

**PENGOLAHAN MINYAK BIJI KALUMPANG  
(*Sterculia foetida* Linn.) SEBAGAI BAHAN BAKU  
BIOENERGI**



**KAMARUDDIN MILI  
M 121 03 048**



Uraian	
Tgl. Tgl.	27-2-08
Athoritas	Fak. Kehutanan
Esas	1 ek
Himpun	1 tabris
No. Urut	21
Penyidik	SKR-KH08 MIL-P

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2008**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengolahan Minyak Biji Kalumpang (*Sterculia foetida* Linn)  
sebagai Bahan Baku Bioenergi

Nama : Kamaruddin Mili

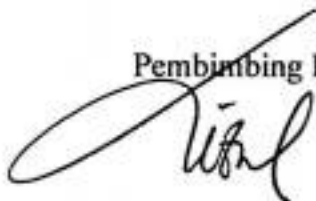
NIM : M 121 03 048

Program Studi : Teknologi Hasil Hutan

Skripsi ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Kehutanan  
Pada  
Program Studi Teknologi Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin

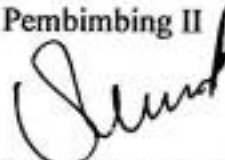
Menyetujui,  
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



**Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc.**

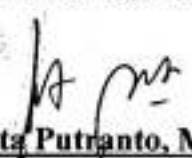
Pembimbing II



**Ir. Baharuddin, MP.**

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin



  
**Ir. Beta Putranto, M.Sc.**  
**NIP. 130 792 980**

**Tanggal Lulus : 21 Februari 2008**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur hanya milik Allah SWT atas limpahan rahmat dan izin-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga terus tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW, suri teladan bagi segenap umat manusia.

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu prasyarat untuk dapat meraih gelar kesarjanaan. Namun lebih dari itu, penulis berharap kehadiran skripsi ini dapat menambah bahan referensi buat kita semua sehingga dapat memperluas wawasan dan sekaligus bermanfaat untuk penelitian selanjutnya. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat sebagai informasi bagi industri-industri yang memanfaatkan minyak nabati.

Penulis menyadari bahwa untuk memperoleh hasil penelitian ini banyak terdapat hambatan dan rintangan yang dihadapi, namun atas bantuan berbagai pihak hal tersebut dapat diatasi. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Muh. Restu, MP selaku Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc. selaku Pembantu Dekan I bid. Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin dan pembimbing I yang dengan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan kepada penulis selama menuntut ilmu di Fakultas ini.

3. Bapak Ir. Beta Putranto, M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
4. Bapak Ir. Baharuddin, MP. sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Djamal Sanusi, dan Ibu A. Detti Yuniarti, S.Hut, MP. yang dengan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan masukan dan saran kepada penulis selama ini.
6. Bapak/Ibu Dosen serta seluruh pegawai yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas ini.
7. Teman-teman asisten ditekper' Jimen, jaya cs' makasih atas bantuannya.
8. Seluruh teman-teman angkatan 2003, khususnya anak Teknologi Hasil Hutan 'Imawati, Praselia, Hasriani, M. Daut, Alazim, Yayu, Pratiwi, Epi, Asrina, Abraham, Musdalifah, Numaningsih, Ado, Ulu, Ati, Ani .....Semuanya deh!) makasih atas bantuan, doa dan dukungannya selama ini.
9. K'Heru makasih atas bantuannya selama pelaksanaan penelitian and kapan nih kasih kenal calonnya ama kita-kita!.
10. Anak-anak Tae Kwon Do Unhas yang asli gokil. Buat Rahmat berjuang terus untuk memajukan UKM kita jangan pantang menyerah.
11. seluruh pihak yang telah memberikan kontribusinya namun tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.

Akhirnya sembah sujud kepada kedua orang tua yang tercinta, atas segala doa, pengorbanan, perhatian, cinta kasih dan kasih sayangnya tak pernah jemu, juga kepada kakak-kakakku tersayang (K'Lina, K'Amir) ,adikku yang manis (Vitryani) dan Endut Koe (Welmi)

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat kekurangan dan kelemahan pada skripsi ini, karena itu diharapkan kritik dan sarannya juga teriring permohonan maaf dan harapan semoga semua kekurangan dapat diperbaiki pada penelitian-penelitian selanjutnya.

Semoga Allah SWT senantiasa meridhoi segenap usaha yang kita lakukan dan memberikan balasan yang setimpal. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Amin

Makassar, Februari 2008

Kamaruddin Mili

## ABSTRAK

**Kamaruddin Mili (M 121 03 048), Pengolahan Minyak Biji Kalumpang (*Sterculia foetida* Linn) sebagai Bahan Baku Bioenergi. Di bawah bimbingan Musrizal Muin dan Baharuddin.**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengolahan biji kalumpang menjadi minyak biji kalumpang kasar, dan pengaruh perbedaan konsentrasi penambahan asam fosfat terhadap pengolahan minyak biji kalumpang sebagai bahan baku bioenergi. Penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai sumber informasi bagi industri yang memanfaatkan minyak nabati, dan peneliti selanjutnya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2007. Pengepresan biji dilakukan di Laboratorium Pengolahan Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin. Pengujian kadar air, warna dan aroma dilakukan di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanam Universitas Hasanuddin. Sedangkan pengujian titik nyala dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Ujung Pandang.

Pembuatan minyak dilakukan dengan cara mengambil biji buah kalumpang dan memecahkan biji untuk mengambil daging biji, daging biji kemudian di hancurkan dengan *blender* setelah itu diekstrak dengan menggunakan pengepressan hidrolis, Ekstrak minyak kalumpang kasar yang diperoleh dipisahkan dari *gum* dengan cara penambahan larutan asam fosfat ke dalam minyak kalumpang kasar, kemudian diaduk secara merata dan disusul dengan proses sentrifusi selama 30 menit. Hasil sentrifusi kemudian dipisahkan dengan cara memipet. Variabel pengamatan pada penelitian ini adalah rendemen,

kadar air, titik nyala, warna dan bau minyak biji kalumpang. Untuk rendemen dan kadar air selanjutnya di analisis menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan konsentrasi asam fosfat (0%,1%,2% dan 3% dari volume bahan baku). Setiap perlakuan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan maka dilakukan uji lanjut yaitu uji beda nyata jujur (BNJ).

Hasil perhitungan rendemen menunjukkan bahwa rata-rata rendemen minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat yaitu sebesar 21.29%. Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat rata-rata rendemen mengalami penurunan menjadi sekitar 19,39%-17.97%. Hasil perhitungan kadar air menunjukkan bahwa rata-rata kadar air minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat yaitu sebesar 0.46%. Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat rata-rata kadar air mengalami penurunan menjadi sekitar 0.33%-0.06%. Hasil pengujian titik nyala menunjukkan bahwa suhu titik nyala minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat yaitu sebesar 284°C. Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat suhu titik nyala mengalami penurunan menjadi sekitar 274°C – 254 °C. Hasil uji visual dengan menggunakan MSCC (*Munsell soil colour chart*) terhadap warna minyak biji kalumpang menunjukkan bahwa warna minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat memiliki nilai skala warna yaitu 5.8/8 (kuning). Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat skala warna minyak biji kalumpang menjadi sekitar 5.8/6(kuning) - 5.8/4 (kuning pucat). Hasil uji organoleptik terhadap aroma minyak biji

kalumpang menunjukkan bahwa aroma minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat memiliki skor yaitu 2.8 (agak suka). Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat skor aroma minyak biji kalumpang menjadi sekitar 2.5 – 2.2 dan tergolong dalam kategori sangat tidak suka. Pemberian variasi perlakuan penambahan asam fosfat pada minyak biji kalumpang berpengaruh terhadap kualitas minyak biji kalumpang. Semakin tinggi penambahan konsentrasi asam fosfat mengakibatkan menurunnya nilai rendemen, kadar air minyak, titik nyala, skala warna minyak dan skor aroma minyak. Penambahan asam fosfat 3% dari volume bahan baku kualitas minyak biji kalumpang semakin bagus ditandai dengan semakin berkurangnya kadar air (0,06 %) dan warna minyak biji kalumpang semakin jernih.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GANBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sistematika dan Morfologi.....	3
1 Sistematika.....	3
2 Morfologi.....	3
B. Potensi Pohon Kalumpang.....	4
C. Bioenergi.....	5
D. Ekstraksi.....	7
1 Rendering.....	8
2 Pengepresan Mekanik.....	8
3 Ekstraksi dengan Pelarut.....	8
E. Pemisahan Gum ( <i>Deguming</i> ).....	9
F. Rendemen, Kadar Air, Titik Nyala, Warna, dan Aroma.....	10
1 Rendemen.....	10
2 Kadar Air.....	10
3 Titik Nyala.....	11
4 Warna.....	11

5 Bau/Aroma Minyak.....	11
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat.....	12
B. Alat dan Bahan.....	12
1 Alat.....	12
2 Bahan.....	12
C. Prosedur Kerja.....	13
D. Variabel Penelitian.....	15
1 Rendemen.....	15
2 Kadar Air.....	15
3 Titik Nyala.....	16
4 Warna.....	16
5 Bau/Aroma Minyak.....	17
E. Pengolahan Data.....	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Rendemen.....	20
B. Kadar Air.....	22
C. Titik Nyala.....	24
D. Warna.....	25
E. Aroma Minyak.....	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	28
B. Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	31

## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Hal
1.	.(a) Biji kalumpang (b) Daging Biji Kalumpang.....	5
2.	Bagan alir proses pembuatan minyak biji kalumpang murni.....	14
3.	Diagram Batang Rata-rata Rendemen Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat (Kontrol) dan setelah Penambahan Asam Fosfat.....	21
4.	Diagram Batang Rata-rata Kadar Air Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat (Kontrol) dan setelah Penambahan Asam Fosfat.....	23
5.	Diagram Batang Suhu Titik Nyala Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat.....	25
6.	Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan asam fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat.....	26
7.	Diagram Batang Skor Uji Organoleptik Terhadap Aroma Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat .....	27
8.	Alat Pres Hidrolik.....	33
9.	Alat Sentrifusi.....	33
10.	Alat <i>flash point</i> (Titik Nyala).....	34
11.	Minyak Biji Kalumpang Kasar.....	34
12.	Minyak Biji Kalumpang Setelah Disentrifusi.....	35
13.	Minyak Biji Kalumpang Murni Hasil Sentrifusi.....	35

## DAFTAR TABEL

No	Teks	Hal
1.	Komposisi dari Biji Kalumpang Kering.....	5
2.	Hasil Uji Lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) Rendemen Minyak Biji Kalumpang.....	22
3.	Hasil Uji Lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) Kadar Air Minyak Biji Kalumpang.....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	
Hal		
1.	Tabel Hasil Pengukuran Rendemen Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat.....	31
2.	Tabel Analisis Sidik Ragam Pengukuran Rendemen Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan asam Fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat.....	31
3.	Tabel Hasil Pengukuran Kadar Air Minyak Biji Kalumpang tanpa penambahan asam fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat.....	31
4.	Tabel Analisis Sidik Ragam Pengukuran Kadar Air Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat.....	31
5.	Format Kuisisioner Analisis Aroma Pada Minyak Kalumpang.....	32
6.	Tabel Hasil Penilaian Panelis Terhadap Aroma Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat dan setelah PenambahanAsam Fosfat.....	32
7.	Gambar Alat ,minyak biji kalumpang kasar dan minyak biji kalumpang setelah disentrifusi.....	33

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kehidupan manusia tidak terlepas dari kebutuhan energi. Selama ini masyarakat Indonesia hanya menggantungkan kebutuhan energi bahan bakar minyak (BBM) untuk pembangkit tenaga motor pada sumber energi minyak yang terbuat dari fosil. Padahal, cadangan minyak ini semakin menipis dan akan segera habis dalam beberapa tahun mendatang. Perkiraan yang ekstrim menyebutkan bahwa minyak bumi di Indonesia dengan tingkat konsumsi seperti saat ini akan habis dalam waktu 10-15 tahun lagi. Penurunan jumlah cadangan minyak disertai pula dengan penurunan produksi minyak mencapai 10% per tahun (Susilo, 2006).

Peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari dan akan terus terjadi akibat semakin banyaknya jumlah penduduk, munculnya industri-industri baru dan teknologi otomotif yang akan terus berkembang. Penggunaan bahan bakar alternatif pengganti solar terus dilakukan di samping untuk membantu menangani permasalahan krisis energi dan lingkungan global, juga bisa membantu mempertahankan daya guna teknologi otomotif sebagai karya budaya manusia.

Bioenergi merupakan sumber energi alternatif yang diturunkan dari biomassa, yaitu material yang dihasilkan oleh makhluk hidup (tanaman, hewan dan mikroorganisme). Bioenergi memiliki keunggulan komparatif dibandingkan dengan energi lainnya, yaitu lebih mudah ditransportasikan, memiliki karakter pembakaran yang relatif bersih, biaya produksinya rendah, dan ramah lingkungan. Beberapa hasil pertanian yang mengandung minyak dan dapat dijadikan bahan

dasar pembuatan bioenergi adalah sawit, kedelai (*Glycine max*), kelapa (*Cocos nucifera*), bunga matahari (*Helianthus annuus*), jarak pagar (*Jatropha curcas*), kalumpang (*Sterculia foetida* Linn) dan tumbuhan lainnya.

Proses pembuatan bioenergi dari minyak nabati perlu dilakukan pemurnian terlebih dahulu untuk menghilangkan senyawa pengotor yang terkandung dalam minyak nabati kasar. Senyawa pengotor yang masih terkandung di dalam minyak nabati dapat menyebabkan rendahnya kualitas bioenergi yang dihasilkan sehingga mesin diesel tidak dapat berjalan dengan baik.

Minyak biji kalumpang murni adalah minyak biji kalumpang yang telah mengalami proses penghilangan bahan yang tidak diinginkan dalam minyak seperti gum. Untuk hal tersebut, pemurnian minyak biji kalumpang dapat dilakukan dengan cara menambahkan asam fosfat. Sehubungan dengan itu, perlu dilakukan penelitian tentang berapa banyaknya konsentrasi asam fosfat yang tepat ditambahkan dalam pemurnian minyak biji kalumpang kasar sebagai bahan baku bioenergi.

### **B. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengolahan biji kalumpang (*Sterculia foetida* Linn) menjadi minyak biji kalumpang kasar, dan pengaruh perbedaan konsentrasi penambahan asam fosfat terhadap pengolahan minyak biji kalumpang sebagai bahan baku bioenergi. Penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai sumber informasi bagi industri yang memanfaatkan minyak nabati, dan peneliti selanjutnya

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sistematika dan morfologi

#### I. Sistematika

Menurut Whitmore, dkk. (1989), sistematika pohon kalumpang (*Sterculia foetida* Linn) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantarum
Devisio	: Spermatophyta
Sud Devisio	: Angiospermae
Class	: Dicotyledoneae
Ordo	: Malvales
Family	: Sterculiaceae
Genus	: <i>Sterculia</i>
Species	: <i>Sterculia foetida</i> Linn

#### 2. Morfologi

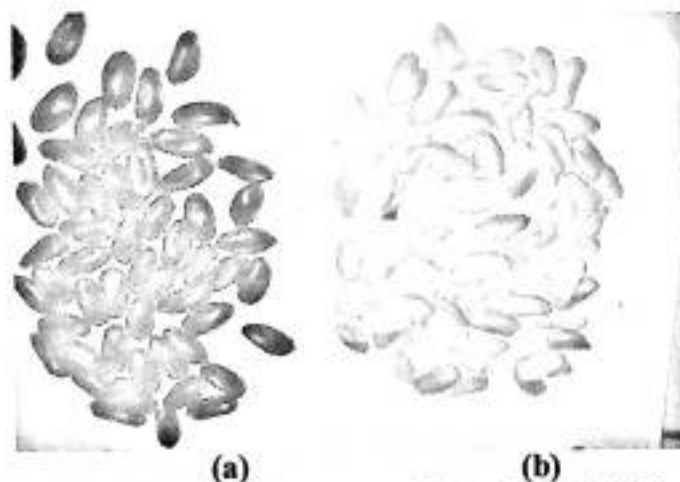
Pohon kalumpang merupakan pohon berkayu dengan daun majemuk menjari, tangkai daun dengan panjang 9 – 45 cm, pucuk daun 5 – 9 buah, daun berbentuk lanset dan memanjang meruncing, duduk daun berseling. Pohon tumbuh cepat dengan tinggi pohon mencapai 30 sampai 35 m dengan besar atau keliling batang berkisar antara 100 sampai dengan 120 cm atau lebih. Kayunya berwarna putih keruh, kasar dan ringan.



Pohon ini memiliki kayu teras yang bergaris-garis kuning. Pada umumnya telah lama kayu dari pohon ini digunakan sebagai bahan bangunan, selain batangnya sebagai bahan konstruksi ringan, juga biji, dan bunganya yang sangat bermanfaat. Nama pohon ini diambil dari bau bunganya yang sangat busuk, bunga agak besar, dengan panjang antara 10-15 sentimeter. Bunga ini berumpun dan tumbuh hampir pada seluruh dahan. Warnanya hijau atau ungu muram. Bunga ini adalah uniseks, dengan bunga jantan dan bunga betina tumbuh pada dahan yang berbeda pada pohon yang sama. Kalikisnya berwarna jingga muram, dan terdiri dari lima bahagian yang berpisah hampir sampai pangkalnya. Panjang sepal bunga 1-1.3 cm. Folikelnya berwarna merah darah, 7.6-9 x 5 cm, keras, dan pada dasarnya, berkayu (Pusat Perhutanan Tani dunia, 2005).

### B. Potensi Kalumpang

Pohon kalumpang tersebar di seluruh Nusantara. Di Jawa di bawah ketinggian 500 meter di atas permukaan laut, di bagian sebelah timur pulau ini pohon kalumpang tersebar umum. Di tempat-tempat lain seperti di Ambon, dan banyak tersebar di daerah Sulawesi Selatan. Pohon kalumpang ini tumbuh cepat dan mencapai diameter maksimal sekitar 40 sampai 50 cm. Buahnya berbentuk kapsul, berkulit keras dan tebal. Bentuk bijinya seperti buah zaitun kecil yang mengandung minyak. Buahnya sering juga kering dan berair, dan baik kasar maupun halus. Jumlah biji antara 10-15. Warnanya coklat tua hingga hitam. Bentuknya lonjong, dengan panjangnya antara 1.5-1.8 cm (Heyne, 1987).



Gambar1.(a) Biji kalumpang (b) Daging Biji Kalumpang

Biji kalumpang yang mengandung minyak dapat diolah menjadi minyak biji kalumpang. Brill dan Agcaoili (2005) menganalisis biji kering dan menentukan kandungan kimia yang ditemukan mereka;

Tabel 1. Komposisi dari Biji Kalumpang Kering

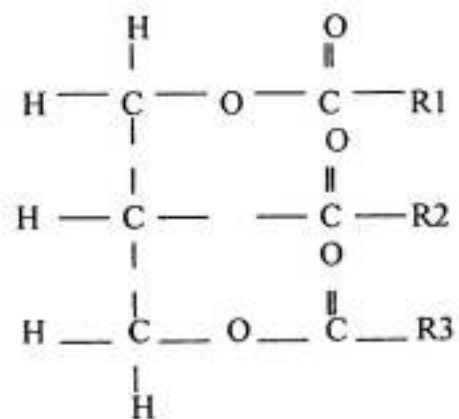
Komposisi Dari Biji Kering	
Lemak	51,78 %
Protein	21.61 %
Zat Tepung	12.10 %
Gula	5 %
Selulosa,dll	5.51 %
Abu	3.90 %

### C. Bioenergi

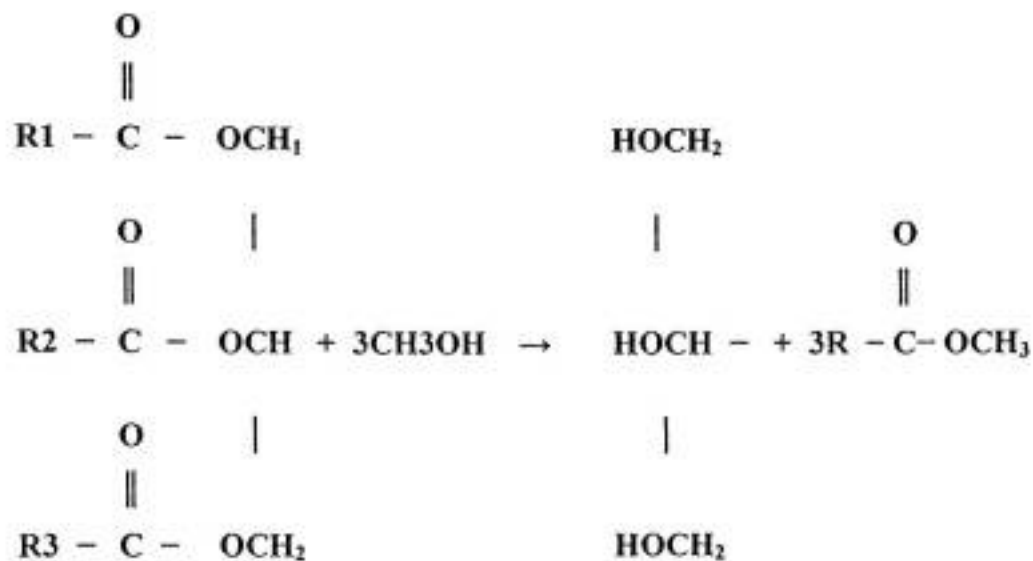
Menurut Hambali, dkk (2007), biodisel adalah bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati, baik minyak baru maupun bekas penggorengan dan melalui proses transesterifikasi, esterifikasi. Bioenergi digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti BBM untuk motor diesel.

Bioenergi merupakan sumber energi alternatif pengganti solar yang terbuat dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, tidak mengandung sulfur dan tidak beraroma. Semua tanaman yang mengandung minyak dapat digunakan untuk bahan baku biodiesel (Susilo, 2006).

Menurut Prihandana, dkk. (2006), komponen utama minyak nabati adalah trigliserida dengan bentuk ikatan sebagai berikut:



Minyak nabati memiliki komposisi asam lemak berbeda-beda tergantung dari jenis tanamannya. Zat-zat penyusun utama minyak lemak (nabati atau hewani) adalah trigliserida, yaitu triester gliserol dengan asam-asam lemak. Secara umum, proses konversi minyak nabati yang dipakai adalah transesterifikasi yang pada dasarnya mereaksikan minyak tersebut dengan metanol atau etanol (ditambah katalis)



Lemak atau Minyak lemak (Minyak Nabati)	+ metanol (etanol)	<u>Katalis</u>	Gliserol + Ester metil/etil asam-asam lemak (Bioenergi)
---	--------------------	----------------	---

#### D. Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Adapun cara ekstraksi bermacam-macam, yaitu *Rendering*, pengepresan mekanik, dan ekstraksi dengan pelarut (Kataren, 2005). Hal ini sependapat yang dikemukakan oleh Devi, dkk. (2006) bahwa ada tiga metode ekstraksi, antara lain dengan cara pemanasan (*Rendering*), penekanan atau pengempaan, dan metode pelarutan yaitu melarutkan minyak dengan pelarut organik seperti heksana.

## 1. Rendering

Rendering merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak dengan kadar air yang tinggi. Pada semua cara rendering, penggunaan panas adalah suatu hal yang spesifik, yang bertujuan untuk menggumpalkan protein pada dinding sel bahan dan untuk memecahkan dinding sel tersebut sehingga mudah ditembus oleh minyak atau lemak yang terkandung di dalamnya (Ketaren, 2005).

## 2. Pengepresan Mekanis

Hambali, dkk. (2006) mengatakan bahwa pengepresan mekanis merupakan suatu metode ekstraksi yang dipandang ekonomis. Terdapat dua cara pengepresan mekanis yang umum dilakukan yaitu pengepresan hidrolis (*hydraulic pressing*) dan pengepresan berulir (*screw press*).

Keterangan	<i>Hydraulic pressing</i>	<i>Screw press</i>
Tekanan yang digunakan	Sekitar 140.6 kg/m atau 136 atm	Tidak menggunakan tekanan
Rendemen minyak (dari biji berkulit)	20%	27%

## 3. Ekstraksi dengan Pelarut

Prinsip dari proses ini adalah ekstraksi dengan melarutkan minyak dalam pelarut minyak atau lemak. Pada proses ini, dihasilkan bungkil dengan kadar air minyak yang rendah sekitar 1% atau lebih rendah, dan mutu minyak kasar yang dihasilkan cenderung menyerupai hasil dengan cara pengepresan berulir, karena sebagian fraksi bukan minyak akan ikut terekstrak (Ketaren, 2005).

### E. Pemisahan Gum (*Deguming*)

Menurut Hambali, dkk. (2006), tujuan utama proses pemurnian minyak adalah untuk menghilangkan rasa dan bau yang tidak enak, mencegah timbulnya warna yang tidak menarik, serta memperpanjang masa simpan minyak sebelum digunakan. Pada proses pembuatan bioenergi, minyak perlu dimurnikan lebih dahulu untuk menghilangkan senyawa pengotor yang terkandung didalam minyak kasar. Senyawa pengotor yang biasa terkandung di dalam minyak kasar diantaranya adalah gum (getah atau lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, residu, karbohidrat, air, dan resin), asam lemak bebas, dan senyawa pengotor lainnya.

Pemisahan gum merupakan suatu proses pemisahan getah atau lendir-lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, residu, karbohidrat, air, dan resin, tanpa mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam minyak. Biasanya proses ini dilakukan dengan cara dehidrasi gum atau kotoran lain agar bahan tersebut lebih mudah terpisah dari minyak, kemudian disusul dengan proses pemusingan (sentrifusi), (Ketaren, 2005)

Prihandana, dkk. (2006) menyatakan bahwa proses *deguming* dilakukan dengan penambahan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) sebanyak 1%-3% dari volume bahan baku., kemudian dilakukan proses pemusingan (*sentrifusi*) selama 30 menit, lalu di endapkan. Minyak yang telah jernih dapat dialirkan ke proses selanjutnya.

## E. Rendemen, Kadar Air, Titik Nyala, Warna, dan Bau

### **1. Rendemen**

Rendemen adalah perbandingan volume barang yang dihasilkan (output) terhadap volume bahan baku (input) yang dinyatakan dalam persen. Tinggi rendahnya rendemen dalam suatu proses produksi dapat dijadikan suatu kriteria (ukuran) keberhasilan proses produksi tersebut. Jenis tumbuhan, tempat pembudidayaan dan perlakuan bahan baku sangat mempengaruhi kadar minyak yang dihasilkan (Harris, 1987).

### **2. Kadar Air**

Prihandana, dkk. (2006) mengemukakan bahwa kandungan air yang terkandung dalam bahan bakar dapat membentuk kristal yang bisa menyumbat aliran bahan bakar. Keberadaan air juga bisa menyebabkan korosi dan memicu pertumbuhan mikroorganisme yang tentu dapat menyumbat aliran bahan bakar. Kadar air yang nilainya di atas ketentuan akan menyebabkan reaksi yang terjadi pada konversi minyak nabati tidak sempurna (terjadi reaksi penyabunan). Biasanya juga terjadi proses hidrolisis pada biodiesel sehingga akan meningkatkan bilangan asam, menurunkan pH, dan meningkatkan sifat korosif.

### **3. Titik Nyala**

Menurut Prihandana, dkk. (2006) titik nyala adalah titik temperatur terendah yang menyebabkan bahan bakar dapat menyala. Penentuan titik nyala ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. Standar Nasional Indonesia menetapkan titik nyala bioenergi lebih tinggi (Minimal 100°C) sehingga lebih aman dibandingkan dengan petrodiesel atau biosolar (Minimal 55°C)

### **4. Warna Minyak**

Zat warna dalam minyak yang dihasilkan terdiri dari 2 golongan, yaitu zat warna alamiah dan zat warna yang dihasilkan dari degradasi zat warna alamiah. Zat warna alamiah terbentuk secara alamiah di dalam bahan yang mengandung minyak dan ikut terekstrak bersama minyak pada proses ekstraksi. Zat warna ini menyebabkan minyak berwarna kuning, kuning kecoklatan, kehijau-hijauan dan kemerah-merahan. Sedangkan zat warna yang dihasilkan dari degradasi zat warna alamiah terjadi akibat adanya proses oksidasi dan degradasi komponen kimia yang terdapat di dalam minyak (Ketaren, 2005).

### **5. Bau Minyak**

Timbulnya aroma minyak adalah akibat penguraian protein, adanya minyak esensial yang mudah menguap yang selama pengolahan akan membentuk substansi aromatis baru yang lain (Kustamitati, 1994).



### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2007. Pengepresan biji dilakukan di Laboratorium Pengolahan Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin. Pengujian rendemen, kadar air, warna dan aroma dilakukan di Laboratorium Sifat Dasar dan teknologi Kimia Hasil Hutan, Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanam Universitas Hasanuddin. Sedangkan pengujian untuk titik nyala dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Ujung Pandang.

#### B. Alat dan Bahan

##### 1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah palu, pisau, oven, timbangan analitik, sentrifusi, kertas label, gelas kimia, kain kasa, corong, pipet volume, pipet tetes, botol bertutup, termometer, cawan porselin, MSCC (*Munsell Soil Colour Chart*), flash point, blender dan press hidrolik

##### 2. Bahan

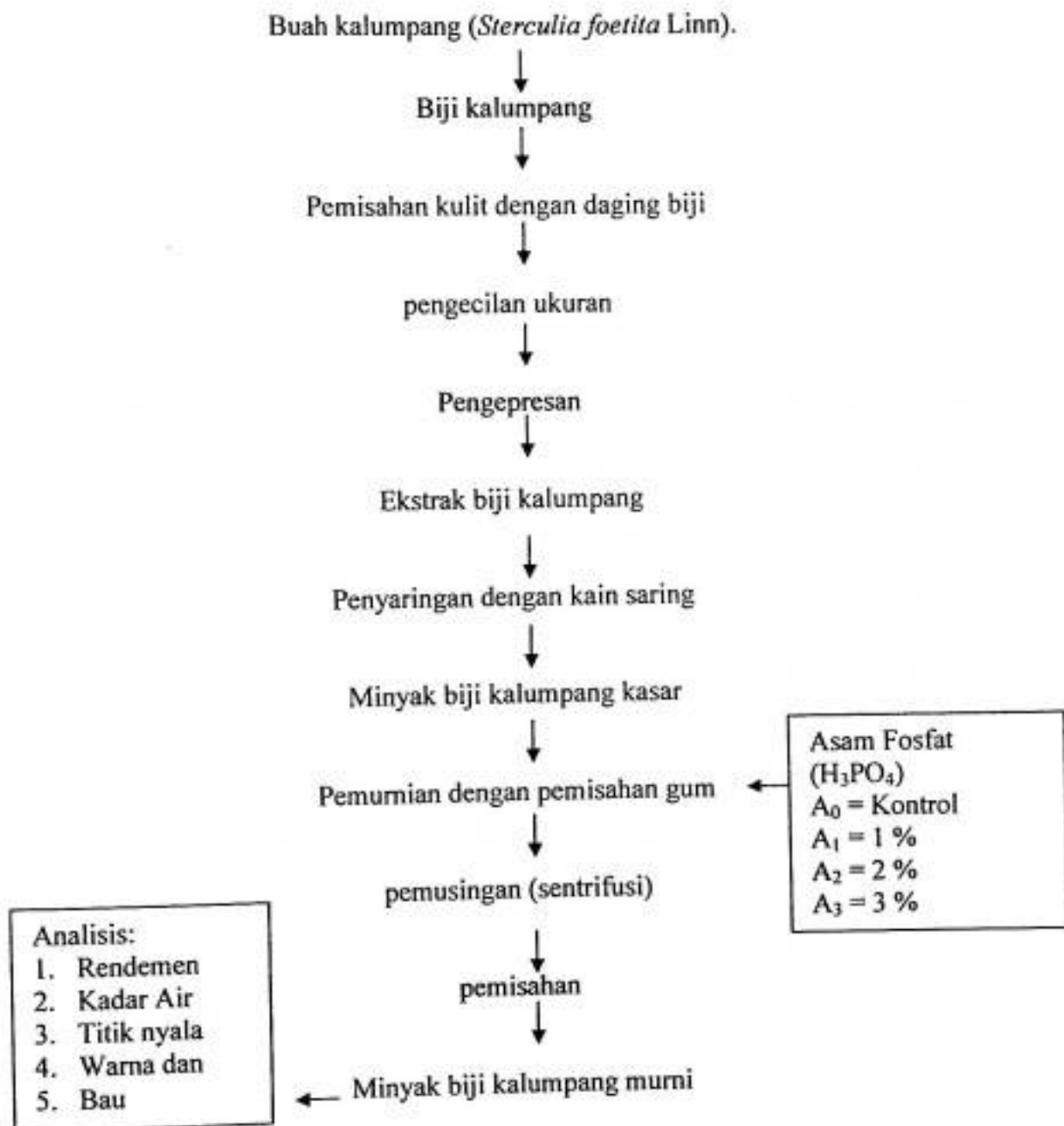
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kalumpang (*Sterculia foetida* Linn), gas LPG (*Liquid Petroleum Gas*) dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ )

### C. Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan minyak kalumpang adalah sebagai berikut:

1. Buah kalumpang dibelah dan diambil bijinya. Kemudian biji kalumpang dipecah dengan cara menumbuk dengan palu, setelah itu kulit biji dengan daging biji dipisahkan.
2. Daging biji kalumpang sebanyak 6 kg (500 g setiap ulangan) kemudian dihancurkan dengan blender setelah itu diekstrak dengan menggunakan pengepressan hidrolik.
3. Ekstrak daging biji kalumpang disaring dengan kain saring untuk memisahkan bungkil yang masih terikut dengan ekstrak minyak kalumpang kasar.
4. Ekstrak minyak kalumpang kasar yang diperoleh dipisahkan dari gum dengan cara penambahan larutan asam fosfat kedalam minyak kalumpang kasar dengan tujuan menghasilkan bahan dasar pembuatan biodiesel
5. Minyak yang telah diberikan penambahan asam fosfat kemudian diaduk secara merata dan disusul dengan proses sentrifusi selama 30 menit.
6. Hasil sentrifusi diperoleh pemisahan yaitu minyak di bagian atas dan endapan gum di bagian bawah.
7. Minyak hasil sentrifusi yang merupakan bahan dasar pembuatan bioenergi diperoleh dengan cara memipet, kemudian dimasukkan dalam botol (masing-masing ulangan)
8. Melakukan pengujian terhadap kadar air, titik nyala, uji warna dan bau, dengan melakukan 3 kali ulangan setiap perlakuan

Bagan alir pembuatan minyak biji kalumpang (*Sterculia foetita* Linn) murni dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Bagan alir proses pembuatan minyak biji kalumpang murni

#### **D. Variabel Pengamatan**

##### **1. Rendemen**

Rendemen minyak biji kalumpang murni dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat Minyak yang dihasilkan} \times 100\%}{\text{Berat bahan baku}}$$

##### **2. Kadar Air**

Pengujian kadar air dilakukan dengan menimbang contoh minyak seberat 5 gram didalam "cawan kadar air" (moisture dish), lalu dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan pada suhu  $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit. Contoh diangkat dari oven dan didinginkan di dalam desikator sampai suhu kamar, kemudian ditimbang. Pekerjaan ini diulang sampai sampai berat konstan atau sampai kehilangan bobot selama pemanasan 30 menit (Ketaren, 2005).

$$\text{Kadar air /zat yang menguap (\%)} = \frac{\text{Bobot yang hilang (g)} \times 100}{\text{Bobot contoh (g)}}$$

### 3. Titik Nyala

Pengujian titik nyala minyak dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menimbang sampel minyak sebanyak 100 gram dan dituangkan dalam wadah.
2. Menyambung selang gas LPG (*Liquid Petroleum Gas*) di atas permukaan lubang wadah minyak dan gas dinyalakan.
3. Selanjutnya minyak dipanaskan diatas pemanas listrik, untuk mengetahui suhu minyak maka digunakan termometer yang diletakkan di lubang tutup wadah.
4. Setiap kenaikan suhu  $10^{\circ}\text{C}$  tutup wadah dibuka untuk melihat munculnya api diatas permukaan minyak.

### 4. Uji Warna

Pengujian warna dilakukan secara visual , dengan mengamati sampel secara langsung yaitu:

1. Memipet 10 ml contoh minyak kalumpang
2. Minyak kalumpang tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan menghindari adanya gelembung udara
3. Menyandarkan tabung reaksi berisi minyak kalumpang pada kertas karton berwarna putih pada kertas karton.

4. Mengamati warnanya dengan mata langsung dan membandingkan dengan skala warna yang terdapat pada MSCC (*munsel soil color chart*), model pembacaan skala warna sebagai berikut:

$$\text{Skala warna} = Q. Y/X$$

Dimana: Q = Hue

Y = Skala pada arah vertikal

X = Skala pada arah horizontal

#### 5. Uji Aroma (Bau)

Menurut Rampengan,dkk (1985) bahwa pada pengujian bau/aroma dilakukan berdasarkan atas tingkat kesukaan (hedonik) dengan kriteria sebagai berikut:

1 = Sangat tidak suka

2 = Tidak suka

3 = agak suka

4 = Suka

5 = Sangat suka

Pengujian bau dilakukan dengan mengambil contoh uji dengan pipet sebanyak 20 ml, kemudian memasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya mendekatkan mulut tabung reaksi kehidung dan menggerak-gerakkan tangan diatas mulut tabung reaksi sampai tercium bau minyak. Pengujian ini dilakukan kepada 10 orang responden, dengan memberikan kuisisioner analisis sensorik.

### E. Pengolahan Data

Data rendemen dan kadar air yang diperoleh dari penelitian ini diolah dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Dimana perlakuan A<sub>0</sub> = tanpa penambahan asam fosfat, A<sub>1</sub> = Penambahan asam fosfat 1% dari volume bahan baku, A<sub>2</sub> = Penambahan asam fosfat 2% dari volume bahan baku, dan A<sub>3</sub> = Penambahan asam fosfat 3% dari volume bahan baku. Model rancangan acak lengkap menurut Gaspersz (1994), adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dimana :

$Y_{ij}$  : Nilai pengamatan yang memperoleh perlakuan ke-i

$\mu$  : Rata – rata umum hasil pengamatan

$\tau_i$  : Pengaruh perlakuan ke-i

$\varepsilon_{ij}$  : Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-I pada pengamatan ke-j

Untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing perlakuan maka dilakukan uji lanjut yaitu Uji Beda Nyata Jujur (BNJ), rumus uji BNJ adalah sebagai berikut:

$$W = q\alpha (p \cdot fe) \cdot Sy$$

Dimana:

$q\alpha$  : Nilai table Tukey

$p$  : Jumlah perlakuan

$fe$  : Derajat bebas galat

$Sy$  :  $(KTG/r)^{1/2}$

Dimana: KTG = Kuadrat Tengah Galat

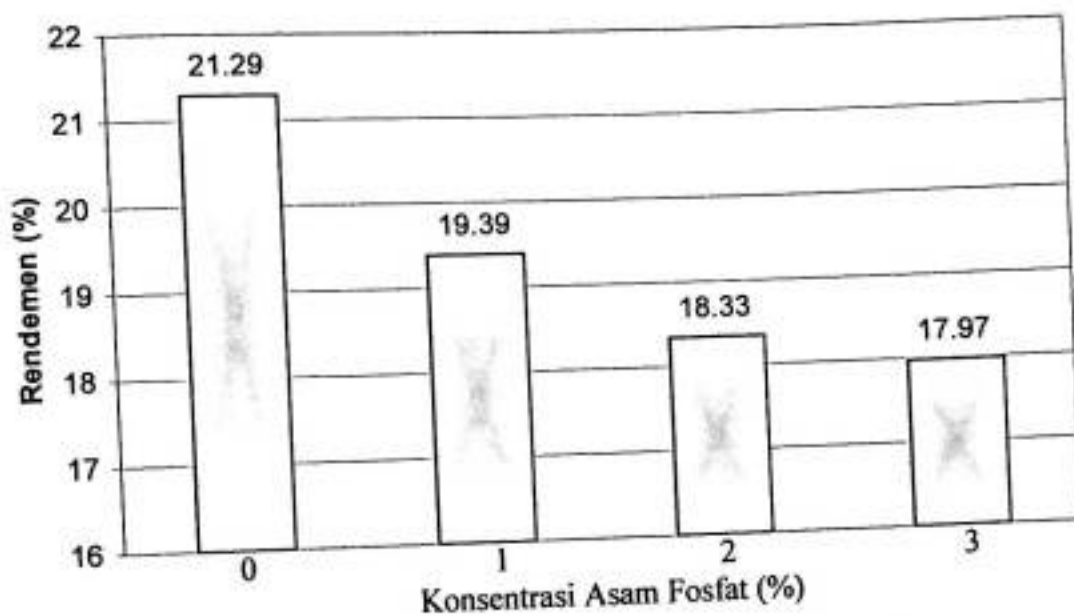
$r$  = Jumlah ulangan



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Rendemen

Hasil perhitungan rendemen minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat (kontrol) dan setelah penambahan asam fosfat dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata rendemen minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat yaitu sebesar 21.29%. Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat rata-rata rendemen mengalami penurunan menjadi sekitar 19.39%-17.97%, seperti pada Gambar 3. Hal ini berarti, semakin tinggi konsentrasi penambahan asam fosfat rendemen minyak kalumpang semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh asam fosfat yang ditambahkan pada proses pemurnian dapat mengikat lebih banyak gum yang terkandung dalam minyak. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Ketaren (2005), bahwa dengan penambahan asam fosfat dapat membantu proses pemisahan *gum* (getah atau lendir-lendir) yang terdiri dari fosfatida, protein, residu, karbohidrat, air, dan resin, tanpa mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam minyak. Biasanya proses ini dilakukan dengan cara dehidrasi gum atau kotoran lain agar bahan tersebut lebih mudah terpisah dari minyak, kemudian disusul dengan proses pemusingan (*sentrifusi*).



Gambar 3. Diagram Batang Rata-rata Rendemen Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat (Kontrol) dan setelah Penambahan Asam Fosfat.

Berdasarkan analisis ragam pada Lampiran 2 dapat diketahui bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap rendemen minyak biji kalumpang yang dihasilkan. Untuk melihat pengaruh perlakuan tanpa penambahan asam fosfat dan setelah penambahan asam fosfat terhadap rendemen minyak biji kalumpang, maka dilakukan uji BNJ yang hasilnya disajikan pada Tabel 2. Hasil uji lanjutan beda nyata jujur (BNJ) memperlihatkan bahwa minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat (Kontrol) berbeda nyata dengan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat 2% dan 3% dari volume bahan baku dan berbeda tidak nyata terhadap minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat 1% dari volume bahan baku.

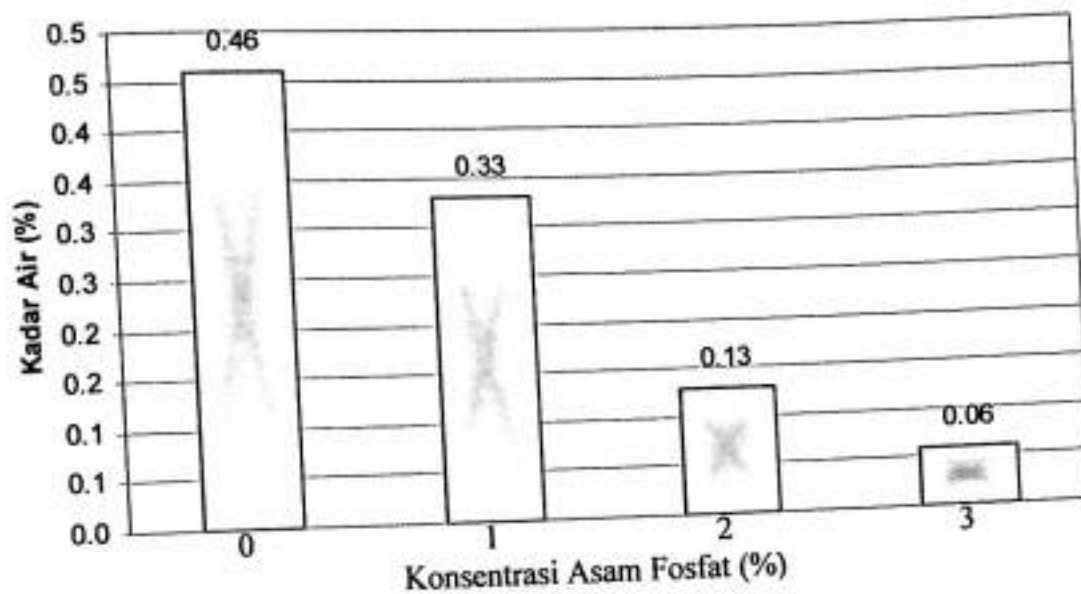
Tabel 2. Hasil Uji Lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) Rendemen Minyak Biji Kalumpang

Perlakuan	Rata-rata Rendemen (%)	BNJ = 2.946
Tanpa asam fosfat (kontrol)	21.29	a
Asam fosfat 1 %	19.39	ab
Asam fosfat 2 %	18.33	b
Asam fosfat 3 %	17.97	b

Keterangan : - huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada  $\alpha = 0.05$   
 - huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada  $\alpha = 0.05$

### B. Kadar Air

Hasil perhitungan kadar air minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat (kontrol) dan setelah penambahan asam fosfat dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata kadar air minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat yaitu sebesar 0.46%. Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat rata-rata kadar air mengalami penurunan menjadi sekitar 0.33%-0.06%, seperti pada Gambar 4. Hal ini berarti, semakin tinggi konsentrasi penambahan asam fosfat kadar air semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Ketaren (2005), bahwa dengan penambahan asam fosfat dapat membantu proses pemisahan gum. Pemisahan gum merupakan suatu proses pemisahan getah atau lendir-lendir yang terdiri atas fosfatida, protein, residu, kardohidrat, air, dan resin, tanpa mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam minyak.



Gambar 4. Diagram Batang Rata-rata Kadar Air Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat (Kontrol) dan setelah Penambahan Asam Fosfat.

Berdasarkan analisis ragam pada Lampiran 4 dapat diketahui bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air minyak biji kalumpang yang dihasilkan. Untuk melihat pengaruh perlakuan tanpa penambahan asam fosfat dan setelah penambahan asam fosfat terhadap kadar air minyak biji kalumpang, maka dilakukan uji BNJ yang hasilnya disajikan pada Tabel 3. Hasil uji lanjutan beda nyata jujur (BNJ) memperlihatkan bahwa minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat berbeda nyata dengan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat 3% dari volume bahan baku dan berbeda tidak nyata terhadap minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat 1% dan 2% dari volume bahan baku.

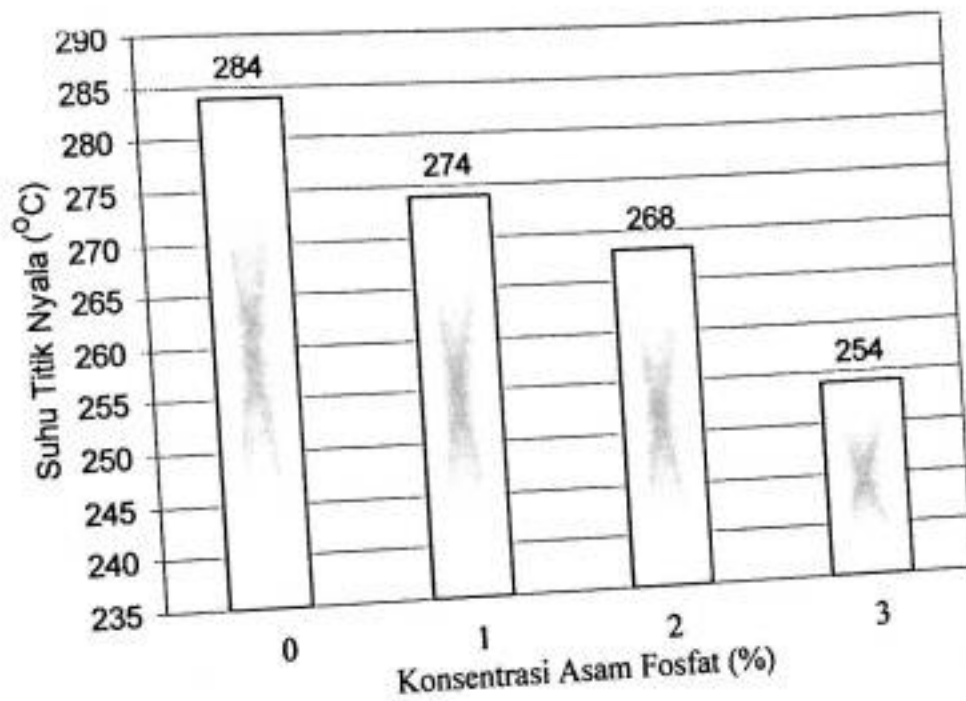
Tabel 3. Hasil Uji Lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) Kadar Air Minyak Biji Kalumpang

Perlakuan	Rata-rata Kadar Air (%)	BNJ = 0.396
Tanpa asam fosfat (kontrol)	0.46	a
Asam fosfat 1 %	0.33	ab
Asam fosfat 2 %	0.13	ab
Asam fosfat 3 %	0.06	b

Keterangan : - huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada  $\alpha = 0.05$   
 - huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada  $\alpha = 0.05$

### C. Titik Nyala

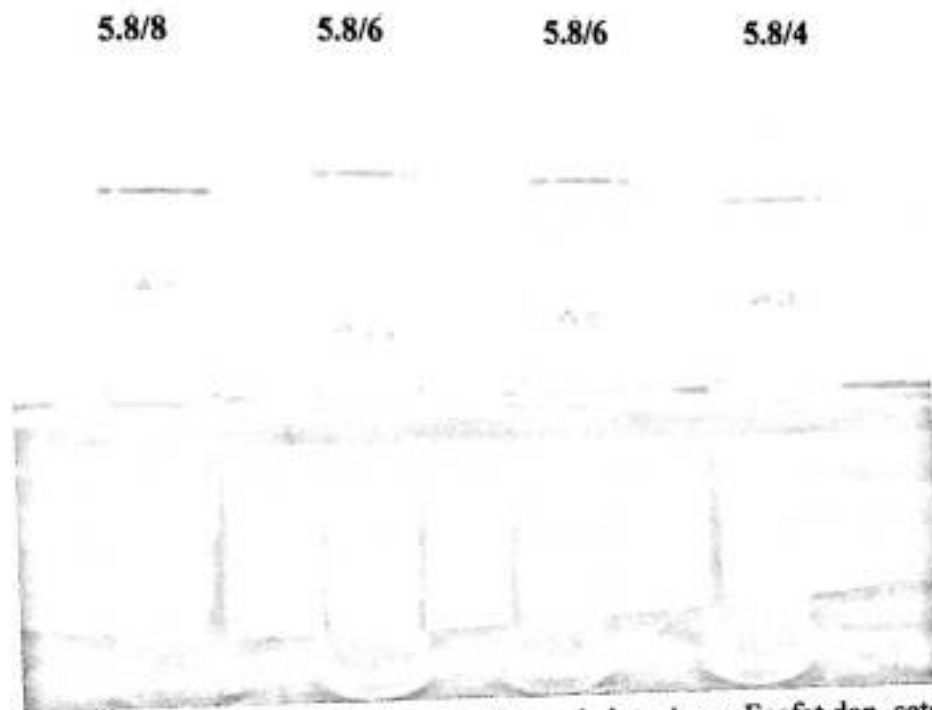
Hasil pengujian titik nyala menunjukkan bahwa suhu titik nyala minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat yaitu sebesar 284°C. Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat suhu titik nyala mengalami penurunan menjadi sekitar 274°C – 254 °C, seperti pada Gambar 5. Hal ini berarti semakin tinggi penambahan asam fosfat maka titik nyala yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung di dalam minyak biji kalumpang, dimana semakin tinggi kadar air yang terkandung di dalam minyak kalumpang yang dihasilkan, maka suhu yang dibutuhkan oleh minyak untuk menyala akan semakin tinggi pula. Menurut Prihandana, dkk. (2006) Penentuan titik nyala ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. Standar Nasional Indonesia menetapkan titik nyala bioenergi lebih tinggi (Minimal 100°C) sehingga lebih aman dibandingkan dengan petrodiesel atau biosolar (Minimal 55°C)



Gambar 5. Diagram Batang Suhu Titik Nyala Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat

#### D. Warna Minyak

Hasil uji visual dengan menggunakan MSCC (*Munsell soil colour chart*) terhadap warna minyak biji kalumpang menunjukkan bahwa warna minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat memiliki nilai skala warna yaitu 5.8/8 (kuning). Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat skala warna minyak biji kalumpang menjadi sekitar 5.8/6(kuning)- 5.8/4 (kuning pucat), seperti pada Gambar 5. Hal ini berarti, semakin tinggi konsentrasi penambahan asam fosfat maka warna minyak akan semakin jernih.



Gambar 6. Minyak Biji Kalumpang tanpa Penambahan Asam Fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat

Keterangan : AO = Tanpa Penambahan asam fosfat

AI = Penambahan asam fosfat 1% dari volume bahan baku

AII = Penambahan asam fosfat 2% dari volume bahan baku

AIII = Penambahan asam fosfat 3% dari volume bahan baku

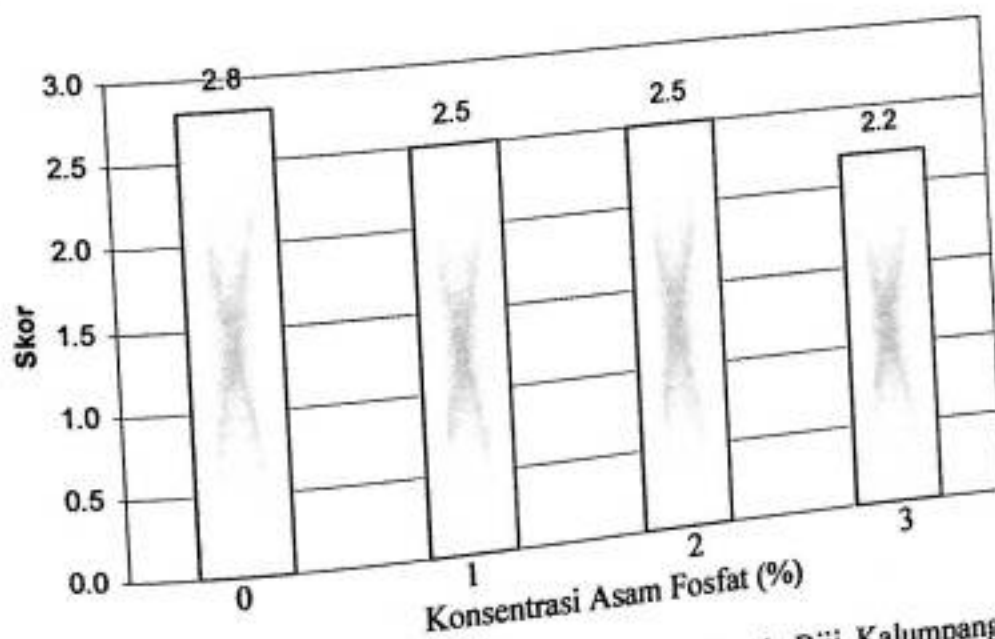
5,8/8 = Kuning

5,8/6 = Kuning

5,8/4 = Kuning Pucat

### E. Aroma Minyak

Hasil uji organoleptik terhadap aroma minyak biji kalumpang menunjukkan bahwa aroma minyak biji kalumpang tanpa penambahan asam fosfat memiliki skor yaitu 2.8 (agak suka). Sedangkan minyak biji kalumpang setelah penambahan asam fosfat skor aroma minyak biji kalumpang menjadi sekitar 2.5 – 2.2 dan tergolong dalam kategori sangat tidak suka, seperti pada Gambar 7. Minyak kalumpang memiliki aroma yang berbau tengik dan sangat menyengat. Hal ini berarti, semakin tinggi konsentrasi penambahan asam fosfat maka aroma minyak biji kalumpang akan semakin tidak disukai. Menurut Susilo (2006) untuk menghilangkan bau yang tidak enak dalam minyak dapat dilakukan proses lanjutan yaitu proses deodorisasi yaitu penyulingan minyak dengan uap panas dalam tekanan atmosfer atau keadaan vakum. Hanya saja untuk bioenergi, proses ini tidak diperlukan.



Gambar 7. Uji Organoleptik Terhadap Aroma Minyak Biji Kalumpang Tanpa Penambahan Asam Fosfat dan Setelah Penambahan Asam Fosfat



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian variasi perlakuan penambahan asam fosfat pada minyak biji kalumpang berpengaruh terhadap kualitas minyak biji kalumpang
2. Semakin tinggi penambahan konsentrasi asam fosfat mengakibatkan menurunnya nilai rendemen, kadar air minyak, titik nyala, warna minyak biji kalumpang semakin jernih dan aroma minyak semakin tidak disukai. Penambahan asam fosfat 3% dari volume bahan baku mengakibatkan kualitas minyak biji kalumpang semakin bagus ditandai dengan semakin berkurangnya kadar air (0,06 %) dan warna minyak biji kalumpang semakin jernih

### B. Saran

Perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai komposisi minyak biji kalumpang, pengolahan minyak biji kalumpang menjadi bioenergi serta melakukan uji kelayakan pada mesin diesel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brill dan Agcaoili. 2005. *Sterculia foetida* Linn,  
<http://www.bpl.da.gov.ph/publications/mp/pdf/k/kalumpang.pdf>,  
[20 September 2007]
- Devi, A. R., K. Setiawan, I. Hendarto, dan E. Ratnasari. 2006. **BBM Alternatif : Biofuel Makin Dilirik**. <http://WartaEkonomi.com>, [ 6 Juli 2007]
- Gasperz, V. 1994. **Metode Perancangan Percobaan**. Armico, Bandung.
- Guenter Ernest. 1987. **Minyak Atsiri Jilid I**. Penerbit Universitas Indonesia. UI Press. Jakarta
- Hambali, E, S, Mujdalipah, A, H, Tambunan, A,W, Pattiwiri, dan R, Hendroko. 2007. **Teknologi Bioenergi, Biodiesel, Bioetanol, Biogas, Pure Plant Oil, Biobriket dan Bio Oil**. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Harris, R. 1987. **Tanaman Minyak Atsiri**. Penebar Swadaya. Jakarta
- Heyne, K. 1987. **Tumbuhan Berguna Indonesia II**. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Bogor.
- Ketaren, S. 2005. **Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan**. Universitas Indonesia, Jakarta
- Kustamiyati. 1994. <http://www.geocities.com/meteorkita/sensoris-flower.pdf>.  
[ 3 Januari 2008].
- Prihandana, R. , Hendroko,R, dan Nuramin, M. 2006. **Menghasilkan Biodiesel Murah: Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM**. PT Agromedia Pustaka, Jakarta
- Pusat Perhutanan Tani Dunia. 2005. **Pokok Kalumpang Jari**.  
[http://ms.wikipedia.org/wiki/Pokok\\_Kelumpang\\_Jari](http://ms.wikipedia.org/wiki/Pokok_Kelumpang_Jari) [8 September 2006].
- Rampengan, V,J. Pintu, D,T. Sembet. 1985. **Pengantar Teknologi Pangan**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Susilo, B. 2006. **Biodiesel Pemanfaatan Biji Jarak Pagar Sebagai Alternatif Bahan Bakar**. Trubus Agrisana, Surabaya.

Uslinawaty, J. 1995. **Analisis Komposisi Kimia Kayu Kalumpang (*Sterculia foetita* LINN)**. Skripsi Hasil Penelitian. Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.

Whitmore, T.C., I.G.M. Tantra.dan Sutisna. 1989. **Flora of Indonesia, Check List for Sulawesi**. Published by Agency for Forestry Research and Development,Forest Research and Development Centre, Bogor.

Lampiran 1. Tabel Hasil Pengukuran Rendemen Minyak Biji Kalumpang Tanpa Penambahan Asam Fosfat dan Setelah Penambahan Asam Fosfat

Penambahan Asam Fosfat (%) dari volume bahan baku	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
0%	20.80	21.62	21.44	63.87	21.29
1%	17.83	19.73	20.60	58.16	19.39
2%	16.56	18.74	19.68	54.98	18.33
3%	17.40	18.54	17.97	53.91	17.97

Sumber : Data Primer setelah diolah, 2008

Lampiran 2. Tabel Analisis Sidik Ragam Pengukuran Rendemen Minyak Biji Kalumpang Tanpa Penambahan asam Fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	3	20.013	6.67	5.259*	4.07	7.59
Galat	8	10.148	1.269			
Total	12					

\* Berpengaruh Nyata

Lampiran 3. Tabel Hasil Pengukuran Kadar Air Minyak Biji Kalumpang tanpa penambahan asam fosfat dan setelah Penambahan Asam Fosfat

Penambahan Asam Fosfat (%) dari volume bahan baku	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
0%	0.6	0.2	0.6	1.4	0.46
1%	0.4	0.2	0.4	1	0.33
2%	0.2	0.2	0	0.4	0.13
3%	0.2	0	0	0.2	0.06

Sumber : Data Primer setelah diolah, 2008

Lampiran 4. Tabel Analisis Sidik Ragam Pengukuran Kadar Air Minyak Biji Kalumpang Tanpa Penambahan Asam Fosfat dan Setelah Penambahan Asam Fosfat

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	3	0.303	0.101	4.333*	4.07	7.59
Galat	8	0.187	0.023			
Total	12					

\* Berpengaruh Nyata

Lampiran 5. Format Kuisisioner Analisis Aroma Pada Minyak Kalumpang

Nama Produk : Minyak Biji Kalumpang  
 Nama Responden :  
 Tanggal :  
 Instruksi : Berikanlah Penilaian pada Sampel yang Disajikan  
 Berdasarkan :

- 1 = Sangat tidak suka
- 2 = Tidak suka
- 3 = Agak suka
- 4 = Suka
- 5 = Sangat suka

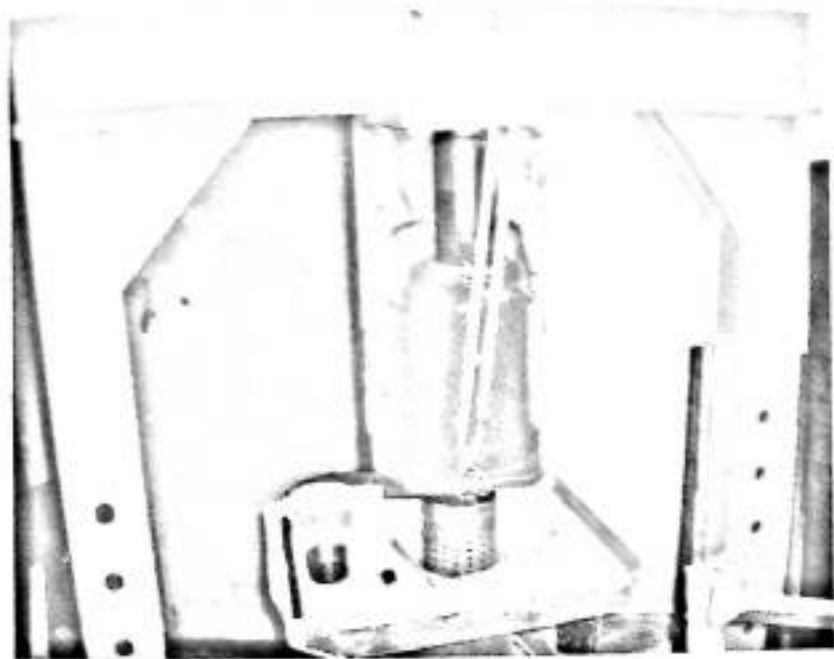
Perlakuan	Kode Sampel			
	0%	1%	2%	3%
Aroma				

Lampiran 6. Tabel Hasil Penilaian Panelis Terhadap Aroma Minyak Biji Kalumpang Tanpa Penambahan Asam Fosfat dan Setelah Penambahan Asam Fosfat

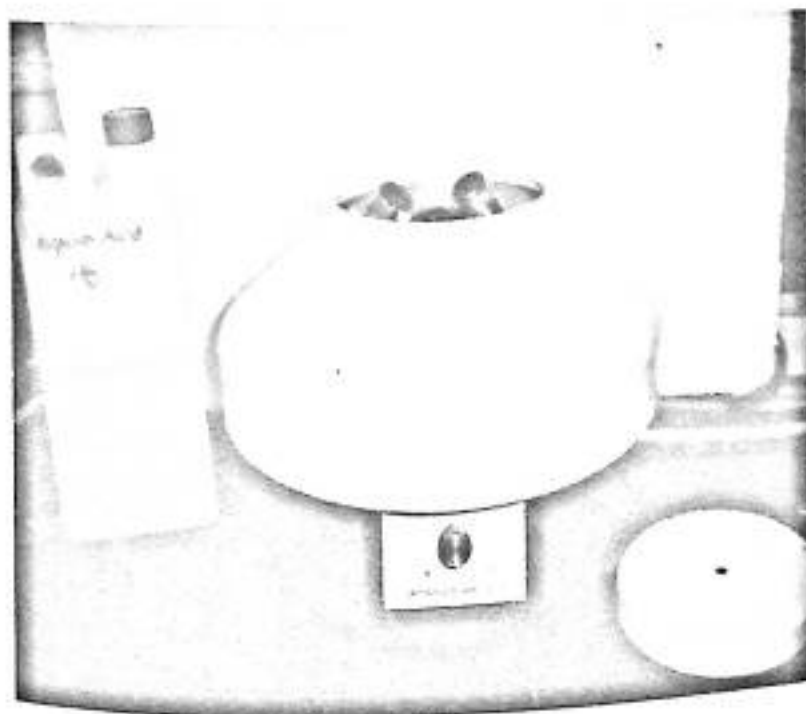
Panelis	Perlakuan			
	0%	1%	2%	3%
1	4	2	2	2
2	3	3	2	1
3	2	2	2	4
4	3	3	2	2
5	3	3	3	1
6	2	2	3	2
7	2	2	2	2
8	3	2	2	3
9	3	2	4	3
10	3	3	3	2
Total	3	4	25	22
Rata-rata	29	25	2.5	2.2

Sumber : Data Primer setelah diolah, 2008

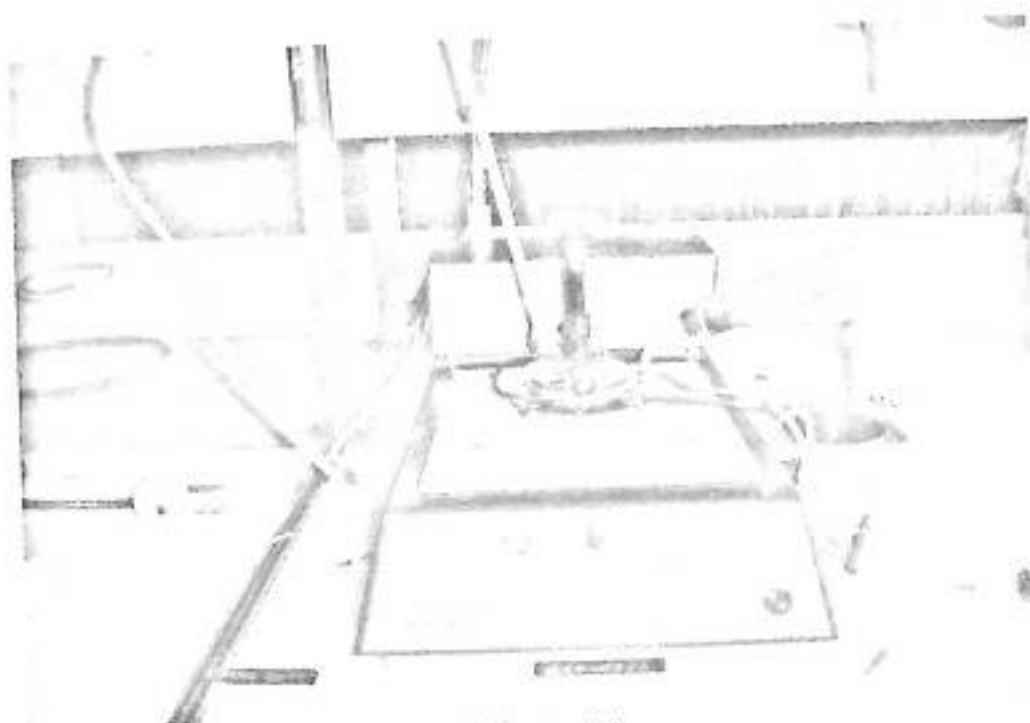
Lampiran 7. Gambar Alat Minyak Biji Kelampayan Kasar dan Minyak Biji Kelampayan setelah Disentrifusi



Gambar 8. Alat Pres Hidrolik



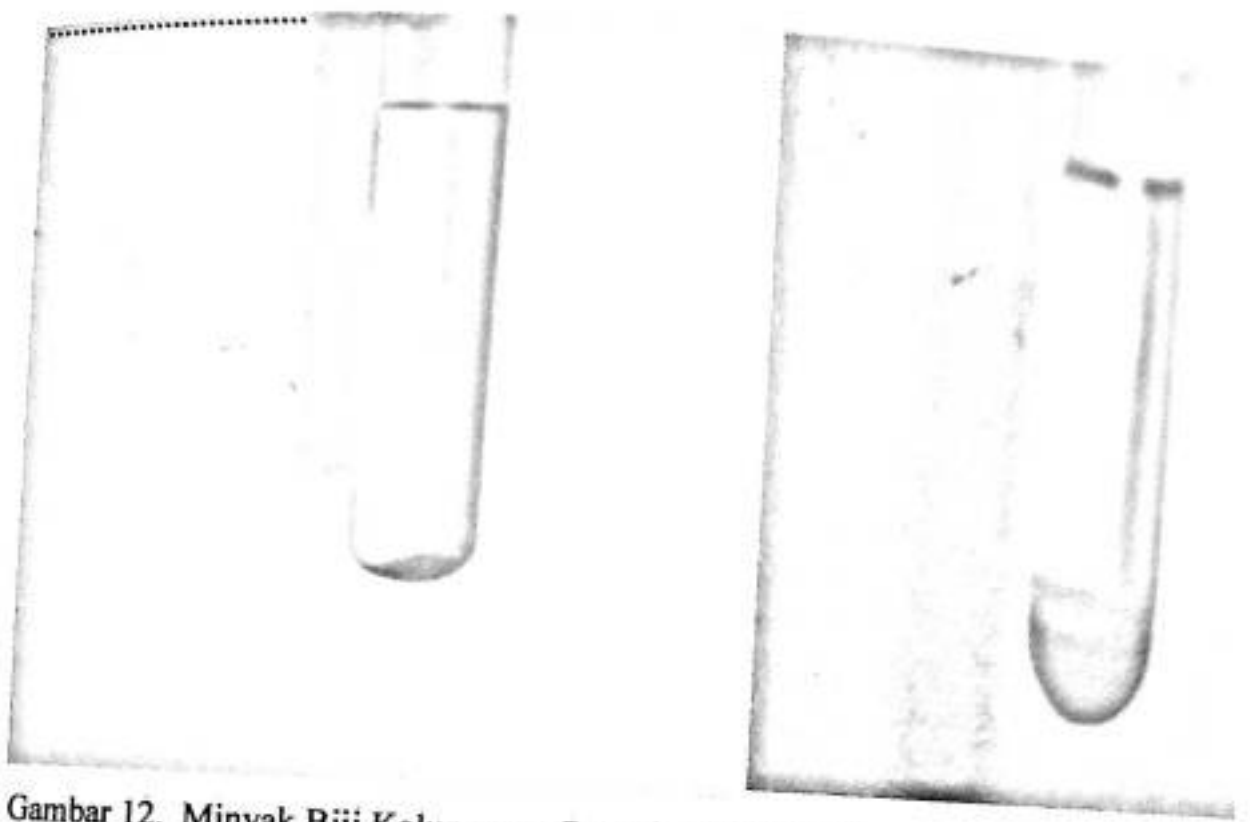
Gambar 9. Alat Sentrifusi



Gambar 10. Alat *flash point* (Titik Nyala)



Gambar 11. Minyak Biji Kalumpang Kasar



Gambar 12. Minyak Biji Kalumpang Setelah Disentrifusi



Gambar 13. Minyak Biji Kalumpang Murni Hasil *Sentrifusi*