas, dapat terlihat adanya interaksi antara konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeraman terhadap rendemen minyak kelapa. Pada perlakuan kombinasi, $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($8,936 > 2,21$) sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi perlakuan ini berpengaruh dan beda nyata terhadap rendemen minyak kelapa. Untuk mengetahui perlakuan kombinasi yang menghasilkan

rendemen paling banyak, maka hasil dari penelitian ini dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan uji $BNJ_{5\%}$ seperti tertera pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Uji $BNJ_{5\%}$ Rendemen untuk Perlakuan Kombinasi

Perlakuan		Rendemen	Notasi
Konsentrasi	Lama Pemeraman		
15 ml	15 jam	22,767	A
20 ml	15 jam	23,267	ab
15 ml	20 jam	23,333	ab
20 ml	20 jam	23,492	ab
15 ml	25 jam	23,7	abc
25 ml	15 jam	24,158	abc
15 ml	30 jam	24,258	abc
20 ml	25 jam	24,408	abcd
20 ml	30 jam	24,567	bcd
25 ml	20 jam	25,367	cd
25 ml	25 jam	26	de
25 ml	30 jam	27,642	ef
30 ml	15 jam	28,083	f
30 ml	20 jam	31,05	g
30 ml	25 jam	33,033	hi
30 ml	30 jam	33,958	i
$BNJ_{5\%}$		= 1, 713	

Dari hasil uji lanjut, diketahui bahwa hasil rendemen minyak kelapa terbanyak didapatkan dari kombinasi perlakuan dengan konsentrasi sari buah pepaya muda 30 ml dan lama pemeraman 30 jam dengan rata-rata rendemen minyak sebesar 33,958%. Sedangkan hasil rendemen paling sedikit didapatkan dari minyak kelapa yang konsentrasi sari buah pepayanya 15 ml dengan lama pemeraman 15 jam dengan rata-rata rendemen minyak sebanyak 22, 767%. Jadi, dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi sari buah pepaya yang diberikan serta semakin lama waktu pemeramannya, maka makin banyak rendemen yang dihasilkan.

4.1.2 Kadar Air

Untuk mengetahui kualitas suatu minyak goreng, kadar air sangat penting untuk diketahui. Setelah minyak-minyak hasil dari penelitian ini diuji kadar airnya dengan metode pemanasan, maka selanjutnya data dianalisis. Hasil analisisnya tertera dalam tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Analisis Ragam Kadar Air

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	0,012	0,006	1,58	3,32
Perlakuan :	(15)	0,146	0,01	2,63*	2,015
K	3	0,051	0,017	4,47*	2,92
P	3	0,045	0,015	3,95*	2,92
KP	9	0,05	0,006	1,58	2,21
Galat	30	0,114	0,0038		
Total	47	0,38			

* → berbeda nyata

Dari tabel 4.3 di atas, terlihat tidak adanya pengaruh antara perlakuan kombinasi terhadap kadar air pada minyak kelapa karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($1,58 < 2,21$), sehingga 2 faktor perlakuan yaitu konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeramannya harus dijabarkan secara terpisah. Pada faktor K yaitu perlakuan variasi konsentrasi sari buah pepaya, $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($4,47 > 2,92$), jadi dapat disimpulkan bahwa pemberian variasi konsentrasi sari buah pepaya muda mempengaruhi kadar air pada minyak kelapa. Untuk mengetahui pada konsentrasi berapa minyak kelapa dihasilkan dengan kualitas terbaik terkait dengan kadar airnya, hasil ini dilanjutkan dengan uji $BNJ_{5\%}$ seperti yang tertera dalam tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Uji BNJ_{5%} Kadar Air untuk Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya

Perlakuan K	Total	Rata-rata	Notasi
25 ml	1,991	0,166	A
20 ml	2,011	0,167	a
30 ml	2,267	0,189	ab
15 ml	2,961	0,247	b
BNJ₅ %		= 0,077	

Kadar air terkecil didapatkan dari minyak kelapa dengan konsentrasi sari buah pepaya sebanyak 25 ml dengan rata-rata kadar air sebesar 0,166%. Sedangkan kadar air paling banyak didapatkan dari minyak kelapa yang diberi konsentrasi sari buah pepaya sebanyak 15 ml dengan rata-rata kadar air sebesar 0,247%. Pada minyak kelapa yang diberi konsentrasi sari buah pepaya muda sebanyak 20 ml, kadar air yang diperoleh ialah 0,167% dan pada minyak kelapa dengan konsentrasi sari buah 30 ml, kadar air yang didapat ialah 0,186%.

Pada faktor P yaitu perlakuan variasi lama pemeraman, $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($3,95 > 2,92$). Jadi, dapat disimpulkan bahwa pemberian variasi lama pemeraman juga mempengaruhi kadar air pada minyak kelapa. Untuk mengetahui berapa lama pemeraman yang dibutuhkan untuk menghasilkan minyak kelapa dengan kualitas terbaik terkait dengan kadar airnya, hasil ini dilanjutkan dengan uji BNJ_{5%} seperti yang tertera dalam tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Uji BNJ_{5%} Kadar Air untuk Perlakuan Lama Pemeraman

Perlakuan P	Total	Rata-rata	Notasi
20 jam	1,78	0,143	A
30 jam	2,317	0,193	ab
15 jam	2,466	0,205	ab
25 jam	2,729	0,227	b
BNJ₅ %		= 0,077	

Dari tabel 4.5 di atas, terlihat bahwa perlakuan dengan variasi lama pemeraman yang menghasilkan minyak dengan kadar air tertinggi diperoleh dari minyak kelapa yang lama pemeramannya 25 jam, dengan rata-rata kadar air sebesar 0,227%. Sedangkan kadar air paling rendah terdapat dalam minyak kelapa yang lama pemeramannya 20 jam, dengan rata-rata kadar air sebesar 0,143%. Minyak dengan lama pemeraman 30 jam kadar airnya ialah 0,193% dan minyak dengan lama pemeraman 15 jam kadar airnya sebesar 0,205%.

4.1.3 Angka Peroksida

Angka peroksida atau bilangan peroksida adalah bilangan yang terpenting untuk menentukan derajat kerusakan lemak dan minyak. Hasil yang diperoleh dari minyak yang telah diuji angka peroksidanya dan kemudian dianalisis, dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Analisis Ragam Angka Peroksida

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	0,198	0,099	1	3,32
Perlakuan :	(15)	24,49	1,633	16,495**	2,015
K	3	13,839	4,613	46,596**	2,92
P	3	10,275	3,425	34,596**	2,92
KP	9	0,376	0,042	0,424	2,21
Galat	30	2,962	0,099		
Total	47	27,65			

** → berbeda sangat nyata

Jika melihat hasil yang tertera pada tabel 4.6 di atas, maka terlihat bahwa kombinasi perlakuan antara konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeraman tidak mempengaruhi angka peroksida pada minyak kelapa yang dihasilkan. Akan tetapi pada faktor K, yaitu konsentrasi sari buah pepaya muda,

terlihat adanya pengaruh terhadap angka peroksida. Hal ini dikarenakan $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($46,596 > 2,92$), sehingga analisis untuk faktor K dilanjutkan dengan uji $BNJ_{5\%}$. Hasil dari uji $BNJ_{5\%}$ tertera dalam tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7 Uji $BNJ_{5\%}$ Peroksida untuk Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya

Perlakuan K	Total	Rata-rata	Notasi
15 ml	17,085	1,421	A
20 ml	21,959	1,829	b
25 ml	28,743	2,395	c
30 ml	33,971	2,831	d
$BNJ_{5\%}$		= 0,349	

Antara perlakuan dengan konsentrasi 15 ml, 20 ml, 25 ml, dan 30 ml berbeda nyata satu sama lain. Angka peroksida tertinggi didapat dari minyak yang diberi sari buah pepaya dengan konsentrasi 30 ml, dengan rata-rata angka peroksida 2,831. Sedangkan minyak dengan angka peroksida terkecil dengan rata-rata 1,421 ialah minyak dengan konsentrasi sari buah pepaya muda sebesar 15 ml. Angka peroksida yang didapat dari minyak dengan konsentrasi 20 ml dan 25 ml masing-masing ialah 1,829 dan 2,395.

Pada faktor P yaitu lama pemeraman, $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($34,596 > 2,92$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara lama pemeraman terhadap angka peroksida pada minyak kelapa yang dihasilkan. Untuk itu, analisis dilanjutkan dengan uji $BNJ_{5\%}$ seperti yang tertera dalam tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Uji $BNJ_{5\%}$ Peroksida untuk Perlakuan Lama Pemeraman

Perlakuan P	Total	Rata-rata	Notasi
15 jam	20,486	1,708	A
20 jam	21,818	1,818	a
25 jam	24,758	2,063	b
30 jam	34,669	2,889	c
$BNJ_{5\%}$		= 0,349	

Dari tabel 4.8 di atas, terlihat bahwa minyak kelapa yang memiliki angka peroksida terbesar ialah minyak kelapa yang lama pemeramannya 30 jam, dengan rata-rata angka peroksida 2,889. Sedangkan angka peroksida yang paling kecil diperoleh dari minyak kelapa yang lama pemeramannya hanya 15 jam, dengan rata-rata angka peroksida 1,708. Angka peroksida pada minyak kelapa yang lama pemeramannya 20 jam dan 25 jam masing-masing ialah 1,818 dan 2,063. Jadi, dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak konsentrasi sari buah pepaya muda yang diberikan dan semakin lama waktu pemeraman, maka semakin tinggi angka peroksidanya.

4.1.4 Kadar FFA

Selain angka peroksida, kadar asam lemak bebas yang juga biasa dikenal dengan FFA (*Free Fatty Acid*) juga penting diketahui untuk menentukan derajat kerusakan minyak. Hasil analisis dari data FFA kemudian diuraikan pada tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4.9 Analisis Ragam Kadar FFA

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	0	0	0	3,32
Perlakuan :	(15)	0,113	0,0075	10,714**	2,015
K	3	0,098	0,0327	46,714**	2,92
P	3	0,01	0,0033	4,714*	2,92
KP	9	0,005	0,00055	0,786	2,21
Galat	30	0,021	0,0007		
Total	47	0,134			

* → berbeda nyata

** → berbeda sangat nyata

Kombinasi perlakuan antara konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeraman ternyata tidak berpengaruh terhadap kadar FFA pada minyak kelapa

yang dihasilkan karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($0,786 < 2,21$). sehingga 2 faktor perlakuan harus dijabarkan secara terpisah. Pada faktor K $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($46,714 > 2,92$), sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda terhadap kadar FFA dalam minyak kelapa yang dihasilkan. Hasil analisis ini kemudian dilanjutkan dengan uji BNJ_{5%}. Hasil uji lanjut tersebut dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut ini.

Tabel 4.10 Uji BNJ_{5%} Kadar FFA untuk Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya

Perlakuan K	Total	Rata-rata	Notasi
15 ml	1,887	0,157	A
20 ml	2,269	0,189	b
25 ml	2,761	0,23	c
30 ml	3,338	0,278	d
BNJ_{5%}		= 0,0296	

Antara 4 variasi konsentrasi sari buah pepaya yaitu 15 ml, 20 ml, 25 ml, dan 30 ml, kadar FFA yang didapatkan berbeda nyata. Kadar FFA tertinggi diperoleh dari minyak kelapa dengan konsentrasi sari buah pepaya sebanyak 30 ml, dengan rata-rata kadar FFA 0,278%. Sedangkan kadar FFA terkecil diperoleh dari minyak kelapa dengan konsentrasi sari buah pepaya 15 ml dengan rata-rata kadar FFA 0,15%.

Perlakuan dengan variasi lama pemeraman ternyata juga berpengaruh terhadap kadar FFA yang terkandung dalam minyak kelapa yang dihasilkan, sehingga perlu juga dilakukan uji lanjut untuk mengetahui berapa lama pemeraman yang diperlukan untuk menghasilkan minyak kelapa dengan kualitas terbaik terkait dengan kadar FFAnya. Hasil uji BNJ_{5%} dapat dilihat pada tabel berikut 4.11 ini.

Tabel 4.11 Uji BNJ_{5%} kadar FFA untuk Perlakuan Lama Pemeraman

Perlakuan P	Total	Rata-rata	Notasi
15 jam	2,281	0,19	A
20 jam	2,55	0,212	ab
25 jam	2,7	0,225	b
30 jam	2,724	0,227	b
BNJ₅ %		= 0,0296	

Menurut hasil yang tertera pada tabel 4.11 di atas, kadar FFA tertinggi yaitu sebesar 0,227% diperoleh dari minyak kelapa yang diperam selama 30 jam. Sedangkan hasil kadar FFA terkecil dengan rata-rata 0,19% terkandung dalam minyak kelapa yang lama pemeramannya 15 jam.

4.1.5 Angka Iodium

Penentuan angka Iodium ini dapat menentukan jumlah ketidak-jenuhan ikatan karbon pada minyak. Karena minyak kelapa tergolong minyak jenuh, maka standart yang ditetapkan SNI untuk bilangan Iodium adalah berkisar antara 8-10. Pada penelitian ini, angka Iodium yang terdapat pada minyak kelapa yang dihasilkan dan kemudian dianalisis, hasil analisisnya ialah seperti yang tertera dalam tabel 4.12 di bawah ini.

Tabel 4.12 Analisis Ragam Angka Iodium

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	3,048	1,524	0,925	3,32
Perlakuan :	(15)	57,889	3,859	2,343*	2,015
K	3	37,145	12,382	7,518**	2,92
P	3	1,953	0,651	0,395	2,92
KP	9	18,791	2,088	1,268	2,21
Galat	30	49,406	1,647		
Total	47	110,343			

* —————> berbeda nyata

** —————> berbeda sangat nyata

Dari tabel 4.12 di atas, terlihat bahwa sama halnya dengan kadar air, angka peroksida, dan kadar FFA, kombinasi dari 2 faktor perlakuan yaitu faktor KP, $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($1,268 < 2,21$). Jadi, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi sari buah pepaya dan lama pemeraman tidak berpengaruh terhadap angka Iodium yang terdapat dalam minyak kelapa yang dihasilkan. Pada faktor P, $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($0,395 < 2,92$), sehingga tidak ada pengaruh antara variasi lama pemeraman terhadap angka Iodium yang terdapat dalam minyak kelapa yang dihasilkan. Sedangkan untuk faktor K, $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($7,518 > 2,92$). Jadi, ada pengaruh antara konsentrasi sari buah pepaya muda yang diberikan dengan angka Iodium. Analisis ini kemudian dilanjutkan dengan uji $BNJ_{5\%}$ seperti yang tertera dalam tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13 Uji $BNJ_{5\%}$ Angka Iodium untuk Perlakuan Konsentrasi Sari Buah Pepaya

Perlakuan K	Total	Rata-rata	Notasi
30 ml	76,486	6,374	A
25 ml	91,98	7,665	ab
15 ml	94,192	7,849	b
20 ml	106,157	8,846	b
$BNJ_{5\%}$	= 1,42		

Menurut hasil dari uji lanjut yang tertera pada tabel 4.13 di atas, angka Iodium tertinggi namun tidak berbeda dengan perlakuan 15 ml dan 20 ml didapatkan dari minyak kelapa yang diberi konsentrasi sari buah pepaya 20 ml, dengan rata-rata angka iodium 8,846. Sedangkan minyak kelapa dengan angka Iodium terkecil diperoleh dari minyak kelapa yang konsentrasi sari buah pepaya mudanya 30 ml, dengan rata-rata angka Iodium 6,374.

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini, yang mula-mula dilakukan ialah membuat santan dari buah kelapa yang sejenis dan telah diparut sebelumnya. Pamarutan atau penggilingan ini dilakukan agar dinding sel endosperm kelapa rusak, sehingga minyak yang terdapat dalam vakuola sel kelapa dapat terlarut dalam santan. Selanjutnya, santan diberi kombinasi perlakuan dengan variasi konsentrasi sari buah pepaya dan variasi lama pemeraman. Dengan pemberian konsentrasi sari buah pepaya muda yang berbeda, maka konsentrasi enzim papain yang terdapat dalam sari buah pepaya tersebut pun akan berbeda.

Melalui proses enzimatik, enzim papain yang ditambahkan ke dalam santan, akan memecah ikatan protein emulsigator yang mengikat fasa minyak dan fasa air, sehingga molekul minyak dan air akan terpisah. Dalam mekanisme enzimatik tersebut, protein yang merupakan polipeptida berperan sebagai substrat yang kemudian akan dipecah menjadi peptida-peptida yang ukurannya lebih kecil. Menurut Sadikin (2002), beberapa enzim peptidase seperti pepsin, tripsin, trombin, plasmin, juga protease yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti papain, bromelin, ficin, semuanya bekerja memutus ikatan peptida yang berada di bagian tengah atau dalam molekul protein substrat. Karena itulah, enzim-enzim seperti ini dinamakan sebagai enzim-enzim endopeptidase. Sebagai hasil kerja endopeptidase ini, terbentuklah peptida-peptida yang lebih kecil.

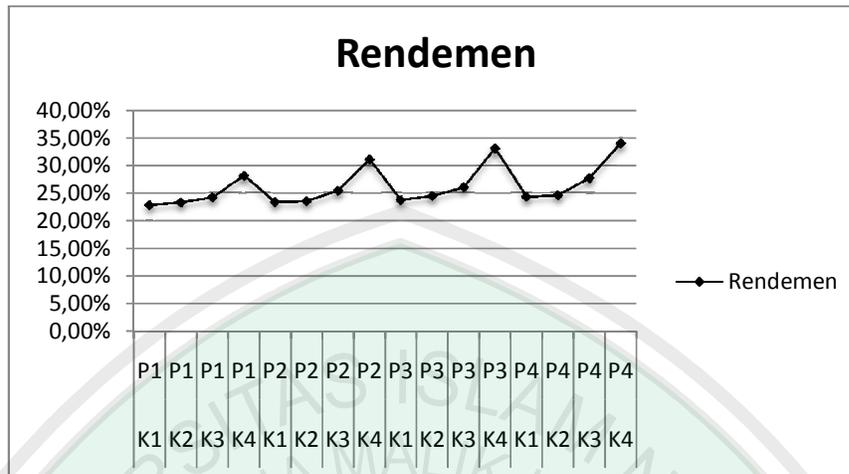
Jika protein yang mengikat fasa air dan minyak terlepas, maka minyak kelapa dan air yang pada mulanya bersatu dalam santan menjadi terpisah. Dikarenakan berat jenis yang berbeda, maka lapisan blondo berada di lapisan

paling atas, lapisan minyak di tengah, sedangkan lapisan air berada paling bawah. Selanjutnya, minyak yang berada di lapisan tengah diambil dengan menggunakan pipet dan bola hisap lalu kemudian minyak dianalisis.

4.2.1 Rendemen

Banyaknya rendemen yang didapat menunjukkan banyaknya jumlah produk minyak yang dihasilkan jika dibandingkan dengan bahan baku awal. Dari hasil penelitian, rendemen minyak kelapa paling banyak didapatkan dari minyak kelapa yang konsentrasi enzim papainnya sebanyak 30 ml dengan lama pemeraman 30 jam. Sedangkan rendemen paling sedikit didapatkan dari minyak kelapa dengan konsentrasi enzim papain sebanyak 15 ml dengan lama pemeraman 15 jam. Jadi, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak konsentrasi enzim papain yang diberikan dan semakin lama waktu pemeramannya, maka rendemen yang didapatkan akan semakin banyak.

Hal tersebut di atas dikarenakan semakin banyak enzim papain yang diberikan, maka makin banyak protein yang dapat dipecah menjadi peptida-peptida yang ukurannya lebih kecil, sehingga makin banyak minyak yang terpisah sempurna dengan fasa air. Girindra (1993) menyatakan bahwa kecepatan reaksi bergantung pada konsentrasi enzim yang berperan sebagai katalisator dalam reaksi itu. Jadi, banyaknya substrat yang ditransformasikan akan sesuai dengan tingginya konsentrasi substrat yang digunakan.



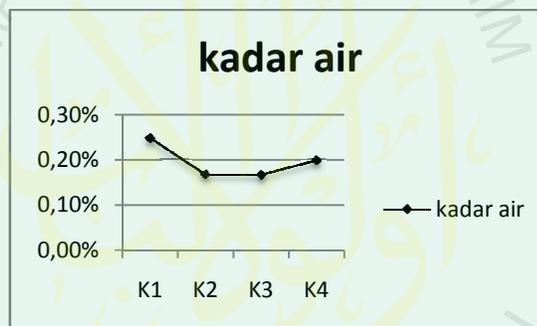
Gambar 4.1 Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda dan lama pemeraman terhadap rendemen minyak kelapa

Dari gambar 4.1 di atas dapat dilihat bahwa dengan lama pemeraman yang sama, rendemen terbanyak didapatkan dari minyak kelapa yang konsentrasi enzim papainnya tinggi. Sadikin (2002) menambahkan bahwa aktivitas hanya akan ada jika substansi ada. Jika yang dimaksud aktivitas itu adalah jumlah tumbukan antar reaktan per detik, pada suhu yang tetap, peluang untuk meningkatnya jumlah tumbukan akan naik jika konsentrasi naik.

4.2.2 Kadar Air

Penentuan kadar air dalam minyak sangat penting dilakukan karena adanya air dalam minyak akan mengakibatkan reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan minyak menjadi tengik. Bennion (1988) menyatakan bahwa minyak yang berkadar air tinggi cenderung memiliki masa simpan pendek. Semakin tinggi kandungan air pada minyak maka semakin besar kemungkinan minyak tersebut terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak bebas sehingga minyak mudah menjadi tengik (rancid) (Ratih dkk, 2000).

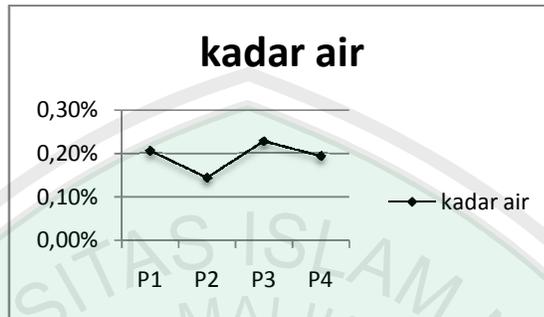
Dari penelitian ini, didapatkan kesimpulan bahwa kombinasi perlakuan antara konsentrasi sari buah pepaya dan lama pemeraman tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air pada minyak kelapa yang dihasilkan. Rata-rata kadar air dari minyak pada masing-masing variabel cukup rendah sehingga kecil kemungkinan terjadi hidrolisa pada trigliserida atau minyak menjadi gliserida dan asam lemak bebas. Kadar air semua perlakuan memenuhi standart yang telah ditetapkan oleh Standart Nasional Indonesia yaitu dibawah 0.5 %. Untuk hasil kadar air yang diperoleh pada perlakuan dengan variasi konsentrasi dapat dilihat pada grafik 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda terhadap kadar air minyak kelapa

Dari grafik 4.2 terlihat bahwa terjadi penurunan kadar air dari minyak kelapa yang diberi konsentrasi sari buah pepaya muda 15 ml hingga 25 ml, namun kadar air naik pada konsentrasi 30 ml. Rendahnya kadar air disebabkan karena makin tinggi konsentrasi enzim pada santan akan menyebabkan makin banyak substrat yang kontak dengan enzim, sehingga makin banyak protein emulsigator yang diputus ikatannya. Hal ini akan menyebabkan minyak dan air terpisah lebih sempurna, sehingga karena adanya perbedaan berat jenis, maka air akan turun ke

lapisan paling bawah. Untuk hasil kadar air yang diperoleh dari perlakuan variasi lama pemeraman dapat dilihat pada grafik 4.3 berikut ini.



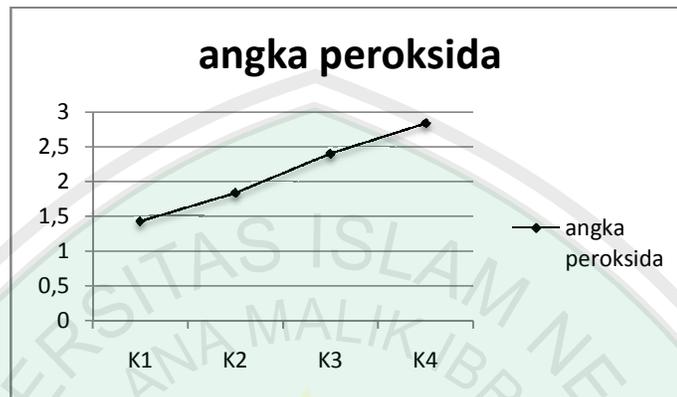
Gambar 4.3 Grafik pengaruh lama pemeraman terhadap kadar air minyak kelapa

Dari grafik 4.3 di atas terlihat bahwa kadar air pada minyak kelapa tidak stabil dengan bertambahnya lama pemeraman, sehingga grafiknya turun naik. Hal ini mungkin terjadi karena rentang waktu lama pemeraman terlalu pendek, atau mungkin juga terjadi peningkatan kadar air saat penyimpanan. Peningkatan kadar air dari minyak kelapa selama penyimpanan kemungkinan disebabkan oleh terjadinya proses penyerapan uap air dari atmosfer. Hal ini didukung oleh Winarno (1980) yang menyatakan bahwa kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (RH) udara sekitarnya. Bila kadar air bahan rendah, sedangkan RH disekitarnya tinggi maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga kadar air bahan menjadi lebih tinggi.

4.2.3 Angka Peroksida

Angka peroksida sangat penting untuk menentukan derajat kerusakan minyak. Semakin kecil angka peroksida maka kualitas minyak semakin baik. Pada penelitian ini, hasil angka peroksida yang terdapat dalam minyak kelapa yang

diberi variasi konsentrasi sari buah pepaya dapat dilihat pada grafik 4.4 di bawah ini.

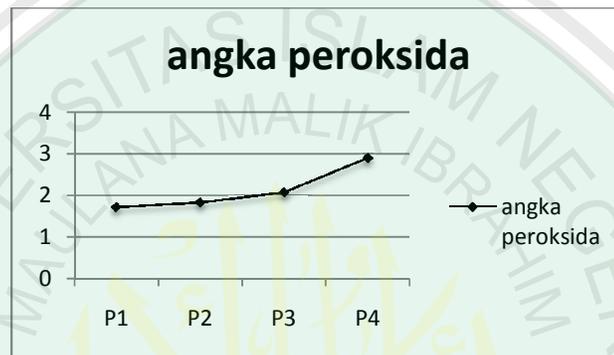


Gambar 4.4 Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda terhadap angka peroksida minyak kelapa

Dari grafik di atas, terlihat bahwa semakin banyak konsentrasi enzim yang diberikan, maka angka peroksidanya akan semakin tinggi. Tingginya angka peroksida disebabkan karena makin banyaknya konsentrasi enzim yang diberikan pada santan, maka protein emulsigator yang dipecah ikatannya akan makin banyak sehingga minyak kelapa yang dihasilkan juga semakin banyak. Hal ini memungkinkan makin banyak asam lemak tak jenuh yang terbentuk sehingga dapat mengikat oksigen dan membentuk peroksida. Pendapat ini sesuai dengan pernyataan Susanto (1999) yang menyatakan bahwa asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya membentuk peroksida. Semakin banyak minyak yang dapat dipisahkan menyebabkan kontak antara minyak dengan oksigen yang berada di lingkungan sekitar juga semakin besar, akibatnya raksi oksidasi meningkat. Ketaren (1986) menambahkan, oksidasi dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Tingkat selanjutnya adalah terurainya asam-asam lemak disertai dengan konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan

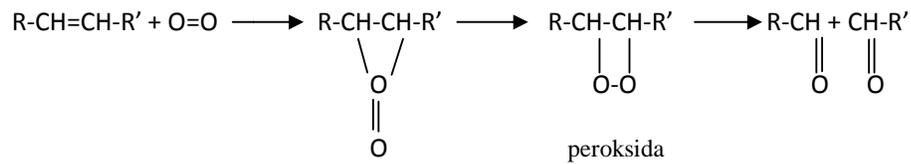
keton serta asam-asam lemak bebas. Rancidity terbentuk oleh aldehida, bukan oleh proksida. Jadi kenaikan peroksida value (PV) hanya indikator dan peringatan bahwa minyak sebentar lagi akan berbau tengik.

Hasil analisis angka peroksida yang diperoleh dari minyak kelapa yang diberi variasi lama pemeraman dapat dilihat pada grafik 4.5 berikut ini.



Gambar 4.5 Grafik pengaruh lama pemeraman terhadap angka peroksida minyak kelapa

Dari grafik 4.5 di atas terlihat bahwa semakin lama waktu pemeraman, angka peroksida yang diperoleh makin tinggi. Telah dibahas sebelumnya bahwa peroksida pada minyak kelapa terbentuk dari proses oksidasi yang melibatkan oksigen. Jadi, tingginya angka peroksida disebabkan karena makin lama waktu pemeraman yang diberikan, maka waktu kontak yang terjadi antara minyak dan oksigen juga makin lama. Hal inilah yang menyebabkan angka peroksida yang terdapat dalam minyak kelapa makin tinggi. Sesuai dengan pernyataan Ketaren (1986) bahwa semakin lama dan semakin besar kontak antara minyak dengan oksigen, maka akan terjadi peningkatan bilangan peroksida. Secara umum, reaksi pembentukan peroksida apat digambarkan sebagai berikut.



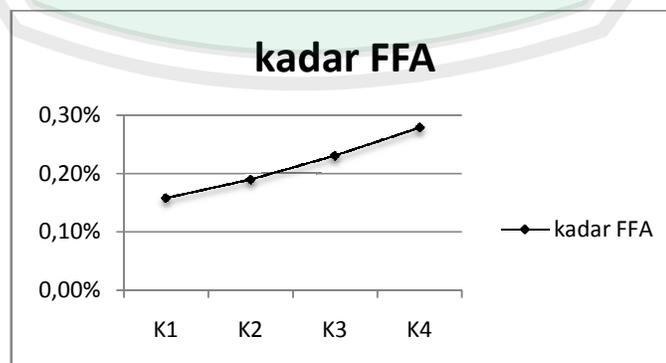
Sumber : Ketaren (1986)

Gambar 4.6 Reaksi pembentukan peroksida

Senyawa peroksida mampu mengoksidasi molekul asam lemak yang masih utuh, dengan cara melepaskan 2 atom hydrogen, sehingga membentuk ikatan rangkap baru dan selanjutnya direduksi sampai membentuk oksida. Terbentuknya peroksida, disusul dengan terbentuknya ikatan rangkap baru, akan menghasilkan deretan persenyawaan aldehida dan asam jenuh dengan berat molekul lebih rendah (Ketaren, 1986)

4.2.4 Kadar FFA

Kadar FFA merupakan ukuran dari asam lemak yang terlepas dari ikatan ester, penetapannya didasarkan atas asam lemak dominan yang terkandung dalam minyak (Ketaren, 1986). Dari hasil analisis, kadar FFA yang diperoleh dari minyak kelapa yang diberi perlakuan dengan variasi konsentrasi sari buah pepaya muda adalah sebagai berikut.

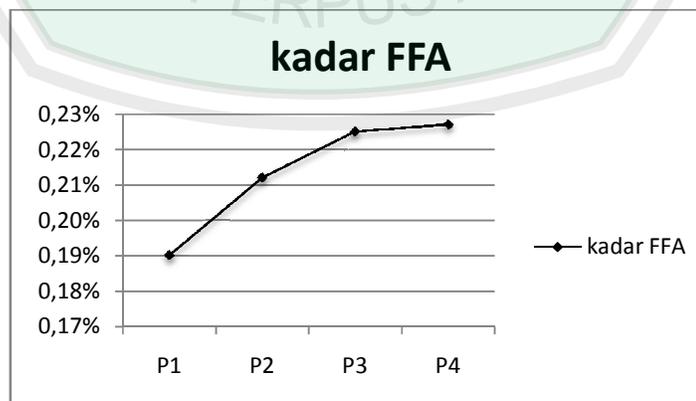


Gambar 4.7 Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda terhadap kadar FFA minyak kelapa

Dari grafik 4.7 di atas terlihat bahwa kadar asam lemak bebas atau kadar FFA tertinggi diperoleh dari minyak kelapa yang konsentrasi enzimnya paling banyak, sedangkan kadar FFA terkecil diperoleh dari minyak kelapa dengan konsentrasi enzim paling sedikit. Telah dibahas sebelumnya bahwa tingginya kadar FFA dalam minyak kelapa ini disebabkan karena banyaknya reaksi hidrolisis yang terjadi dalam minyak kelapa. Adanya aktivitas enzim lipase dan air akan memicu terjadinya reaksi hidrolisis yang pada akhirnya akan menghasilkan asam lemak bebas. Jadi, semakin banyak minyak yang dihasilkan, maka kemungkinan minyak yang mengalami reaksi hidrolisis akan bertambah.

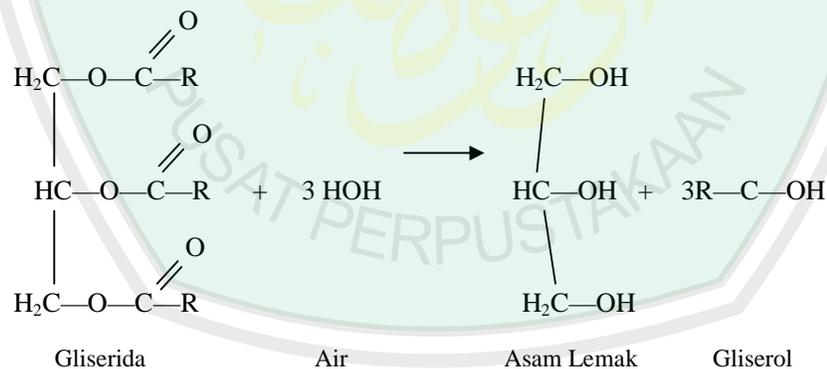
Hal tersebut di atas sesuai dengan pernyataan Susanto (1999) bahwa asam lemak bebas adalah hasil dari proses hidrolisis pada minyak, disamping gliserol. Proses hidrolisis yang dapat mengakibatkan kerusakan minyak dan lemak terjadi karena terdapat sejumlah air pada minyak dan lemak tersebut disamping enzim lipase yang memang telah ada dari semula.

Hasil analisis kadar FFA pada minyak kelapa yang diberi perlakuan dengan variasi lama pemeraman dapat dilihat pada grafik 4.8 berikut ini.



Gambar 4.8 Grafik pengaruh lama pemeraman terhadap kadar FFA minyak kelapa

Dari grafik 4.8 di atas terlihat bahwa kadar FFA tertinggi diperoleh dari minyak dengan lama pemeraman paling lama yaitu 30 jam, sedangkan minyak dengan kadar FFA terendah didapat dari minyak kelapa dengan lama pemeraman 15 jam. Jadi, makin lama waktu pemeramannya, maka kadar FFA pada minyak kelapa yang dihasilkan makin tinggi. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu pemeraman yang diberikan, maka kontak yang terjadi antara minyak dengan air semakin lama sehingga reaksi hidrolisa berlangsung lebih lama. Ketaren (1986) menambahkan bahwa kandungan air dalam minyak mampu mempercepat kerusakan minyak. Air yang ada dalam minyak dapat juga dijadikan sebagai media pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menghidrolisis minyak. Reaksi ini akan mengakibatkan ketengikan hidrolisa yang menghasilkan flavor dan bau tengik pada minyak tersebut. Reaksi hidrolisa dapat digambarkan sebagai berikut.



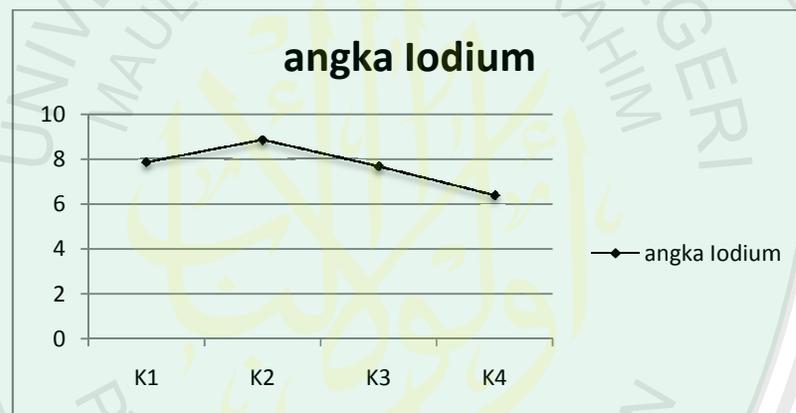
(Ketaren, 1986)

Gambar 4.9 Reaksi Pembentukan Asam Lemak Bebas

4.2.5 Angka Iodium

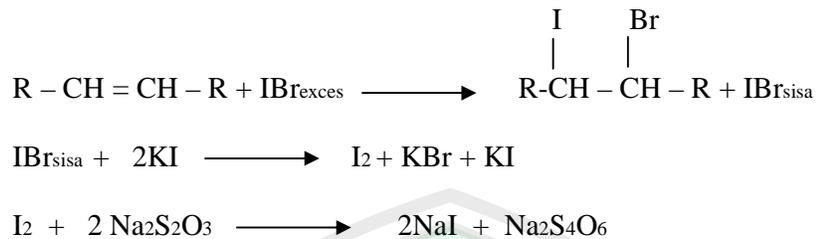
Angka iod mencerminkan ketidakjenuhan asam lemak penyusun minyak dan lemak. Asam lemak tidak jenuh mampu mengikat iod dan membentuk

senyawaan yang jenuh. Banyaknya iod yang diikat menunjukkan banyaknya ikatan rangkap. Angka iod dinyatakan sebagai banyaknya gram iod yang diikat oleh 100 gram minyak atau lemak. (Ketaren, 1986). Pada penelitian ini, kombinasi perlakuan konsentrasi sari buah pepaya dan lama pemeraman ternyata tidak mempengaruhi angka Iod pada minyak yang dihasilkan. Perlakuan yang berpengaruh terhadap angka Iod pada minyak kelapa hanyalah perlakuan dengan variasi konsentrasi sari buah pepaya muda yang diberikan. Hasil analisisnya, dapat dilihat pada grafik 4.10 berikut ini.



Gambar 4.10 Grafik pengaruh konsentrasi sari buah pepaya muda terhadap angka Iodium minyak kelapa

Dari grafik di atas, terlihat bahwa semakin banyak konsentrasi enzim yang diberikan, maka angka Iod yang diperoleh semakin kecil. Semakin kecil angka Iod yang didapat pada suatu minyak kelapa menunjukkan bahwa asam lemak tak jenuh yang terdapat dalam minyak tersebut semakin sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Susanto (1999) yang menyatakan bahwa penentuan bilangan iodium dapat menentukan jumlah ketidakjenuhan ikatan karbon pada minyak. Minyak yang tinggi kandungan asam lemak tak jenuhnya akan memiliki bilangan iodium yang tinggi. Reaksi pengikatan Iod digambarkan dalam reaksi berikut ini.



(Nielsen, 1998 dalam Wardani 2007)

Gambar 4.11 Reaksi Pengikatan Iod dalam Pengujian Angka Iod

4.2.6 Kualitas Minyak Kelapa Menurut SNI

Untuk menghasilkan minyak dengan kualitas yang baik, hasil yang didapat harus memenuhi standart yang telah ditetapkan oleh SNI. Hasil rata-rata uji kualitas yang diperoleh dari penelitian ini tertera dalam tabel 4.2.6 berikut ini.

Tabel 4.2.6 Rata-Rata Hasil Uji Kualitas Minyak Kelapa

Perlakuan		Rendemen (%)	Kadar Air (%)	Angka Peroksida	Angka Iodium	FFA (%)
Konsent.	Lama Pemeraman					
15 ml	15 jam	22,767	0,293	1,062	6,812	0,136
15 ml	20 jam	23,333	0,219	1,211	8,139	0,156
15 ml	25 jam	23,7	0,265	1,181	7,286	0,187
15 ml	30 jam	24,258	0,21	2,233	9,16	0,15
20 ml	15 jam	23,267	0,125	1,42	8,963	0,166
20 ml	20 jam	23,492	0,11	1,445	8,665	0,191
20 ml	25 jam	24,408	0,25	1,759	8,953	0,202
20 ml	30 jam	24,567	0,184	2,695	8,805	0,198
25 ml	15 jam	24,158	0,223	2,064	8,037	0,207
25 ml	20 jam	25,367	0,087	2,057	7,616	0,221
25 ml	25 jam	26	0,207	2,39	8,189	0,236
25 ml	30 jam	27,642	0,146	3,07	6,817	0,256
30 ml	15 jam	28,083	0,18	2,283	7,141	0,252
30 ml	20 jam	31,05	0,157	2,559	5,255	0,282
30 ml	25 jam	33,033	0,187	2,924	5,991	0,275
30 ml	30 jam	33,958	0,232	3,558	7,108	0,304
SNI		-	< 0,5%	< 5	8-10	< 0,5%

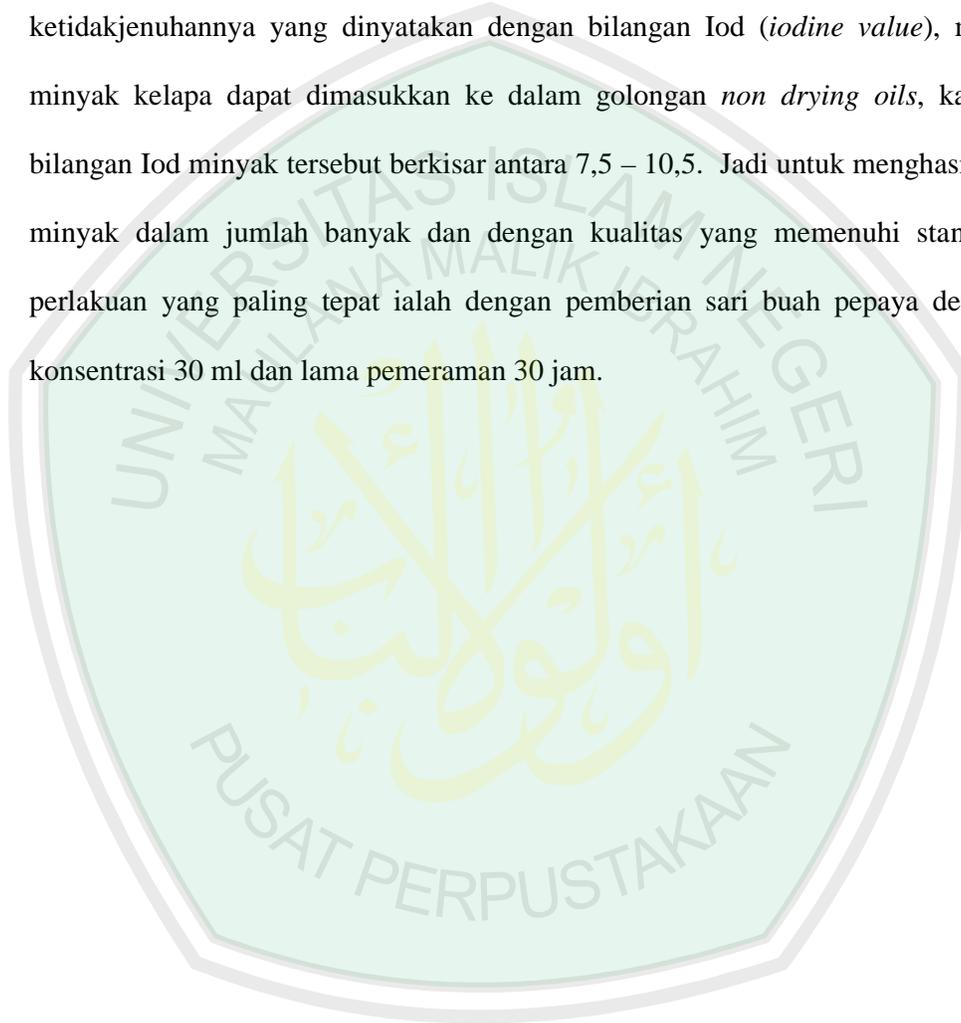
Menurut SNI (1992), standart yang ditetapkan untuk kadar air pada minyak kelapa ialah maksimal 0,5%. Jika dilihat pada tabel-tabel di atas, rata-rata kadar air dari seluruh minyak masih di bawah 0,5% sehingga masih memenuhi standart. Untuk angka peroksida pada minyak kelapa, standart yang diperbolehkan ialah maksimal 5,0. Jadi, seluruh minyak yang dihasilkan dalam penelitian ini pun angka peroksidanya masih memenuhi standart.

Kadar FFA yang ditetapkan SNI ialah maksimal 0,5%. Dari tabel-tabel di atas, dapat dilihat bahwa seluruh minyak yang dihasilkan dengan variasi-variasi perlakuan masih memenuhi standart yang ditetapkan. Untuk angka Iodium pada minyak kelapa, standartnya ialah 8-10. Jika melihat data dari tabel 4.2.6 di atas, memang terlihat bahwa angka Iodium pada beberapa perlakuan belum memenuhi standart. Namun, pada dasarnya penentuan angka Iodin hanya untuk menentukan banyaknya ikatan rangkap pada minyak, sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap penentuan kualitas minyak sebagai bahan makanan.

Menurut Netti (2002), untuk menentukan kualitas minyak sebagai bahan makanan, yang berkaitan dengan proses ekstraksinya, atau ada pemurnian lanjutan, misalnya penjernihan (*refining*), penghilangan bau (*deodorizing*), penghilangan warna (*bleaching*). Penentuan tingkat kemurnian minyak ini sangat erat kaitannya dengan daya tahannya selama penyimpanan, sifat gorengnya, baunya maupun rasanya. Tolak ukur kualitas ini adalah angka asam lemak bebasnya (*free fatty acid* atau FFA), angka peroksida, tingkat ketengikan dan kadar air. Sedangkan untuk menentukan sifat fisika maupun kimia yang khas ataupun mencirikan sifat minyak tertentu, dapat diperoleh dari angka iodinenya, angka Reichert-Meissel, angka

polenske, angka krischner, angka penyabunan, indeks refraksi titik cair, angka kekentalan, titik percik, komposisi asam-asam lemak, dan sebagainya.

Ketaren (1986) menambahkan bahwa berdasarkan tingkat ketidakjenuhannya yang dinyatakan dengan bilangan Iod (*iodine value*), maka minyak kelapa dapat dimasukkan ke dalam golongan *non drying oils*, karena bilangan Iod minyak tersebut berkisar antara 7,5 – 10,5. Jadi untuk menghasilkan minyak dalam jumlah banyak dan dengan kualitas yang memenuhi standart, perlakuan yang paling tepat ialah dengan pemberian sari buah pepaya dengan konsentrasi 30 ml dan lama pemeraman 30 jam.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kombinasi konsentrasi sari buah pepaya muda (*Carica papaya*) dan lama pemeraman berpengaruh terhadap Rendemen minyak kelapa (*Cocos nucifera* var. *Viridis*). Namun kombinasi konsentrasi sari buah pepaya muda (*Carica papaya*) dan lama pemeraman tidak mempengaruhi kadar air, angka peroksida, angka Iodium, dan kadar asam lemak bebas minyak kelapa (*Cocos nucifera* var. *Viridis*). Hal ini disebabkan karena kombinasi perlakuan tersebut merupakan faktor yang mempengaruhi reaksi enzimatik dalam pembuatan minyak kelapa.
2. Seluruh minyak kelapa yang dihasilkan dengan perlakuan konsentrasi sari buah pepaya dan lama pemeraman masih memenuhi standart yang ditetapkan SNI. Minyak dengan hasil terbanyak diperoleh dari kombinasi perlakuan dengan konsentrasi sari buah pepaya muda 30 ml dengan lama pemeraman 30 jam

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan konsentrasi sari buah pepaya muda yang lebih tinggi dan waktu pemeraman yang lebih lama untuk menghasilkan minyak kelapa dengan hasil maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsa, M., A. A. Bawa Putra, Emmy Sahara, I. A. R. Astiti Asih, Ni W Bogoriani, I G A. Gede Bawa, dan I N. Simpen. 2004. *Pembuatan Minyak Kelapa Dengan Metode Fermentasi* (Jurnal). Universitas Udayana 3 (1) : 21-26
- Bennion. 1988. *The Science of Food*. John Willey and Son. New York. USA.
- deMan, John M. 1997. *Kimia Makanan*. Bandung : ITB
- Girindra, Aisjah. 1993. *Biokimia*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Hamka. 2004. Tafsir Al Azhar Juz XXX. Jakarta : PT Pustaka Panjimas.
- Harjono, I. 1997. *Teknik Pengembangan Kelapa Kopyor*. Solo : C.V Aneka Solo.
- Hawab, H.M. 2004. *Pengantar Biokimia*. Malang : Bayu Media Publishing.
- Heigenmaier, R.O. 1980. *Coconut Aquaeus Processing*. University San Carlos. Ceby city, Philiphine.
- Ishwanto. 2001. *Bioproses Enzimatik dan Purifikasi Minyak Kelapa Fermentasi (Fermikel)* [Skripsi]. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Djuanda.
- Kallie, M. B. 2003. *Bertanam Pepaya*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Ketaren, S. 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : UI Press.
- Kuncoro dan Sitanggang. 2005. *Gempur Penyakit dengan VCO*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Martoharsono, S. 1993. *Biokimia*. Yogyakarta : Gajahmada University Press.
- Muchtadi, D, N.S. Palupi, M.Astawan. 1982. *Enzim dalam Industri Pangan*. Bogor : ITB.
- Muhidin, D. 2001. *Agroindustri Papain dan Pektin*. Jakarta : Penebar Swadaya.

- Oktorini, E. 2001. *Uji Potensi Isolate Bakteri Proteolitik dari Ketam (Paratelpusa sp.) dalam Pembuatan Minyak Kelapa Secara Fermentasi* (Skripsi). Malang : Universitas Brawijaya.
- Palungkun, R. 2001. *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Pelczar, M.J dan E.C.S Chan. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta : UI Press.
- Prasetyawan. 2000. *Prospek Pemanfaatan Enzim Protease dari Lambung Domba untuk Pembuatan Minyak Kelapa Secara Enzimatis* (Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati). Malang : Universitas Brawijaya.
- Ratih, A, R. Putri, M. Pujiono. 2000. *Kajian Keamanan dan Mutu Minyak Kelapa Hasil Fermentasi Tradisional*. Skripsi. Malang : Universitas Brawijaya.
- Rindengan, B dan H. Novianto. 2004. *Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Rossidy, I. 2008. *Fenomena Flora dan Fauna dalam Perspektif Al-Qur'an*. Malang : UIN-Malang Press.
- Rukmana, R. 1995. *Pepaya*. Yogyakarta : Kanisius.
- Sadikin, M. 2002. *Biokimia Enzim*. Jakarta : Widya Medika
- Setiaji, B. dan S. Prayugo. 2006. *Membuat VCO Berkualitas Tinggi*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Setyamidjaja. 1984. *Bertanam Kelapa*. Yogyakarta : Kanisius.
- Soeka, Y.S, J. Sulisty, E. Naiola. 2008. *Analisis Biokimia Minyak Kelapa Hasil Ekstraksi Secara Fermentasi* (Jurnal). Bogor : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (9) : 91-95.
- Standart Nasional Indonesia. 1992. *Mutu dan Cara Uji Minyak Kelapa*. Badan Standarisasi Nasional.
- Suastuti, D.A. 2009. *Kadar Air dan Bilangan Asam dari Minyak Kelapa yang Dibuat dengan Cara Tradisional dan Fermentasi* (Jurnal). Universitas Udayana 3 (2) : 69-74

- Sudarmadji, dkk. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Suhardiyono, L. 1993. *Tanaman Kelapa Budidaya dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta : Kanisius.
- Susanto, T. 1999. *Pengantar Pengolahan Hasil Pangan*. Malang : Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Susanto. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Surabaya : Bina Ilmu.
- Suyantono. 2001. *Ekstraksi Minyak Kelapa (Cocos nucifera) Proses Basah Menggunakan Ekstrak Buah Nanas, Kajian dari Penambahan Ekstrak Buah Nanas, dan Suhu Pemeraman terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Kasar (Skripsi)*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Timoti, H. 2005. *Aplikasi Teknologi Membran Pada Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO)*. P.T Nawapanca Adhi Cipta.
- Wardani, I.E. 2007. *Uji Kualitas VCO Berdasarkan Cara Pembuatan Dari Proses Pengadukan Tanpa Pemancingan Dan Proses Pengadukan Dengan Pemancingan*. (Skripsi). Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Warisno. 2003. *Budi Daya Kelapa Genjah*. Yogyakarta : Kanisius.
- Warisno. 2003. *Budi Daya Pepaya*. Yogyakarta : Kanisius.
- Winarno, F.G. 1986. *Enzim Pangan*. Jakarta : P.T. Gramedia.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : P.T Gramedia.
- Wirahadikusumah, Muhammad. 2008. *Biokimia Protein, Enzim, dan Asam Nukleat*. Bandung : ITB
- Suastuti, D.A. 2009. *Kadar Air Dan Bilangan Asam Dari Minyak Kelapa Yang Dibuat Dengan Cara Tradisional Dan Fermentasi*. (Jurnal Kimia) Universitas Udayana. 3 (2) : 69-74

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Penelitian

	K1	K2	K3	K4
P1	K1P1 ulangan 1	K2P1 ulangan 1	K3P1 ulangan 1	K4P1 ulangan 1
	K1P1 ulangan 2	K2P1 ulangan 2	K3P1 ulangan 2	K4P1 ulangan 2
	K1P1 ulangan 3	K2P1 ulangan 3	K3P1 ulangan 3	K4P1 ulangan 3
P2	K1P2 ulangan 1	K2P2 ulangan 1	K3P2 ulangan 1	K4P2 ulangan 1
	K1P2 ulangan 2	K2P2 ulangan 2	K3P2 ulangan 2	K4P2 ulangan 2
	K1P2 ulangan 3	K2P2 ulangan 3	K3P2 ulangan 3	K4P2 ulangan 3
P3	K1P3 ulangan 1	K2P3 ulangan 1	K3P3 ulangan 1	K4P3 ulangan 1
	K1P3 ulangan 2	K2P3 ulangan 2	K3P3 ulangan 2	K4P3 ulangan 2
	K1P3 ulangan 3	K2P3 ulangan 3	K3P3 ulangan 3	K4P3 ulangan 3
P4	K1P4 ulangan 1	K2P4 ulangan 1	K3P4 ulangan 1	K4P4 ulangan 1
	K1P4 ulangan 2	K2P4 ulangan 2	K3P4 ulangan 2	K4P4 ulangan 2
	K1P4 ulangan 3	K2P4 ulangan 3	K3P4 ulangan 3	K4P4 ulangan 3

Lampiran 2. Data Hasil Penelitian

1. Rendemen

Sampel	ulangan	ml produk	rendemen
K1P1	1	91	22.75
	2	91.5	22.875
	3	90.7	22.675
K1P2	1	93.4	23.35
	2	95	23.75
	3	91.6	22.9
K1P3	1	92.1	23.025
	2	96	24
	3	96.3	24.075
K1P4	1	96.5	24.125
	2	98.3	24.575
	3	96.3	24.075
K2P1	1	92.2	23.05
	2	93.5	23.375
	3	93.5	23.375
K2P2	1	95	23.75
	2	92.9	23.225
	3	94	23.5
K2P3	1	98.8	24.7
	2	96.3	24.075
	3	97.8	24.45
K2P4	1	98.5	24.625
	2	98	24.5
	3	98.3	24.575
K3P1	1	96.7	24.175
	2	96	24
	3	97.2	24.3
K3P2	1	99.1	24.775
	2	101.9	25.475
	3	103.4	25.85
K3P3	1	108.3	27.075
	2	105.2	26.3
	3	98.5	24.625
K3P4	1	111	27.75
	2	108.6	27.15
	3	112.1	28.025
K4P1	1	109.6	27.4
	2	113.4	28.35
	3	114	28.5
K4P2	1	124.8	31.2
	2	126.5	31.625
	3	121.3	30.325
K4P3	1	133.9	33.475
	2	129.2	32.3
	3	133.3	33.325
K4P4	1	132	33
	2	137.5	34.375
	3	138	34.5

2. Kadar Air

Sampel	Ulangan	Berat sampel	Berat cawan	Berat akhir	% Air
K1P1	1	2.97	48.383	51.345	0.269%
	2	2.417	53.49	55.899	0.331%
	3	2.192	52.621	55.525	0.279%
K1P2	1	3.553	50.492	54.032	0.371%
	2	4.075	61.193	65.261	0.172%
	3	2.617	47.593	50.207	0.115%
K1P3	1	2.86	45.911	48.76	0.385%
	2	2.77	46.358	49.116	0.257%
	3	2.88	53.494	56.37	0.152%
K1P4	1	2.217	50.355	52.568	0.180%
	2	3.191	51.193	54.375	0.27%
	3	2.778	50.572	53.3	0.180%
K2P1	1	2.594	50.155	52.746	0.118%
	2	2.888	51.712	54.594	0.210%
	3	2.101	48.385	50.485	0.048%
K2P2	1	2.251	47.595	49.842	0.180%
	2	2.938	61.19	64.125	0.09%
	3	3.327	51.918	55.243	0.06%
K2P3	1	2.361	56.104	58.463	0.08%
	2	2.576	49.933	52.503	0.212%
	3	2.627	48.168	50.783	0.46%
K2P4	1	2.847	50.466	53.31	0.11%
	2	2.101	52.621	54.718	0.19%
	3	3.09	52.104	55.186	0.253%
K3P1	1	2.792	51.385	54.168	0.31%
	2	2.179	48.278	50.453	0.18%
	3	2.171	47.526	49.693	0.18%
K3P2	1	3.088	43.114	46.198	0.14%
	2	2.991	43.811	46.799	0.09%
	3	3.065	45.86	48.924	0.03%
K3P3	1	2.712	51.719	54.427	0.15%
	2	2.672	49.898	52.562	0.292%
	3	3.37	50.521	53.885	0.18%
K3P4	1	3.848	52.278	56.117	0.236%
	2	4.096	50.357	54.448	0.123%
	3	2.612	50.53	53.14	0.08%
K4P1	1	3.114	52.616	55.724	0.19%
	2	2.133	56.104	58.234	0.14%
	3	3.254	55.523	58.77	0.211%
K4P2	1	2.21	53.51	55.714	0.25%
	2	2.503	61.195	63.695	0.12%
	3	3.061	47.599	50.657	0.10%
K4P3	1	2.591	56.106	58.693	0.15%
	2	3.431	58.282	61.705	0.221%
	3	3.225	48.171	51.39	0.19%
K4P4	1	2.561	48.168	50.722	0.27%
	2	2.953	51.123	54.07	0.185%
	3	2.471	50.461	52.926	0.24%

3. Angka Peroksida

Sampel	Ulangan	Berat Sampel	ml thio	Angka peroksida
K1P1	1	2.943	0.03	1.0193
	2	3.457	0.04	1.1572
	3	2.973	0.03	1.0089
K1P2	1	3.699	0.06	1.3517
	2	3.217	0.04	1.2432
	3	3.859	0.04	1.0366
K1P3	1	3.2799	0.04	1.2195
	2	3.64	0.04	1.0988
	3	3.268	0.04	1.2240
K1P4	1	3.349	0.08	2.3889
	2	3.411	0.08	2.3456
	3	3.565	0.07	1.9637
K2P1	1	3.0621	0.04	1.3063
	2	2.969	0.05	1.6841
	3	3.1463	0.04	1.2713
K2P2	1	3.5849	0.06	1.6737
	2	3.2973	0.04	1.2131
	3	3.4504	0.05	1.4491
K2P3	1	3.4644	0.06	1.7319
	2	3.4527	0.07	2.0274
	3	3.2968	0.05	1.5166
K2P4	1	3.6743	0.1	2.7216
	2	3.4969	0.09	2.5737
	3	3.5845	0.1	2.7898
K3P1	1	3.0213	0.06	1.9859
	2	3.3934	0.07	2.0628
	3	3.2684	0.07	2.1417
K3P2	1	3.2842	0.07	2.1314
	2	3.5982	0.08	2.2233
	3	3.2994	0.06	1.8185
K3P3	1	3.2899	0.07	2.1277
	2	3.4573	0.07	2.0247
	3	3.6472	0.11	3.016
K3P4	1	3.0834	0.1	3.2431
	2	3.0234	0.09	2.9768
	3	3.3431	0.1	2.9912
K4P1	1	3.3071	0.08	2.4190
	2	3.1711	0.06	1.8921
	3	3.1515	0.08	2.5385
K4P2	1	3.3805	0.09	2.6623
	2	3.4425	0.08	2.3239
	3	2.9722	0.08	2.6916
K4P3	1	3.0604	0.12	3.9211
	2	3.3807	0.08	2.3664
	3	3.2201	0.08	2.4844
K4P4	1	3.4962	0.12	3.4323
	2	3.2094	0.12	3.739
	3	3.4261	0.12	3.5025

4. Kadar FFA

Sampel	Ulangan	Berat sampel	ml NaOH	%FFA
K1P1	1	20.189	1.33	0.1317%
	2	20.156	1.68	0.1667%
	3	20.112	1.1	0.1093%
K1P2	1	20.123	1.76	0.1749%
	2	20.105	1.37	0.1368%
	3	20.17	1.56	0.1547%
K1P3	1	20.185	2.12	0.21%
	2	20.112	1.89	0.1879%
	3	20.121	1.65	0.164%
K1P4	1	20.137	1.59	0.1579%
	2	20.125	1.12	0.1113%
	3	20.014	1.81	0.1808%
K2P1	1	20.128	1.53	0.1520%
	2	20.132	1.63	0.1619%
	3	20.213	1.85	0.183%
K2P2	1	20.167	2.1	0.2083%
	2	20.072	1.78	0.1774%
	3	20.143	1.88	0.1867%
K2P3	1	20.152	1.99	0.1976%
	2	20.193	2.44	0.2423%
	3	20.145	1.67	0.1658%
K2P4	1	20.012	1.93	0.1929%
	2	20.246	1.8	0.1778%
	3	20.138	2.24	0.2226%
K3P1	1	20.185	1.88	0.1863%
	2	20.127	2.41	0.2396%
	3	20.147	1.96	0.1946%
K3P2	1	20.173	2.16	0.2141%
	2	20.215	2.36	0.2338%
	3	20.123	2.17	0.2156%
K3P3	1	20.134	2.53	0.2513%
	2	20.091	1.99	0.1989%
	3	20.167	2.59	0.2568%
K3P4	1	20.211	2.41	0.2388%
	2	20.138	2.73	0.2711%
	3	20.165	2.61	0.2588%
K4P1	1	20.152	2.67	0.2649%
	2	20.146	2.54	0.2521%
	3	20.084	2.39	0.238%
K4P2	1	20.120	3.06	0.3041%
	2	20.149	2.63	0.261%
	3	20.146	2.84	0.2819%
K4P3	1	20.172	2.84	0.2815%
	2	20.069	3.18	0.3169%
	3	20.131	2.27	0.2255%
K4P4	1	20.154	3.16	0.3135%
	2	20.035	2.94	0.2935%
	3	20.175	3.06	0.3033%

5. Angka Iodium

Sampel	Ulangan	Berat sampel	ml contoh	ml titrasi	Angka iodium
K1P1	1	0.1045	6.85	0.55	6.6795
	2	0.1546	6.62	0.78	6.4035
	3	0.1415	6.62	0.82	7.3541
K1P2	1	0.1716	6.42	0.98	7.2479
	2	0.1323	6.56	0.84	8.0578
	3	0.1267	6.7	0.91	9.1116
K1P3	1	0.1992	6.32	1.08	6.8807
	2	0.1986	6.48	0.88	5.6232
	3	0.1248	6.9	0.92	9.3547
K1P4	1	0.1203	6.48	0.92	9.7047
	2	0.139	6.85	0.9	8.2182
	3	0.1275	6.44	0.96	9.5556
K2P1	1	0.1396	6.2	1.2	10.9092
	2	0.1374	6.39	0.83	7.6642
	3	0.1282	6.4	0.84	8.3151
K2P2	1	0.1256	6.26	0.85	8.5909
	2	0.1273	6.6	0.82	8.1743
	3	0.143	6.36	1.04	9.2298
K2P3	1	0.1224	6.26	1.14	11.820
	2	0.1506	6.38	0.81	6.8256
	3	0.1375	6.29	0.89	8.2122
K2P4	1	0.1273	6.56	0.84	8.3726
	2	0.1239	6.56	0.98	10.0352
	3	0.1046	6.74	0.66	8.0077
K3P1	1	0.1179	6.41	0.78	8.3979
	2	0.1298	6.24	0.8	7.8221
	3	0.1319	6.16	0.82	7.8912
K3P2	1	0.1158	6.28	0.68	7.4511
	2	0.1217	6.33	0.76	7.9221
	3	0.129	6.24	0.76	7.4757
K3P3	1	0.1196	6.28	0.72	7.6412
	2	0.1415	6.31	0.79	7.0826
	3	0.1096	6.26	0.85	9.8436
K3P4	1	0.1355	6.38	0.66	6.1813
	2	0.1304	6.38	0.86	8.3674
	3	0.1247	6.39	0.58	5.9040
K4P1	1	0.1186	6.42	0.72	7.7051
	2	0.1298	6.88	0.7	6.8418
	3	0.1015	6.85	0.55	6.8769
K4P2	1	0.1125	6.97	0.53	5.980
	2	0.1238	7.04	0.36	3.6904
	3	0.1208	7.02	0.58	6.0936
K4P3	1	0.1163	6.7	0.62	6.7676
	2	0.1167	7.08	0.69	7.5022
	3	0.1713	6.9	0.5	3.7043
K4P4	1	0.14	6.46	0.84	7.6143
	2	0.1246	6.7	0.77	7.8424
	3	0.1687	6.62	0.78	5.8678

Lampiran 3. Analisis Variansi

1. Rendemen

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Konsen.	Lama pem.	I	II	III		
15 ml	15 jam	22,75	22,875	22,675	68,3	22,767
	20 jam	23,35	23,75	22,9	70	23,333
	25 jam	23,025	24	24,075	71,1	23,7
	30 jam	24,125	24,575	24,075	72,775	24,258
20 ml	15 jam	23,05	23,375	23,375	69,8	23,267
	20 jam	23,75	23,225	23,5	70,475	23,492
	25 jam	24,7	24,075	24,45	73,225	24,408
	30 jam	24,625	24,5	24,575	73,7	24,576
25 ml	15 jam	24,175	24	24,3	72,475	24,158
	20 jam	24,775	25,475	25,85	76,1	25,367
	25 jam	27,075	26,3	24,625	78	26
	30 jam	27,75	27,15	28,025	82,925	27,642
30 ml	15 jam	27,4	28,35	28,5	84,25	28,083
	20 jam	31,2	31,625	30,325	93,15	31,05
	25 jam	33,475	32,3	33,325	99,1	33,033
	30 jam	33	34,375	34,5	101,875	33,958
Total		418,225	419,95	419,075	1257,25	

$$FK = \frac{\sigma^2}{48} = \frac{1580677,5625}{48} = 32930,782$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (517,562 + 545,222 + 630,15 + 582,016 + 531,302 + 564,062 + 610,09 + \\ &606,39 + 548,43 + 613,8 + 733,056 + 770,062 + 750,76 + 973,44 + \\ &1120,576 + 1089 + 523,266 + 564,062 + 576 + 603,931 + 546,391 + \\ &539,401 + 579,606 + 600,25 + 576 + 648,976 + 691,69 + 737,122 + \\ &803,722 + 1000,141 + 1043,29 + 1181,64 + 514,156 + 524,41 + 579,606 + \\ &579,606 + 546,391 + 552,25 + 597,802 + 603,931 + 590,49 + 668,222 + \\ &606,391 + 758,401 + 812,25 + 919,606 + 1110,556 + 1190,25) - FK \\ &= 33518,73 - 32930,782 \\ &= 587,948 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ ulangan} &= \frac{(418,225)^2 + (419,95)^2 + (419,075)^2}{16} - FK \\ &= \frac{174912,2 + 176358 + 175623,9}{16} - FK \\ &= \frac{526894}{16} - FK \\ &= 32930,88 - 32930,782 \\ &= 0,098 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK perlak. komb.} &= \left\{ \begin{array}{l} 4664,89 + 4900 + 5055,21 + 5296,201 + \\ 4872,04 + 4966,726 + 5361,901 + 5431,69 + \\ 5252,626 + 5791,21 + 6084 + 6876,556 + \\ \underline{7098,063 + 8676,923 + 9820,81 + 10378,52} \end{array} \right\} - \text{FK} \\
 &= \frac{100527,4}{3} - \text{FK} \\
 &= 33509,133 - 32930,782 \\
 &= 578,351
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlak. kom.} - \text{JK ulangan} \\
 &= 587,948 - 578,351 - 0,098 \\
 &= 9,499
 \end{aligned}$$

Konsentrasi	Lama Pemeraman				Σ Konsentrasi
	15 jam	20 jam	25 jam	30 jam	
15 ml	68,3	70	71,1	72,775	282,175
20 ml	69,8	70,475	73,225	73,7	287,2
25 ml	72,475	76,1	78	82,925	309,5
30 ml	84,25	93,15	99,1	101,875	378,375
Σ Lama Pemeraman	294,825	309,725	321,425	331,275	1257,25

$$\begin{aligned}
 \text{JK K} &= \frac{(282,175)^2 + (287,2)^2 + (309,5)^2 + (378,375)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{29622,73 + 82483,84 + 95790,25 + 143167,6}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{401064,5}{12} - \text{FK} \\
 &= 33422,04 - 32930,782 \\
 &= 491,258
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK P} &= \frac{(294,825)^2 + (309,725)^2 + (321,425)^2 + (331,275)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{86921,78 + 95929,58 + 103314 + 109743,1}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{395908,5}{12} - \text{FK} \\
 &= 32992,38 - 32930,782 \\
 &= 61,598
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK KP} &= \text{JK perlak. kom.} - \text{JK K} - \text{JK P} \\
 &= 578,351 - 491,258 - 61,598 \\
 &= 25,495
 \end{aligned}$$

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	0,098	0,049	0,154	3,32
Perlakuan :	(15)	578,351	38,557	121,63**	2,015
K	3	491,258	163,753	516,57**	2,92
P	3	61,598	20,533	64,772**	2,92
KP	9	25,495	2,833	8,936**	2,21
Galat	30	9,499	0,317		
Total	47	587,948			

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{5\%} &= Q_{5\% (16;30)} \times \sqrt{\frac{\text{KT galat}}{\text{ulangan}}} \\
 &= 5,27 \times \sqrt{\frac{0,317}{3}} \\
 &= 5,27 \times \sqrt{0,106} = 5,27 \times 0,325 = 1,713
 \end{aligned}$$

Perlakuan		Rendemen	Notasi
Konsentrasi	Lama Pemeraman		
15 ml	15 jam	22,767	a
20 ml	15 jam	23,267	ab
15 ml	20 jam	23,333	ab
20 ml	20 jam	23,492	ab
15 ml	25 jam	23,7	abc
25 ml	15 jam	24,158	abc
15 ml	30 jam	24,258	abc
20 ml	25 jam	24,408	abcd
20 ml	30 jam	24,567	bcd
25 ml	20 jam	25,367	cd
25 ml	25 jam	26	de
25 ml	30 jam	27,642	ef
30 ml	15 jam	28,083	f
30 ml	20 jam	31,05	g
30 ml	25 jam	33,033	hi
30 ml	30 jam	33,958	i
BNJ_{5%}		= 1,713	

2. Kadar air

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Konsen.	Lama pem.	I	II	III		
15 ml	15 jam	0,269	0,331	0,279	0,879	0,293
	20 jam	0,371	0,172	0,115	0,658	0,219
	25 jam	0,385	0,257	0,152	0,794	0,265
	30 jam	0,18	0,27	0,18	0,63	0,21
20 ml	15 jam	0,118	0,21	0,048	0,376	0,125
	20 jam	0,18	0,09	0,06	0,33	0,11
	25 jam	0,08	0,212	0,46	0,752	0,25
	30 jam	0,11	0,19	0,253	0,553	0,184
25 ml	15 jam	0,31	0,18	0,18	0,67	0,223
	20 jam	0,14	0,09	0,03	0,26	0,087
	25 jam	0,15	0,292	0,18	0,622	0,207
	30 jam	0,236	0,123	0,08	0,439	0,146
30 ml	15 jam	0,19	0,14	0,211	0,541	0,18
	20 jam	0,25	0,12	0,1	0,47	0,157
	25 jam	0,15	0,221	0,19	0,561	0,187
	30 jam	0,27	0,185	0,24	0,695	0,232
Total		3,389	3,083	2,758	9,23	

$$FK = \frac{\sigma^2}{48} = \frac{85,193}{48} = 1,775$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Total} &= (0,072 + 0,109 + 0,078 + 0,138 + 0,029 + 0,013 + 0,148 + 0,066 + 0,023 + \\
 & 0,032 + 0,073 + 0,032 + 0,014 + 0,044 + 0,002 + 0,032 + 0,008 + 0,004 + \\
 & 0,006 + 0,045 + 0,212 + 0,012 + 0,036 + 0,064 + 0,096 + 0,032 + 0,032 + \\
 & 0,02 + 0,008 + 0,001 + 0,022 + 0,085 + 0,032 + 0,056 + 0,015 + 0,006 + \\
 & 0,036 + 0,02 + 0,044 + 0,062 + 0,014 + 0,01 + 0,022 + 0,049 + 0,036 + \\
 & 0,073 + 0,034 + 0,058) - FK \\
 &= 2,155 - 1,775 \\
 &= 0,38
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ ulangan} &= \frac{(3,389)^2 + (3,083)^2 + (2,758)^2}{16} - FK \\
 &= \frac{11,485 + 9,505 + 7,606}{16} - FK \\
 &= \frac{28,596}{16} - FK \\
 &= 1,787 - 1,775 \\
 &= 0,012
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK perlak. komb.} &= \left\{ \begin{array}{l} 0,773 + 0,433 + 0,63 + 0,397 + \\ 0,141 + 0,109 + 0,565 + 0,306 + \\ 0,449 + 0,068 + 0,387 + 0,193 + \\ 0,293 + 0,221 + 0,315 + 0,483 \end{array} \right\} - \text{FK} \\
 &= \frac{5,763}{3} - \text{FK} \\
 &= 1,921 - 1,775 \\
 &= 0,146
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlak. kom.} - \text{JK ulangan} \\
 &= 0,38 - 0,146 - 0,12 \\
 &= 0,114
 \end{aligned}$$

Konsentrasi	Lama Pemeraman				Σ Konsentrasi
	15 jam	20 jam	25 jam	30 jam	
15 ml	0,879	0,658	0,794	0,63	2,961
20 ml	0,376	0,33	0,752	0,553	2,011
25 ml	0,67	0,26	0,622	0,439	1,991
30 ml	0,541	0,47	0,561	0,695	2,267
Σ Lama Pemeraman	2,466	1,718	2,792	2,317	9,23

$$\begin{aligned}
 \text{JK K} &= \frac{(2,961)^2 + (2,011)^2 + (1,991)^2 + (2,267)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{8,767 + 4,044 + 3,964 + 5,139}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{21,914}{12} - \text{FK} \\
 &= 1,826 - 1,775 \\
 &= 0,051
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK P} &= \frac{(2,466)^2 + (1,718)^2 + (2,792)^2 + (2,317)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{6,081 + 2,951 + 7,447 + 5,368}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{21,847}{12} - \text{FK} \\
 &= 1,82 - 1,775 \\
 &= 0,045
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK KP} &= \text{JK perlak. kom.} - \text{JK K} - \text{JK P} \\
 &= 0,146 - 0,051 - 0,045 \\
 &= 0,05
 \end{aligned}$$

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	0,012	0,006	1,58	3,32
Perlakuan :	(15)	0,146	0,01	2,63*	2,015
K	3	0,051	0,017	4,47*	2,92
P	3	0,045	0,015	3,95*	2,92
KP	9	0,05	0,006	1,58	2,21
Galat	30	0,114	0,0038		
Total	47	0,38			

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{5\%} \text{ untuk K} &= Q_{5\% (4;30)} \times \sqrt{\frac{\text{KT galat}}{\text{Ulangan} \times \text{level P}}} \\
 &= 3,84 \times \sqrt{\frac{0,317}{12}} \\
 &= 3,84 \times \sqrt{\frac{0,005}{12}} = 3,83 \times 0,02 = 0,077
 \end{aligned}$$

Perlakuan K	Total	Rata-rata	Notasi
25 ml	1,991	0,166	a
20 ml	2,011	0,167	a
30 ml	2,267	0,189	ab
15 ml	2,961	0,247	b
BNJ_{5%}		= 0,077	

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{5\%} \text{ untuk P} &= Q_{5\% (4;30)} \times \sqrt{\frac{\text{KT galat}}{\text{Ulangan} \times \text{level K}}} \\
 &= 3,84 \times \sqrt{\frac{0,317}{12}} \\
 &= 3,84 \times \sqrt{\frac{0,005}{12}} = 3,83 \times 0,02 = 0,077
 \end{aligned}$$

Perlakuan P	Total	Rata-rata	Notasi
20 jam	1,78	0,143	a
30 jam	2,317	0,193	ab
15 jam	2,466	0,205	ab
25 jam	2,729	0,227	b
BNJ_{5%}		= 0,077	

3. Angka Peroksida

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Konsen.	Lama pem.	I	II	III		
15 ml	15 jam	1,019	1,157	1,009	3,185	1,062
	20 jam	1,352	1,243	1,037	3,632	1,211
	25 jam	1,219	1,099	1,224	3,542	1,181
	30 jam	2,389	2,346	1,964	6,699	2,233
20 ml	15 jam	1,306	1,684	1,271	4,261	1,42
	20 jam	1,674	1,213	1,449	4,336	1,445
	25 jam	1,732	2,027	1,517	5,276	1,759
	30 jam	2,722	2,574	2,79	8,086	2,695
25 ml	15 jam	1,986	2,063	2,142	6,191	2,064
	20 jam	2,131	2,223	1,818	6,172	2,057
	25 jam	2,128	2,025	3,016	7,169	2,39
	30 jam	3,243	2,977	2,991	9,211	3,07
30 ml	15 jam	2,419	1,892	2,538	6,849	2,283
	20 jam	2,662	2,324	2,692	7,678	2,559
	25 jam	3,921	2,366	2,484	8,771	2,924
	30 jam	3,432	3,739	3,502	10,673	3,558
Total		35,335	32,952	33,444	101,731	

$$FK = \frac{\sigma^2}{48} = \frac{10349,196}{48} = 215,608$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (1,038 + 1,339 + 1,018 + 1,828 + 1,545 + 1,075 + 1,486 + 1,208 + 1,498 + \\ & 5,707 + 5,504 + 3,857 + 1,706 + 2,836 + 1,615 + 2,802 + 1,471 + 2,1 + 3 + \\ & 4,109 + 2,301 + 7,409 + 6,625 + 7,784 + 3,944 + 4,256 + 4,588 + 4,541 + \\ & 4,942 + 3,305 + 4,528 + 4,101 + 9,096 + 10,517 + 8,862 + 8,946 + 5,851 + \\ & 3,58 + 6,441 + 7,086 + 5,401 + 7,247 + 15,374 + 5,598 + 6,17 + 11,779 + \\ & 13,98 + 12,264) - FK \\ &= 243,258 - 215,608 \\ &= 27,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ ulangan} &= \frac{(35,335)^2}{16} + \frac{(32,952)^2}{16} + \frac{(33,444)^2}{16} - FK \\ &= \frac{1248,562}{16} + \frac{1085,834}{16} + \frac{1118,501}{16} - FK \\ &= \frac{3452,897}{16} - FK \\ &= 215,806 - 215,608 \\ &= 0,198 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK perlak. komb.} &= \left\{ \begin{array}{l} 10,144 + 13,191 + 12,546 + 44,877 + \\ 18,156 + 18,801 + 27,836 + 65,383 + \\ 38,328 + 38,093 + 51,394 + 84,842 + \\ 46,909 + 58,952 + 76,93 + 113,913 \end{array} \right\} - \text{FK} \\
 &= \frac{720,295}{3} - \text{FK} \\
 &= 240,098 - 215,608 \\
 &= 24,49
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlak. kom.} - \text{JK ulangan} \\
 &= 27,65 - 24,49 - 0,198 \\
 &= 2,962
 \end{aligned}$$

Konsentrasi	Lama Pemeraman				Σ Konsentrasi
	15 jam	20 jam	25 jam	30 jam	
15 ml	3,158	3,632	3,542	6,699	17,058
20 ml	4,261	4,336	5,276	8,086	21,959
25 ml	6,191	6,172	7,169	9,211	28,743
30 ml	6,849	7,678	8,771	10,673	33,971
Σ Lama Pemeraman	20,486	21,818	24,758	34,669	101,731

$$\begin{aligned}
 \text{JK K} &= \frac{(17,058)^2 + (21,959)^2 + (28,743)^2 + (33,971)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{290,975 + 482,198 + 826,16 + 1154,029}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{2753,362}{12} - \text{FK} \\
 &= 229,447 - 215,608 \\
 &= 13,839
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK P} &= \frac{(20,486)^2 + (21,818)^2 + (24,758)^2 + (34,669)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{419,676 + 476,025 + 612,958 + 1201,939}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{2710,598}{12} - \text{FK} \\
 &= 225,883 - 215,608 \\
 &= 10,275
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK KP} &= \text{JK perlak. kom.} - \text{JK K} - \text{JK P} \\
 &= 24,49 - 13,839 - 10,275 \\
 &= 0,376
 \end{aligned}$$

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	0,198	0,099	1	3,32
Perlakuan :	(15)	24,49	1,633	16,495**	2,015
K	3	13,839	4,613	46,596**	2,92
P	3	10,275	3,425	34,596**	2,92
KP	9	0,376	0,042	0,424	2,21
Galat	30	2,962	0,099		
Total	47	27,65			

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{5\%} \text{ untuk K} &= Q_{5\% (4;30)} \times \sqrt{\frac{\text{KT galat}}{\text{Ulangan} \times \text{level P}}} \\
 &= 3,84 \times \sqrt{\frac{0,099}{12}} \\
 &= 3,83 \times 0,091 \\
 &= 0,349
 \end{aligned}$$

Perlakuan K	Total	Rata-rata	Notasi
15 ml	17,085	1,421	a
20 ml	21,959	1,829	b
25 ml	28,743	2,395	c
30 ml	33,971	2,831	d
BNJ_{5%}		= 0,349	

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{5\%} \text{ untuk P} &= Q_{5\% (4;30)} \times \sqrt{\frac{\text{KT galat}}{\text{Ulangan} \times \text{level K}}} \\
 &= 3,84 \times \sqrt{\frac{0,099}{12}} \\
 &= 3,83 \times 0,091 \\
 &= 0,349
 \end{aligned}$$

Perlakuan P	Total	Rata-rata	Notasi
15 jam	20,486	1,708	a
20 jam	21,818	1,818	a
25 jam	24,758	2,063	b
30 jam	34,669	2,889	c
BNJ_{5%}		= 0,349	

4. Asam Lemak Bebas

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Konsen.	Lama pem.	I	II	III		
15 ml	15 jam	0,132	0,167	0,109	0,408	0,136
	20 jam	0,175	0,137	0,155	0,467	0,156
	25 jam	0,21	0,188	0,164	0,562	0,187
	30 jam	0,158	0,111	0,181	0,45	0,15
20 ml	15 jam	0,152	0,162	0,183	0,497	0,166
	20 jam	0,208	0,177	0,187	0,572	0,191
	25 jam	0,198	0,242	0,166	0,606	0,202
	30 jam	0,193	0,178	0,223	0,594	0,198
25 ml	15 jam	0,186	0,24	0,195	0,621	0,207
	20 jam	0,214	0,234	0,216	0,664	0,221
	25 jam	0,251	0,199	0,257	0,707	0,236
	30 jam	0,239	0,271	0,259	0,769	0,256
30 ml	15 jam	0,265	0,252	0,238	0,755	0,252
	20 jam	0,304	0,261	0,282	0,847	0,282
	25 jam	0,282	0,317	0,226	0,825	0,275
	30 jam	0,314	0,294	0,303	0,911	0,304
Total		3,481	3,43	3,344	10,255	

$$FK = \frac{\sigma^2}{48} = \frac{105,165}{48} = 2,191$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Total} &= (0,017 + 0,028 + 0,012 + 0,031 + 0,019 + 0,024 + 0,044 + 0,035 + 0,027 + \\
 & 0,025 + 0,012 + 0,033 + 0,023 + 0,026 + 0,033 + 0,043 + 0,031 + 0,035 + \\
 & 0,039 + 0,058 + 0,027 + 0,037 + 0,032 + 0,05 + 0,034 + 0,058 + 0,038 + \\
 & 0,046 + 0,055 + 0,047 + 0,063 + 0,04 + 0,066 + 0,057 + 0,073 + 0,067 + \\
 & 0,07 + 0,063 + 0,057 + 0,092 + 0,068 + 0,079 + 0,079 + 0,1 + 0,051 + 0,098 \\
 & + 0,086 + 0,092) - FK \\
 &= 2,325 - 2,191 \\
 &= 0,134
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ ulangan} &= \frac{(3,481)^2 + (3,43)^2 + (3,344)^2}{16} - FK \\
 &= \frac{12,117 + 11,765 + 11,182}{16} - FK \\
 &= \frac{35,065}{16} - FK \\
 &= 2,191 - 2,191 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK perlak. komb.} &= \left\{ \begin{array}{l} 0,166 + 0,218 + 0,316 + 0,202 + \\ 0,247 + 0,327 + 0,367 + 0,353 + \\ 0,386 + 0,441 + 0,5 + 0,591 + \\ 0,57 + 0,717 + 0,681 + 0,83 \end{array} \right\} - \text{FK} \\
 &= \frac{6,913}{3} - \text{FK} \\
 &= 2,304 - 2,191 \\
 &= 0,113
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlak. kom.} - \text{JK ulangan} \\
 &= 0,134 - 0,113 - 0 \\
 &= 0,021
 \end{aligned}$$

Konsentrasi	Lama Pemeraman				Σ Konsentrasi
	15 jam	20 jam	25 jam	30 jam	
15 ml	0,408	0,467	0,562	0,45	1,887
20 ml	0,497	0,572	0,606	0,594	2,269
25 ml	0,621	0,664	0,707	0,769	2,761
30 ml	0,755	0,847	0,825	0,911	3,338
Σ Lama Pemeraman	2,281	2,55	2,7	2,724	10,255

$$\begin{aligned}
 \text{JK K} &= \frac{(1,887)^2 + (2,269)^2 + (2,761)^2 + (3,338)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{3,561 + 5,148 + 7,623 + 11,142}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{27,474}{12} - \text{FK} \\
 &= 2,289 - 2,191 \\
 &= 0,098
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK P} &= \frac{(2,281)^2 + (2,55)^2 + (2,7)^2 + (2,724)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{5,203 + 6,502 + 7,29 + 7,42}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{26,416}{12} - \text{FK} \\
 &= 2,201 - 2,191 \\
 &= 0,01
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK KP} &= \text{JK perlak. kom.} - \text{JK K} - \text{JK P} \\
 &= 0,113 - 0,098 - 0,01 \\
 &= 0,005
 \end{aligned}$$

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	0	0	0	3,32
Perlakuan :	(15)	0,113	0,0075	10,714**	2,015
K	3	0,098	0,0327	46,714**	2,92
P	3	0,01	0,0033	4,714*	2,92
KP	9	0,005	0,00055	0,786	2,21
Galat	30	0,021	0,0007		
Total	47	0,134			

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{5\%} \text{ untuk K} &= Q_{5\% (4;30)} \times \sqrt{\frac{\text{KT galat}}{\text{Ulangan} \times \text{level P}}} \\
 &= 3,84 \times \sqrt{\frac{0,0007}{12}} \\
 &= 3,83 \times 0,0077 \\
 &= 0,0296
 \end{aligned}$$

Perlakuan K	Total	Rata-rata	Notasi
15 ml	1,887	0,157	a
20 ml	2,269	0,189	b
25 ml	2,761	0,23	c
30 ml	3,338	0,278	d
BNJ_{5%}		= 0,0296	

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{5\%} \text{ untuk P} &= Q_{5\% (4;30)} \times \sqrt{\frac{\text{KT galat}}{\text{Ulangan} \times \text{level K}}} \\
 &= 3,84 \times \sqrt{\frac{0,0007}{12}} \\
 &= 3,83 \times 0,0077 \\
 &= 0,0296
 \end{aligned}$$

Perlakuan P	Total	Rata-rata	Notasi
15 jam	2,281	0,19	a
20 jam	2,55	0,212	ab
25 jam	2,7	0,225	b
30 jam	2,724	0,227	b
BNJ_{5%}		= 0,0296	

5. Angka Iodium

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Konsen.	Lama pem.	I	II	III		
15 ml	15 jam	6,679	6,403	7,354	20,436	6,812
	20 jam	7,248	8,058	9,112	24,418	8,139
	25 jam	6,881	5,623	9,355	21,859	7,286
	30 jam	9,705	8,218	9,556	27,479	9,16
20 ml	15 jam	10,909	7,664	8,315	26,888	8,963
	20 jam	8,591	8,174	9,23	25,995	8,665
	25 jam	11,82	6,826	8,212	26,858	8,953
	30 jam	8,373	10,035	8,008	26,416	8,805
25 ml	15 jam	8,398	7,822	7,891	24,111	8,037
	20 jam	7,451	7,922	7,476	22,849	7,616
	25 jam	7,641	7,083	9,844	24,568	8,189
	30 jam	6,181	8,367	5,904	20,452	6,817
30 ml	15 jam	7,705	6,842	6,877	21,424	7,141
	20 jam	5,98	3,69	6,094	15,764	5,255
	25 jam	6,768	7,502	3,704	17,974	5,991
	30 jam	7,614	7,842	5,868	21,324	7,108
Total		127,944	118,071	122,8	368,815	

$$FK = \frac{\sigma^2}{48} = \frac{136024,5024}{48} = 2833,844$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (44,609 + 40,998 + 54,081 + 52,533 + 64,931 + 83,028 + 47,348 + 28,366 + \\ &87,516 + 94,187 + 67,535 + 91,317 + 119,006 + 58,737 + 69,139 + 73,805 + \\ &66,814 + 85,193 + 139,712 + 46,594 + 67,437 + 70,107 + 100,70 + 64,128 + \\ &70,526 + 61,184 + 62,268 + 55,517 + 62,758 + 55,89 + 58,385 + 50,169 + \\ &96,904 + 38,205 + 70,007 + 34,857 + 59,367 + 46,813 + 47,293 + 35,76 + \\ &13,616 + 37,137 + 45,806 + 56,28 + 13,72 + 57,973 + 61,497 + 34,433) - FK \\ &= 2944,187 - 2833,844 \\ &= 110,343 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ ulangan} &= \frac{(127,944)^2 + (118,071)^2 + (122,8)^2}{16} - FK \\ &= \frac{16369,667 + 13940,761 + 15079,84}{16} - FK \\ &= \frac{45390,268}{16} - FK \\ &= 2836,892 - 2833,844 \\ &= 3,048 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK perlak. komb.} &= \left\{ \begin{array}{l} 417,63 + 596,239 + 477,816 + 755,095 + \\ 722,964 + 675,74 + 721,352 + 697,805 + \\ 581,34 + 522,077 + 603,587 + 418,284 + \\ 458,988 + 248,504 + 232,065 + 454,713 \end{array} \right\} - \text{FK} \\
 &= \frac{8675,199}{3} - \text{FK} \\
 &= 2891,733 - 2833,844 \\
 &= 57,889
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlak. kom.} - \text{JK ulangan} \\
 &= 110,343 - 57,889 - 3,048 \\
 &= 49,406
 \end{aligned}$$

Konsentrasi	Lama Pemeraman				Σ Konsentrasi
	15 jam	20 jam	25 jam	30 jam	
15 ml	20,436	24,418	21,859	27,479	94,192
20 ml	26,888	25,995	26,858	26,416	106,157
25 ml	24,111	22,849	24,568	20,452	91,98
30 ml	21,424	15,764	17,974	21,324	76,486
Σ Lama Pemeraman	92,859	89,026	91,259	95,671	368,815

$$\begin{aligned}
 \text{JK K} &= \frac{(94,192)^2 + (106,157)^2 + (91,98)^2 + (76,486)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{8872,133 + 11269,309 + 8460,32 + 5850,108}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{34451,87}{12} - \text{FK} \\
 &= 2870,989 - 2833,844 \\
 &= 37,145
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK P} &= \frac{(92,859)^2 + (89,026)^2 + (91,259)^2 + (95,671)^2}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{8622,794 + 7925,629 + 8328,205 + 9152,94}{12} - \text{FK} \\
 &= \frac{34029,568}{12} - \text{FK} \\
 &= 2835,797 - 2833,844 \\
 &= 1,953
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK KP} &= \text{JK perlak. kom.} - \text{JK K} - \text{JK P} \\
 &= 57,889 - 37,145 - 1,953 \\
 &= 18,791
 \end{aligned}$$

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Ulangan	2	3,048	1,524	0,925	3,32
Perlakuan :	(15)	57,889	3,859	2,343*	2,015
K	3	37,145	12,382	7,518**	2,92
P	3	1,953	0,651	0,395	2,92
KP	9	18,791	2,088	1,268	2,21
Galat	30	49,406	1,647		
Total	47	110,343			

$$\begin{aligned}
 \text{BNJ}_{5\%} \text{ untuk K} &= Q_{5\% (4;30)} \times \sqrt{\frac{\text{KT galat}}{\text{Ulangan} \times \text{level P}}} \\
 &= 3,84 \times \sqrt{\frac{1,647}{12}} \\
 &= 3,83 \times 0,37 \\
 &= 1,42
 \end{aligned}$$

Perlakuan K	Total	Rata-rata	Notasi
30 ml	76,486	6,374	a
25 ml	91,98	7,665	ab
15 ml	94,192	7,849	b
20 ml	106,157	8,846	b
BNJ_{5%}		= 1,42	

Analisis SPSS

1. Rendemen

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		data	konsentrasi	pemeraman	ulangan
N		48	48	48	48
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	26.19271	2.50	2.50	2.00
	Std. Deviation	3.536865	1.130	1.130	.825
Most Extreme Differences	Absolute	.260	.171	.171	.221
	Positive	.260	.171	.171	.221
	Negative	-.160	-.171	-.171	-.221
Kolmogorov-Smirnov Z		1.801	1.184	1.184	1.528
Asymp. Sig. (2-tailed)		.003	.121	.121	.019

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
konsentrasi	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
pemeraman	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
ulangan	1	16
	2	16
	3	16

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: data

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	578.430 ^a	17	34.025	107.308	.000
Intercept	32930.783	1	32930.783	103856.1	.000
konsentrasi	491.256	3	163.752	516.436	.000
pemeraman	61.593	3	20.531	64.751	.000
ulangan	.093	2	.046	.147	.864
konsentrasi * pemeraman	25.488	9	2.832	8.931	.000
Error	9.512	30	.317		
Total	33518.725	48			
Corrected Total	587.942	47			

a. R Squared = .984 (Adjusted R Squared = .975)

Post Hoc Tests

Konsentrasi

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data
Tukey HSD

(I) konsentrasi	(J) konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.41875	.229884	.283	-1.04383	.20633
	3	-2.27708*	.229884	.000	-2.90216	-1.65200
	4	-8.01667*	.229884	.000	-8.64175	-7.39159
2	1	.41875	.229884	.283	-.20633	1.04383
	3	-1.85833*	.229884	.000	-2.48341	-1.23325
	4	-7.59792*	.229884	.000	-8.22300	-6.97284
3	1	2.27708*	.229884	.000	1.65200	2.90216
	2	1.85833*	.229884	.000	1.23325	2.48341
	4	-5.73958*	.229884	.000	-6.36466	-5.11450
4	1	8.01667*	.229884	.000	7.39159	8.64175
	2	7.59792*	.229884	.000	6.97284	8.22300
	3	5.73958*	.229884	.000	5.11450	6.36466

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
1	12	23.51458		
2	12	23.93333		
3	12		25.79167	
4	12			31.53125
Sig.		.283	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .317.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Pemeraman

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) pemeraman	(J) pemeraman	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1.24167*	.229884	.000	-1.86675	-.61659
	3	-2.21667*	.229884	.000	-2.84175	-1.59159
	4	-3.03750*	.229884	.000	-3.66258	-2.41242
2	1	1.24167*	.229884	.000	.61659	1.86675
	3	-.97500*	.229884	.001	-1.60008	-.34992
	4	-1.79583*	.229884	.000	-2.42091	-1.17075
3	1	2.21667*	.229884	.000	1.59159	2.84175
	2	.97500*	.229884	.001	.34992	1.60008
	4	-.82083*	.229884	.006	-1.44591	-.19575
4	1	3.03750*	.229884	.000	2.41242	3.66258
	2	1.79583*	.229884	.000	1.17075	2.42091
	3	.82083*	.229884	.006	.19575	1.44591

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

pemeraman	N	Subset			
		1	2	3	4
1	12	24.56875			
2	12		25.81042		
3	12			26.78542	
4	12				27.60625
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .317.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Ulangan

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.10781	.199086	.852	-.59861	.38299
	3	-.05313	.199086	.962	-.54393	.43768
2	1	.10781	.199086	.852	-.38299	.59861
	3	.05469	.199086	.959	-.43611	.54549
3	1	.05313	.199086	.962	-.43768	.54393
	2	-.05469	.199086	.959	-.54549	.43611

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

ulangan	N	Subset
		1
1	16	26.13906
3	16	26.19219
2	16	26.24688
Sig.		.852

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .317.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16.000.

b. Alpha = .05.

2. Kadar Air

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		data	konsentrasi	pemeraman	ulangan
N		48	48	48	48
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.19229	2.50	2.50	2.00
	Std. Deviation	.090647	1.130	1.130	.825
Most Extreme Differences	Absolute	.114	.171	.171	.221
	Positive	.114	.171	.171	.221
	Negative	-.050	-.171	-.171	-.221
Kolmogorov-Smirnov Z		.792	1.184	1.184	1.528
Asymp. Sig. (2-tailed)		.558	.121	.121	.019

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
konsentrasi	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
pemeraman	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
ulangan	1	16
	2	16
	3	16

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: data

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.158 ^a	17	.009	1.225	.304
Intercept	1.775	1	1.775	233.587	.000
konsentrasi	.051	3	.017	2.255	.102
pemeraman	.046	3	.015	2.012	.133
ulangan	.012	2	.006	.819	.450
konsentrasi * pemeraman	.049	9	.005	.710	.695
Error	.228	30	.008		
Total	2.161	48			
Corrected Total	.386	47			

a. R Squared = .410 (Adjusted R Squared = .075)

Post Hoc Tests

Konsentrasi

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) konsentrasi	(J) konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.07917	.035586	.140	-.01760	.17593
	3	.08083	.035586	.128	-.01593	.17760
	4	.05783	.035586	.380	-.03893	.15460
2	1	-.07917	.035586	.140	-.17593	.01760
	3	.00167	.035586	1.000	-.09510	.09843
	4	-.02133	.035586	.931	-.11810	.07543
3	1	-.08083	.035586	.128	-.17760	.01593
	2	-.00167	.035586	1.000	-.09843	.09510
	4	-.02300	.035586	.916	-.11976	.07376
4	1	-.05783	.035586	.380	-.15460	.03893
	2	.02133	.035586	.931	-.07543	.11810
	3	.02300	.035586	.916	-.07376	.11976

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

konsentrasi	N	Subset
		1
3	12	.16592
2	12	.16758
4	12	.18892
1	12	.24675
Sig.		.128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .008.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Pemeraman

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) pemeraman	(J) pemeraman	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.06233	.035586	.316	-.03443	.15910
	3	-.02192	.035586	.926	-.11868	.07485
	4	.01242	.035586	.985	-.08435	.10918
2	1	-.06233	.035586	.316	-.15910	.03443
	3	-.08425	.035586	.105	-.18101	.01251
	4	-.04992	.035586	.508	-.14668	.04685
3	1	.02192	.035586	.926	-.07485	.11868
	2	.08425	.035586	.105	-.01251	.18101
	4	.03433	.035586	.770	-.06243	.13110
4	1	-.01242	.035586	.985	-.10918	.08435
	2	.04992	.035586	.508	-.04685	.14668
	3	-.03433	.035586	.770	-.13110	.06243

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

pemeraman	N	Subset
		1
2	12	.14317
4	12	.19308
1	12	.20550
3	12	.22742
Sig.		.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .008.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Ulangan

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.01912	.030819	.810	-.05685	.09510
	3	.03944	.030819	.417	-.03654	.11541
2	1	-.01912	.030819	.810	-.09510	.05685
	3	.02031	.030819	.789	-.05566	.09629
3	1	-.03944	.030819	.417	-.11541	.03654
	2	-.02031	.030819	.789	-.09629	.05566

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

ulangan	N	Subset
		1
3	16	.17237
2	16	.19269
1	16	.21181
Sig.		.417

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .008.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16.000.

b. Alpha = .05.

3. Angka Peroksida

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		data	konsentrasi	pemeraman	ulangan
N		48	48	48	48
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2.11948	2.50	2.50	2.00
	Std. Deviation	.767071	1.130	1.130	.825
Most Extreme Differences	Absolute	.091	.171	.171	.221
	Positive	.091	.171	.171	.221
	Negative	-.074	-.171	-.171	-.221
Kolmogorov-Smirnov Z		.634	1.184	1.184	1.528
Asymp. Sig. (2-tailed)		.817	.121	.121	.019

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
konsentrasi	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
pemeraman	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
ulangan	1	16
	2	16
	3	16

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: data

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	24.690 ^a	17	1.452	14.696	.000
Intercept	215.625	1	215.625	2181.901	.000
konsentrasi	13.841	3	4.614	46.684	.000
pemeraman	10.275	3	3.425	34.658	.000
ulangan	.198	2	.099	1.001	.379
konsentrasi * pemeraman	.377	9	.042	.423	.912
Error	2.965	30	.099		
Total	243.280	48			
Corrected Total	27.655	47			

a. R Squared = .893 (Adjusted R Squared = .832)

Post Hoc Tests

Konsentrasi

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) konsentrasi	(J) konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.40833*	.128338	.017	-.75730	-.05937
	3	-.97375*	.128338	.000	-1.32272	-.62478
	4	-1.40950*	.128338	.000	-1.75847	-1.06053
2	1	.40833*	.128338	.017	.05937	.75730
	3	-.56542*	.128338	.001	-.91438	-.21645
	4	-1.00117*	.128338	.000	-1.35013	-.65220
3	1	.97375*	.128338	.000	.62478	1.32272
	2	.56542*	.128338	.001	.21645	.91438
	4	-.43575*	.128338	.010	-.78472	-.08678
4	1	1.40950*	.128338	.000	1.06053	1.75847
	2	1.00117*	.128338	.000	.65220	1.35013
	3	.43575*	.128338	.010	.08678	.78472

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
1	12	1.42158			
2	12		1.82992		
3	12			2.39533	
4	12				2.83108
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .099.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Pemeraman

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) pemeraman	(J) pemeraman	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.11100	.128338	.823	-.45997	.23797
	3	-.35600*	.128338	.044	-.70497	-.00703
	4	-1.18192*	.128338	.000	-1.53088	-.83295
2	1	.11100	.128338	.823	-.23797	.45997
	3	-.24500	.128338	.246	-.59397	.10397
	4	-1.07092*	.128338	.000	-1.41988	-.72195
3	1	.35600*	.128338	.044	.00703	.70497
	2	.24500	.128338	.246	-.10397	.59397
	4	-.82592*	.128338	.000	-1.17488	-.47695
4	1	1.18192*	.128338	.000	.83295	1.53088
	2	1.07092*	.128338	.000	.72195	1.41988
	3	.82592*	.128338	.000	.47695	1.17488

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

pemeraman	N	Subset		
		1	2	3
1	12	1.70725		
2	12	1.81825	1.81825	
3	12		2.06325	
4	12			2.88917
Sig.		.823	.246	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .099.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Ulangan

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.14900	.111144	.384	-.12500	.42300
	3	.11806	.111144	.544	-.15594	.39206
2	1	-.14900	.111144	.384	-.42300	.12500
	3	-.03094	.111144	.958	-.30494	.24306
3	1	-.11806	.111144	.544	-.39206	.15594
	2	.03094	.111144	.958	-.24306	.30494

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

ulangan	N	Subset
		1
2	16	2.05950
3	16	2.09044
1	16	2.20850
Sig.		.384

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .099.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16.000.

b. Alpha = .05.

4. Asam Lemak Bebas

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		data	konsentrasi	pemeraman	ulangan
N		48	48	48	48
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.21365	2.50	2.50	2.00
	Std. Deviation	.053501	1.130	1.130	.825
Most Extreme Differences	Absolute	.087	.171	.171	.221
	Positive	.087	.171	.171	.221
	Negative	-.051	-.171	-.171	-.221
Kolmogorov-Smirnov Z		.603	1.184	1.184	1.528
Asymp. Sig. (2-tailed)		.860	.121	.121	.019

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
konsentrasi	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
pemeraman	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
ulangan	1	16
	2	16
	3	16

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.114 ^a	17	.007	9.774	.000
Intercept	2.191	1	2.191	3194.505	.000
konsentrasi	.099	3	.033	47.923	.000
pemeraman	.010	3	.003	5.038	.006
ulangan	.001	2	.000	.437	.650
konsentrasi * pemeraman	.004	9	.000	.711	.694
Error	.021	30	.001		
Total	2.325	48			
Corrected Total	.135	47			

a. R Squared = .847 (Adjusted R Squared = .760)

Post Hoc Tests

Konsentrasi

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) konsentrasi	(J) konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.03183*	.010691	.028	-.06090	-.00276
	3	-.07283*	.010691	.000	-.10190	-.04376
	4	-.12092*	.010691	.000	-.14999	-.09185
2	1	.03183*	.010691	.028	.00276	.06090
	3	-.04100*	.010691	.003	-.07007	-.01193
	4	-.08908*	.010691	.000	-.11815	-.06001
3	1	-.07283*	.010691	.000	.04376	.10190
	2	.04100*	.010691	.003	.01193	.07007
	4	-.04808*	.010691	.001	-.07715	-.01901
4	1	.12092*	.010691	.000	.09185	.14999
	2	.08908*	.010691	.000	.06001	.11815
	3	.04808*	.010691	.001	.01901	.07715

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

konsentrasi	N	Subset			
		1	2	3	4
1	12	.15725			
2	12		.18908		
3	12			.23008	
4	12				.27817
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Pemeraman

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) pemeraman	(J) pemeraman	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.02242	.010691	.177	-.05149	.00665
	3	-.03492*	.010691	.014	-.06399	-.00585
	4	-.03692*	.010691	.009	-.06599	-.00785
2	1	.02242	.010691	.177	-.00665	.05149
	3	-.01250	.010691	.650	-.04157	.01657
	4	-.01450	.010691	.536	-.04357	.01457
3	1	.03492*	.010691	.014	.00585	.06399
	2	.01250	.010691	.650	-.01657	.04157
	4	-.00200	.010691	.998	-.03107	.02707
4	1	.03692*	.010691	.009	.00785	.06599
	2	.01450	.010691	.536	-.01457	.04357
	3	.00200	.010691	.998	-.02707	.03107

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

pemeraman	N	Subset	
		1	2
1	12	.19008	
2	12	.21250	.21250
3	12		.22500
4	12		.22700
Sig.		.177	.536

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Ulangan

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.00319	.009259	.937	-.01964	.02601
	3	.00856	.009259	.629	-.01426	.03139
2	1	-.00319	.009259	.937	-.02601	.01964
	3	.00538	.009259	.832	-.01745	.02820
3	1	-.00856	.009259	.629	-.03139	.01426
	2	-.00538	.009259	.832	-.02820	.01745

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

ulangan	N	Subset
		1
3	16	.20900
2	16	.21438
1	16	.21756
Sig.		.629

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16.000.

b. Alpha = .05.

5. Angka Iodium

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		data	konsentrasi	pemeraman	ulangan
N		48	48	48	48
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	7.68369	2.50	2.50	2.00
	Std. Deviation	1.554655	1.130	1.130	.825
Most Extreme Differences	Absolute	.115	.171	.171	.221
	Positive	.115	.171	.171	.221
	Negative	-.072	-.171	-.171	-.221
Kolmogorov-Smirnov Z		.794	1.184	1.184	1.528
Asymp. Sig. (2-tailed)		.554	.121	.121	.019

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
konsentrasi	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
pemeraman	1	12
	2	12
	3	12
	4	12
ulangan	1	16
	2	16
	3	16

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: data

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	60.934 ^a	17	3.584	2.042	.042
Intercept	2833.875	1	2833.875	1614.342	.000
konsentrasi	37.146	3	12.382	7.054	.001
pemeraman	1.954	3	.651	.371	.774
ulangan	3.048	2	1.524	.868	.430
konsentrasi * pemeraman	18.786	9	2.087	1.189	.337
Error	52.663	30	1.755		
Total	2947.471	48			
Corrected Total	113.597	47			

a. R Squared = .536 (Adjusted R Squared = .274)

Post Hoc Tests

Konsentrasi

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) konsentrasi	(J) konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.99692	.540900	.274	-2.46768	.47385
	3	.18450	.540900	.986	-1.28627	1.65527
	4	1.47567*	.540900	.049	.00490	2.94643
2	1	.99692	.540900	.274	-.47385	2.46768
	3	1.18142	.540900	.151	-.28935	2.65218
	4	2.47258*	.540900	.000	1.00182	3.94335
3	1	-.18450	.540900	.986	-1.65527	1.28627
	2	-1.18142	.540900	.151	-2.65218	-.28935
	4	1.29117	.540900	.101	-.17960	2.76193
4	1	-1.47567*	.540900	.049	-2.94643	-.00490
	2	-2.47258*	.540900	.000	-3.94335	-1.00182
	3	-1.29117	.540900	.101	-2.76193	.17960

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

konsentrasi	N	Subset	
		1	2
4	12	6.37383	
3	12	7.66500	7.66500
1	12		7.84950
2	12		8.84642
Sig.		.101	.151

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.755.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Pemeraman

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) pemeraman	(J) pemeraman	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.31958	.540900	.934	-1.15118	1.79035
	3	.13350	.540900	.995	-1.33727	1.60427
	4	-.23417	.540900	.972	-1.70493	1.23660
2	1	-.31958	.540900	.934	-1.79035	1.15118
	3	-.18608	.540900	.986	-1.65685	1.28468
	4	-.55375	.540900	.737	-2.02452	.91702
3	1	-.13350	.540900	.995	-1.60427	1.33727
	2	.18608	.540900	.986	-1.28468	1.65685
	4	-.36767	.540900	.904	-1.83843	1.10310
4	1	.23417	.540900	.972	-1.23660	1.70493
	2	.55375	.540900	.737	-.91702	2.02452
	3	.36767	.540900	.904	-1.10310	1.83843

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

pemeraman	N	Subset
		1
2	12	7.41883
3	12	7.60492
1	12	7.73842
4	12	7.97258
Sig.		.737

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.755.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Ulangan

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.61706	.468433	.397	-.53775	1.77188
	3	.32156	.468433	.773	-.83325	1.47638
2	1	-.61706	.468433	.397	-1.77188	.53775
	3	-.29550	.468433	.804	-1.45031	.85931
3	1	-.32156	.468433	.773	-1.47638	.83325
	2	.29550	.468433	.804	-.85931	1.45031

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

data

Tukey HSD^{a,b}

ulangan	N	Subset
		1
2	16	7.37950
3	16	7.67500
1	16	7.99656
Sig.		.397

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.755.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16.000.

b. Alpha = .05.

FOTO-FOTO PENELITIAN



Gambar 1. Oven yang digunakan untuk pemeraman



Gambar 2. Timbangan dan hot plate



Gambar 3. Santan sebelum diperam



Gambar 4. Blondo, minyak, dan air setelah pemeraman



Gambar 4. Minyak kelapa setelah disaring