



**PENGGUNAAN ARANG AKTIF LIMBAH KAYU JATI SEBAGAI  
PENGIKAT ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK JELANTAH  
TERHADAP PROFIL LIPID MENCIT**

**SKRIPSI**

Oleh

Uswatun Asihta  
NIM 122110101099

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



**PENGGUNAAN ARANG AKTIF LIMBAH KAYU JATI SEBAGAI  
PENGIKAT ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK JELANTAH  
TERHADAP PROFIL LIPID MENCIT**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

Uswatun Asihta  
NIM 122110101099

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji syukur atas karunia dan nikmat yang telah diberikan Allah SWT serta diberikan kemudahan dalam perjalanan skripsi ini hingga selesai. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua saya, ayahanda Teguh Asiyono, ibunda Cholifah, dan adik saya M. Wildan Ramadhani, serta saudara-saudara saya tercinta yang telah memberikan dukungan, kasih sayang, doa, dan lain sebagainya;
2. Bapak dan ibu guru yang telah memberikan ilmu dan bimbingan yang penuh manfaat dari mulai bangku taman kanak-kanak hingga di perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

## MOTTO

“Memulai dengan penuh keyakinan,  
Menjalani dengan penuh keikhlasan,  
Menghadapi dengan penuh keistiqomahan.”

“Dan hak Allah menerangkan jalan yang lurus, dan diantaranya ada (jalan) yang menyimpang. Dan jika Dia menghendaki, tentu Dia memberi petunjuk kamu semua (ke jalan yang benar).

*(Terjemahan Surat An-Nahl: 9)\**

---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. *Al Qur'an Terjemahan dan Tafsir Per Kata: Ringkasan Tafsir Asbabun Nuzul Jalaluddin As-Suyuthi Ringkasan Hadits Bukhari Muslim*. Bandung: Penerbit Jabal

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Uswatun asihta

NIM : 122110101099

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *“Penggunaan Arang Aktif Limbah Kayu Jati Sebagai Pengikat Asam Lemak Bebas Pada Minyak Jelantah Terhadap Profil Lipid Mencit”* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 4 April 2017  
Yang menyatakan

(Uswatun Asihta)  
NIM. 122110101099

**SKRIPSI**

**PENGGUNAAN ARANG AKTIF LIMBAH KAYU JATI SEBAGAI  
PENGIKAT ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK JELANTAH  
TERHADAP PROFIL LIPID MENCIT**

Oleh

Uswatun Asihita  
NIM 122110101099

Pembimbing

Pembimbing Utama : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes.

Pembimbing Anggota : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul Penggunaan Arang Aktif Limbah Kayu Jati Sebagai Pengikat Asam Lemak Bebas Pada Minyak Jelantah Terhadap Profil Lipid Mencit telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 04 April 2017

Tempat : Ruang Sidang I Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Sulistiyani, S.KM., M.Kes  
NIP. 197606152002122002

Prehatin Trirahayu N., S.KM., M.Kes.  
NIP. 198505152010122003

Anggota

Erwan Widyatmoko, S.T.  
NIP. 197802052000121003

Mengesahkan

Dekan,

Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes.  
NIP. 198005162003122002



## RINGKASAN

**Penggunaan Arang Aktif Limbah Kayu Jati Sebagai Pengikat Asam Lemak Bebas Pada Minyak Jelantah Terhadap Profil Lipid Mencit;** Uswatun Asihta; 122110101099; 94 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember.

Minyak goreng salah satu kebutuhan pokok manusia sebagai salah satu bahan dalam pengolahan bahan makanan. Minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan. Penggunaan minyak goreng secara berulang bertujuan untuk mengurangi pengeluaran bagi para pedagang makanan. Minyak goreng tersusun dari beberapa macam asam lemak. Asam lemak tak jenuh jamak pada minyak yang digunakan menggoreng secara berulang akan berubah menjadi asam lemak tak jenuh “trans”. Asam lemak ini meningkatkan kadar kolesterol LDL dan bersamaan juga menurunkan kadar kolesterol HDL. Tingginya kadar kolesterol total dalam plasma darah, kolesterol LDL, kolesterol *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) serta rendahnya kolesterol HDL berhubungan dengan aterosklerosis koroner yang juga berisiko terhadap penyakit jantung koroner. Adsorben merupakan cara sederhana dan efisien dalam pemurnian minyak jelantah salah satunya menggunakan adsorben arang aktif. Kayu jati dapat digunakan sebagai arang aktif karena memiliki kandungan karbon tinggi, termasuk golongan kayu keras, berpori-pori banyak dan berat jenis tinggi. Penggunaan arang aktif ini dapat menurunkan kadar asam lemak bebas (ALB) pada minyak yang telah memiliki kadar ALB tinggi. Penelitian sebelumnya hanya menguji kualitas minyak goreng yang telah diberikan arang aktif saja. Dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui kualitas arang aktif dari limbah kayu jati sebagai adsorben minyak goreng bekas dan sekaligus pemanfaatan limbah kayu jati, serta untuk mengetahui keamanan minyak daur ulang terhadap profil lipid kolesterol total, trigliserida, kolesterol-HDL pada mencit secara *in vivo*. Jenis penelitian ini adalah *true experimental* dengan rancangan *post test only-control group design*. Tahap pertama minyak curah, minyak jelantah, dan minyak pemurnian diuji bilangan asam masing-masing terdapat 9 replikasi. Kemudian dilanjutkan tahap kedua yaitu uji profil lipid yaitu kadar kolesterol total, trigliserida dan kolesterol-HDL. Mencit jantan *balb-c*



berjumlah 24 dibagi dalam 4 kelompok yaitu kelompok kontrol (K), perlakuan I ( $X_1$ ), perlakuan II ( $X_2$ ), dan perlakuan III ( $X_3$ ). Setiap hari, 6 ekor mencit dalam tiap kelompok diberikan minyak 0,35 ml/20 grBB secara peroral. Selama 14 hari diinduksi, K diberikan aquades,  $X_1$  diberikan minyak curah,  $X_2$  diberikan minyak jelantah, dan  $X_3$  diberikan minyak hasil pemurnian. Hari ke-15, mencit diambil darahnya melalui *plexus orbital retro*. Kualitas arang aktif limbah kayu jati adalah rendemen arang aktif 73,93%, kadar air 6,5%, kadar zat mudah menguap 19%, kadar abu 7%, kadar karbon terikat 80%, daya jerap iodin 780,62 mg/g. Bobot dan waktu optimum dari uji pendahuluan adalah 5% b/v dan 90 menit. Bilangan asam 3 macam minyak terdapat perbedaan signifikan berdasarkan uji kruskal wallis. Bilangan asam minyak curah (0,451%) berbeda signifikan dengan minyak jelantah (0,911%) dan bilangan asam minyak jelantah berbeda signifikan dengan minyak pemurnian (0,432%). Namun, seluruh kadar asam lemak bebas dari ketiga macam minyak ini telah melebihi ketentuan SNI 7709:2012 tentang minyak goreng kelapa sawit. Hasil kolesterol total seluruh kelompok melebihi batas normal 82,4 mg/dl. Data kolesterol total pada pengujian statistik menggunakan *one way anova*, hasil didapatkan bahwa terdapat minimal 1 kelompok yang memiliki perbedaan secara nyata yaitu kelompok  $X_3$  (122,23 mg/dL) terhadap kelompok K (86,99 mg/dL) dan kelompok  $X_1$  (88,03 mg/dL). Hasil trigliserida yang kurang dari kadar normal 100,3 mg/dl hanya kelompok minyak pemurnian. Data trigliserida diuji statistik menggunakan *kruskal wallis*, hasil yang didapatkan bahwa terdapat minimal 1 kelompok yang memiliki perbedaan secara nyata yaitu kelompok kontrol terhadap ketiga kelompok perlakuan. Hasil kadar kolesterol-HDL seluruh kelompok perlakuan meningkat dibandingkan dengan kelompok kontrol. Data kolesterol-HDL diuji statistik menggunakan *one way anova*, hasilnya tidak terdapat perbedaan secara nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwasannya penggunaan arang aktif kayu jati mampu mengikat asam lemak bebas minyak goreng dan mengontrol kadar trigliserida dan kolesterol-HDL pada profil lipid mencit namun kadar kolesterol total masih tinggi.

## SUMMARY

**The Use of Activated Charcoal Waste Teak as Free Fatty Acid Binder on Used Cooking Oil to Lipid Profile of Mice;** Uswatun Asihta; 122110101099; 94 page; Departement of Environmental Health an Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Jember University.

Cooking oil is one of the basic human needs as an ingredient in food processing. Cooking oil serves as a medium of heat, add a savory flavor, nutritional value and calories in food. The use of cooking oil repeatedly aims to reduce spending for food traders. Cooking oil is composed of several kinds of fatty acids. Poly unsaturated fatty acid (PUFA) in cooking oil used repeatedly will turn into "Trans" unsaturated fatty acids. This fatty acids raise levels of LDL cholesterol and simultaneously also lower levels of HDL cholesterol. High levels of total cholesterol in the blood plasma, LDL cholesterol, cholesterol Very Low Density Lipoprotein (VLDL) and low HDL cholesterol is associated with coronary atherosclerosis which of course also at risk for coronary heart disease. The adsorbent is a simple and efficient manner in the purification of used cooking oil, one of which uses activated charcoal adsorbent. Teak wood can be used as activated charcoal because it has a high carbon content, including in the hardwood has many pores and high specific gravity. The use of activated charcoal can reduce levels of free fatty acids (FFA) in oils which have had high levels of FFA. Previous studies have only tested the quality of the cooking oil that has been given activated charcoal alone. So this research is conducted to know the quality of activated charcoal from teak waste as adsorbent of used cooking oil and also the utilization of teak waste, and to know the safety of recycled oil to lipid profile of total cholesterol, triglyceride, HDL cholesterol in mice in vivo. This type of research is true experimental laboratories with post-test only control group design. The first stage, three kind of oils (bulk oil, used cooking oil, and oil purification) tested the acid number at 9 replication for every oil. Then, lipid profile test. Twenty-four male mice *balb-c* were divided into 4 groups: control group (K), the treatment I ( $X_1$ ), treatment II ( $X_2$ ), and treatment III ( $X_3$ ). Every day, six mice in each group given oil 0,35 ml/20 g WB orally. For 14 days induced, K

given distilled water, X<sub>1</sub> given bulk oil, X<sub>2</sub> given used cooking oil, and X<sub>3</sub> are given oil purification orally. On day 15<sup>th</sup>, mice were sacrificed and blood is taken via retro orbital plexus. The quality of an activated charcoal waste teak is yield of 73.93%, water content of 6.5%, volatile matter content of 19%, 7% ash content, bound carbon content of 80%, power trap iodine of 780.62 mg / g. Optimum weight and time of preliminary test is 5% w/v and 90 minutes. The acid number of 3 kinds of oil are significant differences based krusskall Wallis test. The acid number of Bulk Oil (0,451%) differ significantly from used cooking oil (0,911%) and acid number of used cooking oils differ significantly from the oil refining (0,432%). The results of total cholesterol in all groups exceed normal limits 82.4 mg / dl. Total cholesterol statistically tested using one-way ANOVA, the results found that there are at least one group having real difference is found in the group X<sub>3</sub> (122,23 mg/dL) against group K (86,99 mg/dL) and group X<sub>1</sub> (88,03 mg/dL). The results of triglycerides less than normal levels of 100.3 mg / dl only in the group of oil purification. Triglycerides statistically tested using Kruskal Wallis test, the results found that there are at least one group having real difference is found in the control group of the three treatment groups. The results-of HDL cholesterol levels increased throughout the treatment group compared with the control group. Data-HDL cholesterol statistically tested using one-way ANOVA, results were obtained that there is no real difference. The results of this study indicate that use of activated charcoal waste teak is able to bind free fatty acid oil and control the levels of triglycerides and HDL-cholesterol in the lipid profile of mice but total cholesterol levels is still high.

## PRAKATA

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat terselesaikannya penelitian skripsi dengan judul “Penggunaan Arang Aktif Limbah Kayu Jati Sebagai Pengikat Asam Lemak Bebas Pada Minyak Jelantah Terhadap Profil Lipid Mencit” dengan sebaik-baiknya. Pada kesempatan ini saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes. sebagai dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan hingga skripsi ini dapat terselesaikan;
2. Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes. dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktunya dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan hingga proposal skripsi ini dapat terselesaikan.;
3. Ibu Sulistiyani, S.KM., M.Kes. sebagai Ketua Penguji, Ibu Prehatin Trirahayu N., S.KM., M.Kes. sebagai Sekretaris Penguji, dan Bapak Erwan Widyatmoko, S.T. sebagai Anggota Penguji, yang telah memberikan masukan untuk kesempurnaan skripsi ini;
4. Seluruh Dosen peminatan Kesehatan Lingkungan yang telah memberikan pembelajaran ilmu;
5. Seluruh Dosen pengajar di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
6. Laboratorium BIOSAIN Politeknik Jember dan Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah membantu dan bekerjasama demi terselesaikannya penelitian ini;
7. Teman-teman yang telah memberikan pengalaman proses pemaparan terhadap mencit yaitu dari Fakultas Farmasi Winda, Ika, Ayu, dan dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Puput Bariyatik;
8. Sahabat saya Hawwin Elina Arizka yang telah memberikan semangat, motivasi, dan dukungan selama ini;

9. Sahabat saya yang berada di Sidoarjo yang telah memberikan pembelajaran, motivasi, dan banyak lagi selama ini;
10. Teman-teman peminatan kesehatan lingkungan 2012 yang telah memberikan kebersamaan, canda tawa, dan banyak lagi;
11. Teman-teman PBL 1 Fadil, Handika, Adit, Mas Dimas, Krisna, Yayuk, Nurul, Nyimas, Lutfi, Een, Naichi, Nevi dan Dudul yang telah berbagi kebahagiaan dan motivasi;
12. Teman-teman FKM angkatan 2012 terima kasih atas kebersamaan, semangat dan dukungan yang telah diberikan selama perkuliahan;
13. Semua pihak yang telah terlibat dalam proses penyempurnaan proposal skripsi ini.

Hasil penelitian ini telah penulis susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran yang membangun. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, 4 April 2017

Penulis



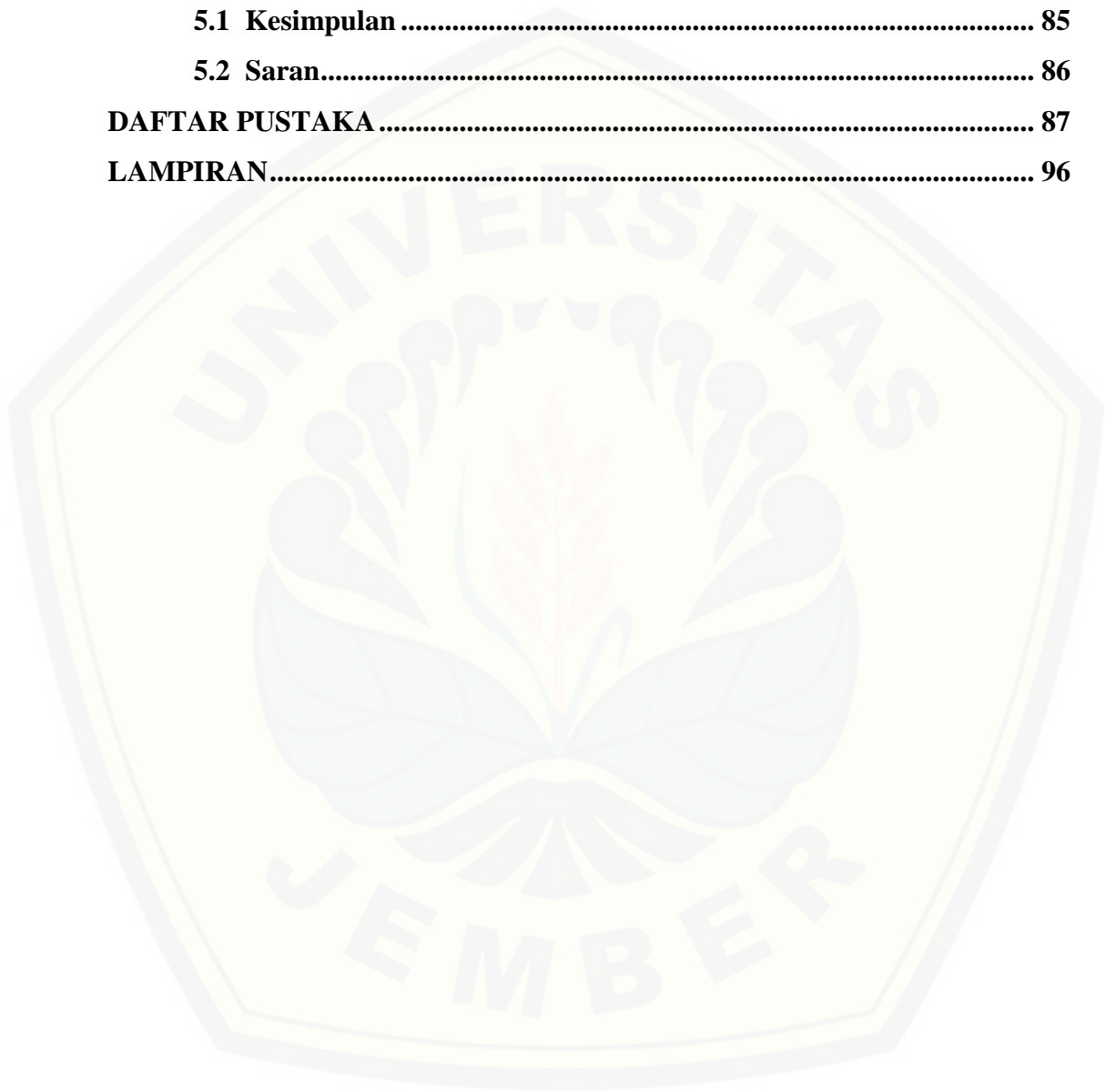
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>MALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>x</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3 Tujuan</b> .....	<b>4</b>
1.3.1 Tujuan Umum.....	<b>4</b>
1.3.2 Tujuan Khusus .....	<b>5</b>
<b>1.4 Manfaat</b> .....	<b>5</b>
1.4.1 Manfaat teoritis .....	<b>5</b>
1.4.2 Manfaat Praktis .....	<b>5</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Kerusakan Minyak</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Adsorpsi</b> .....	<b>9</b>

<b>2.3 Arang Aktif .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Minyak Goreng.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5 Kayu Jati .....</b>	<b>22</b>
<b>2.6 Lipid .....</b>	<b>25</b>
2.6.1 Definisi dan Fungsi Lipid .....	25
2.6.2 Lipid Plasma dan Lipoprotein .....	25
<b>2.7 Lipid dan Kesehatan .....</b>	<b>29</b>
<b>2.8 Pengujian Profil Lipid .....</b>	<b>30</b>
2.8.1 Kolesterol.....	30
2.8.2 Trigliserida.....	32
2.8.3 Kolesterol-HDL .....	33
<b>2.9 Kerangka Teori .....</b>	<b>35</b>
<b>2.10 Kerangka Konsep.....</b>	<b>36</b>
<b>2.11 Hipotesis Penelitian .....</b>	<b>38</b>
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>41</b>
<b>3.3 Penentuan Sampel Penelitian.....</b>	<b>42</b>
<b>3.4 Variabel dan Definisi Operasional .....</b>	<b>46</b>
<b>3.5 Data dan Sumber Data .....</b>	<b>49</b>
<b>3.6 Teknik dan Alat Perolehan Data .....</b>	<b>49</b>
<b>3.7 Prosedur Kerja Penelitian .....</b>	<b>58</b>
<b>3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data .....</b>	<b>59</b>
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>62</b>
<b>4.1 Hasil .....</b>	<b>62</b>
4.1.1 Kualitas Arang Aktif Limbah Kayu Jati .....	62
4.1.2 Uji Pendahuluan.....	62
4.1.3 Pemurnian dan karakterisasi minyak goreng.....	65
4.1.4 Uji Profil Lipid pada Mencit.....	66
<b>4.2 Pembahasan .....</b>	<b>69</b>
4.2.1 Analisis kualitas arang aktif limbah kayu jati.....	69



4.2.2 Analisis uji pendahuluan.....	74
4.2.3 Analisa Pemurnian dan karakterisasi minyak goreng.....	75
4.2.4 Analisa profil lipid pada mencit .....	77
<b>BAB 5 PENUTUP.....</b>	<b>85</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>85</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>86</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>96</b>



**DAFTAR TABEL**

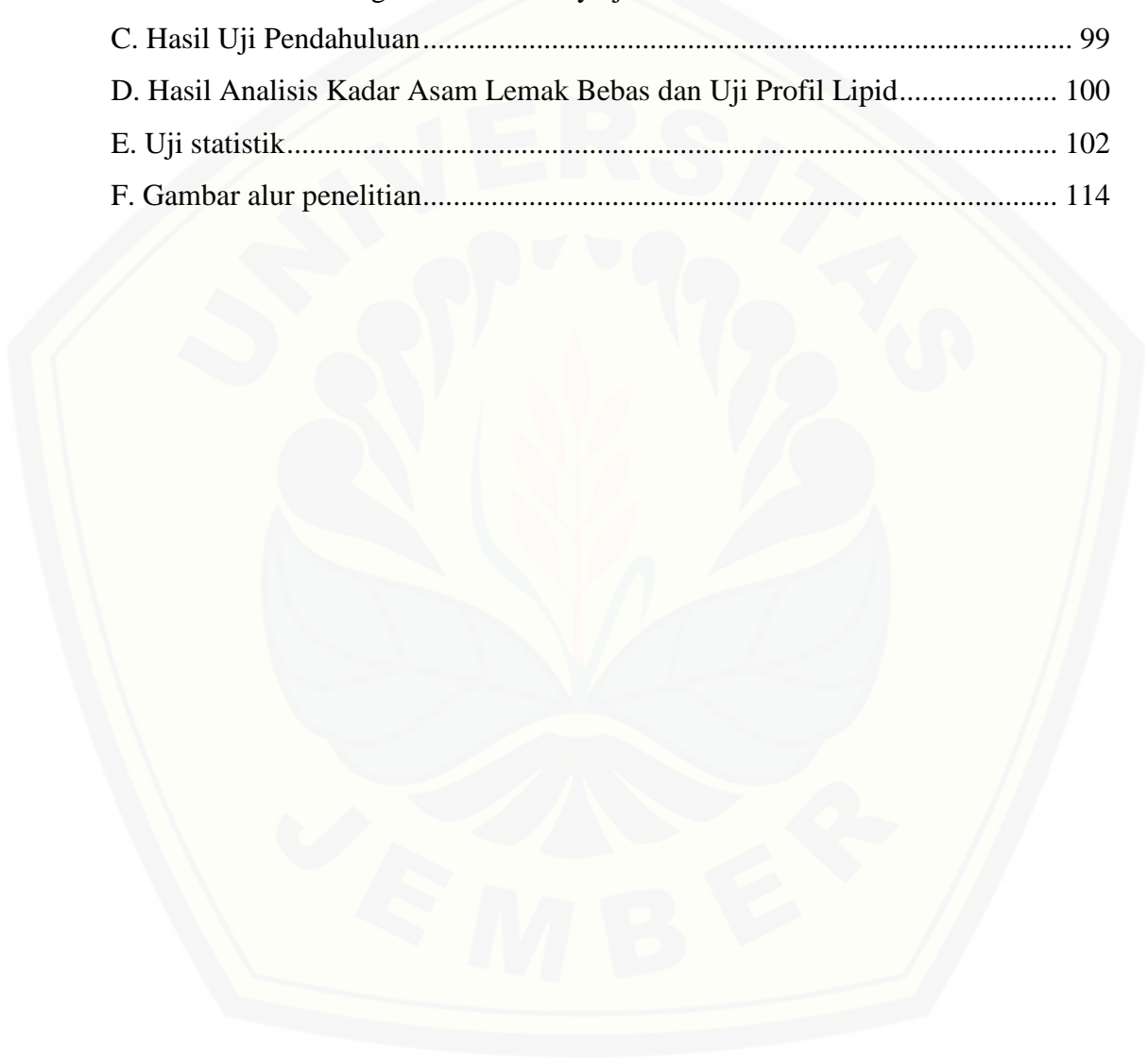
	Halaman
2.1 Syarat Mutu Minyak Goreng Sawit .....	9
2.2 Klasifikasi Minyak Nabati .....	18
2.3 Klasifikasi Minyak Hewani .....	18
2.4 Hasil pengukuran tegakan dan analisis biomasa Jati ( <i>Tectona grandis</i> ).....	24
2.5 Sifat arang dari kayu, bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa .....	24
3.1 RAL efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah .....	44
3.2 RAL tahap penentuan profil lipid mencit dari minyak goreng hasil adsorpsi arang aktif kayu jati .....	45
3.3 Definisi Operasional .....	48
4.1 Kualitas Arang Aktif Limbah Kayu Jati .....	62
4.2 Hasil Uji Pendahuluan Bobot.....	62
4.3 Hasil Uji Pendahuluan Waktu.....	64
4.4 Hasil Rata-Rata Asam Lemak Bebas .....	65
4.5 Hasil Rata-Rata Profil Lipid Mencit .....	67

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Reaksi Hidrolisis Minyak .....	8
2.2 Proses Adsorpsi pada Karbon Aktif : Transfer Molekul Adsorbat ke Adsorben (Manocha, 2003 dalam Sitorus, 2014:5).....	10
2.3 Gaya Tarik antara Molekul-Molekul Polar.....	11
2.4 Terjadinya Gaya Dipol-Dipol Induksian .....	11
2.5 Terjadinya gaya London .....	12
2.6 Pembentukan Dipol sesaat pada Molekul Nonpolar.....	12
2.7 Beberapa macam minyak nabati .....	21
2.8 Minyak goreng curah dan Minyak goreng kemasan bermerek .....	22
2.9 Hutan jati dan kayu jati.....	23
2.10 Kerangka Teori .....	35
2.11 Kerangka Konsep.....	36
3.1 Rancangan penelitian untuk mengukur efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi bilangan asam pada minyak jelantah .....	40
3.2 Rancangan penelitian untuk penentuan profil lipid mencit dari minyak goreng hasil adsorpsi arang aktif kayu jati .....	41
3.3 Prosedur Kerja Penelitian .....	58
3.4 Alur Penelitian .....	61
4.1 Hasil Uji Pendahuluan Bobot Optimum.....	63
4.2 Hasil Uji Pendahuluan Waktu Optimum .....	64
4.3 Kadar rata-rata ALB berbagai macam minyak.....	66
4.4 Hasil Rata-Rata Kadar Kolesterol Total, TG, dan HDL.....	67

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Perhitungan dosis bahan uji yang diberikan pada hewan coba .....	96
B. Hasil kualitas arang aktif limbah kayu jati .....	97
C. Hasil Uji Pendahuluan.....	99
D. Hasil Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dan Uji Profil Lipid.....	100
E. Uji statistik.....	102
F. Gambar alur penelitian.....	114



**DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG**

%	= Persen
°C	= Derajat Celcius
=	= Sama dengan
-	= sampai dengan/ dikurangi
+	= Tambah
±	= Kurang lebih
≥	= Lebih dari samadengan
≤	= Kurang dari sama dengan
>	= Lebih dari
<	= Kurang dari
/	= per, atau
µg/hari	= mikrogram per hari
B/V	= Bobot per volume
ALB	= Asam Lemak Bebas
FKM	= Fakultas Kesehatan Masyarakat
gr	= Gram
kg	= Kilogram
L	= Liter
mg/dL	= Miligram per deciliter
mg/g	= Miligram per gram
mg/l	= Miligram per liter
ml	= Mililiter
pH	= <i>Potential of Hydrogen</i>
ppm	= Part per milion
RAL	= Rancangan Acak Lengkap
SNI	= Standart Nasional Indonesia

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia sebagai salah satu bahan dalam pengolahan bahan makanan. Minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan (Ketaren, 2008:139). Biasanya konsumen lebih cenderung memilih makanan praktis, jumlah banyak dan harga yang murah. Oleh karena itu, para pedagang menekan pengeluaran jumlah bahan yang digunakan dan melakukan apapun agar tetap mendapat keuntungan yang cukup. Salah satu caranya adalah dengan penggunaan minyak goreng secara berulang kali. Minyak goreng yang sudah digunakan beberapa kali pemakaian disebut dengan minyak jelantah (*waste cooking oil*). Minyak jelantah banyak digunakan di pedagang kaki lima dan restoran siap saji.

Data Susenas September 2015 konsumsi rata-rata minyak goreng di daerah perkotaan dan di pedesaan sebesar 0,215 Liter per kapita dalam seminggu (Badan Pusat Statistik, 2015:39). Tingginya penggunaan minyak goreng membuat kebutuhan minyak goreng meningkat dari tahun ke tahun. Minyak goreng diproduksi dari minyak kelapa sawit dalam skala besar di Indonesia. Produksi minyak kelapa sawit di Indonesia tahun 2013 mencapai 22.630,6 ribu ton di provinsi sentra produksi minyak goreng yaitu diantaranya Provinsi Riau, Sumatera Utara, Kalimantan Tengah, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Jambi, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Selatan (Badan Pusat Statistik, 2014:5-6). Widjanarko *et al.* (2010:29-30) menyatakan bahwa di Indonesia belum ada data resmi mengenai jumlah minyak goreng jelantah yang di hasilkan dari sektor rumah tangga dan industri. Widjanarko *et al.* memperkirakan setiap rumah tangga menghasilkan minyak jelantah 50 ml per hari sehingga jika setiap RT terdapat 30 kepala rumah tangga menjadi 45 liter perbulannya. Hasil observasi lapang yang dilakukan oleh Putra (2015:5) pada tahun 2013 didapatkan volume minyak jelantah 8.326 kg per hari di Kota Padang.



Mutu lemak atau minyak dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain dalam proses pengolahan, penanganan, penyimpanan, dan penggunaan (Muchtadi *et al.*, 2010:264). Penggunaan minyak goreng berulang kali mengakibatkan kerusakan pada mutu dan nilai gizi pada bahan yang digoreng. Penggunaan minyak goreng secara berulang akan membahayakan kesehatan. Menurut Rukmini (2007:5) dan Sutejo (2012:9-16) dalam penelitiannya organ tikus yang diberi makanan mengandung minyak jelantah mengalami kerusakan sel hepar (liver), jantung, pembuluh darah dan ginjal serta terdapat peningkatan kadar kolesterol serum mencit. Secara kimia, minyak goreng tersusun dari asam lemak jenuh (*Saturated Fatty Acid/SFA*) dan asam lemak tidak jenuh (*Unsaturated Fatty Acid*) yang terbagi menjadi dua yaitu asam lemak tidak jenuh tunggal (*Mono Unsaturated Fatty Acid/MUFA*) dan asam lemak tidak jenuh jamak (*Poly Unsaturated Fatty Acid/PUFA*) (Chalid *et al.*, 2008:82; Sartika, 2008:155). Menurut Alamsyah (2005) dalam Tuminah (2009:15) kandungan asam lemak jenuh (rantai sedang dan rantai panjang) pada minyak kelapa sawit sebanyak 51,50% dan total kandungan asam lemak tak jenuh (rantai tunggal dan ganda) sebanyak 48,50%.

Asam lemak jenuh dapat mempengaruhi profil lipid. Profil lipid darah terdiri dari kolesterol total, kolesterol *High Density Lipoprotein* (HDL), trigliserida, kolesterol *Low Density Lipoprotein* (LDL) dan *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL). Asam lemak jenuh dalam jumlah banyak meningkatkan kadar kolesterol *Low Density Lipoprotein* (LDL) dan *High Density Lipoprotein* (HDL), sehingga secara langsung meningkatkan kadar kolesterol total darah (yang jumlahnya merupakan paduan kolesterol LDL dan HDL), serta memperkecil rasio kolesterol Total : HDL. Asam lemak tak jenuh tunggal menurunkan kadar kolesterol LDL tanpa mempengaruhi kadar kolesterol HDL darah. Asam lemak tak jenuh jamak menurunkan kadar kolesterol LDL dan HDL. Asam lemak tak jenuh jamak pada minyak yang digunakan menggoreng secara berulang akan berubah menjadi asam lemak tak jenuh "Trans". Asam lemak tak jenuh "trans" meningkatkan kadar kolesterol LDL dan bersamaan juga menurunkan kadar kolesterol HDL. Tingginya kadar kolesterol total dalam plasma darah, kolesterol LDL, kolesterol *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) serta rendahnya kolesterol HDL berhubungan dengan



aterosklerosis koroner pada orang dewasa (Tuminah, 2009:13-16). Penurunan kadar kolesterol HDL, berarti juga memperbesar rasio kolesterol total : kolesterol HDL secara bermakna. Tingginya rasio kolesterol total : kolesterol HDL (>4,2), menunjukkan peningkatan risiko kejadian penyakit jantung koroner sebesar 1,81 kali (Woodward *et al.*, 2007:2656; Firdiansyah, 2014:13). Konsumsi asam lemak trans memiliki banyak pengaruh buruk terhadap kesehatan diantaranya penyakit jantung, kanker, diabetes, imunitas, reproduksi, laktasi serta kegemukan (Tuminah, 2009:17).

Beberapa cara dapat dilakukan untuk pemurnian minyak jelantah, salah satunya adalah pemurnian dengan menggunakan adsorben. Adsorben yang merupakan cara yang sederhana dan efisien dalam pemurnian minyak jelantah (Maskan & Bagci, 2003:215-218). Arang aktif merupakan salah satu dari jenis adsorben yang mengadsorpsi secara fisik. Arang aktif adalah arang yang konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain serta pori-porinya dibersihkan dari unsur lain atau kotoran, sehingga permukaan karbon atau pusat aktif menjadi bersih dan lebih luas. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai arang aktif yaitu kayu jati. Menurut Yudanto (2009) serbuk gergaji kayu jati mempunyai kandungan karbon tinggi. Hasil analisa proksimat untuk kadar karbon tetap (*Fixed Carbon*) serbuk kayu Jati (*Tectona grandis*) 15,15% sedangkan hasil analisa secara ultimat sebesar 43,68% (Yuliwati, 2013:7-8). Hasil pengukuran tegakan dan analisis biomassa kayu jati didapatkan rata-rata kandungan karbon per sepuluh tahun (dekade) sebesar 53,91% (Basuki *et al.*, 2008:104). Kadar karbon terikat merupakan indikasi kandungan karbon murni pada arang aktif. Penelitian yang dilakukan oleh Sutapa (2005:176-177) menunjukkan bahwa kadar karbon terikat pada arang aktif kayu jati dengan aktivasi suhu 750°C sebesar 76,09% sedangkan pada arang aktif tongkol jagung sebesar 73,32%. Hal tersebut menunjukkan hasil kadar karbon terikat pada arang aktif kayu jati lebih besar dibandingkan kadar karbon terikat pada arang aktif tongkol jagung.

Lin *et al.*, (1998:2) melakukan penelitian dengan campuran adsorben yang terdiri atas 4,5% *clay*, 0,5% *charcoal*, 2,5% MgO dan 2,5% celite dapat menurunkan *Free Fatty Acid* (FFA) sebesar 74%. Maskan (2003) melaporkan

bahwa campuran yang terdiri dari 2% *pekmez earth*, 3% bentonit, dan 3% magnesium silikat dapat mengurangi FFA minyak goreng bekas dari 0,29% menjadi 0,175%. Hasil penelitian Suryani (2009:15) menggunakan arang aktif tongkol jagung menunjukkan penurunan kadar asam lemak bebas sebesar 51,6% untuk arang aktif tanpa aktivasi kimia dan 17,7% untuk arang aktif dengan aktivasi kimia pada pemurnian minyak goreng bekas. Penelitian yang dilakukan oleh Aisyah (2010:101) didapatkan pemurnian minyak goreng bekas dengan menggunakan karbon aktif polong buah kelor mampu menurunkan asam lemak bebas dari 0,35% menjadi sebesar 0,28% pada proses pemisahan bumbu (*despicing*), pada proses netralisasi menjadi sebesar 0,16%, kemudian menjadi sebesar 0,05% pada proses pemucatan (*bleaching*) 650°C konsentrasi NaCl 30%.

Penelitian arang aktif sampai saat ini sebagai adsorben minyak goreng bekas pakai hanya terbatas pada uji kualitas minyak goreng saja tetapi belum sampai pada uji keamanan secara *in vivo*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas arang aktif dari limbah kayu jati sebagai adsorben minyak goreng bekas dan sekaligus pemanfaatan limbah kayu jati, serta untuk mengetahui keamanan minyak daur ulang terhadap profil lipid kolesterol total, trigliserida, kolesterol-HDL pada mencit secara *in vivo*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan permasalahan yaitu “Bagaimana penggunaan arang aktif limbah kayu jati sebagai pengikat asam lemak bebas pada minyak jelantah terhadap profil lipid mencit secara *in vivo*?”.

## 1.3 Tujuan

### 1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis pengaruh penggunaan arang aktif kayu jati sebagai pengikat asam lemak bebas pada minyak jelantah terhadap profil lipid mencit secara *in vivo*.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengukur kualitas arang aktif limbah kayu jati.
- b. Menentukan bobot arang aktif dan waktu pengontakan optimum dalam uji pendahuluan.
- c. Mengukur kadar asam lemak bebas pada minyak curah, minyak jelantah, dan minyak jelantah yang telah dipapar menggunakan arang aktif kayu jati.
- d. Mengukur profil lipid mencit dengan pemberian minyak curah, minyak jelantah, dan minyak jelantah yang telah dipapar menggunakan arang aktif kayu jati.
- e. Menganalisis kualitas arang aktif limbah kayu jati.
- f. Menganalisis bobot arang aktif dan waktu pengontakan optimum.
- g. Menganalisis kadar asam lemak bebas pada minyak curah, minyak jelantah, dan minyak jelantah yang telah dipapar menggunakan arang aktif kayu jati (minyak hasil pemurnian).
- h. Menganalisis profil lipid mencit dengan pemberian minyak curah, minyak jelantah, dan minyak jelantah yang telah dipapar menggunakan arang aktif kayu jati (minyak hasil pemurnian).

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat teoritis

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pengembangan ilmu di bidang kesehatan masyarakat khususnya pada bidang pengelolaan minyak jelantah dan pemanfaatan limbah kayu.

### 1.4.2 Manfaat Praktis

#### 1. Bagi Mahasiswa

Memberikan pengetahuan dan wawasan baru tentang bahaya minyak jelantah pada kesehatan, pengelolaan minyak jelantah, dan penggunaan arang aktif sebagai adsorben.

## 2. Bagi Fakultas

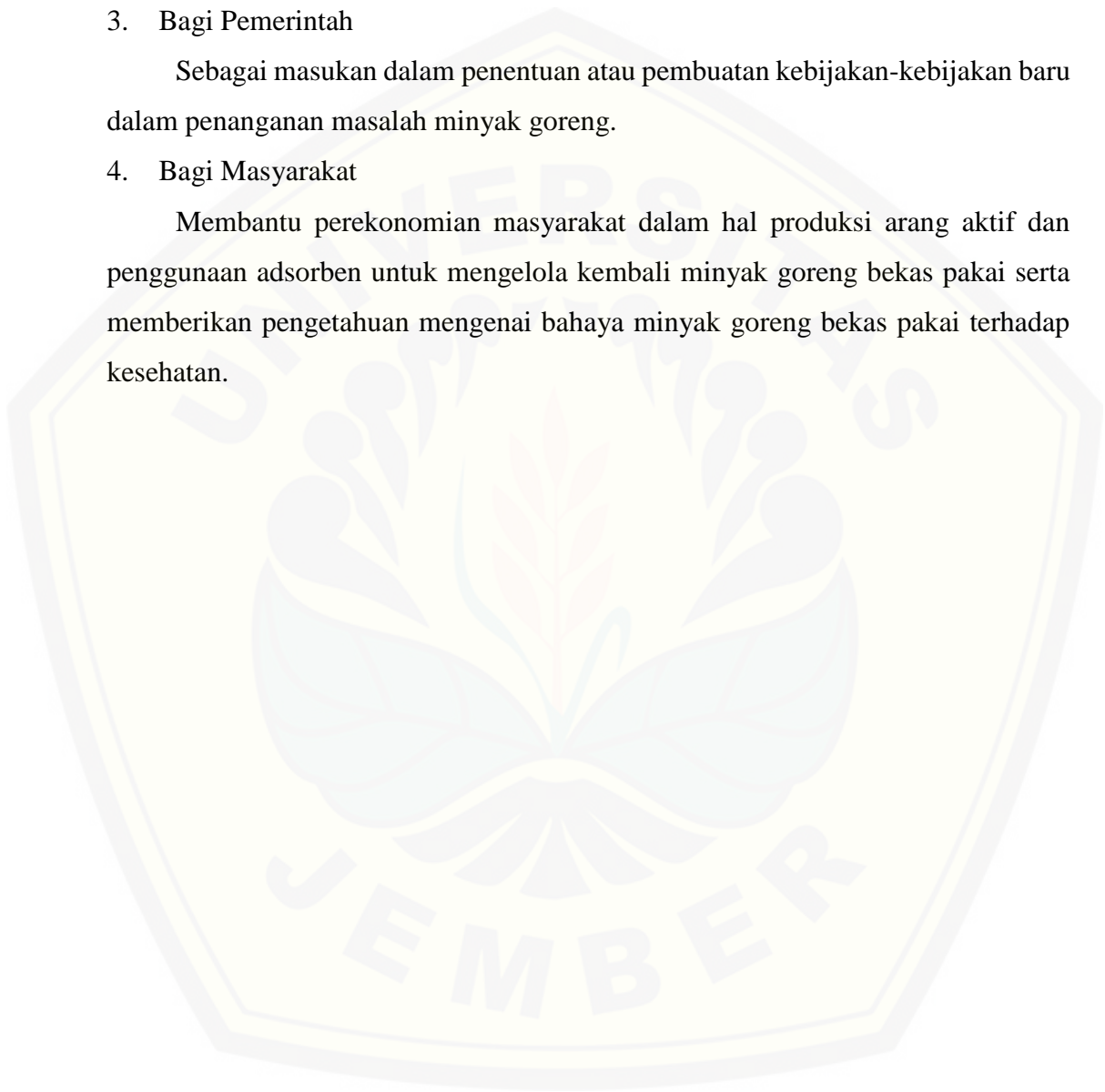
Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan bacaan atau referensi terkait dengan pengelolaan minyak goreng bekas pakai, dan penggunaan arang aktif sebagai adsorben

## 3. Bagi Pemerintah

Sebagai masukan dalam penentuan atau pembuatan kebijakan-kebijakan baru dalam penanganan masalah minyak goreng.

## 4. Bagi Masyarakat

Membantu perekonomian masyarakat dalam hal produksi arang aktif dan penggunaan adsorben untuk mengelola kembali minyak goreng bekas pakai serta memberikan pengetahuan mengenai bahaya minyak goreng bekas pakai terhadap kesehatan.



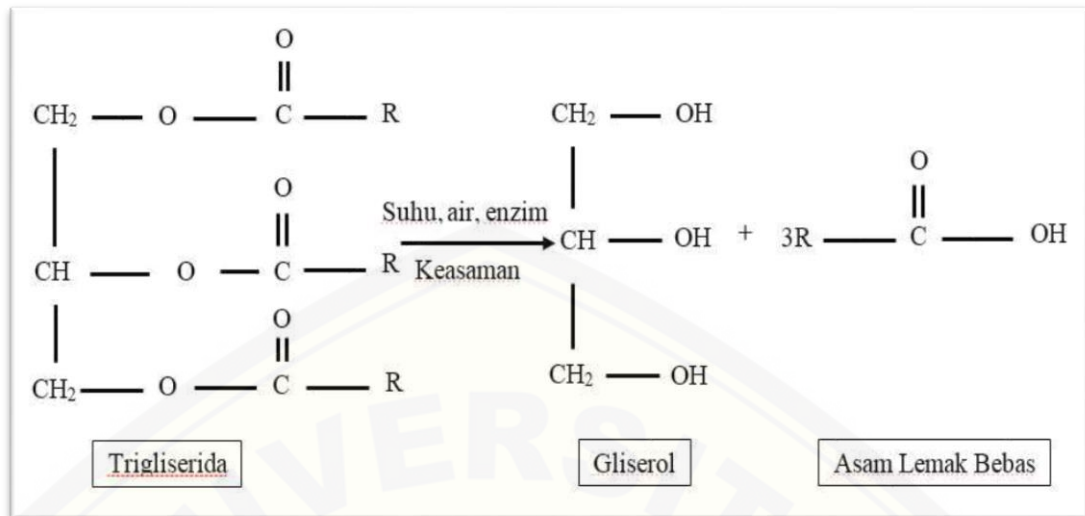
## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kerusakan Minyak

Secara umum komponen utama minyak yang sangat menentukan mutu minyak adalah asam lemaknya, karena asam lemak menentukan sifat kimia maupun stabilitas minyak (Djatkiko *et al.*, 1985 dalam Rachmawati, 2004:10). Menurut Robertson selama proses penggorengan, terjadi kontak minyak dengan udara, pemanasan berlebihan, kontak dengan bahan pangan dan adanya partikel-partikel yang gosong (Rachmawati, 2004:12). Udara mengandung oksigen. *Tainting* atau penyerapan bau pada minyak disebabkan minyak bersifat mudah menyerap bau. Minyak yang terserap pada pembungkus yang dapat menyerap minyak, akan teroksidasi dengan udara mengakibatkan timbulnya bau dan dapat rusak sehingga minyak dalam pembungkus juga akan menyerap minyak yang telah rusak tersebut (Winarno, 2002:105). Menurut Winarno (1999) dalam Rachmawati (2004:11) Pangan yang digoreng juga akan menyerap minyak sehingga jumlah kalori makanan meningkat setelah di goreng. Jenis makanan yang digoreng tidak mudah untuk dicerna karena adanya lemak yang terserap dalam makanan.

Minyak goreng mengandung sejumlah besar asam lemak tidak jenuh dalam molekul trigliserida. Pemanasan minyak goreng pada suhu tinggi dan adanya oksigen menyebabkan terjadinya reaksi kimia dari asam lemak tidak jenuh (Ketaren, 2008:113-114). Kontak minyak dengan bahan makanan yang mengandung air dan pemanasan suhu tinggi akan menyebabkan proses hidrolisis minyak. Hidrolisis minyak menyebabkan terbentuknya gliserol dan asam lemak bebas. Selain hidrolisis, penggunaan minyak pada suhu tinggi dapat mempercepat oksidasi pada minyak sehingga mengakibatkan ketengikan dan membentuk asam lemak trans (*elaidat*) (Winarno, 2002:106; Sartika, 2009:23).





Sumber: Ketaren (2008:28)

Gambar 2.1 Reaksi Hidrolisis Minyak

Oksidasi pada minyak dapat dipercepat dengan adanya faktor-faktor ini yaitu suhu tinggi, sinar (UV dan biru) dan ionisasi radiasi ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , dan  $x$ ), peroksida (termasuk lemak yang dioksidasi), enzim lipoksidase, katalis Fe-organik (misalnya hemoglobin, dst), dan katalis logam (Cu, Fe, dsb) (Ketaren, 2008:79). Menurut Perkins (1967) Panas penggorengan akan menyebabkan terjadinya oksidasi termal asam lemak tak jenuh yang ditandai dengan penurunan bilangan iod, peningkatan kekentalan minyak, kenaikan bilangan asam, terjadinya kenaikan kandungan karbonil oksigen yang ditandai oleh peningkatan bilangan peroksida dan kenaikan indeks bias (Rachmawati, 2004:12).

Berikut ini syarat mutu minyak goreng sawit pada tabel 2.1:

Tabel 2.1 Syarat Mutu Minyak Goreng Sawit

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	1.1 Bau	-	Normal
	1.2 Rasa	-	Normal
	1.3 Warna ( <i>lovibond 5,25" cell</i> )	Merah/kuning	Maks. 5,0/50
2	Kadar air dan bahan menguap (b/b)	%	Maks. 0,1
3	Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam palmitat)	%	Maks. 0,3
4	Bilangan peroksida	Mek O <sub>2</sub> /kg	Maks. 10*
5	Vitamin A	IU/g	Min.45*
6	Minyak pelikan		Negatif
7	Cemaran logam		
	7.1 Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
	7.2 Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,1
	7.3 Timah (Sn)	mg/kg	Maks.40,0/250,00**
	7.4 Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks.0,05
8	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1

Catatan:

\* pengambilan contoh di pabrik

\*\* dalam kemasan kaleng

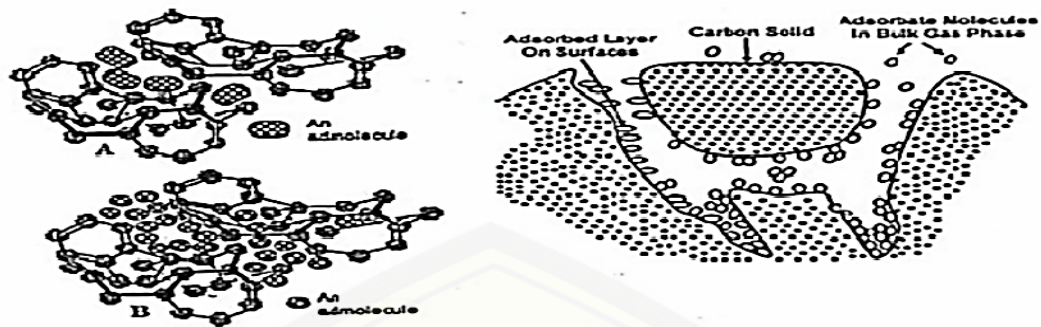
Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI) 7709:2012

## 2.2 Adsorpsi

Menurut Atkins (1999) dalam Achmad (2011:2), adsorpsi merupakan peristiwa terakumulasinya partikel pada permukaan/antarmuka. Partikel yang terakumulasi dan terjerap oleh permukaan disebut adsorbat dan material tempat terjadinya adsorpsi disebut adsorben.

Ilustrasi proses adsorpsi pada adsorben arang aktif dapat dilihat pada gambar 2.2 (Manocha, 2003 dalam Sitorus, 2014:5):





Gambar 2.2 Proses Adsorpsi pada Karbon Aktif : Transfer Molekul Adsorbat ke Adsorben (Manocha, 2003 dalam Sitorus, 2014:5)

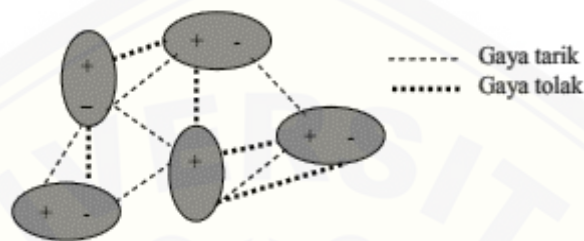
Proses adsorpsi terdiri atas 2 tipe, yaitu adsorpsi fisik (*Physisorption*) dan kimia (*Chemisorpsi*). Berikut ini merupakan penjelasan dari dua tipe adsorpsi (Arfan, 2006 & Perwitasari, 2008 dalam Hendra, 2008:7-8):

a. Adsorpsi fisik (*Physisorption*)

Adsorpsi fisik ini terjadi akibat gaya *Van Der Waals* merupakan gaya tarik menarik relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Adsorpsi ini dapat terjadi jika adsorbat melalui aliran pada permukaan adsorben yang bersih. Adsorbat pada adsorpsi fisik ini tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga dapat bergerak ke bagian permukaan lainnya, dan permukaan adsorben yang ditinggalkan akan digantikan oleh adsorbat lainnya. Ciri-ciri dari adsorpsi fisik yaitu:

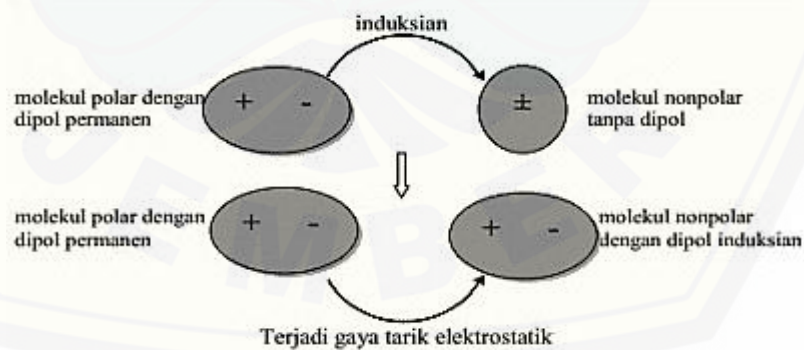
- 1) Proses adsorpsi terjadi pada *ambient* dengan temperatur rendah dibawah temperatur kritis dari adsorbat,
- 2) Gaya tarik-menarik antar molekul yang terjadi adalah gaya *Van Der Waals*,
- 3) Proses adsorpsi terjadi tanpa memerlukan energi aktivasi,
- 4) Panas adsorpsi yang dikeluarkan rendah,  $\Delta H < 20$  kJ/mol,
- 5) Ikatan yang terbentuk dalam adsorpsi fisika dapat diputuskan dengan mudah, yaitu dengan cara pemanasan pada temperatur 150-200°C selama 2-3 jam,
- 6) Proses adsorpsi irreversible.

Gaya *Van Der Waals* meliputi gaya dipol-dipol, gaya dipol-dipol induksian dan gaya London. Gaya dipol-dipol adalah gaya tarik antara molekul polar dengan polar. Gaya tarik antara molekul-molekul tersebut lebih kuat dibandingkan dengan gaya tolaknya, yang ditunjukkan dalam gambar 2.3 (Effendy, 2006 dalam Istighfaro, 2010: 44-47).



Gambar 2.3 Gaya Tarik antara Molekul-Molekul Polar

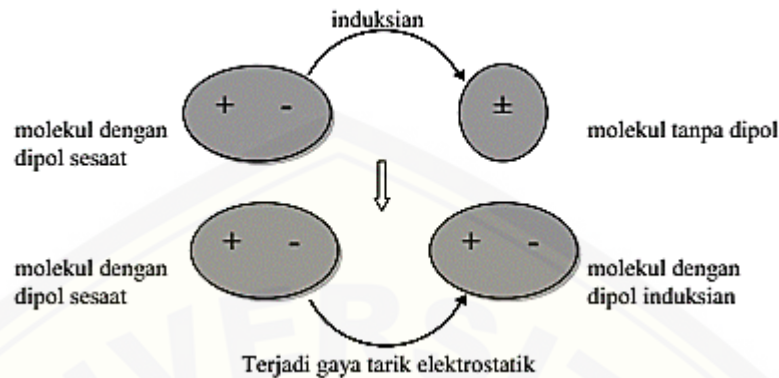
Gaya dipol-dipol induksian adalah gaya tarik antara molekul polar dengan molekul nonpolar. Mekanisme gaya tersebut adalah apabila molekul polar dan molekul nonpolar berada pada jarak tertentu, molekul polar dapat menginduksi molekul nonpolar, sehingga pada molekul nonpolar terjadi dipol induksian, selanjutnya antara kedua molekul tersebut terjadi gaya tarik elektrostatis. Terjadinya gaya dipol-dipol induksian dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini (Effendy, 2006 dalam Istighfaro, 2010: 44-47):



Gambar 2.4 Terjadinya Gaya Dipol-Dipol Induksian

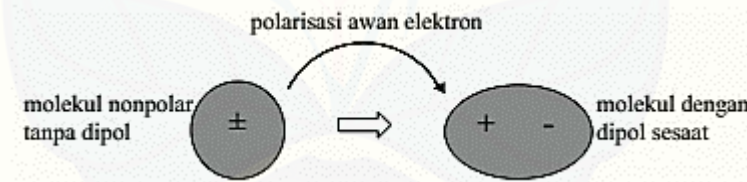
Gaya London adalah gaya tarik antara molekul nonpolar dengan nonpolar. Molekul nonpolar terdiri dari inti atom dan elektron. Elektron selalu bergerak mengelilingi inti atom, elektron tersebut pada suatu saat dapat terjadi polarisasi

rapatan elektron, yang menyebabkan pusat muatan positif dan muatan negatif memisah dan molekul dikatakan memiliki dipol sesaat.



Gambar 2.5 Terjadinya gaya London

Dipol sesaat ini, dalam waktu yang singkat akan hilang tetapi kemudian timbul kembali secara terus menerus dan bergantian. Apabila didekatnya ada molekul nonpolar sejenis atau berbeda maka molekul dengan dipol sesaat ini akan menginduksi molekul tersebut sehingga terjadi dipol induksian, kemudian antara kedua molekul tersebut terjadi gaya elektrostatis, yang ditunjukkan pada gambar 2.6:



Gambar 2.6 Pembentukan Dipol sesaat pada Molekul Nonpolar

b. Adsorpsi kimia (*Chemisorpsi*)

Menurut Suryawan (2004) dalam Hendra (2008:7-8) Adsorpsi ini terjadi diakibatkan terbentuknya ikatan kovalen dan ion antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben. Adsorpsi kimia ini disebut dengan absorpsi. Ikatan dalam adsorpsi kimia ini merupakan ikatan yang kuat yang membentuk lapisan *monolayer*. Berikut ini merupakan ciri-ciri dari adsorpsi kimia:

- 1) Proses adsorpsi terjadi pada ambient dengan temperatur tinggi dibawah temperatur kritis dari adsorbat.

- 2) Interaksi antara adsorbat dan adsorben berupa ikatan kovalen.
- 3) Proses adsorpsi memerlukan energi aktivasi yang besar.
- 4) Panas adsorpsi yang dikeluarkan  $50 < \Delta H < 800$  kJ/mol.
- 5) Proses adsorpsi reversibel pada temperatur tinggi

Menurut Budilaksono (2007) dalam Ginting (2008:8) adsorben dibagi menjadi tiga yaitu:

- a. Adsorben yang mengadsorpsi secara fisik (karbon aktif, silika gel dan zeolit),
- b. Adsorben yang mengadsorpsi secara kimia (*calcium chloride*, *metal hydride*, dan *complex salts*), dan
- c. *Composite adsorbent*: adsorben yang mengadsorpsi secara kimia dan fisik.

Jenis – jenis adsorben berdasarkan komponen penyusunnya, yaitu (Shofa, 2012:8):

- a. *Oxygen-containing compounds*: Jenis ini biasanya bersifat hidrofil dan bersifat polar. Contohnya adalah yang silika gel dan zeolit.
- b. *Carbon-based compounds*: Jenis ini biasanya bersifat hidrofob dan nonpolar. Contohnya adalah karbon aktif dan grafit.
- c. *Polymer-based compounds*: Jenis ini terdiri dari matriks polimer berpori yang mengandung gugus fungsi polar atau nonpolar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain sifat fisik dan kimia adsorben seperti luas permukaan, ukuran partikel, komposisi kimia, ukuran molekul dan konsentrasi adsorbat dalam fase cairan. Berikut ini penjelasan mengenai faktor yang mempengaruhi (Atkins, 1999 dalam Achmad, 2011:2; Benefield, 1982 dalam Saepudin, 2009:17-18):

- a. Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben berpengaruh pada semakin banyaknya adsorbat yang teradsorpsi sebab semakin banyak pula bagian-bagian aktif yang tersedia pada adsorben untuk kontak dengan adsorbat. Luas permukaan sebanding dengan jumlah bagian-bagian aktif adsorben.

- b. Ukuran molekul adsorbat

Molekul yang besar akan lebih mudah teradsorpsi daripada molekul yang kecil. Tetapi, pada difusi pori molekul-molekul yang besar akan mengalami



kesulitan untuk teradsorpsi akibat konfigurasi molekul yang tidak mendukung. Sehingga adanya batas ukuran molekul adsorpsi tertentu pada setiap adsorpsi.

Agar proses adsorpsi dapat terjadi, molekul-molekul adsorbat harus memiliki diameter yang lebih kecil dari pada diameter pori adsorben. Untuk kepolaran zat, bila adsorben bersifat non-polar, seperti karbon aktif, maka molekul-molekul nonpolar lebih kuat diadsorpsi oleh karbon aktif dari pada molekul-molekul yang polar. Sebaliknya, bila adsorben bersifat polar, maka molekul-molekul polar akan lebih kuat diadsorpsi dari pada yang non-polar (Shofa, 2012:7).

c. Konsentrasi adsorbat

Konsentrasi adsorbat yang tinggi akan menghasilkan daya dorong (*driving force*) yang tinggi bagi molekul adsorbat untuk masuk ke dalam bagian aktif adsorben.

d. Suhu

Pengaturan suhu akan mempengaruhi kecepatan proses adsorpsi karena adsorpsi merupakan proses kinetika.

e. pH

pH mempengaruhi terjadinya ionisasi ion hidrogen dan ion ini sangat kuat teradsorpsi. Asam organik lebih mudah teradsorpsi pada pH rendah sedangkan basa organik terjadi pada pH tinggi.

f. Waktu pengadukan

Waktu pengadukan yang relatif lama akan memberikan waktu kontak yang lebih lama terhadap adsorben untuk berinteraksi dengan adsorbat.

Menurut Suryani (2009:3) proses adsorpsi berlangsung melalui 3 tahapan, yaitu makrotranspor, mikrotranspor, dan sorpsi. Makrotranspor adalah difusi adsorbat melalui air menuju antarmuka cair-padat. Mikrotranspor ialah difusi adsorbat melalui sistem makropori dan sub-mikropori. Sorpsi merupakan istilah untuk menjelaskan kontak adsorbat dengan adsorben. Istilah ini digunakan karena sulitnya membedakan proses yang berlangsung, apakah fisisorpsi atau kemisorpsi.

### 2.3 Arang Aktif

Menurut Djatmiko *et al.* (1985) Arang adalah bahan padat berpori hasil pembakaran dari bahan yang mengandung unsur 85-95% karbon. Sebagian besar pori-porinya masih tertutup oleh hidrokarbon, ter, dan senyawa organik lain. Komponen arang terdiri atas karbon terikat, abu, air, nitrogen, dan sulfur. Arang kayu merupakan residu hasil penguraian atau pemecahan kayu karena panas, sebagian besar komponen kimianya adalah karbon. Arang dihasilkan dari pemanasan suhu tinggi. Pemanasan diusahakan tidak tercampur udara atau O<sub>2</sub> didalam ruang pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi (Achmad, 2011:1; Move Indonesia, 2007:6)

Arang dapat menyerap sejumlah kotoran dan racun yang dilakukan oleh karbon dalam arang tersebut. Daya serap arang ini ditentukan oleh luas permukaan bahan penyerap atau arang tersebut. Daya serap arang ini dapat melebihi kemampuan arang biasanya jika dilakukan aktifasi. Aktifasi merupakan proses untuk memperkuat daya serap dan daya penggubah dari arang dengan cara memberikan bahan kimia tertentu ataupun dengan pemanasan pada temperatur atau suhu tinggi juga menggunakan metode yang telah ditentukan dalam membuat arang aktif (Move Indonesia, 2007:6-7).

Arang aktif merupakan arang yang konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain dan masing-masing berikatan secara kovalen serta pori-porinya dibersihkan dari unsur lain atau kotoran, sehingga permukaan karbon atau pusat aktif menjadi bersih dan lebih luas. Keluasan area pusat aktif ini yang memperbesar kapasitas adsorpsi dan menentukan efektifitas kegunaannya sebagai adsorben (Istighfaro, 2010:93; Sudrajat & Pari, 2011:1; Ketaren, 2008:219). Polaritas arang aktif ditentukan berdasarkan aktifasi (suhu dan bahan pengaktif) dan bahan baku yang digunakan. Penentuan polaritas dapat melalui pengujian terhadap daya serap (benzene, klorofom, dan CHCl<sub>3</sub>). Identifikasi gugus fungsi lebih lanjut dapat dilakukan dengan pengujian *spektrofotometri infra merah* (FTIR) (Pari *et al*, Tanpa Tahun: 17-23; Pari *et al*, Tanpa Tahun; Pari *et al*, Tanpa Tahun; Pari *et al*, 2001: 231-244).

Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon baik bahan



organik maupun anorganik dengan ketentuan bahan tersebut memiliki struktur berpori. Bahan-bahan yang dapat digunakan untuk membuat arang aktif diantaranya yaitu kayu, batubara muda (biasanya digunakan sebagai arang aktif pemucat minyak makan), tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, kulit buah kopi, sekam padi, tempurung biji karet, tempurung biji jarak, tempurung kemiri, dan lain-lain. Namun dahulu sempat digunakan tulang sebagai arang aktif pada proses pemurnian gula, saat ini digantikan menggunakan arang aktif dari kayu (Sudrajat & Pari, 2011:12).

Tahapan pembuatan arang aktif yaitu (Move Indonesia, 2007:29):

- a. Dehidrasi: proses menghilangkan air. Bahan baku dipanaskan sampai temperatur  $170^{\circ}\text{C}$ .
- b. Karbonisasi: pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Pembentukan karbon terjadi pada temperatur  $400 - 600^{\circ}\text{C}$ . Temperatur diatas  $170^{\circ}\text{C}$  akan menghasilkan CO,  $\text{CO}_2$  dan asam asetat. Pada temperatur  $275^{\circ}\text{C}$ , dekomposisi menghasilkan tar, methanol dan hasil sampingan lainnya.
- c. Aktifasi: dekomposisi atau penguraian dari arang dan perluasan pori-pori. Dapat dilakukan dengan uap atau  $\text{CO}_2$  sebagai aktifator.

Teknik dan proses pembuatan arang aktif dibagi menjadi dua bagian yaitu (Move Indonesia, 2007:30):

- a. Proses Kimia: bahan baku arang aktif dicampur dengan bahan kimia tertentu. Kemudian bahan tersebut dibentuk menjadi batangan, dikeringkan dan dipotong-potong. Aktifasi dilakukan pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$ . Arang aktif yang dihasilkan, dicuci dengan air selanjutnya dikeringkan pada temperatur  $300^{\circ}\text{C}$ . proses kimia ini juga dapat dilakukan karbonisasi pada bahan baku terlebih dahulu yang selanjutnya dicampur dengan bahan-bahan kimia tertentu.
- b. Proses Fisika: bahan baku dikarbonisasi terlebih dahulu. Kemudian arang tersebut dihaluskan dan diayak untuk selanjutnya diaktifasi dengan cara pemanasan pada temperatur  $1000^{\circ}\text{C}$  yang disertai pengaliran uap. Proses fisika banyak digunakan dalam aktifasi arang yaitu proses briket dan destilasi kering.

## 2.4 Minyak Goreng

Minyak goreng adalah minyak yang telah mengalami proses pemurnian. Lemak dan minyak merupakan suatu trigliserida yang terbentuk dari kondensasi satu molekul gliserol dengan tiga molekul asam lemak. Parameter kualitas minyak meliputi sifat fisik dan sifat kimia. Namun, secara umum komponen utama yang sangat menentukan mutu minyak adalah asam lemaknya, karena asam lemak menentukan sifat kimia maupun stabilitas minyak menurut Djatmiko *et al.* (1986) dalam Haryono *et al.* (2010:52-56). Badan Standardisasi Nasional membagi istilah minyak goreng menjadi dua dalam Standart Nasional Indonesia (SNI) yang berbeda yaitu minyak goreng sawit terdapat pada SNI 7709:2012, sedangkan untuk minyak goreng terdapat pada SNI 3741:2013.

SNI 7709:2012 mendefinisikan minyak goreng sawit merupakan bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida berasal dari minyak sawit, dengan atau tanpa perubahan kimiawi, termasuk hidrogenasi, pendinginan dan telah melalui proses pemurnian dengan penambahan vitamin A (Badan Standardisasi Nasional, 2012:1). SNI 3741:2013 mendefinisikan minyak goreng merupakan bahan pangan dengan komposisi utamanya trigliserida yang berasal dari bahan nabati kecuali kelapa sawit, dengan atau tanpa perubahan kimiawi, termasuk hidrogenasi, pendinginan, dan telah melalui proses rafinasi atau pemurnian yang digunakan untuk menggoreng (Badan Standardisasi Nasional, 2013:1). Minyak goreng berperan sebagai tambahan bahan dalam pengolahan makanan untuk mendapatkan cita rasa bahan pangan, memperbaiki tekstur dan menambah kalori. Selain itu minyak goreng ini berfungsi sebagai media penghantar panas (Winarno, 2002:84).

Minyak yang digunakan dalam bahan pangan untuk keseharian dapat disebut lemak dan minyak yang dapat dimakan (*edible fat*) yang bersumber dari hewan maupun tumbuhan. Berdasarkan sumbernya minyak dan lemak dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Ketaren, 2008:13-17):

- a. Bersumber dari tanaman
  1. Biji-bijian palawija: minyak jagung, biji kapas, kacang, *rape seed*, wijen, kedelai, dan bunga matahari

2. Kulit buah tanaman tahunan: minyak zaitun dan kelapa sawit
  3. Biji-bijian dari tanaman tahunan: kelapa, cokelat, inti sawit, *babassu*, *cohune*, dan sebagainya.
- b. Bersumber dari hewani
1. Susu hewani peliharaan: lemak susu
  2. Daging hewan peliharaan: lemak sapi dan turunannya *oleostrearin*, *oleo stock*, lemak babi, dan *mutton tallow*.
  3. Hasil laut: minyak ikan sarden, *menhaden* dan sejenisnya, serta minyak ikan paus.

Sedangkan klasifikasi minyak goreng berdasarkan sifatnya yaitu:

Tabel 2.2 Klasifikasi Minyak Nabati

Kelompok Lemak	Jenis Lemak/Minyak
1. Lemak (berwujud padat)	Lemak biji cokelat, inti sawit, <i>cohune</i> , <i>babassu</i> , <i>tengkawang</i> , <i>nutmeg butter</i> , <i>mowavah butter</i> , dan <i>shea butter</i>
2. Minyak (berwujud cair)	
a. Tidak mengering ( <i>non drying oil</i> )	Minyak zaitun, kelapa, inti zaitun, kacang tanah, almond, inti alpukat, inti plum, jarak <i>rape</i> , dan <i>mustard</i> .
b. Setengah mengering ( <i>semi drying oil</i> )	Minyak dari biji kapas, kapok, jagung, gandum, bijibunga matahari, <i>croton</i> , dan urgen.
c. Mengering ( <i>drying oil</i> )	Minyak kacang kedelai, safflower, argemone, <i>hemp</i> , <i>walnut</i> , biji <i>poppy</i> , biji karet, <i>perilla</i> , <i>tung</i> , <i>linseed</i> , dan <i>candle nut</i> .

Sumber: Hilditch, T.P (1945) dalam Ketaren (2008:13-17)

Tabel 2.3 Klasifikasi Minyak Hewani

Kelompok Lemak	Jenis Lemak/Minyak
1. Lemak (berwujud padat)	
a. Lemak susu ( <i>butter fat</i> )	Lemak dari susu sapi, kerbau, kambing, dan domba.
b. Hewan perliharaan (gol. mamalia)	Lemak babai, <i>skin grease</i> , <i>mutton tallow</i> , lemak tulang, dan lemak/gemuk wool.
2. Minyak (berwujud cair)	
a. Hewan peliharaan	Minyak <i>neats food</i>
b. Ikan ( <i>fish oil</i> )	Minyak ikan paus, salmon, sarden, <i>menhaden jap</i> , <i>herring</i> , <i>shark</i> , <i>dog fish</i> , ikan lumba-lumba, dan minyak <i>purpoise</i> .

Beberapa jenis minyak bersumber dari bahan nabati (Ketaren, 2008:244-315):

a. Minyak wijen

Kandungan yang terdapat pada minyak wijen yaitu sterol dan zat-zat yang tidak dapat dipisahkan dengan permurnian, sedangkan kadar bahan nonminyak lainnya relative rendah, serta minyak wijen ini mengandung zat tidak tersabunkan dalam jumlah relatif tinggi. Komposisi asam lemak minyak wijen yaitu asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Asam lemak jenuh yang terdapat pada minyak wijen diantaranya palmitat dengan jumlah 9,1%, stearate 4,3%, arachidat 0,8%. Asam lemak tidak jenuh yang terdapat pada minyak wijen yaitu oleat 45,4% linoleat 40,4% dan linolenat.

b. Minyak jagung

Minyak jagung ini diperoleh dengan cara mengekstrak bagian lembaga pada jagung dengan menggunakan sistem pers (*pressing*) atau kombinasi sistem press dan pelarut menguap (*pressing and solvent extraction*). Minyak jagung ini memiliki nilai gizi sebesar 250 kkal/ons juga mengandung sitosterol yang membantu terhindar dari gejala atherosklerosis akibat terjadi kompleks antara sitosterol dan  $Ca^{++}$  dalam darah. Minyak jagung tersusun oleh gliserol dan asam-asam lemak. Asam lemak yang tersusun pada minyak jagung yaitu asam lemak jenuh (asam palmitat dan asam stearat) dan asam lemak tidak jenuh (asam oleat dan asam linoleat). Selain itu, minyak jagung mengandung bahan tidak tersabunkan (sitosterol, lilin, tokoferol, karotenoid) dan komponen lain yaitu tripene alkohol.

c. Minyak kedelai

Kandungan minyak dan komposisi asam lemak dalam kedelai dipengaruhi oleh varietas dan keadaan iklim tempat tumbuh. Lemak kasar terdiri dari trigliserida sebesar 90-95%, sedangkan sisanya ialah fosfatida, asam lemak bebas, sterol, dan tokoferol. Kadar minyak kedelai lebih tinggi dari kadar minyak sereal, namun lebih rendah dibandingkan jenis kacang-kacangan lainnya. Komposisi kimia minyak kedelai yaitu asam lemak tidak jenuh sebesar 85%, asam lemak jenuh sebesar 15%, dan jumlah lainnya yang sangat kecil diantaranya fosfolipida,

lesitin, cephalin, lipositol.

d. Minyak kelapa sawit

Kelapa sawit mengandung  $\pm 80\%$  pericarp dan 20% buah yang dilapisi kulit tipis; kadar minyak dalam pericarp  $\pm 34-40\%$ . Minyak kelapa sawit ini tergolong dalam lemak semi padat yang memiliki komposisi yang tetap.

Komposisi asam lemak minyak kelapa sawit dan minyak inti kelapa sawit yaitu asam kaprilat, asam kaproat, asam laurat, asam miristat, asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat. Kandungan karoten pada minyak kelapa sawit ini dapat mencapai 1000 ppm atau lebih, tetapi dalam minyak dari jenis tenera  $\pm 500-700$  ppm, kandungan tokoferol bervariasi dan dipengaruhi oleh penanganan selama produksi.

e. Minyak kelapa

Berdasarkan kandungan asam lemaknya minyak kelapa ini termasuk dalam golongan minyak asam laurat, karena kandungan asam lauratnya paling besar dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Berdasarkan tingkat ketidakterjenuhannya yang dinyatakan dengan bilangan iod (minyak kelapa sebesar 7,5-10,5), minyak kelapa ini dapat masuk dalam kategori golongan *non drying oils*.

Minyak kelapa memiliki komposisi asam lemak jenuh sebesar 90% dengan rincian mengandung 84% trigliserida dan tiga molekul asam lemak jenuh, 12% trigliserida dengan dua asam lemak jenuh, dan 4% trigliserida dengan satu asam lemak jenuh.

f. Sumber dari bahan nabati lainnya

Diantaranya minyak kemiri, minyak jarak, minyak kacang tanah, minyak jambu mete, lemak tengkawang, minyak biji kapas, dan lemak coklat.





Sumber: [www.miwon.co.id](http://www.miwon.co.id), [www.nuga.co](http://www.nuga.co), [www.sc01.alicdn.com](http://www.sc01.alicdn.com)



Sumber: [www.Jewelpie.com](http://www.Jewelpie.com), [www.lintasnews.com](http://www.lintasnews.com), [www.golco.co.id](http://www.golco.co.id)



Sumber: [www.assets.kompas.com](http://www.assets.kompas.com), [www.amazine.co](http://www.amazine.co), [www.caramembuatminyak.com](http://www.caramembuatminyak.com)

Gambar 2.7 Beberapa macam minyak nabati

Berdasarkan tempat pengolahannya minyak goreng terbagi menjadi dua yaitu minyak goreng curah dan minyak goreng kemasan bermerek. Minyak goreng curah merupakan minyak goreng yang pengolahannya bersifat tradisional dilakukan oleh industri kecil dan perlu penanganan lebih lanjut untuk mendapatkan mutu yang bagus karena pada umumnya dilakukan hanya satu kali proses penyaringan. Minyak goreng curah ini penjualannya tanpa menggunakan merek dan label produk yang biasa dijual dalam jerigen besar atau drum kemudian dijual

eceran ke konsumen. Minyak goreng kemasan bermerek adalah minyak goreng yang dijual dipasaran dengan menggunakan kemasan, merek dan label produk. Proses pengolahan minyak goreng kemasan bermerek dilakukan di industri dengan berbagai perlakuan yang pada umumnya dilakukan dua kali proses penyaringan sehingga minyak goreng kemasan bermerek ini lebih jernih. Minyak curah memiliki harga relatif lebih murah dari pada minyak goreng bermerek. (Rahayu *et al.*, 2007:2-3; Putra, 2013:2; Fitriyani, 2014:3).



sumber: [www.Blogspot.com](http://www.Blogspot.com), [www.supermetroemall.com](http://www.supermetroemall.com)

Gambar 2.8 Minyak goreng curah dan Minyak goreng kemasan bermerek

## 2.5 Kayu Jati

Jati (*Tectona grandis* L.f.) dikenal sebagai kayu komersial bermutu tinggi, termasuk dalam suku *Verbenaceae*. Daerah sebaran asli dari jati meliputi India, Myanmar, dan Thailand. Jati pertama kali ditanam di Indonesia (di Pulau Jawa) diperkirakan pada abad ke-2 Masehi, yang dilakukan oleh para penyebar agama Hindu. Saat ini jati telah dikenal secara luas dan dikembangkan oleh pemerintah, swasta, dan petani. (Pramono, *et al.*, 2010:1).

Menurut Sumarna (Sumarna, 2001:19) bahwa penggolongan sistem taksonomi tanaman Jati sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Angiospermae</i>
Sub kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Verbenales</i>
Famili	: <i>Verbenaceae</i>
Genus	: <i>Tectona</i>
Spesies	: <i>Tectona grandis</i> Linn. F



Sumber: <http://pohonkebunjati.blogspot.co.id> dan <http://kusenpintudanjendela.com>

Gambar 2.9 Hutan jati dan kayu jati

Kayu jati banyak dimanfaatkan untuk furniture yang bernilai tinggi. Banyak mebel dan industri furniture yang memanfaatkan kayu jati sebagai bahan pembuatan mebel yang berkualitas tinggi. Banyak yang memanfaatkan dari kayu jati maka akan banyak limbah yang dihasilkan. Limbah kayu jati ini dapat dimanfaatkan untuk kayu bakar atau bahan bakar, kerajinan, produk-produk kecil yang bernilai dekoratif, dan dapat juga dimanfaatkan sebagai arang aktif dan briket arang dari serbuk, bongkahan-bongkahan kayu jati, maupun kulit kayu jati tersebut (Pudyastawa, 2012:9).

Kayu Jati dipandang baik untuk bahan baku arang aktif ataupun briket arang karena kayu Jati tergolong kayu yang mempunyai berat jenis tergolong tinggi (0,63-0,69), berpori-pori kecil dan banyak (Muslich & Sumarni, tanpa tahun:20; Rulliaty & Lempang, 2004:237; Wahyudi, 2013:6-9). Selain itu kayu Jati juga dipandang mempunyai kadar karbon yang cukup tinggi. Basuki, *et al* (2008:104) mengatakan bahwa hubungan antara kandungan karbon dengan diameter pohon jati mempunyai keeratan tinggi. Kandungan karbon pada pohon jati berdasarkan pengukuran tegakan dan analisis biomassa jati pada berbagai umur dapat dilihat pada tabel 2.3.



Tabel 2.4 Hasil pengukuran tegakan dan analisis biomasa jati (*Tectona grandis*)

No.	Umur (Tahun)	Diameter (cm)	Berat kering total/pohon (kg)	Karbon/pohon (kg)	% Karbon
1.	9	11,6	85,85	48,04	55,95
2.	19	18,6	125,04	72,51	57,99
3.	40	39,52	810,87	390,35	48,14
4.	71	48	1709,17	957,48	56,02

Keterangan: % Karbon = Jumlah karbon dalam biomassa dalam persen

Sudradjat dan Pari (2011:12) arang aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang mengandung karbon, baik karbon organik maupun anorganik dengan syarat bahan tersebut mempunyai struktur berpori. Bahan-bahan tersebut antara lain kayu, batu bara muda, tulang, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, kulit buah kopi, sekam padi, tempurung kemiri, tempurung biji jarak, tempurung biji karet, pelepah jagung dan lain-lain. Struktur anatomi bahan baku menentukan karakteristik arang aktif yang dihasilkan. Bahan baku yang memiliki pori dengan diameter kecil dan jumlah banyak serta tekstur keras artinya memiliki permukaan aktif yang luas akan menghasilkan arang aktif dengan daya serap adsorpsi tinggi, contohnya adalah kayu keras berberat jenis tinggi, tempurung kelapa, kelapa sawit dan batu bara. Berikut ini analisis hasil pengarangan dari beberapa macam bahan baku pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Sifat arang dari kayu, bambu, sabut kelapa dan tempurung kelapa

No.	Bahan	Kayu (Wood)	Bambu (Bamboo)	Sabut Kelapa (Coconut husks)	Tempurung Kelapa (Coconut shell)
1.	Rendemen ( <i>Yield</i> ) %	22,42	21,67	14,81	23,07
2.	Kadar air ( <i>Moisture content</i> ) %	0,39	2,52	1,56	2,53
3.	Kadar Abu ( <i>Ash content</i> ) %	2,77	5,76	10,37	1,72
4.	Kadar zat mudah menguap ( <i>Volatile matter</i> ) %	23,01	23,00	22,11	23,09
5.	Kadar karbon terikat	74,22	71,23	67,52	75,09
6.	Nilai Kalor ( <i>Calor value</i> ) kal/g	5945	5785	5267	6184

Sumber: Hendra (2007:250)

## 2.6 Lipid

### 2.6.1 Definisi dan Fungsi Lipid

Lipid adalah senyawa organik yang memiliki sifat tidak larut dalam air, dan hanya dapat dilarutkan dalam pelarut organik serta merupakan salah satu zat makromolekul yang digunakan oleh tubuh untuk proses metabolisme (Lean, 2013:101; Suharjo & Kusharto, 2010:35). Lipid meliputi senyawa-senyawa heterogen, termasuk diantaranya lemak dan minyak yang biasa dikenal dalam makanan, malam, fosfolipid, sterol, dan ikatan lain yang sejenis terdapat dalam makanan dan tubuh manusia (Almatsier, 2009:51). Fungsi lipid yaitu melindungi organ tubuh, membentuk sel, penghasil panas dalam tubuh, sumber asam lemak esensial, pelarut vitamin yang larut dalam lemak, sumber energi paling padat, sebagai pelumas, pemeliharaan suhu tubuh, pelindung organ tubuh, pemberi rasa kenyang dan kelezatan (Almatsier, 2009:60-61). Lipid sebagai struktur penting dari membran sel, saraf dan komponen getah empedu. Lipid diperlukan oleh tubuh untuk kebutuhan energi total yang baik sebanyak 15-25% atau sekitar 245-613 kkal sama dengan lemak seberat 27-68 gram (Almatsier, 2004:23). Lipid yang diperlukan tubuh berasal dari dua sumber yaitu dari luar dan dalam tubuh, dari makanan dan dari produksi hati (Almatsier, 2009:72-73).

### 2.6.2 Lipid Plasma dan Lipoprotein

Lipid di dalam plasma darah yang utama yaitu:

#### a. Kolesterol

Kolesterol merupakan komponen esensial membran struktural semua sel dan komponen utama sel otak dan syaraf. Kolesterol banyak terdapat di jaringan kelenjar dan didalam hati yang juga sebagai tempat sintesis (50% total sintesis) dan penyimpanannya. Kolesterol sebagai bahan perantara pembentukan komponen-komponen penting diantaranya asam empedu, asam folat, vitamin D, hormon-hormon adrenal kortex, estrogen, androgen dan progesteron (Almatsier, 2009:63; Cakrawati & NH, 2014:72)



b. Triglicerida (TG)

Triglicerida merupakan komponen terbesar (98-99%) dalam lemak dan minyak di alam. Triglicerida terbentuk dari ester gliserol, alkohol trihidrat, dan asam lemak. Oleh karena itu triglicerida ini disebut sebagai triasilgliserol. Bila di dalam triglicerida tersusun dari ketiga asam lemak dinamakan sebagai triglicerida sederhana. Namun, jika tersusun dari asam lemak yang berbeda dinamakan triglicerida campuran. Dinamakan monogliserida bila hanya satu asam lemak bergabung dengan gliserol, dan bila dua asam lemak yang bergabung dengan gliserol dinamakan digliserida (Almatsier, 2009:57-58; Cakrawati & NH, 2014:72).

c. Fosfolipid

Fosfolipid merupakan triglicerida yang asam lemak pada posisi karbon ketiga ditempati gugus fosfat dan gugus basa mengandung nitrogen. Fosfolipid ini mengandung asam lemak, alkohol, dan residu asam fosfat. Fungsi utamanya yaitu membentuk membran sel. Fosfolipid bersifat amfilik dimana gugus fosfat yang bermuatan negatif dan gugus fosfat yang bermuatan positif memberikan sifat polar yang dapat menarik air (hidrofilik). Sedangkan gugus asam lemak tidak bermuatan dan bersifat nonpolar sehingga tidak dapat menarik air (hidrofobik) namun dapat menarik lemak. Peran fosfolipid dalam membentuk emulsi (memecah lemak dalam tetesan halus yang mengambang dalam air) dapat membantu lemak lain mengambang dalam darah dan cairan tubuh lain (sebagai sabun). Fosfolipid yang berada dalam darah berfungsi sebagai alat angkut lipid (Murray, 2003:148; Almatsier, 2009:63).

d. Asam lemak bebas

Asam lemak terdapat pada minyak dan lemak alami yang ditemukan dalam bentuk ester. Asam lemak diklasifikasikan menjadi 2 yaitu:

- 1) Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang semua ikatan antar atom karbon dihubungkan dengan ikatan tunggal, kecuali pada gugus karboksilnya, sedangkan posisi lainnya ditempati oleh atom hidrogen.
- 2) Asam lemak tidak jenuh terdapat ikatan rangkap antar dua atom C-nya, terbagi menjadi 3 yaitu:

- a) Asam tak jenuh tunggal (monoetenoid, monoenoat) yang mengandung satu ikatan rangkap
- b) Asam tak jenuh majemuk (polietenoid, polienoat) yang mengandung dua atau lebih ikatan rangkap
- c) Eikosanoid: kelompok senyawa yang berasal dari asam lemak eikosa-(20-karbon) polienoat, terdiri atas prostanoid, leukotrien (LTs), dan lipoksin (LXs). Prostanoid mencakup prostaglandin (PGs), prostasiklin (PGIs), dan tromboksan (TXs).

Asam lemak bebas merupakan asam lemak yang ditemukan didalam minyak dan lemak dengan bentuk tidak teresterifikasi. Teresterifikasi yaitu pembentukan ester asam karboksilat dihasilkan dari alkohol dengan asam karboksilat dan turunan asam karboksilat (Murray, 2003:148; Fessenden & Fessenden, 2005:281). Asam Lemak Bebas memiliki gugus karbonil dan gugus hidroksil yang bersifat polar dengan rantai karbon pendek akan larut dalam air. Sifat kelarutannya dalam air akan semakin berkurang dengan semakin bertambahnya rantai karbon (Royana, *et al.*, 2016:14; Poedjiadji, 1994 dalam Fauziah, 2013:6).

Lipid ini memerlukan modifikasi dengan bantuan protein untuk dapat diangkut dalam sirkulasi darah karena sifatnya yang tidak larut dalam air disebut sebagai lipoprotein. Lipoprotein merupakan molekul yang mengandung kolesterol dalam bentuk bebas dan ester, trigliserida, fosfolipid, dan apolipoprotein. Partikel Lipoprotein memiliki dua bagian yaitu inti yang terdiri dari trigliserida dan kolesterol ester dan bagian luarnya terdiri dari kolesterol bebas, fosfolipid, dan apolipoprotein. Molekul-molekul tersebut beredar dalam darah yang disebut dengan lipoprotein larut dalam plasma dengan fungsi mengangkut lipid dari tempat sintesisnya yaitu dalam hati ke tempat penggunaannya. Lipoprotein dibagi menjadi beberapa jenis, berdasarkan berat molekulnya, yaitu, kilomikron, *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL), *Intermediate Density Lipoprotein* (IDL), *Low Density Lipoprotein* (LDL), *High Density Lipoprotein* (HDL) (Almatsier, 2009:64; Suyatna, 2011:373-376).

- a. Kilomikron

Kilomikron adalah lipoprotein yang mengangkut lipid dari saluran cerna ke dalam tubuh. Tugas kilomikron yaitu membawa trigliserida dari makanan ke jaringan lemak dan otot rangka serta membawa kolesterol makanan ke hati. (Almatsier, 2009:66; Suyatna, 2011:375)

b. *Very Low Density Lipoprotein (VLDL)*

VLDL merupakan lipoprotein yang terbentuk didalam hati dengan densitas sangat rendah dan komponen terbesarnya yaitu trigliserida (60%). Fungsi VLDL adalah mengangkut trigliserida ke jaringan perifer (Almatsier, 2009:68; Suyatna, 2011:375).

Trigliserida VLDL dihidrolisis oleh lipoprotein lipase (LPL) menghasilkan asam lemak bebas yang akan disimpan. Sebagian VLDL remnant akan diubah menjadi LDL sehingga terjadi peningkatan kadar LDL serum mengikuti penurunan hipertrigliserida (Suyatna, 2011:375).

c. *Intermediate Density Lipoprotein (IDL)*

IDL adalah zat perantara yang terjadi ketika VLDL diubah menjadi *Low Dencity Lipoprotein (LDL)*.

d. *Low Density Lipoprotein (LDL)*

LDL adalah lipoprotein pengangkut kolesterol terbesar pada manusia (70%). Jalur utama katabolisme LDL berlangsung melalui *receptor-mediated endocytosis* di hati dan sel lain. Trigliserida akan diperlakukan seperti yang terjadi pada VLDL. Kolesterol dan fosfolipid akan digunakan untuk membuat membrane sel, hormon-hormon atau ikatan lain, atau disimpan. Selain melalui proses endositosis sel juga mendapat kolesterol dan sintesis *de novo* lewat enzim HMG-CoA reduktase, produksi enzim ini dan reseptor LDL diatur lewat transkripsi genetik berdasarkan tinggi rendahnya kadar kolesterol dalam sel.

Pembentukan oleh reseptor LDL dan produksi enzim penting dalam pengaturan kolesterol darah (Almatsier, 2009:68; Suyatna, 2011:376).

e. *High Density Lipoprotein (HDL)*

HDL diproduksi dalam usus halus dan hati. HDL berfungsi mengangkut kolesterol dan fosfolipid dari perifer untuk dimetabolisasi di hati untuk

diedarkan kembali atau dikeluarkan dari tubuh. HDL juga dapat menghambat modifikasi oksidatif LDL melalui paraoksonase, suatu protein antioksidan yang berasosiasi dengan HDL (Almatsier, 2009:68; Suyatna, 2011: 376).

## 2.7 Lipid dan Kesehatan

Arteriosklerosis adalah suatu penyakit yang ditandai dengan penebalan dan hilangnya elastisitas dinding arteri. Dikenal tiga bentuk arteriosklerosis yaitu aterosklerosis (paling umum ditemukan), arteriosklerosis monckeberg, arteriolosklerosis. Aterosklerosis merupakan proses pengerasan arteri yang terjadi pada lokasi tertentu diantaranya pada percabangan arteri atau bagian arteri yang mengalami tekanan mekanis. Aterosklerosis ditandai dengan terdapatnya aterom pada bagian intima arteri yang berisi kolesterol, zat lipoid, dan lipofag. Pembuluh darah yang terkena adalah arteri besar dan sedang yaitu pembuluh serebral, vertebral, coroner, renal, aorta, dan pembuluh di tungkai (Winarno, 1993:72; Suyatna, 2011:373).

Arteriosklerosis mengakibatkan komplikasi, komplikasi yang paling penting adalah penyakit jantung koroner, gangguan pembuluh darah serebral dan gangguan pembuluh darah perifer. Faktor resiko yang cenderung mengakibatkan untuk timbulnya penyakit koroner yaitu diantaranya hiperlipidemia, hipertensi, kebiasaan merokok, diabetes mellitus, kurang gerak, keturunan dan stress (Suyatna, 2011: 373).

Ahli patologi dan ahli gizi mencurahkan perhatiannya kepada hubungan antara ateroskelorosis dan metabolisme lemak. Tingginya kadar kolesterol sebagai penyebab utama, namun pengaruh kadar trigliserida masih belum diketahui pasti. Selain kolesterol, penurunan HDL juga berpengaruh terhadap terjadinya aterosklerosis. Getler (1950) melaporkan bahwa kadar plasma kolesterol pada pasien penyakit jantung koroner lebih tinggi dari pada orang normal. Gofman (1950), Albrink dan Mann (1959) mendapatkan peningkatan LDL dan trigliserida pada pasien penyakit koroner. Penelitian prospektif di Framingham menunjukkan bahwa insiden dan kasus baru penyakit coroner paling tinggi jumlahnya pada



kelompok dengan kadar lemak dan lipoprotein plasma yang tinggi (Winarno, 1993:73; Suyatna, 2011:273).

Asam lemak trans yang terbentuk pada minyak yang digoreng berulang dapat menyebabkan peningkatan kolesterol LDL dan menurunkan kolesterol HDL. Kelainan metabolisme lipid (Dislipidemia) pada fraksi lipid yang utama yaitu tingginya kadar kolesterol total dalam plasma darah, kolesterol LDL, kolesterol VLDL serta rendahnya kolesterol HDL berhubungan dengan aterosklerosis koroner pada orang dewasa yang nantinya dapat menyebabkan penyakit jantung koroner. Semua lipoprotein dalam darah merupakan sumber kolesterol (LDL), dan merupakan partikel-partikel aterogenik (penyebab aterosklerosis). Sebagian kolesterol yang berbentuk ester dari kolesterol dengan asam lemak bebas atau dari trigliserida dalam darah terendap pada dinding bagian dalam arteri (Tuminah, 2009:16; Winarno, 1993:73; Almatsier, 2004:150).

Peneliti dari Universitas Harvard melakukan evaluasi pada lebih dari 85000 wanita dalam penelitian prospektif jangka panjang. Hasil yang didapat yaitu secara signifikan pada asupan asam lemak trans dengan kadar tinggi pada wanita-wanita yang menderita penyakit jantung koroner. Penelitian terhadap komposisi plak (ateroma) pada dinding arteri pasien penyakit jantung koroner ditemukan bahwa ester kolesterol yang terdapat pada plak terbukti dominan mengandung asam lemak tak jenuh (74%), sedangkan asam lemak jenuhnya hanya sebesar 26%. Analisis terhadap asam lemak tak jenuh tersebut ditemukan asam lemak tak jenuh jamak sebanyak 38% dan asam lemak tak jenuh tunggal sebesar 36% (Tuminah, 2009:17).

## **2.8 Pengujian Profil Lipid**

### **2.8.1 Kolesterol**

Analisis kolesterol dilaporkan pertama kali oleh Liebermann pada tahun 1885 diikuti oleh Burchard pada tahun 1889. Pada reaksi Liebermann-Burchard, kolesterol membentuk warna biru-hijau dari polimer karbohidrat tidak jenuh dalam media asam asetat atau anhidrida asetat atau asam sulfat pekat. Metode abell dan kendall spesifik untuk kolesterol tetapi secara teknik kompleks dan membutuhkan



reagen yang korosif. Pada 1974 Allain *et al* dan Roeschalau *et al* mampu untuk mengkombinasi kolesterol esterase dan kolesterol oksidase menjadi reagen enzimatik tunggal untuk menentukan kolesterol total.

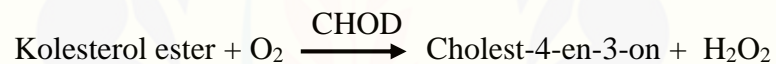
Prinsip pengujian ini yaitu kolesterol dan kolesterol ester dibebaskan dari lipoprotein oleh detergen. Kolesterol esterase menghidrolisa kolesterol ester dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang terbentuk akibat oksidasi enzimatik kolesterol oleh kolesterol oksidase.

Rangkaian reaksi yang terlibat dalam sistem pengujian adalah sebagai berikut (Biocon, Tanpa Tahun:23-24):

1. Ester kolesterol dihidrolisis secara enzimatik oleh kolesterol esterase (CE) menjadi kolesterol dan asam lemak bebas



2. Kolesterol bebas, termasuk yang awalnya ada, kemudian dioksidasi oleh kolesterol oksidase (CHOD) menjadi Cholest-4-en-3-on



3. Dengan adanya peroksidase (POD), hydrogen peroksida, 4-amino antipirin (4-AAP) yang terbentuk, dan efek kopling oksidatif dari fenol akan membentuk kuinoneimin berwarna merah



Intensitas pembentukan warna berbanding lurus secara langsung pada konsentrasi kolesterol. Penentuan ini melalui pengukuran peningkatan dalam adsorbansi di 500-550 nm.

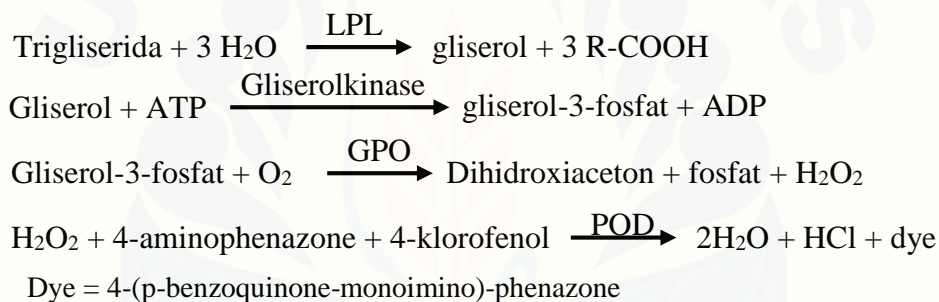
Preparasi dan stabilitas reagen:

<b>R<sub>2</sub></b>	Pipes buffer, pH 6,9	90 mmol/L
	Fenol	26 mmol/L
	Kolesterol oksidase	200 U/L
	Kolesterol esterase	300 U/L
	Peroksidase	1250 U/L
	4 amino antipirin	0,4 mmol/L
<b>R<sub>4</sub></b>	standart kolesterol	5,17 mmol/L (200 mg/dl)

Semua reagen siap untuk digunakan dan stabil sampai pada batas kadaluarsa pada label ketika disimpan pada suhu 2-8°C.

### 2.8.2 Trigliserida

Serum trigliserida dihidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak bebas oleh lipoprotein lipase (LPL). Adanya ATP dan gliserol kinase (GK), gliserol diubah menjadi gliserol-3-fosfat, yang kemudian dioksidasi oleh gliserol fosfat oksidase (GPO) untuk menghasilkan hydrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Kondensasi oksidatif dari 4 klorofenol dan 4-AAP dengan adanya POD dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> akan menghasilkan warna agak merah yang terukur pada 550 nm. Intensitas warna yang terbentuk berbanding lurus secara langsung dengan konsentrasi trigliserida pada sampel (Biocon, Tanpa Tahun:65-66).



Preparasi dan stabilitas reagen:

<b>R<sub>2</sub></b>	PIPES [Piperazine-1.4-bis (2-ethane-sulfonic acid)]	50 mmol/L
	Buffer pH 7,2	
	ATP (Adenosine-tri-phosphate)	0,3 mmol/L
	4-aminoantipirin	0,7 mmol/l
	4-klorofenol	2 mmol/L
	Gliserol fosfat oksidase	4000 U/L
	Gliserol kinase	800 U/L
	Peroksidase	440 U/L
	Lipoprotein lipase	150.000 U/L
<b>R<sub>4</sub></b>	Gliserol trgliserida	2,28 mmol/L (200 mg/dl)

Semua reagen siap untuk digunakan dan stabil sampai pada batas kadaluarsa pada label bahkan setelah dibuka dari botol ketika disimpan pada suhu 2-8°C.

### 2.8.3 Kolesterol-HDL

Kilomikron, VLDL, dan LDL dipresipitaskan dengan penambahan reagen presipitasi. Setelah sentrifugasi cairan supernatant mengandung reaksi HDL yang ditentukan secara enzimatik menggunakan reagen kolesterol (Biocon, tanpa tahun: 25-26). Preparasi dan stabilitas reagen:

<b>S</b>	standart HDL	25 mg/dl
<b>R<sub>1</sub></b>	Asam fosfotungstat	0,55 mmol/L
	Magnesium klorida	25 mmol/L
<b>R<sub>2</sub></b>	Reagen kolesterol	

Semua reagen siap untuk digunakan dan stabil sampai pada batas kadaluarsa pada label ketika disimpan pada suhu 2-8°C.

## 2.9 Mencit

Hewan pengerat yang kecil sering digunakan sebagai hewan untuk penelitian. sebanyak 60% memilih menggunakan mencit sebagai hewan penelitian. karakteristik mencit yang kecil, murah, dan mudah dihandel membuatnya menjadi kandidat yang tepat untuk penelitian laboratorium. Rentang hidup singkat dan laju reproduksi cepat membuatnya mungkin untuk meneliti proses biologis pada banyak persoalan, di semua tahap siklus sel.

Mencit menjadi model bagus untuk penyakit manusia karena organisasi DNA dan ekspresi gennya mirip dengan manusia, dengan 98% gen manusia sebanding dengan mencit. Mencit juga mempunyai kemiripan sistem reproduksi dan saraf pada manusia dan menderita dari banyak penyakit seperti kanker, diabetes, bahkan kecemasan. Manipulasi gennya dapat menyebabkan adanya penyakit lain yang secara alami tidak mempengaruhi mereka dan hasil penelitian pada mencit membantu memahami fisiologi manusia dan penyebab penyakit.

Ada banyak strain yang dapat digunakan untuk penelitian di laboratorium, seperti:

1. Mencit balb/c

Balb/c adalah albino, strain dari sejumlah substrain umum berasal. Balb/c terdistribusi secara global dan banyak digunakan dalam penelitian. balb/c dapat memperlihatkan tingkat tinggi dari kecemasan dan relatif tahan untuk makanan yang menginduksi aterosklerosis sehingga cocok untuk penelitian kardiovaskuler. Balb/c juga sering digunakan untuk berbagai penelitian imunologi.

2. Mencit C57BL/6

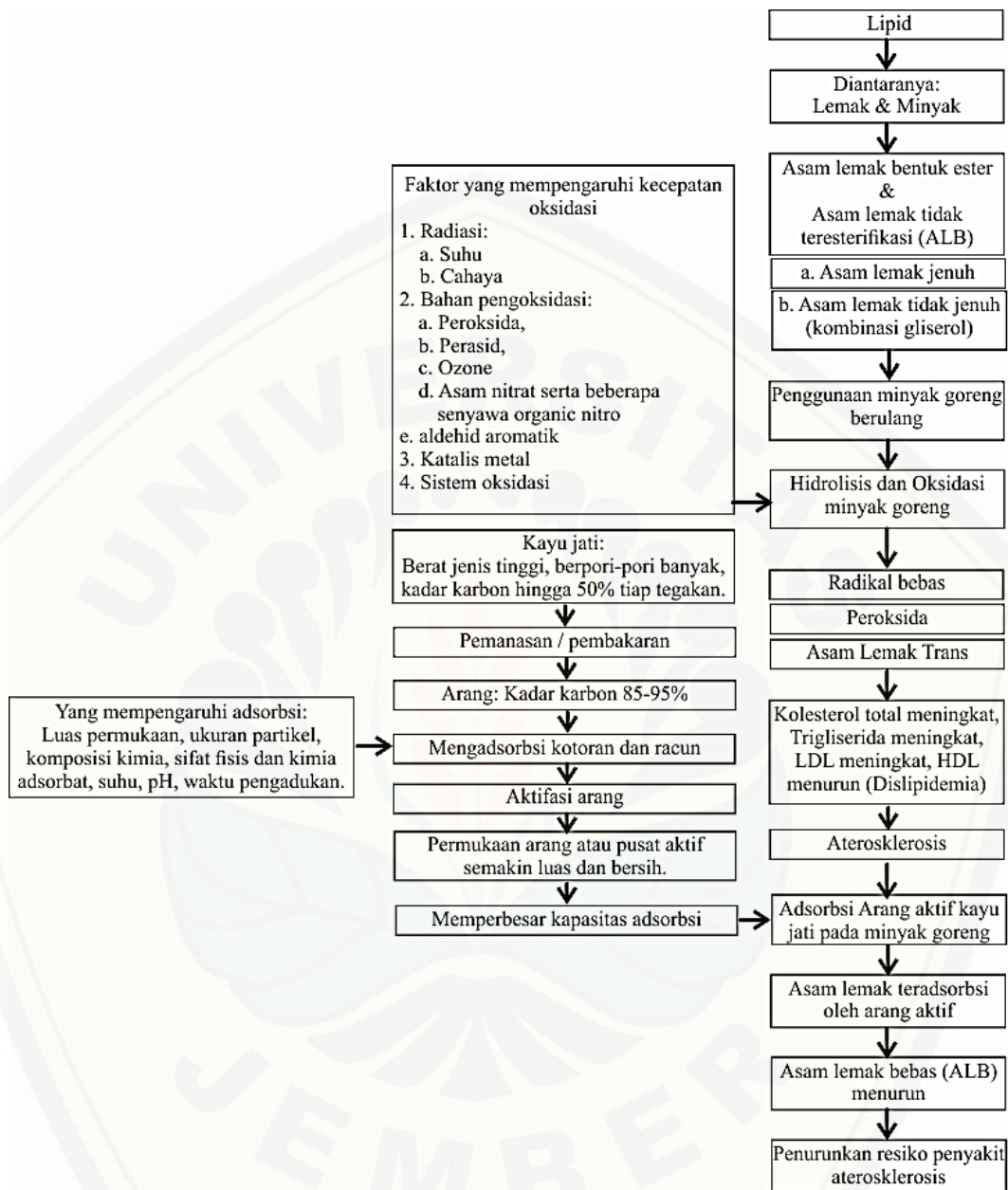
Mencit ini mempunyai warna coklat gelap, mendekati jaket hitam. Mencit ini lebih sensitif terhadap suara dan bau dan lebih suka menggigit dibandingkan strain mencit laboratorium yang lebih jinak seperti balb/c. Mencit ini bagus untuk beberapa penelitian tetapi tidak cukup untuk penelitian yang lainnya. Mencit ini kurang efektif jika digunakan untuk nyeri, dingin dan pengobatan analgesik. Mencit ini dapat minum alkohol secara sukarela. Mencit ini lebih rentan daripada rata-rata pada kecanduan morfin, aterosklerosis dan penurunan pendengaran yang berhubungan dengan usia. Mencit ini mempunyai kerentanan tinggi terhadap makana yang mengiduksi obesitas dan aterosklerosis.

3. NOD.CB17

Mencit ini memiliki kekurangan fungsi sel T dan sel B, kekurangan pada perkembangan sel mieloid dan rendahnya sel yang memperlihatkan antigen. Mencit ini cocok digunakan untuk penelitian diabetes tipe 1.

(Anonim, 2015)

2.10 Kerangka Teori

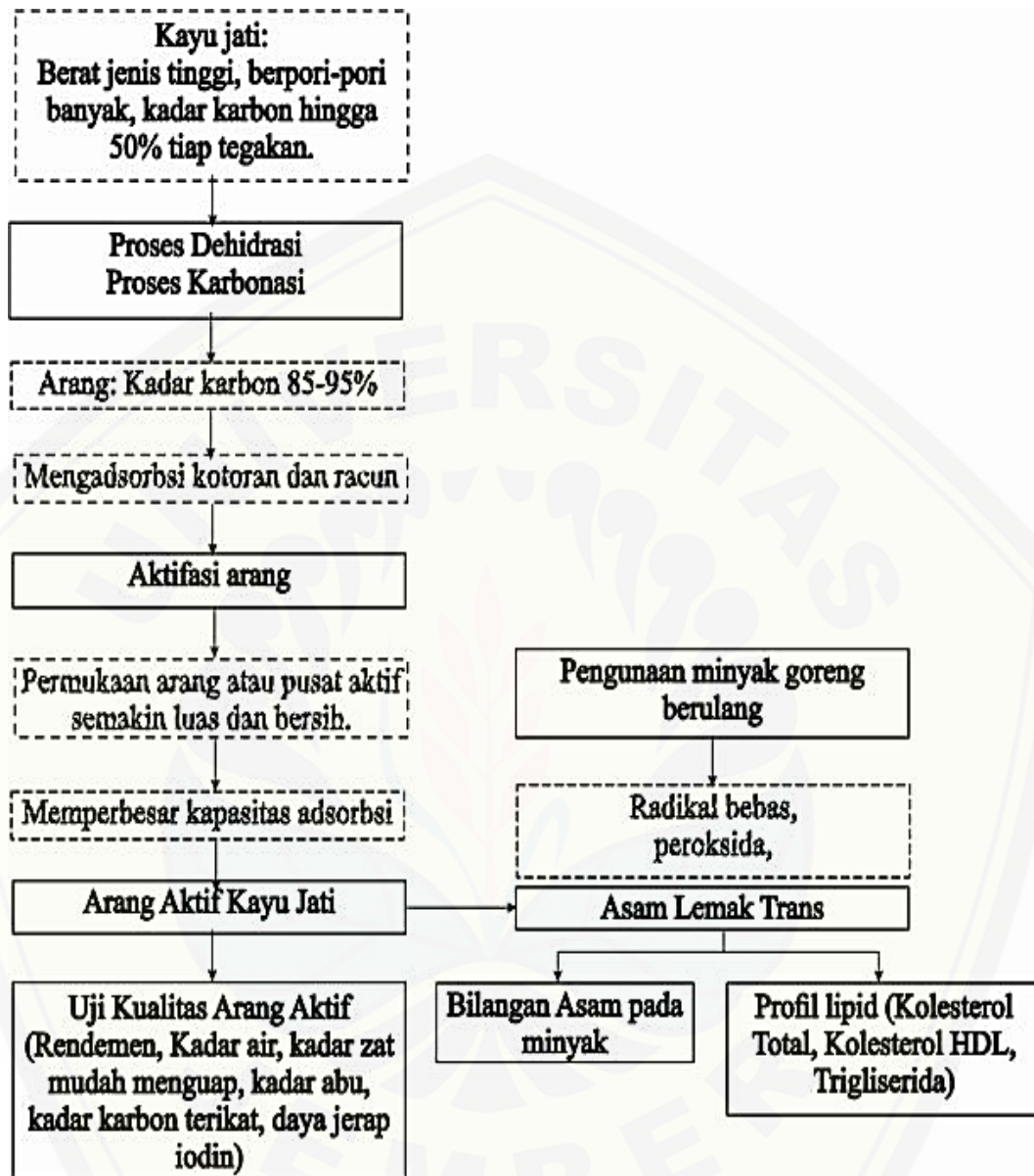


Kerangka Teori diatas adalah modifikasi dari teori Benefield (1982), Winarno (1993), Atkins (1999), Winarno (2002), Murray (2003), Almatsier (2004), Rulliaty & Lempang (2004), Move Indonesia (2007), Basuki *et al* (2008), Ketaren (2008), Sartika (2009), Tuminah (2009), Sudrajat & Pari (2011), Suyatna (2011), Wahyudi (2013), dan Muslich & Sumarni (n.d.)

Gambar 2.10 Kerangka Teori



## 2.11 Kerangka Konsep



Keterangan:

————— = diteliti

- - - - - = tidak diteliti

Gambar 2.11 Kerangka Konsep

Kebutuhan minyak goreng dalam aktivitas menggoreng saat ini cukuplah tinggi. Namun, para pedagang meminimalisir pengeluaran uang untuk minyak goreng saja dengan tidak memikirkan bahaya yang timbul jika penggunaan dilakukan berulang-ulang. Akibat dari pemakaian berulang-ulang ini mempengaruhi mutu dan nilai gizi dari bahan pangan yang digoreng. Minyak yang rusak ini menghasilkan bahan dengan rupa yang kurang menarik dan cita rasa tidak disukai, serta kerusakan vitamin dan asam lemak esensial dalam minyak (Ketaren, 2008:147). Kerusakan minyak goreng ini disebabkan karena pemanasan yang tinggi sehingga dapat terjadi proses oksidasi dan polimerasi. Oksidasi minyak menghasilkan senyawa aldehida, keton, hidrokarbon, alkohol, lakton, serta senyawa aromatis yang mempunyai bau tengik dan rasa getir (Ketaren, 2008:147).

Penelitian pengolahan minyak goreng telah banyak dilakukan dan banyak juga dihasilkan temuan-temuan baru dalam pengolahan minyak goreng. Diantara penelitian tersebut yaitu penurunan angka peroksida dan asam lemak bebas (FFA) dalam minyak goreng bekas pada proses pemucatan (*bleaching*) yang dilakukan oleh Aisyah *et al* (2010:53-103). Penelitian Suryani (2009:15) menggunakan arang aktif tongkol jagung menunjukkan mampu menurunkan kadar asam lemak bebas pada pemurnian minyak goreng bekas.

Penelitian ini mencoba menerapkan teknologi pengolahan minyak jelantah menggunakan metode adsorpsi untuk menurunkan bilangan asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak goreng bekas pemakaian berulang dan penelitian ini mencoba untuk melakukan uji profil lipid pada minyak jelantah yang telah dipapar menggunakan adsorben. Adsorpsi yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan arang aktif dari limbah kayu jati.

Hasil akhir proses adsorpsi dan uji profil lipid pada minyak goreng bekas ini yaitu menurunkan kerusakan pada minyak terutama pada asam lemak bebas dan warna minyak goreng sehingga dapat pula menurunkan resiko penyakit aterosklerosis dalam minyak goreng hasil adsorpsi arang aktif limbah kayu jati tersebut.

### 2.12 Hipotesis Penelitian

- a. Hipotesis pertama pada penelitian ini adalah “Arang aktif limbah kayu jati dapat menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak goreng jelantah”.
- b. Hipotesis pada penelitian ini adalah “Adanya perbedaan profil lipid mencit dengan pemberian minyak jelantah yang telah dipapar menggunakan arang aktif kayu jati dibandingkan dengan minyak jelantah”.



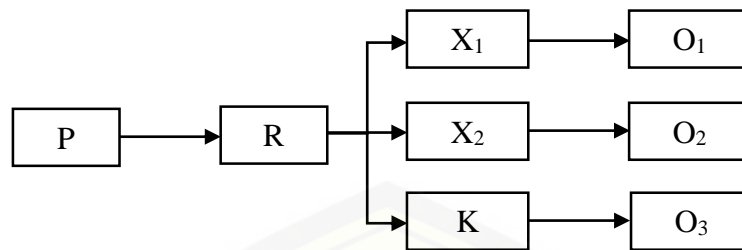
## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian analitik eksperimental dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan atau terdapat perlakuan didalamnya (*treatment*) (Sugiyono, 2010:107). Desain rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu eksperimen sungguhan (*true experiment*). Pada penelitian ini, terdapat dua tahap rancangan penelitian yaitu tahap I pengukuran efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah dan tahap II merupakan penentuan profil lipid mencit diberi minyak jelantah yang telah dipapar arang aktif kayu jati. Kedua tahap tersebut menggunakan rancangan desain *post test only control group design*.

#### 3.1.1 Tahap I pengukuran efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah

Rancangan penelitian ini adalah *post test only control group design* dengan satu kelompok kontrol dan dua kelompok perlakuan. Kelompok kontrol merupakan kelompok minyak goreng curah sebelum pemakaian (K), kelompok perlakuan I merupakan minyak curah yang telah digunakan menggoreng sebanyak 20 kali ( $X_1$ ) dan kelompok perlakuan II merupakan minyak yang telah digunakan menggoreng sebanyak 20 kali dan dipapar dengan arang aktif kayu jati ( $X_2$ ). Rancangan penelitian untuk mengukur efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rancangan penelitian untuk mengukur efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi bilangan asam pada minyak jelantah

Keterangan:

Po : Populasi minyak goreng

R : Randomisasi

K : Kelompok kontrol yaitu minyak goreng curah sebelum pemakaian

X<sub>1</sub> : Perlakuan I yaitu minyak goreng curah yang digunakan menggoreng sebanyak 20 kali

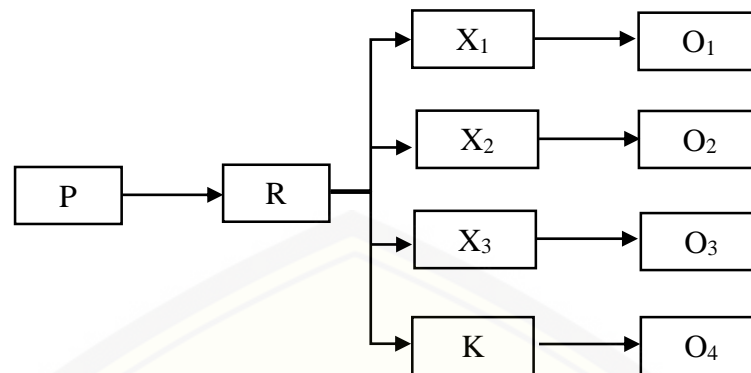
X<sub>2</sub> : Perlakuan II yaitu minyak goreng curah digunakan menggoreng sebanyak 20 kali dan selanjutnya dipapar dengan arang aktif kayu jati

O<sub>1-3</sub> : Pengamatan asam lemak bebas

### 3.1.2 Tahap II penentuan profil lipid mencit diberi minyak jelantah yang telah dipapar arang aktif kayu jati

Rancangan penelitian ini adalah *posttest with control group design* dengan satu kelompok kontrol dan tiga kelompok perlakuan. Kelompok kontrol merupakan kelompok mencit yang diberikan makanan dan minuman *ad libitum*, kelompok perlakuan I berupa pemberian minyak curah yang belum digunakan untuk menggoreng (X<sub>1</sub>), kelompok perlakuan II berupa pemberian minyak goreng bekas pakai (X<sub>2</sub>), kelompok perlakuan III berupa pemberian minyak goreng yang telah dipapar arang aktif kayu jati (X<sub>3</sub>). Rancangan penelitian untuk penentuan profil lipid mencit dari minyak goreng hasil adsorpsi arang aktif kayu jati ditunjukkan pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2 Rancangan penelitian untuk penentuan profil lipid mencit dari minyak goreng hasil adsorpsi arang aktif kayu jati

#### Keterangan

- Po : Populasi normal mencit  
 R : Randomisasi mencit  
 K : Kelompok kontrol berupa mencit yang diberikan makan dan minuman *ad libitum*  
 X<sub>1</sub> : Perlakuan I berupa pemberian minyak curah yang belum digunakan untuk menggoreng  
 X<sub>2</sub> : Perlakuan II berupa pemberian minyak goreng curah yang digunakan menggoreng sebanyak 20 kali  
 X<sub>3</sub> : Perlakuan III berupa pemberian minyak goreng bekas yang telah dipapar arang aktif kayu jati  
 O<sub>1-4</sub> : Pengamatan terhadap profil lipid mencit

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan dan analisis arang aktif serta penentuan kadar asam lemak bebas dilaksanakan di Laboratorium Biosain Politeknik Jember dan penentuan profil lipid mencit dilaksanakan di Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu penelitian dilakukan bulan 22 November 2016 hingga 10 Januari 2017.

### 3.3 Penentuan Sampel Penelitian

#### 3.3.1 Populasi penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2010:17). Populasi dalam tahap I efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak goreng bekas pakai adalah seluruh minyak goreng curah. Sedangkan pada tahap II penentuan profil lipid mencit dari minyak goreng hasil adsorpsi arang aktif kayu jati adalah seluruh mencit (*Mus musculus*) galur *balb-c*.

#### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono, 2010:18).

- a. Tahap I efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak goreng bekas pakai

Sampel dalam penelitian ini adalah minyak goreng curah yang belum digunakan untuk menggoreng yang kemudian akan diberikan perlakuan berupa penggorengan tahu sebanyak 20 kali penggorengan secara berkelanjutan dengan waktu sekali penggorengan yaitu 5 menit dan pemberian arang aktif kayu jati untuk adsorpsi minyak goreng bekas pakai. Selanjutnya dilakukan pengujian kadar asam lemak bebas.

- b. Tahap II penentuan profil lipid mencit diberi minyak jelantah yang telah dipapar arang aktif kayu jati

Sampel dalam penelitian ini adalah mencit *balb-c* yang dibagi secara *random sampling* dalam empat kelompok yaitu satu kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan yang selanjutnya dilakukan penentuan profil lipid mencit sebelum dan sesudah perlakuan. Kriteria inklusi dari sampel adalah mencit jantan galur *balb/c*, umur 8-10 minggu dan berat badan 20-30 gram. Sedangkan kriteria eksklusinya adalah terdapat kelainan anatomis dan terlihat sakit (tidak aktif bergerak atau bulu kusam).

### 3.3.3 Besar sampel

Estimasi besar sampel dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus Federer dalam penentuan sampel uji eksperimental yaitu:  $(t-1)(n-1) \geq 15$  (Furqon *et al.*, 2015:110).

- a. Tahap I Efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah

Pada penelitian ini terdapat tiga kelompok uji. Berikut besar sampel yang didapatkan berdasarkan perhitungan rumus:

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

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

$$2(n-1) \geq 15$$

$$2n-2 \geq 15$$

$$2n \geq 15+2$$

$$2n \geq 17$$

$$n \geq 8,5$$

$$n \geq 9$$

Keterangan:

t : Perlakuan, yaitu 3

n : besar sampel, yaitu 9

15 : Factor nilai derajat kebebasan

Jadi, didapatkan bahwa besar sampel tiap kelompok adalah 9 dan jumlah kelompok yaitu 3. Sehingga jumlah total sampel yang diperlukan sebesar 27 sampel. Kemudian, untuk menentukan rancangan percobaan maka digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan tabel dengan rumus  $n \times t$ , maka hasil tabulasi data dapat dilihat di tabel 3.1:

Tabel 3.1 RAL efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah

Ulangan	Kontrol Minyak goreng curah	Perlakuan 1	Perlakuan 2
		Penggorengan sebanyak 20 kali	Penggorengan sebanyak 20 kali dan dipapar dengan arang aktif kayu jati
1	K1	X <sub>11</sub>	X <sub>21</sub>
2	K2	X <sub>12</sub>	X <sub>22</sub>
3	K3	X <sub>13</sub>	X <sub>23</sub>
4	K4	X <sub>14</sub>	X <sub>24</sub>
5	K5	X <sub>15</sub>	X <sub>25</sub>
6	K6	X <sub>16</sub>	X <sub>26</sub>
7	K7	X <sub>17</sub>	X <sub>27</sub>
8	K8	X <sub>18</sub>	X <sub>28</sub>
9	K9	X <sub>19</sub>	X <sub>29</sub>
Total	K	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>

- b. Tahap II penentuan profil lipid mencit diberi minyak jelantah yang telah dipapar arang aktif kayu jati

Pada pengujian ini terdapat empat kelompok. Berikut besar sampel yang didapatkan berdasarkan perhitungan rumus:

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

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

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

$$3n-3 \geq 15$$

$$3n \geq 15+3$$

$$3n \geq 18$$

$$n \geq 6$$

Keterangan:

t : Perlakuan, yaitu 4

n : Besar sampel, yaitu 6

15 : Faktor nilai derajat kebebasan

Dari perhitungan tersebut didapatkan bahwa besar sampel tiap kelompok adalah 6 dan kelompok uji pada tahap ini yaitu 4 kelompok, sehingga total sampel yang diperlukan sebesar 24 sampel. Untuk mengantisipasi hilangnya unit eksperimen maka dilakukan koreksi dengan:

$$N = \frac{n}{(1-f)}$$

$$N = \frac{6}{(1-20\%)}$$

$$N = \frac{6}{(1-0,2)}$$

$$N = \frac{6}{0,8}$$

$$N = 7,5$$

$$N = 8$$

Keterangan:

N = Besar sampel koreksi

n = Besar sampel awal

f = Perkiraan proporsi *drop out* sebesar 20 %

Jadi, sampel yang digunakan tiap kelompok percobaan sebanyak 8 ekor mencit. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan 32 ekor mencit yang terbagi dalam 4 kelompok.

Kemudian, untuk menentukan rancangan percobaan maka digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan tabel dengan rumus  $n \times t$ , maka hasil hasil tabulasi data dapat dilihat di tabel 3.2:

Tabel 3.2 RAL tahap penentuan profil lipid mencit dari minyak goreng hasil adsorpsi arang aktif kayu jati

Ulangan	Kontrol	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3
		Pemberian minyak curah yang belum digunakan untuk menggoreng	Pemberian minyak goreng bekas pakai	Pemberian minyak goreng yang telah dipapar arang aktif kayu jati
1	K1	X <sub>11</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>31</sub>
2	K2	X <sub>12</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>32</sub>
3	K3	X <sub>13</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>33</sub>
4	K4	X <sub>14</sub>	X <sub>24</sub>	X <sub>34</sub>
5	K5	X <sub>15</sub>	X <sub>25</sub>	X <sub>35</sub>
6	K6	X <sub>16</sub>	X <sub>26</sub>	X <sub>36</sub>
Total	K	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>



### 3.4 Variabel dan Definisi Operasional

Variabel merupakan ciri, sifat, atau ukuran yang dimiliki atau didapatkan oleh satuan penelitian tentang suatu konsep penelitian tertentu.

#### 3.4.1 Variabel bebas (*Independen*)

Variabel bebas (*independent variable*) merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2010:61).

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu penggunaan minyak goreng sebanyak 20 kali penggorengan, adsorpsi asam lemak bebas dalam minyak goreng jelantah dengan menggunakan arang aktif kayu jati, minyak goreng curah belum terpakai, minyak goreng setelah digunakan selama 20 kali penggorengan, dan minyak jelantah yang telah dipapar menggunakan arang aktif kayu jati.

#### 3.4.2 Variabel terikat (*Dependen*)

Variabel terikat (*dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2010:61).

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar asam lemak bebas pada minyak dan profil lipid mencit yaitu: kadar kolesterol total, *High Density Lipoprotein* (HDL) dan trigliserida.

#### 3.4.3 Variabel kontrol (terkendali)

Variabel kontrol (terkendali) adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti (Sugiyono, 2010:64).

Variabel terkendali pada tahap efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam meningkatkan kualitas minyak jelantah adalah jumlah pengulangan penggorengan, waktu penggorengan, bobot dan waktu optimum arang aktif yang didapatkan dari

penelitian pendahuluan dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah, dan prosedur pengujian kadar asam lemak bebas. Pada tahap penentuan profil lipid mencit diberi minyak jelantah yang telah dipapar arang aktif kayu jati adalah jenis kelamin, bobot hewan coba, prosedur pengujian dalam penentuan profil lipid mencit.



## 3.4.4 Definisi Operasional

Tabel 3.3 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Skala data	Cara pengukuran	Satuan
1.	Arang aktif	Bobot atau jumlah arang aktif yang diperlukan dalam mengadsorpsi minyak bekas pakai agar menghasilkan kualitas yang lebih baik.	Rasio	Timbangan Analitik	Persentase (b/v)
2.	Minyak goreng	Pada penelitian ini digunakan tiga macam minyak goreng, yaitu: Minyak goreng curah yang belum terpakai, Minyak jelantah, dan Minyak jelantah yang telah dipapar dengan pemberian arang aktif limbah kayu jati sebagai bahan adsorben.	Rasio	Tabung ukur	ml
3.	Asam Lemak Bebas	Kadar asam lemak bebas didapatkan dari pengukuran bilangan asam pada minyak goreng curah yang belum terpakai, minyak jelantah, dan minyak jelantah yang telah dipapar dengan pemberian arang aktif limbah kayu jati sebagai bahan adsorben.	Rasio	Penentuan bilangan asam	Persentase asam lemak bebas (%)
4.	Profil lipid tikus	Profil lipid tikus didapatkan dari pengukuran kadar kolesterol total, HDL dan trigliserida	Rasio	Reaksi enzimatik	mg/dL

### 3.5 Data dan Sumber Data

#### a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari sumber utamanya di lapangan dengan cara observasi langsung dengan menggunakan kuesioner yang telah ditetapkan (Sugiharto *et al.*, 2003:16-17). Data primer diperoleh dari hasil uji kadar asam lemak bebas dan uji profil lipid mencit di tempat penelitian.

#### b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data telah diolah yang diperoleh dari pihak lain untuk mendukung hasil penelitian (Sugiharto *et al.*, 2003:19). Data sekunder diperoleh dari jurnal tentang penelitian yang berkaitan dengan pengujian kualitas arang aktif dan uji profil lipid.

### 3.6 Teknik dan Alat Perolehan Data

#### 3.6.1 Alat yang digunakan pada saat penelitian

##### a. Alat pembuatan arang aktif dan perlakuan adsorpsi minyak

- 1) Tungku pengarangan (drum),
- 2) Peralatan kaca yang lazim digunakan dalam laboratorium kimia.

##### b. Alat uji profil lipid

- 1) *Biolyzer*,
- 2) Timbangan hewan,
- 3) Timbangan analitik,
- 4) Seperangkat sonde,
- 5) Pipa kapiler,
- 6) *Microtube*,
- 7) Alat gelas lain yang lazim digunakan.

#### 3.6.2 Bahan yang digunakan pada saat penelitian

##### a. Bahan pembuatan arang aktif dan perlakuan adsorpsi minyak

- 1) Minyak goreng curah
- 2) Bahan makanan

- 3) Limbah pengolahan kayu jati (potongan-potongan kayu) didapat dari industri furniture PT Louise Rococo Dsn. Ledok Desa Kemirisewu Kec. Pandaan Kab. Pasuruan
  - 4) Standar asam laurat
  - 5) Amonium karbonat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)
  - 6) Air suling
- b. Bahan uji lipid
- 1) Mencit galur *balb-c* jantan
  - 2) Minyak goreng curah sebelum pemakaian, minyak jelantah dan minyak jelantah yang telah dipapar menggunakan arang aktif limbah kayu jati
  - 3) Reagen kolesterol, HDL dan trigliserida serta standartnya
  - 4) Air suling

### 3.6.3 Pembuatan dan Analisis Arang Aktif

a. Tahap persiapan bahan/preparasi bahan:

Pembuatan arang diawali dengan preparasi kayu jati yang dibutuhkan untuk pengarangan. Kayu dilakukan pemotongan menjadi ukuran 5 cm x 2 cm x 2,5 cm atau disesuaikan dengan ukuran yang telah ada tujuannya untuk meratakan dan menyempurnakan pirolisis (Pujiarti & Sutapa, 2005:34).

b. Tahap pirolisis:

Kayu yang telah kering angin dimasukkan dalam tungku pengarangan hingga terbentuk arang. Pengarangan dilakukan selama ± 6 Jam. Tungku pengarangan yang digunakan yaitu jenis tungku portable dimodifikasi menjadi ukuran mini dan mudah dibuat. Tungku portable ini juga dikenal sebagai model Mark V. Setelah dingin, arang dihaluskan nantinya berfungsi memperbesar bidang kontak antara bahan baku dengan bahan pengaktif (Sudrajat & Pari, 2011:19).

c. Tahap Aktivasi

Aktivasi dilakukan dengan jenis bahan pengaktivasi Amonium karbonat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dan konsentrasi bahan pengaktif 1%. Arang yang terbentuk diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh selanjutnya dicampurkan dan direndam



menggunakan bahan pengaktif yang telah disebutkan sebelumnya. Proses perendaman dilakukan selama 24 jam kemudian dicuci sampai filtratnya netral dan ditiriskan. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 1 jam (Sutapa & Sagala, 2005: 174). Aktivasi termal dilakukan dengan pemanasan menggunakan *furnace* pada suhu 500°C selama 30 menit (Sudarja & Caroko, 2012:52). Pembobotan dilakukan sebelum dan sesudah aktivasi selanjutnya arang aktif siap dianalisis kualitasnya.

d. Tahap Pengujian/Analisis:

Setelah selesai dilakukan penyaringan dilakukan penimbangan arang aktif yang didapat. Tahap analisis yang digunakan yaitu diantaranya:

1) Rendemen (SNI 06-3730-95)

Arang aktif yang diperoleh terlebih dahulu dibersihkan, kemudian ditimbang. Rendemen dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = bobot arang sebelum pemanasan (g)

b = bobot arang aktif kering setelah pemanasan (g)

2) Kadar air (SNI 06-3730-95)

Sebanyak 1 g arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam sampai bobotnya konstan dan didinginkan di dalam desikator kemudian ditimbang. Pengeringan dan penimbangan diulangi setiap 1 jam sampai diperoleh bobot konstan. Analisis dilakukan duplo. Perhitungan kadar air menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(a - b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = bobot sampel sebelum pemanasan (g)

b = bobot sampel setelah pemanasan (g)

## 3) Kadar zat mudah menguap (SNI 06-3730-95)

Sebanyak  $\pm 1$  g arang aktif dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Selanjutnya sampel dipanaskan dalam tanur  $950^{\circ}\text{C}$  selama 10 menit, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Cawan ditutup serapat mungkin menggunakan aluminium foil. Analisis dilakukan duplo. Perhitungan kadar zat mudah menguap menggunakan persamaan:

$$\text{kadar zat mudah menguap (\%)} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = bobot sampel sebelum pemanasan (g)

b = bobot sampel setelah pemanasan (g)

## 4) Kadar abu total (AOAC, 1971 dan SNI, 1995)

Sebanyak  $\pm 1$  g arang aktif dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel dipanaskan dahulu di atas Bunsen sampai tak berasap kemudian dipanaskan dalam *furnace* atau tanur pada suhu  $650^{\circ}\text{C}$  sampai berbentuk abu putih (2 jam). Setelah itu, didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Pengeringan dan penimbangan diulangi setiap 1 jam sampai diperoleh bobot konstan. Analisis dilakukan duplo. Perhitungan kadar abu menggunakan persamaan:

$$\text{kadar abu (\%)} = \frac{\text{Bobot abu total}}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = bobot awal sampel (g)

## 5) Kadar karbon terikat (SNI 06-3730-95)

Karbon dalam arang adalah zat yang terdapat pada fraksi padat hasil pirolisis, selain abu (zat anorganik) dan zat-zat atsiri yang masih terdapat pada pori-pori arang. Definisi ini hanya berupa pendekatan (SNI 1995). Perhitungan kadar karbon terikat menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar karbon terikat (\%)} = 100\% - (u + z)$$

Keterangan:

u = kadar abu (%)

z = kadar zat mudah menguap (%)

6) Daya jerap iodin (SNI 06-3730-95)

Sampel kering sebanyak 0,25 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang ditutup aluminium foil lalu ditambahkan 25 ml larutan I<sub>2</sub> 0,1N dan dikocok selama 15 menit lalu disaring. Filtrate sebanyak 10 ml dititrasi dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N hingga berwarna kuning muda, kemudian ditambahkan beberapa tetes amilum 1%, titrasi dilanjutkan sampai warna biru tepat hilang. Hal yang sama dilakukan terhadap blanko.

$$\text{Daya jerap iodin } \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{A - \frac{B \times N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{N_{\text{iod}}} \times 12,693 \times fp}{a}$$

Keterangan:

A = Volume titrasi (ml)

B = Volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> terpakai (ml)

fp = factor pengenceran

a = bobot AA (g)

12,693 = jumlah iod sesuai dengan 1 ml larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1N

### 3.6.4 Pemurnian Minyak Goreng

a. Pembuatan minyak goreng bekas

Minyak yang digunakan menggoreng merupakan minyak curah dipasaran. Sebanyak 1,5 liter digunakan menggoreng dengan melakukan pemanasan terlebih dahulu. Minyak ini digunakan menggoreng tahu selama 20 kali penggorengan secara berkelanjutan dengan waktu sekali menggoreng yaitu 5 menit.

b. Uji pendahuluan

Setiap sebelum penggunaan arang aktif disimpan dalam oven bersuhu 105°C selama 2 Jam. Uji pendahuluan untuk mendapatkan jumlah arang aktif yang dibutuhkan dilakukan dengan cara memasukkan arang aktif dengan variasi bobot

5%, 10% dan 15% (b/v) ke dalam 25 ml standart asam stearat, kemudian diaduk dengan kecepatan 500 rpm pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu disaring dan diukur kadar bilangan asam.

Waktu optimum ditentukan dengan menggunakan bobot tetap arang aktif yang diperoleh dari optimasi bobot ke dalam 25 ml standart asam stearat, kemudian dikocok dengan kecepatan 500 rpm pada suhu 100°C dan ragam waktu 30 menit, 60 menit, dan 90 menit (Rosita & Widasari, 2009:2-5; Yustinah & Hartini, 2011:3). Setelah itu disaring dan diukur kadar bilangan asam. Percobaan pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan takaran optimum arang aktif yang dibutuhkan dan waktu kontak yang diperlukan.

c. Pemurnian minyak goreng

Pemurnian dilakukan dari hasil percobaan pendahuluan yang telah didapatkan takaran optimum arang aktif dan waktu kontak arang aktif yang dikocok dengan kecepatan 500 rpm pada suhu 100°C.

d. Pengukuran kadar asam lemak bebas

Bilangan asam adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas yang dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak. Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah miligram kalium hidroksida (KOH) 0,1 N yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak (Ketaren, 2008:48). Prinsip dari cara uji mutu minyak untuk menentukan asam lemak bebas yaitu pelarutan contoh dalam pelarut organik dan dinetralkan dengan basa (kalium hidroksida) (Badan Standardisasi Nasional, 2012:7).

Minyak yang akan diuji ditimbang sebanyak 10-50 gram di dalam erlenmeyer 200 ml. Ditambahkan 50 ml etanol hangat dan tambahkan 5 tetes larutan fenolftalein sebagai indikator. Larutan ini kemudian dititar dengan KOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda. Setelah itu dihitung jumlah miligram KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas (Badan Standardisasi Nasional, 2012:7).

$$\text{Asam lemak bebas \%} = \frac{BM \times V \times N}{1000 \times W} \times 100\%$$

Keterangan:

BM = Bobot molekul asam lemak, yaitu minyak kelapa sawit 263 dan asam stearat 284,48.

V = volume larutan KOH yang diperlukan, dinyatakan dalam mililiter (mL)

N = normalitas larutan KOH yang dinyatakan dalam normalitas (N)

W = bobot contoh yang diuji, dinyatakan dalam gram (g)

(Badan Standardisasi Nasional, 1998:22).

### 3.6.5 Uji Profil Lipid

#### a. Penyiapan hewan coba

Mencit terlebih dahulu diadaptasikan selama tujuh hari di Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi Fakultas Farmasi Universitas Jember dengan diberikan pakan dan minum *ad libitum* (secukupnya). Selanjutnya, semua mencit secara acak dibagi menjadi empat kelompok. Masing-masing kelompok berisi enam ekor mencit dengan perlakuan berbeda pada tiap kelompoknya.

#### b. Perlakuan hewan coba

Selanjutnya hewan coba dikelompokkan secara *random sampling* menjadi empat kelompok yaitu kelompok kontrol dan tiga kelompok perlakuan. Setiap hari, kelompok kontrol diberikan air suling (aquadest) secara per oral, kelompok perlakuan I diberikan minyak goreng curah, kelompok perlakuan II diberikan minyak goreng bekas pakai dan perlakuan III diberikan minyak goreng yang telah dipapar arang aktif limbah kayu jati. Masing-masing kelompok mencit diberikan minyak goreng sebanyak 0,35 ml / 20 gr BB peroral perhari dilakukan selama 14 hari.

#### c. Pengukuran profil lipid hewan coba

Pada hari ke-14 dari perlakuan, mencit dipuaskan setelah pemberian perlakuan selama 16-18 jam kemudian besoknya dilakukan pengambilan darah dari *plexus orbital retro* di bagian mata mencit. Darah didiamkan selama 15 menit



kemudian disentrifus selama 20 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Selanjutnya dipisahkan serumnya untuk penentuan profil lipid dengan cara berikut ini:

1) Kadar kolesterol total

Serum darah dipipet dengan pipet mikro sebanyak 10 µl dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan larutan pereaksi kolesterol sebanyak 1 ml lalu dicampur dengan menggunakan vortex, dan dibiarkan selama 20 menit pada suhu kamar. Ukur serapan pada panjang gelombang 500 nm terhadap blanko. Sebagai blanko digunakan pereaksi kolesterol 1 ml dan aquadest 0,01 ml. Pengukuran serapan standar sama dengan pengukuran serapan kolesterol total, tetapi serum darah diganti dengan standar kolesterol. Kadar kolesterol total dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{A_{\text{sampel}}}{A_{\text{standar}}} \times C_{\text{st}}$$

Dimana :

C = kadar kolesterol (mg/dl)

A = serapan

Cst = kadar kolesterol standar (mg/dl)

2) Kadar trigliserida

Serum dipipet sebanyak 100 µl dimasukkan kedalam tabung reaksi, ditambahkan larutan pereaksi trigliserida sebanyak 1 ml lalu campur larutan dengan baik menggunakan vortex, kemudian biarkan 20 menit pada suhu kamar dan ukur serapan pada panjang gelombang 500 nm terhadap blanko. Pengukuran serapan standar dilakukan dengan cara yang sama dengan pengukuran serapan sampel. Kadar trigliserida dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{A_{\text{sampel}}}{A_{\text{standar}}} \times C_{\text{st}}$$

Dimana :

C = kadar trigliserida (mg/dl)

A = serapan

Cst = kadar trigliserida standar (mg/dl)

### 3) Kadar kolesterol-HDL

Serum dipipet sebanyak 250  $\mu$ l lalu tambahkan 500  $\mu$ l larutan pengedap, kocok, biarkan 10 menit pada suhu kamar dan sentrifus selama 20 menit dengan kecepatan 4500 rpm. Ambil 100  $\mu$ l supernatan masukan kedalam tabung reaksi, tambahkan pereaksi kolesterol sebanyak 1 ml, homogenkan dengan vortex lalu biarkan 20 menit pada suhu kamar dan ukur serapan pada  $\lambda = 500$  nm. Kadar kolesterol-HDL dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{A_{s\text{ampel}}}{A_{s\text{tandar}}} \times C_{s\text{t}}$$

Dimana :

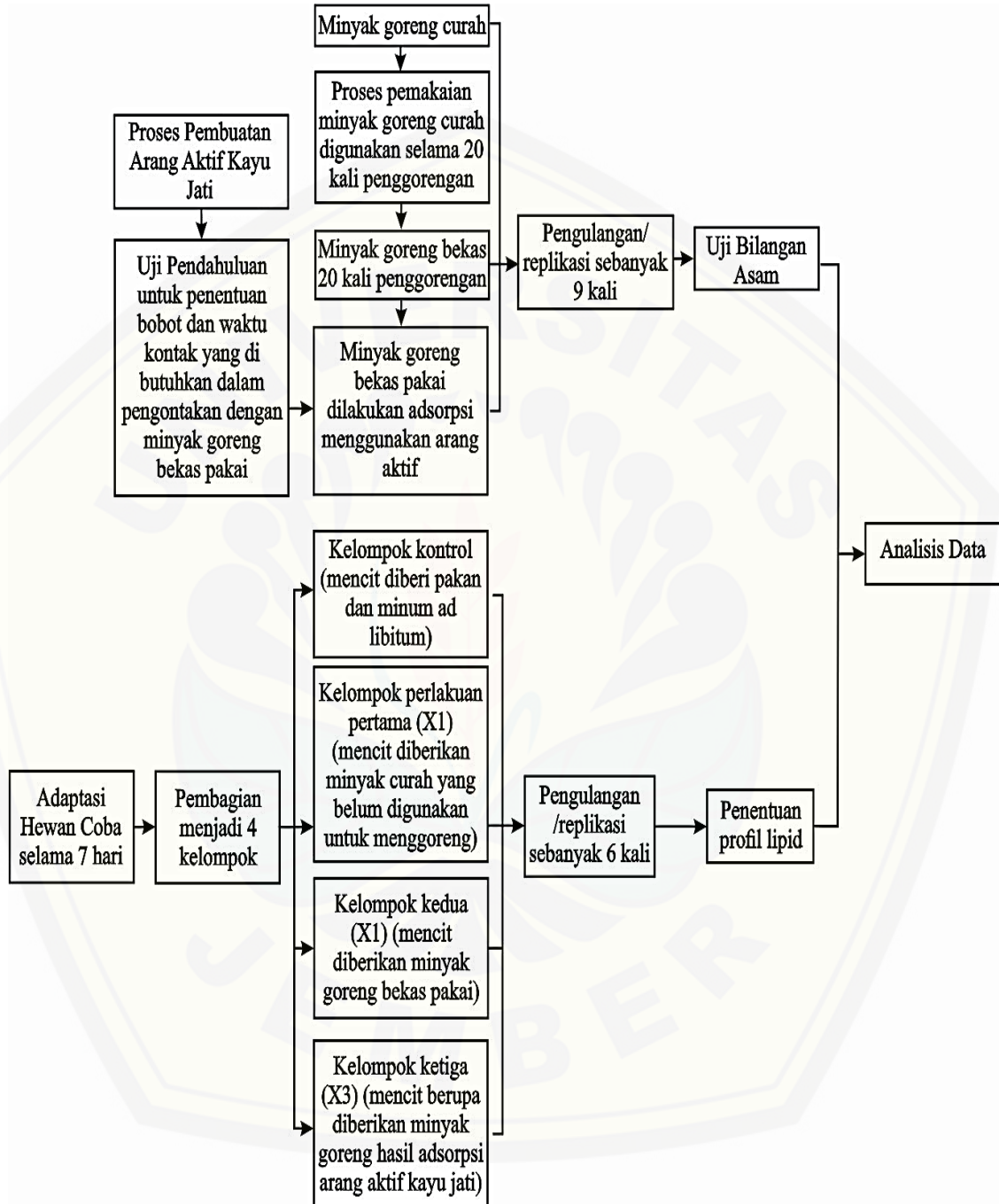
C = kadar kolesterol-HDL (mg/dl)

A = serapan

Cst = kadar kolesterol-HDL standar (mg/dl)

### 3.7 Prosedur Kerja Penelitian

Prosedur kerja penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Prosedur Kerja Penelitian

### 3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data

Teknik penyajian dan analisis data merupakan uraian tentang cara mengkaji dan mengolah data awal atau data mentah sehingga menjadi data atau informasi (data jadi) dan uraian tentang cara analisisnya (FKM Universitas Jember, 2015:20-21).

#### 3.8.1 Teknik Penyajian Data

Teknik penyajian data penelitian ini dilakukan secara deskriptif, matematis dan visual. Penyajian deskriptif menggambarkan hasil uji secara narasi, matematis menggambarkan hasil uji dalam bentuk tabel dan visual menggambarkan hasil uji dalam bentuk grafik.

#### 3.8.2 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan alat bantu berupa program aplikasi statistik untuk komputer. Uji statistik digunakan untuk melihat pengaruh pemberian arang aktif limbah kayu jati terhadap kualitas minyak jelantah dan profil lipid mencit yang diberi minyak jelantah setelah dipapar dengan arang aktif. Data yang didapatkan pada pengukuran efektifitas arang aktif limbah kayu jati dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah adalah bilangan asam. Sedangkan pada penentuan profil lipid adalah kadar kolesterol total, trigliserida, dan HDL. Data tersebut harus diolah dan dilihat normalitas dan distribusinya terlebih dahulu untuk mengetahui uji analisis yang dapat digunakan.

##### a. Uji Normalitas

Uji distribusi normal adalah uji untuk mengukur apakah data kita memiliki distribusi normal sehingga dapat dipakai dalam statistik parametrik (*statistik inferensial*) Cara yang biasa dipakai untuk menghitung masalah ini adalah *Chi Square*. Tapi karena tes ini memiliki kelemahan, maka yang kita pakai adalah *Kolmogorov-Smirnov* (Widhiarso, 2012:1).

Menurut Anwar (2009:107) untuk mengetahui normalitas dapat digunakan skor Sig. yang ada pada hasil perhitungan Kolmogorov-Smirnov. Bila angka Sig.

lebih besar atau sama dengan 0,05, maka data berdistribusi normal, tetapi bila kurang maka tidak berdistribusi normal.

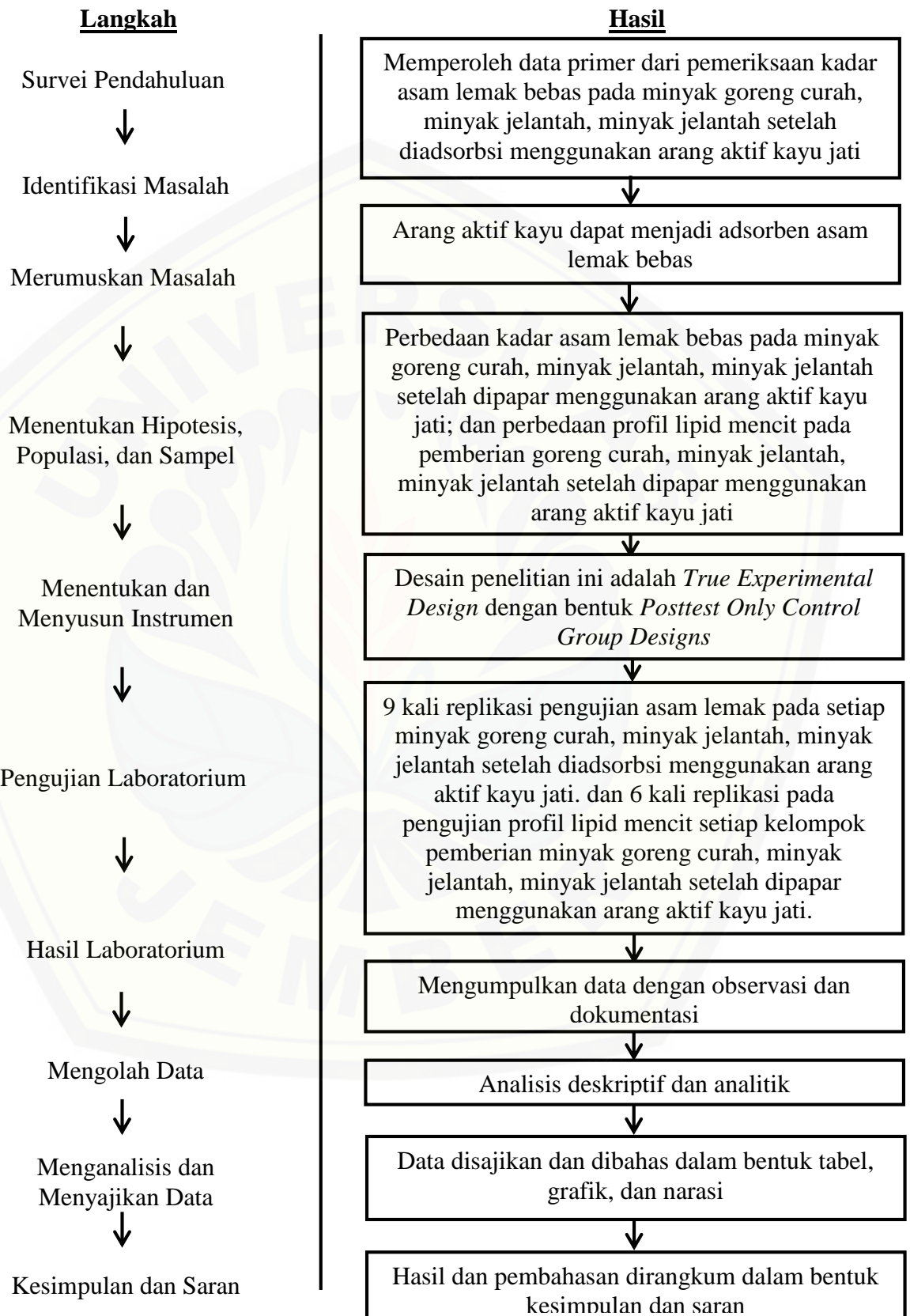
b. Uji Homogenitas Data

Uji homogenitas merupakan pengujian perbedaan antara dua atau lebih populasi. Analisis varian atau ANOVA (*Analisis of Variances*) merupakan analisis perbandingan rata-rata antara beberapa kelompok data yang didalamnya terdapat uji homogenitasnya

Jika data yang didapat merupakan data yang memiliki distribusi normal dan homogen, maka analisis untuk mengetahui pengaruh pemberian arang aktif limbah kayu jati terhadap kualitas minyak jelantah dan penentuan profil lipid mencit diberi minyak jelantah yang telah dipapar arang aktif kayu jati yaitu uji *one way anova* dengan taraf kepercayaan 95%. Analisis menggunakan Anova ini hanya bisa menjawab diantara kelompok yang diuji terdapat perbedaan rerata karena anova tidak bisa mendeteksi kelompok yang memiliki berbeda reratanya. Untuk mencari kelompok yang memiliki perbedaan reratanya maka digunakan uji *post-hoc* LSD (Bagian Epidemiologi dan Biostatistika Kependudukan, 2014:4). Jika data yang dihasilkan tidak homogen atau tidak berdistribusi normal, maka dapat dilanjutkan dengan uji biostatistika non parametric yaitu *kruskal wallis* dan dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney*.



### 3.1 Kerangka Alur Penelitian



Gambar 3.4 Alur Penelitian

## BAB 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- a. Hasil perhitungan kualitas arang aktif limbah kayu jati didapatkan rendemen arang aktif 73,93%, kadar air 6,5%, kadar zat mudah menguap 19%, kadar abu 7%, kadar karbon terikat 80%, daya jerap iodin 780,62 mg/g.
- b. Bobot optimum dan waktu optimum yang didapatkan yaitu 5% B/V dan 90 menit.
- c. Rerata kadar asam lemak bebas pada minyak curah, minyak jelantah, dan minyak pemurnian berturut-turut yaitu 0,451%, 0,911%, dan 0,432%.
- d. Semua minyak yang digunakan pada penelitian ini meningkatkan kolesterol total dan kolesterol-HDL. Kadar kolesterol totalnya melebihi dari kelompok K dan kadar kolesterol normal yaitu 82,4 mg/dl. Kadar kolesterol total kelompok X<sub>3</sub> lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok X<sub>1</sub> dan X<sub>2</sub>. Kolesterol-HDL kelompok perlakuan yang paling rendah terdapat pada kelompok pemberian minyak hasil pemurnian. Kadar trigliserida pada kelompok X<sub>3</sub> yang memiliki nilai kurang dari kadar normal 100,3 mg/dl. Kelompok K, X<sub>1</sub> dan X<sub>2</sub> rata-rata kadar trigliseridanya telah melebihi normal.
- e. Berdasarkan SNI 06-3730-1995 kualitas arang aktif limbah kayu jati telah memenuhi standar mutu arang aktif teknis.
- f. Hasil pengujian pendahuluan penentuan bobot arang aktif dan waktu optimum pengontakan arang aktif pada minyak goreng tidak memiliki pengaruh perbedaan secara nyata terhadap penurunan asam lemak bebas.
- g. Rerata kadar asam lemak bebas semua jenis minyak pada penelitian ini telah melebihi SNI 7709-2012 minyak kelapa sawit yaitu 0,3%. Arang aktif limbah kayu jati dapat menurunkan kadar asam lemak bebas dari hasil asam lemak bebas minyak jelantah yaitu sebesar 0,911% menjadi 0,432%. Persentase penurunan tersebut yaitu 52,58%.

- h. Pemberian arang aktif limbah kayu jati pada minyak jelantah dapat mengontrol kadar trigliserida dan kolesterol-HDL pada profil lipid mencit namun tidak pada kadar kolesterol total yang hasilnya masih tinggi.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan peneliti dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk mengetahui gaya adsorpsi yang terjadi arang aktif limbah kayu jati terhadap asam lemak bebas.
- b. Perlu dilakukan identifikasi asam lemak yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif limbah kayu jati.
- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara pre-test dalam mengetahui keadaan awal profil lipid mencit sehingga dapat dibandingkan dengan hasil profil lipid setelah perlakuan.
- d. Perlu dilakukan penelitian sejenis dengan melakukan kontrol variable perancu lainnya seperti makanan (jumlah dan kandungan), aktivitas hewan coba, batasan waktu dan suhu saat menggoreng, dan sebagainya.
- e. Perlu adanya penelitian lanjutan terhadap bahaya yang ditimbulkan pada arang aktif jika digunakan untuk mengadsorpsi bahan yang dikonsumsi.
- f. Saran kepada masyarakat untuk tidak disarankan menggunakan minyak curah, minyak yang digunakan lebih dari 2 kali pemakaian, dan minyak jelantah yang diolah kembali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A. 2011. "Pembuatan, Pencirian, dan Uji Daya Adsorpsi Arang Aktif dari Kayu Meranti Merah (*Shorea sp.*)". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Bogor: Bogor Agricultural University.
- Aguilar, E. C., Queiroz, M. d. G. M. N., Olievera, D. A. d. & Oliveira, N. J. F. d. 2011. Serum Lipid Profile and Hepatic Evaluation in Mice Fed Diet Containing Pequi Nut or Pulp (*Catycar brasiliense Camb.*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(4), pp. 879-883.
- Aisyah. 2010. "Pengaruh Penggunaan Minyak Jelantah Setelah Penyerapan Dengan Ampas Tebu Terhadap Kadar Kolestrol Total dan Trigliserida dalam Darah Mencit". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Padang: Universitas Andalas.
- Aisyah, S., Yulianti, E. & Fasya, A. G. 2010. Penurunan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas (FFA) pada Proses Bleaching Minyak Goreng Bekas oleh Karbon Aktif Polong Buah Kelor (*Moringa Oliefera*. Lamk) dengan Aktifasi NaCl. *ALCHEMY*, Maret, I(2), pp. 53-153.
- Akbar, M. I., 2011. "Pemanfaatan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Zat Warna Pada Biodiesel". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. bogor: IPB.
- Alfiani, S., Triyasmono, L. & Ni'mah, M. 2014. Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Dalam Minyak Hasil Penggorengan Berulang dengan Metode Titrasi Asam Basa dan Spektrofotometer Fourier Transformation Infra Red (FTIR). *Jurnal Pharmascience*, Februari, 1(1), pp. 7-13.
- Almatsier, S. 2004. *Penuntun Diet Edisi Baru*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, S. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Anonim. 2015. *Commonly Used Mouse Strains*. [Online] Available at: <https://www.research.uky.edu/dlar/documents/CommonMouseResearchModels.pdf>
- Anwar, A. 2009. *Statistika Untuk Penelitian Pendidikan*. Kediri: IAT Press.
- Arifnaldi, M. S. 2014. "Hubungan Kadar Trigliserida dengan Kejadian Stroke Iskemik di RSUD Sukoharjo". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Surakarta: UMS.

- Badan Pusat Statistik. 2014. *Distribusi Perdagangan Komoditi Minyak Goreng Indonesia 2014*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Pola Pengeluaran dan Konsumsi Penduduk Indonesia 2013*, Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. 1995. *Arang Aktif Teknis SNI no. 06-3730-1995*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. *Cara Uji Minyak dan Lemak*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Minyak Goreng Sawit*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Standar Nasional Indonesia-Minyak Goreng*. Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Bagian Epidemiologi dan Biostatistika Kependudukan. 2014. *Anova Satu Arah*. Jember, FKM UNEJ.
- Bariyah, K. 2016. "Evaluasi Kinerja Beberapa Adsorben Terhadap Pengurangan Kadar Diasilgliserol dan Asam Lemak Bebas dalam Minyak Sawit Kasar". Tidak Dipublikasikan. *Tesis*. Bogor: IPB.
- Basuki, T. M., R., H. D. & S. 2008. Kajian Kuantifikasi Kandungan Karbon pada Hutan Tanaman Jati (*Tectona grandis* LINN). *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 29 April, V(1), pp. 101-106.
- Biocon, n.d. *Pedoman Kerja Edisi Indonesia: Biocon Diagnostik*. Jakarta: PT Biocon Indonesia.
- Bogoriani, N. W. & Ratnayani, K. 2015. Efek Berbagai Minyak Pada Metabolisme Kolesterol Terhadap Tikus Wistar. *Jurnal Kimia*, Januari, IX(1), pp. 53-60.
- British Heart Foundation. 2014. *Reducing your blood cholesterol*. [Online] Available at: <https://www.bhf.org.uk/publications/heart-conditions/reducing-your-blood-cholesterol> [Accessed 9 April 2017].
- Cakrawati, D. & NH, M. 2014. *Bahan Pangan, Gizi, dan Kesehatan*. Bandung: Alfabeta.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2015. *LDL and HDL: "Bad" and "Good" Cholesterol*. [Online] Available at: [https://www.cdc.gov/cholesterol/ldl\\_hdl.htm](https://www.cdc.gov/cholesterol/ldl_hdl.htm) [Accessed 09 April 2017].



- Chalid, S. Y., Muawanah, A. & Jubaedah, I. 2008. Analisa Radikal Bebas pada Pedagang Gorengan Kaki Lima. *Valensi*, I(2), pp. 82-86.
- Djarmiko. 1985. *Pengolahan Arang dan Kegunaannya*. Bogor: Agroindustri Pr-IPB.
- Erawati, E., Budiyati, E. & Sediawan, W. B. 2014. "Karakteristik Produk Pirolisis dari Sekam Padi Tongkol Jagung, dan Serbuk Gergaji Kayu Jati Menggunakan Katalis Zeolit". Tidak Dipublikasikan. *Laporan Penelitian*. Surakarta: UMS.
- Erni, Mu'nisa, A. & Arsal, A. F. 2014. Pengaruh Pemberian Minyak Mandar yang ditambahkan Bubuk Daun Sukun (*Arthocarpus Altilis*) Terhadap Kadar Kolesterol Mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Bionature*, Oktober, XV(2), pp. 90-96.
- Fatriawan, G. D. 2014. Kadar Kolesterol Darah Pada Mencit (*Mus musculus*) dengan Pemberian Minuman Berkarbonasi". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Fauziah, N. 2009. "Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung Dari Kulit Acacia mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya sebagai Adsorben". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Fernandez, M. L. & West, K. L. 2005. Mechanisms by which Dietary Fatty Acids Modulate Plasma Lipids. *The Journal Of Nutrition*, 1 September, 135(9), pp. 2075-2078.
- Ferry, J. 2002. "Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergajian Kayu Campuran Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Fessenden, R. J. & Fessenden, J. S. 2005. *Kimia Organik*. 3 ed. Jakarta: Erlangga.
- Firdiansyah, M. H. 2014. "Hubungan Antara Rasio Kadar Kolesterol Total Terhadap High-Density Lipoprotein (HDL) Dengan Kejadian Penyakit Jantung Koroner Di RSUD Dr. Moewardi". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Surakarta: UMS.
- Fitriyani, A. L. 2014. Proses Transesterifikasi Minyak Curah dengan Metode Distalasi Reaktif untuk Produksi Biodiesel Berdasarkan Rasio Umpan". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Semarang: Undip.
- FKM Universitas Jember. 2015. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Jember: FKM Universitas Jember.

- Furqon, A., Nurmukhlis, H. & Kasiman, S., 2015. Stabilitas Konsentrasi Glukosa Darah Simpan Jangka Pendek dalam Tabung Berteknologi Pemisah Jel. *Pharmaciana*, 11 November, v(12), pp. 108-114.
- Ginting, F. D. 2008. Pengujian Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber dengan Menggunakan Metanol 1000 ml Sebagai Refrigeran". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Depok: UI.
- Gustama, A. 2012. "Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Dalam Pemurnian Biodiesel". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Harahap, H. H., Malik, U. & Dewi, R., 2014. Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Menggunakan H<sub>2</sub>O Sebagai Aktivator Untuk Menganalisis Proksimat, Bilangan Iodine dan Rendemen. *JOM FMIPA*, I(2), pp. 48-54.
- Haryono, Fairus, S., Sari, Y. & Rakhmawati, I., 2010. *Pengolahan Minyak Goreng Kelapa Sawit Bekas menjadi Biodiesel Studi Kasus: Minyak Goreng Bekas dari KFC Dago Bandung*. Yogyakarta, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan": Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, pp. 52-56.
- Hendra, D., 2007. Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, XXV(1), pp. 242-255.
- Hendra, R. 2008. "Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Indonesia dengan Metode Aktivasi Fisika dan Karakteristiknya". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Depok: UI.
- Istighfaro, N. 2010. "Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Bentonit - Karbon Aktif Biji Kelor (*Moringa oleifera*. Lamk)". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Ketaren, S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI press.
- Lean, M. E. 2013. *Ilmu Pangan, Gizi, & Kesehatan*. I ed. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Lin, S., Akoh, C. & A.E., R. 1998. The Recovery of Used Frying Oils with Various adsorbents. *Food Lipids*, Issue 5, pp. 1-16.

- Mamat, 2010. "Faktor-faktor yang berhubungan dengan kadar kolesterol HDL di Indonesia (Analisis Data Sekunder IFLS 2007/2008)". Tidak Dipublikasikan. *Tesis*. Jakarta: FKM UI.
- Maskan, M. & Bagci, H. 2003. Effect of Different Adsorbents On Purification of Used Sunflower Seed Oil Utilized For Frying. *Food Research Technology*, 13 June, Volume 217, pp. 215-218.
- Move Indonesia, 2007. *Kegunaan Arang*. Mojokerto: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH) Seloliman Trawas.
- Muchtadi, T., S. & Agustaningwarno, F. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Murray, R. K. 2003. *Biokimia Harper*. 25 ed. Jakarta: EGC.
- Muslich, M. & Sumarni, G. Tanpa Tahun. Kelas Keawetan 200 Jenis Kayu Indonesia Terhadap Penggerek di Laut.
- Nugraheni, N. 2008. "Keragaman Komponen Kimia dan Dimensi Serat Kayu Reaksi Melinjo". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Octavia, S., 2008. "Efektivitas Kombinasi Proses Perendaman dengan Amonik dan Asam Pada Pengolahan Awal Biomassa sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol". Tidak Dipublikasikan. *Tesis*. Bandung: ITB.
- Pambayun, G. S., Yulianto, R. Y., Rachimoellah, M. & Putri, E. M. 2013. Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator  $ZnCl_2$  dan  $Na_2CO_3$  Sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(1), pp. F116-F120.
- Pari, G., Hendra, D. & Pasaribu, R. A., 2008. Peningkatan Mutu Arang Aktif Kulit Kayu Mangium. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, XXVI(3), pp. 214-227.
- Pramono, A. A., Fauzi, M. A., Heriansyah, I. & Roshetko, J. M., 2010. *Pengelolaan Hutan Jati Rakyat: Panduan Lapangan untuk Petani*. Bogor: CIFOR.
- Pudyastawa, F. A., 2012. "Kaji Experimental Efektifitas Arang Aktif Mesh 60 dari Limbah Serbuk Penggajian Kayu Jati Dalam Penyerapan Polutan Limbah Cair dari Industri Batik di Tamansari Yogyakarta". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Pujiarti, R. & Sutapa, J. P. G. 2005. Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) sebagai Bahan Penjernih Air. *Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 28 Januari, III(2), pp. 33-38.

- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2012. *Statistik Konsumsi Pangan 2012*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Putra, A. R. A. P., 2013. "Pengaruh Brand Image, Product Display, dan Product Knowledge Terhadap PURvhasse Intention Minyak Goreng Bimoli dengan Price Discount Sebagai Variabel Moderasi". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Yogyakarta: UAJY.
- Putra, R. A. H. D. 2015. *Dinamika Jaringan Rantai Pasok Biodiesel dari Minyak Goreng bekas*. I ed. Padang: Andalas University Press.
- Rachmawati, S. D. 2004. *Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit untuk Pemurnian Minyak Goreng Bekas*, Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Rahayu, A., H. & Nugroho, A. D. 2007. "Studi Frekuensi Penggorengan dari Minyak Jelantah Bermerek dan Tidak Bermerek Terhadap Nekrosis Sel Hati". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ramani, A. 2012. Uji Normalitas. In: *Modul Aplikasi Komputer Dasar Analisis Data Kesehatan*. Jember (Jawa Timur): Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, p. 96.
- Rosita, A. F. & Widasari, W. A. 2009. "Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas dari KFC dengan Menggunakan Adsorben Karbon Aktif". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Semarang: UNDIP.
- Royana, I., Kurniawan, R., Yulianti, E. & Mahmudah, R., 2016. Pemanfaatan Biosorben Batang Jagung Teraktivasi Asam Nitrat dan Asam Sulfat untuk Penurunan Angka Periksida - Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas. *Journal of Chemistry Alchemy*, 1 Oktober, V(1), pp. 10-17.
- Rukmini, A., 2007. Regenerasi Minyak Goreng Bekas dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh. 24 November.pp. A1-A9.
- Rulliaty, S. & Lempang, M., 2004. Sidat Anatomi dan Fisis Kayu Jati dari Muna dan Kendari Selatan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Desember, XXII(4), pp. 231-237.
- Saepudin, A., 2009. "Uji Kinerja Adsorben Histidin-Bentonit dalam Prototipe Kemasan Flow dan Batch terhadap Pestisida Endosulfan dalam Air Minum". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Jakarta: UPI.



- Sartika, R. A. D. 2009. Pengaruh Suhu dan Lama Proses Menggoreng (Deep Frying) Terhadap Pembentukan Asam Lemak Trans. *Makara Sains*, XIII(1), pp. 23-28.
- Shintawati, R., H. & Indraswati, D. 2011. Kadar Lipid Darah Mencit Betina Middle-Aged Galur Swiss Webster setelah Pemberian Jus Buah Pare (*Momordica charantia* L.). *MKB*, 43(2), pp. 93-97.
- Shofa, 2012. "Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kalium Hidroksida". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Sianturi, M. 2012. "Pengaruh Pemberian Asam Lemak Trans Terhadap Penyakit Perlemakan Hati Non Alkohol Tikus Sprague Dawley". Tidak Dipublikasikan. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sitorus, D. O. 2014. "Peningkatan Potensi Campuran Serat Sabut Kelapa dan Serbuk Kayu Gergaji Teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Sebagai Media Adsorben Zat Warna Terhadap Limbah Kain Songket". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Sudarja & Caroko, n. 2012. Kaji Eksperimental Efektifitas Penyerapan Limbah Cair Industri Batik Taman Sari Yogyakarta Menggunakan Arang Aktif Mesh 80 dari Limbah Gergaji Kayu Jati. *Ilmiah Semesta Teknika*, XIV(1), pp. 50-58.
- Sudrajat, R. & Pari, G. 2011. *Arang Aktif: Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*. Jakarta(DKI Jakarta): Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Sugiharto, Siagian, D., Sunaryanto, L. T. & Oetomo, D. S. 2003. *Teknik Sampling*. 2 ed. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Sugiyono, 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Suharjo & Kusharto, C. 2010. *Prinsip-prinsip Ilmu Gizi*. 12 ed. Yogyakarta: Kanisius.
- Sukarta, F., 2014. "Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit dan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Berat Pada Limbah Batik". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Sumarna, Y., 2001. *Kayu Jati: Panduan Budi Daya dan Prospek Bisnis*. Jakarta: Penebar Swadaya.



- Suryani, A. M. 2009. "Pemanfaatan Tongkol Jagung untuk Pembuatan Arang Aktif sebagai Adsorben Pemurnian Minyak Goreng Bekas". Tidak Dipublikasikan. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Sutapa, J. P. G. & Sagala, P. 2005. Pembuatan dan Kualitas Arang Aktif dari Serbuk Gergajian Kayu Jati (*Tectona grandis* L.f) dan Tongkol Jagung (*Zea mays* LINN) sebagai Adsorben Minyak Goreng Bekas (Minyak Jelantah). *Seminar nasional Pengembangan Pengelolaan dan Pemanfaatan Hasil Hutan Rakyat di Indonesia*, 12 Desember.pp. 173-179.
- Sutejo, I. R. & Dewi, R. 2012. Kerusakan Sel Hati dan Peningkatan Kolesterol Serum Mencit Akibat Pemberian Minyak Goreng Bekas Pakai. *IKESMA*, Volume 8, pp. 9-16.
- Suyatna, F., 2011. Hipolipidemik. In: S. G. Gunawan, R. Setiabudy, Nafrialdi & Elysaabeth, eds. *Farmakologi dan Terapi*. 5 ed. Jakarta: Universitas Indonesia, pp. 373-388.
- Tuminah, S. 2009. Efek Asam Lemak Jenuh dan Asam Lemak Tak Jenuh "Trans" terhadap Kesehatan. *Media Penelitian dan Pengembang Kesehatan*, XIX(Suplemen II), pp. 13-20.
- Wahyudi, I. 2013. Hubungan Struktur Anatomi Kayu dengan Sifat Kayu, Kegunaan dan Pengolahannya. *Diskusi LitBang Anatomi Kayu Indonesia*, 3-4 Juni.pp. 1-12.
- Widhiarso. 2012. [widhiarso.staff.ugm.ac.id](http://widhiarso.staff.ugm.ac.id). [Online] Available at: <http://widhiarso.staff.ugm.ac.id/files/Uji%20Normalitas.pdf>. [Accessed 28 Desember 2015].
- Widjanarko, D., A. & H. 2010. Pengujian Alat Pengolah Limbah Minyak Goreng Menjadi Biodiesel sebagai Bahan Bakar Alternatif Motor Diesel. *Jurnal Penelitian Sainstek*, April, XV(1), pp. 29-41.
- Wijayanti, H., Nora, H. & Amelia, R. 2012. Pemanfaatan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu Ulin untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Konversi*, I(1), 27-33.
- Winarno, F. G. 1993. *Pangan: Gizi, teknologi, dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. 9 ed. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Woodward, M. *et al.* 2007. Associations Between High-Density Lipoprotein Cholesterol and Both Stroke and Coronary Heart Disease in the Asia Pacific region. *European Heart Journal*, 31 Agustus, 28(21), p. 2653–2660.
- Yudanto, A. & Kusumaningrum, K. 2009. Pembuatan Briket Bioarang dari Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati.
- Yuliwati, E. 2013. Emisi gas Buang Biomassa dengan Menggunakan Sistem Pressurized Fluidized Bed Combustion.
- Yunanta, R. R. K., Lukmandaru, G. & Fernandes, A. 2014. Sifat Kimia dari Kayu *Shorea retusa*, *Shorea macroptera*, dan *Shorea Macrophylla*. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, Juni, VIII(1), pp. 15-24.
- Yustinah & Hartini, 2011. Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Sabut Kelapa. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, 22 Februari, pp. B05-1 - B05-5.

LAMPIRAN

**Lampiran A.** Perhitungan dosis bahan uji yang diberikan pada hewan coba

A.1 Tabel konversi perhitungan dosis (Laurence & Bacharach, 1964)

	Mencit 20 gr	Tikus 200 gr	Marmot 40 gr	Kelinci 1,5 kg	Kucing 2 kg	Kera 4 kg	Anjing 12 kg	Manusia 70 kg
Mencit 20 gr	1,0	7,0	12,25	27,8	29,7	64,1	124,2	387,9
Tikus 200 gr	0,14	1,0	1,74	3,9	4,2	9,2	17,8	56,0
Marmot 40 gr	0,08	0,57	1,0	2,25	2,24	5,2	10,2	31,5
Kelinci 1,5 kg	0,04	0,25	0,44	1,0	1,08	2,4	4,5	14,2
Kucing 2 kg	0,03	0,23	0,41	0,92	1,0	2,2	4,1	13,0
Kera 4 kg	0,016	0,11	0,19	0,42	0,45	1,0	1,9	6,1
Anjing 12 kg	0,008	0,06	0,1	0,22	0,24	0,52	1,0	3,1
Manusia 70 kg	0,0026	0,018	0,031	0,07	0,076	0,16	0,32	1,0

A.2 Perhitungan dosis kelompok perlakuan semua minyak

Dosis minyak jelantah yang digunakan pada tikus = 2,5 ml/200 g BB.

Konversi dosis tikus ke mencit = 0,14

Dosis yang digunakan pada mencit (20 g) =  $0,14 \times 2,5 \text{ ml} = 0,35 \text{ ml}/20 \text{ g BB}$

mencit

**Lampiran B.** Hasil kualitas arang aktif limbah kayu jati

No.	Rendemen (%)	Kadar air (%)	Kadar Zat Mudah Menguap (%)	Kadar Abu Total (%)	Kadar Karbon Terikat (%)	Daya Jerap Iod (mg/g)
1.	175,73	7	20	8	72	710,808
2.	196,8	6	18	6	88	850,431

## a. Rendemen

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{bobot AA kering setelah pemanasan}}{\text{bobot arang sebelum pemanasan}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{384,45}{520} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen (\%)} = 73,93\%$$

## b. Kadar air

$$\begin{aligned} & \text{Kadar air (\%)} \\ & = \frac{(\text{bobot sampel sebelum pemanasan} - \text{bobot sampel setelah pemanasan})}{(\text{bobot sampel sebelum pemanasan})} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{Replikasi 1} = \frac{(1 - 0,93)}{1} \times 100\% = 7\%$$

$$\text{Replikasi 2} = \frac{(1 - 0,94)}{1} \times 100\% = 6\%$$

$$\text{Rata - rata kadar air} = \frac{7\% + 6\%}{2} = 6,5\%$$

## c. Kadar Zat Mudah Menguap

$$\begin{aligned} & \text{Kadar zat mudah menguap (\%)} \\ & = \frac{\text{bobot sampel sebelum pemanasan} - \text{bobot sampel setelah pemanasan}}{\text{bobot sampel sebelum pemanasan}} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{Replikasi 1} = \frac{1 - 0,8}{1} \times 100\% = 20\%$$

$$\text{Replikasi 2} = \frac{1 - 0,82}{1} \times 100\% = 18\%$$

$$\text{rata - rata kadar zat mudah menguap} = \frac{20\% + 18\%}{2} = 19\%$$

## d. Kadar abu total

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{Bobot abu total}}{\text{bobot awal sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Replikasi 1} = \frac{0,08}{1} \times 100\% = 8\%$$

$$\text{Replikasi 2} = \frac{0,06}{1} \times 100\% = 6\%$$

$$\text{rata - rata kadar abu} = \frac{8\% + 6\%}{2} = 7\%$$

e. Karbon terikat

Kadar karbon terikat (%)

$$= 100\% - (\text{kadar abu} + \text{kadar zat mudah menguap})$$

$$\text{Replikasi 1 (\%)} = 100\% - (8\% + 20\%) = 72\%$$

$$\text{Replikasi 2 (\%)} = 100\% - (8\% + 20\%) = 88\%$$

$$\text{Rata - rata karbon terikat} = \frac{72\% + 88\%}{2} = 80\%$$

f. Daya jerap iodin

$$\text{Daya jerap iodin} \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{A - \frac{B \times N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{N_{\text{iod}}} \times 12,693 \times \text{fp}}{a}$$

$$\text{Replikasi 1} \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{10 - \frac{7,2 \times 0,1}{0,1} \times 12,693 \times 5}{0,25} = 710,808$$

$$\text{Replikasi 1} \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{10 - \frac{6,65 \times 0,1}{0,1} \times 12,693 \times 5}{0,25} = 850,431$$

$$\text{Rata - rata daya jerap iodin} = \frac{710,808 + 850,431}{2} = 780,6195 \frac{\text{mg}}{\text{g}}$$

Keterangan:

A = Volume titrasi (ml)

B = Volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  terpakai (ml)

fp = factor pengenceran

a = bobot AA (g)

12,693 = jumlah iod sesuai dengan 1 ml larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1N



**Lampiran C. Hasil Uji Pendahuluan****C.1 Bobot Optimum**

Konsentrasi B/V (%)	Bobot Sampel (g)	Volume Titran (ml)	Kadar ALB (%)	Rata-rata
5	16,87	0,9	0,152	0,156
	12,01	0,65	0,153	
	15,82	0,9	0,162	
10	14,53	1,05	0,206	0,172
	15,94	0,65	0,116	
	13,15	0,9	0,195	
15	12,20	0,85	0,198	0,178
	15,47	0,7	0,129	
	10,27	0,75	0,208	

**C.2 Waktu Optimum**

Waktu (Menit)	Bobot Sampel (g)	Volume Titran (ml)	Kadar ALB (%)	Rata-rata
30	21,28	0,9	0,120	0,128
	18,66	0,9	0,137	
	20,27	0,9	0,126	
60	18,54	1	0,153	0,145
	20,71	1,1	0,151	
	18,51	0,85	0,131	
90	17,54	0,8	0,130	0,123
	19,72	0,9	0,130	
	18,30	0,7	0,109	

**Lampiran D.** Hasil Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dan Uji Profil Lipid  
D.1 Hasil analisa kadar asam lemak bebas

<b>ALB MINYAK CURAH</b>			
No.	Bobot Sampel (g)	Volume Titran (ml)	Kadar ALB (%)
1	10,97	1,75	0,420
2	10,04	2,15	0,563
3	11,2	1,7	0,399
4	13,13	1,9	0,381
5	12,83	2,05	0,420
6	11,12	2,65	0,627
7	12,05	2,05	0,447
8	12,85	2,15	0,440
9	11,47	1,57	0,360
<b>RATA-RATA</b>			0,451

<b>ALB MINYAK JELANTAH</b>			
No.	Bobot Sampel (g)	Volume Titran (ml)	Kadar ALB (%)
1	10,43	2,4	0,605
2	10,92	4,1	0,987
3	11,76	3,05	0,682
4	11,8	2,6	0,579
5	10,01	4,2	1,103
6	10,93	5,5	1,323
7	10,1	4,6	1,198
8	11,64	4	0,904
9	11,07	3,45	0,820
<b>RATA-RATA</b>			0,911

<b>ALB MINYAK HASIL PEMURNIAN</b>			
No.	Bobot Sampel (g)	Volume Titran (ml)	Kadar ALB (%)
1	10,7	1,75	0,430
2	10,08	1,5	0,391
3	12,02	2,25	0,492
4	10,98	2,15	0,515
5	13,23	1,65	0,328
6	10,72	2	0,491
7	10,55	1,75	0,436
8	11,15	2	0,472
9	10,36	1,3	0,330
<b>RATA-RATA</b>			0,432

## D.2 Hasil analisa profil lipid pada mencit

Perlakuan	Kolesterol (mg/dl)	Trigliserida (mg/dl)	HDL (mg/dl)
Kontrol	77,90	679,79	28,56
	75,68	254,26	44,24
	72,59	291,49	54,04
	113,51	231,91	84,56
	93,44	117,02	61,32
	88,80	145,74	53,2
Rata-rata	86,99	286,70	54,32
Minyak curah	75,68	72,34	68,04
	87,26	64,89	51,52
	81,85	106,38	95,48
	108,88	74,47	49,84
	80,31	123,4	80,64
	94,21	211,7	66,08
Rata-rata	88,03	108,86	68,60
Minyak Jelantah	110,42	112,27	80,64
	88,03	120,21	57,4
	107,34	106,38	82,04
	69,50	144,68	54,6
	112,74	91,49	60,48
	108,23	105,78	65,78
Rata-rata	99,38	113,47	66,82
Minyak Permurnian	124,32	87,23	54,6
	115,06	100	46,48
	142,08	59,57	53,48
	130,50	86,17	74,76
	108,88	100	57,96
	112,51	144,68	76,72
Rata-rata	122,23	96,28	60,67

**Lampiran E. Uji statistik****E.1 Uji statistik pangaruh bobot dan waktu terhadap pengikatan asam lemak bebas****a. Uji anova pengaruh bobot****1. Uji normalitas**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
alb	.221	9	.200*	.905	9	.280

a. Lilliefors Significance Correction

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

**2. Uji homogenitas**

Alb

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.671	2	6	.041

**3. Uji non parametrik (Kruskal-Wallis Test)**

Ranks

	persen_bobot	N	Mean Rank
alb	5	3	4.00
	10	3	5.00
	15	3	6.00
	Total	9	

Test Statistics<sup>a,b</sup>

	alb
Chi-Square	.800
df	2
Asymp. Sig.	.670

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: persen\_bobot

## b. Uji statistik pengaruh waktu

## 1. Uji normalitas

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ALB	.204	9	.200*	.944	9	.626

a. Lilliefors Significance Correction

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

## 2. Uji homogenitas

ALB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.640	2	6	.560

3. Uji parametrik (*One way anova*)

ANOVA

ALB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	2	.000	3.239	.111
Within Groups	.001	6	.000		
Total	.002	8			

## E.2 Uji Statistik asam lemak bebas pada kelompok kontrol, perlakuan 1, dan perlakuan 2

## a. Uji normalitas

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
alb	.211	27	.003	.814	27	.000

a. Lilliefors Significance Correction

## b. Uji homogenitas

Alb

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
9.677	2	24	.001



c. Uji non parametrik (*kruskal wallis*)

## Ranks

	jenis	N	Mean Rank
alb	curah	9	9.78
	jelantah	9	22.78
	pemurnian	9	9.44
	Total	27	

Test Statistics<sup>a,b</sup>

	alb
Chi-Square	16.519
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: jenis

d. Uji lanjutan (*Mann Whitney*)

## 1. Minyak curah dan jelantah

## Ranks

	Jenis	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ALB	curah	9	5.22	47.00
	jelantah	9	13.78	124.00
	Total	18		

Test Statistics<sup>b</sup>

	ALB
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	47.000
Z	-3.400
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jenis

## 3. Minyak curah dan pemurnian

**Ranks**

	Jenis	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ALB	curah	9	9.56	86.00
	pemurnian	9	9.44	85.00
	Total	18		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	ALB
Mann-Whitney U	40.000
Wilcoxon W	85.000
Z	-.044
Asymp. Sig. (2-tailed)	.965
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jenis

## 4. Minyak jelantah dan minyak pemurnian

**Ranks**

	Jenis	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ALB	jelantah	9	14.00	126.00
	pemurnian	9	5.00	45.00
	Total	18		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	ALB
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	45.000
Z	-3.576
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.000 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Jenis

## E.3 Uji Statistik Profil Lipid Mencil

## a. Uji statistik kadar kolesterol total

## 1. Uji normalitas

## Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kolesterol	.161	24	.110	.948	24	.243

## a. Lilliefors Significance Correction

## 2. Uji homogenitas

## Test of Homogeneity of Variances

## Kolesterol

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.456	3	20	.716

3. Uji parametrik (*One Way Anova*)

## Kolesterol

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4824.426	3	1608.142	7.760	.001
Within Groups	4144.500	20	207.225		
Total	8968.925	23			

4. Uji lanjutan (*Post hoc*)

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kolesterol

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Kontrol	X1	-1.04500	8.31114	.999	-24.3073	22.2173
		X2	-12.39000	8.31114	.461	-35.6523	10.8723
		X3	-35.23833*	8.31114	.002	-58.5007	-11.9760
	X1	Kontrol	1.04500	8.31114	.999	-22.2173	24.3073
		X2	-11.34500	8.31114	.535	-34.6073	11.9173
		X3	-34.19333*	8.31114	.003	-57.4557	-10.9310
	X2	Kontrol	12.39000	8.31114	.461	-10.8723	35.6523
		X1	11.34500	8.31114	.535	-11.9173	34.6073
		X3	-22.84833	8.31114	.055	-46.1107	.4140
	X3	Kontrol	35.23833*	8.31114	.002	11.9760	58.5007
		X1	34.19333*	8.31114	.003	10.9310	57.4557
		X2	22.84833	8.31114	.055	-.4140	46.1107
Bonfe rroni	Kontrol	X1	-1.04500	8.31114	1.000	-25.3727	23.2827
		X2	-12.39000	8.31114	.910	-36.7177	11.9377
		X3	-35.23833*	8.31114	.002	-59.5660	-10.9106
	X1	Kontrol	1.04500	8.31114	1.000	-23.2827	25.3727
		X2	-11.34500	8.31114	1.000	-35.6727	12.9827
		X3	-34.19333*	8.31114	.003	-58.5210	-9.8656
	X2	Kontrol	12.39000	8.31114	.910	-11.9377	36.7177
		X1	11.34500	8.31114	1.000	-12.9827	35.6727
		X3	-22.84833	8.31114	.074	-47.1760	1.4794
	X3	Kontrol	35.23833*	8.31114	.002	10.9106	59.5660
		X1	34.19333*	8.31114	.003	9.8656	58.5210
		X2	22.84833	8.31114	.074	-1.4794	47.1760

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

## b. Uji statistik kadar trigliserida

## 1. Uji normalitas

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Trigliserida	.309	24	.000	.599	24	.000

## a. Lilliefors Significance Correction

## 2. Uji homogenitas

Trigliserida

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.382	3	20	.038

3. Uji parametrik (*kruskal wallis*)

	Kontrol	N	Mean Rank
Trigliserida	Kontrol	6	20.50
	X1	6	9.42
	X2	6	12.33
	X3	6	7.75
	Total	24	

Test Statistics<sup>a,b</sup>

	Trigliserida
Chi-Square	11.547
df	3
Asymp. Sig.	.009

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kontrol



4. Uji lanjutan (*Mann Whitney*)

## 1) Kelompok kontrol dan X1

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Trigliserida	Kontrol	6	9.00	54.00
	X1	6	4.00	24.00
	Total	12		

Test Statistics<sup>b</sup>

	Trigliserida
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	24.000
Z	-2.402
Asymp. Sig. (2-tailed)	.016
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.015 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kelompok

## 2) Kelompok kontrol dan kelompok X2

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Trigliserida	Kontrol	6	9.17	55.00
	X2	6	3.83	23.00
	Total	12		

Test Statistics<sup>b</sup>

	Trigliserida
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	23.000
Z	-2.562
Asymp. Sig. (2-tailed)	.010
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.009 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kelompok

## 3) Kelompok kontrol dan kelompok X3

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Trigliserida	Kontrol	6	9.33	56.00
	X3	6	3.67	22.00
	Total	12		

Test Statistics<sup>b</sup>

	Trigliserida
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	22.000
Z	-2.727
Asymp. Sig. (2-tailed)	.006
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kelompok

## 4) Kelompok X1 dan Kelompok X2

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Trigliserida	X1	6	5.75	34.50
	X2	6	7.25	43.50
	Total	12		

Test Statistics<sup>b</sup>

	Trigliserida
Mann-Whitney U	13.500
Wilcoxon W	34.500
Z	-.722
Asymp. Sig. (2-tailed)	.470
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.485 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kelompok

## 5) Kelompok X1 dan Kelompok X3

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Triglicerida	X1	6	6.67	40.00
	X3	6	6.33	38.00
	Total	12		

Test Statistics<sup>b</sup>

	Triglicerida
Mann-Whitney U	17.000
Wilcoxon W	38.000
Z	-.160
Asymp. Sig. (2-tailed)	.873
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.937 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kelompok

## 6) Kelompok X2 dan Kelompok X3

	Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Triglicerida	X2	6	8.25	49.50
	X3	6	4.75	28.50
	Total	12		

Test Statistics<sup>b</sup>

	Triglicerida
Mann-Whitney U	7.500
Wilcoxon W	28.500
Z	-1.687
Asymp. Sig. (2-tailed)	.092
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.093 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kelompok

## c. Uji statistik kadar kolesterol-HDL

## 1. Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
HDL	.118	24	.200*	.969	24	.637

a. Lilliefors Significance Correction

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

## 2. Uji Homogenitas

## HDL

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.206	3	20	.891

3. Uji parametrik (*One Way Anova*)

## HDL

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	756.796	3	252.265	1.073	.383
Within Groups	4703.153	20	235.158		
Total	5459.949	23			

4. Uji lanjutan (*Post Hoc*)

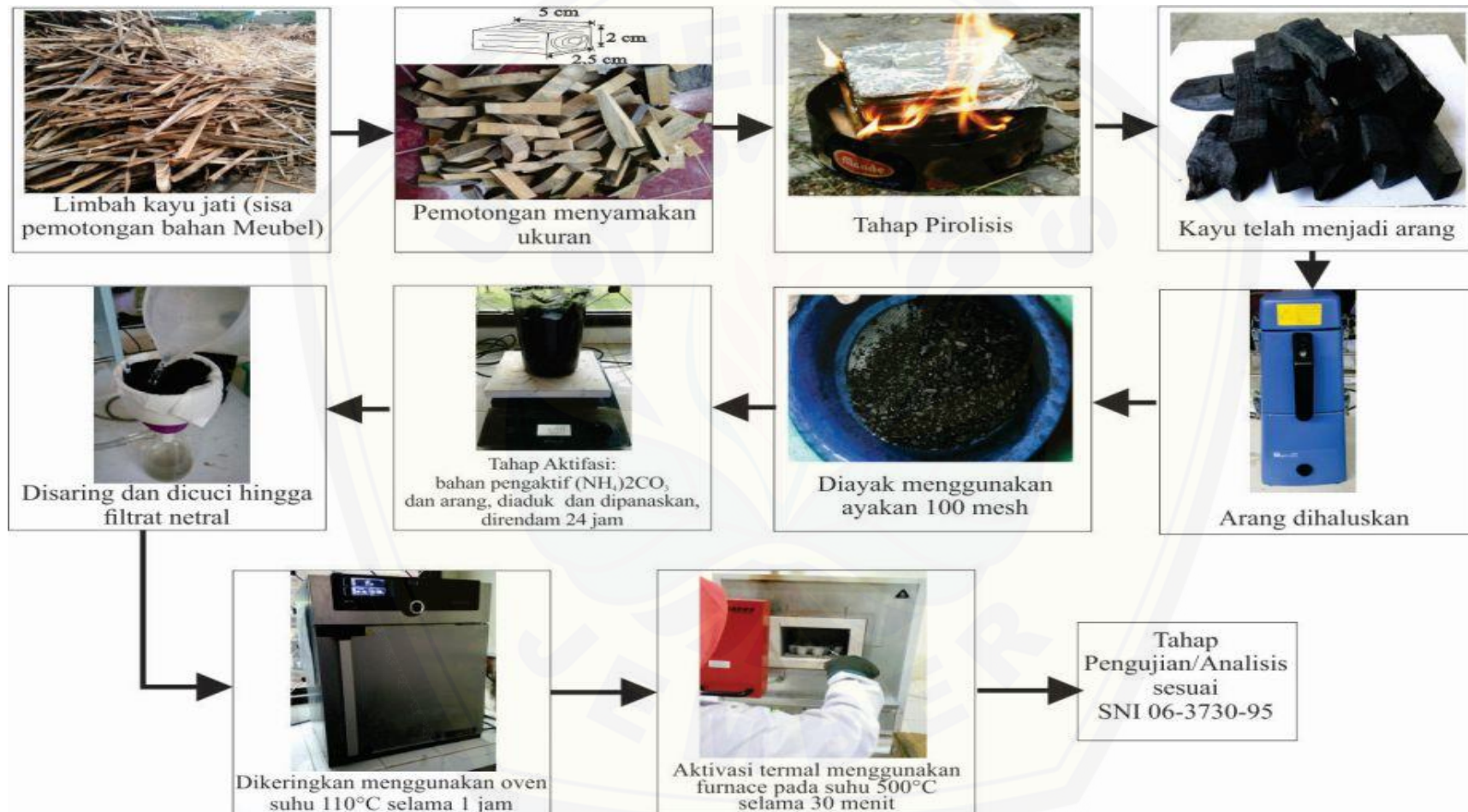
## Multiple Comparisons

Dependent Variable:HDL

	(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	kontrol	X1	-14.28000	8.85358	.394	-39.0606	10.5006
		X2	-12.50333	8.85358	.507	-37.2839	12.2773
		X3	-6.34667	8.85358	.889	-31.1273	18.4339
	X1	kontrol	14.28000	8.85358	.394	-10.5006	39.0606
		X2	1.77667	8.85358	.997	-23.0039	26.5573
		X3	7.93333	8.85358	.807	-16.8473	32.7139
	X2	kontrol	12.50333	8.85358	.507	-12.2773	37.2839
		X1	-1.77667	8.85358	.997	-26.5573	23.0039
		X3	6.15667	8.85358	.898	-18.6239	30.9373
	X3	kontrol	6.34667	8.85358	.889	-18.4339	31.1273
		X1	-7.93333	8.85358	.807	-32.7139	16.8473
		X2	-6.15667	8.85358	.898	-30.9373	18.6239
Bonfe roni	kontrol	X1	-14.28000	8.85358	.735	-40.1955	11.6355
		X2	-12.50333	8.85358	1.000	-38.4188	13.4122
		X3	-6.34667	8.85358	1.000	-32.2622	19.5688
	X1	kontrol	14.28000	8.85358	.735	-11.6355	40.1955
		X2	1.77667	8.85358	1.000	-24.1388	27.6922
		X3	7.93333	8.85358	1.000	-17.9822	33.8488
	X2	kontrol	12.50333	8.85358	1.000	-13.4122	38.4188
		X1	-1.77667	8.85358	1.000	-27.6922	24.1388
		X3	6.15667	8.85358	1.000	-19.7588	32.0722
X3	kontrol	6.34667	8.85358	1.000	-19.5688	32.2622	
	X1	-7.93333	8.85358	1.000	-33.8488	17.9822	
	X2	-6.15667	8.85358	1.000	-32.0722	19.7588	



Lampiran F. Gambar alur penelitian  
B.1 Gambar tahap pembuatan arang aktif



B.2 Tahap Pengujian/Analisis Arang Aktif Limbah Kayu Jati



Gambar 1. Pengovenan arang aktif limbah kayu jati



Gambar 2. Pengujian kadar air



Gambar 3. Pengujian kadar abu

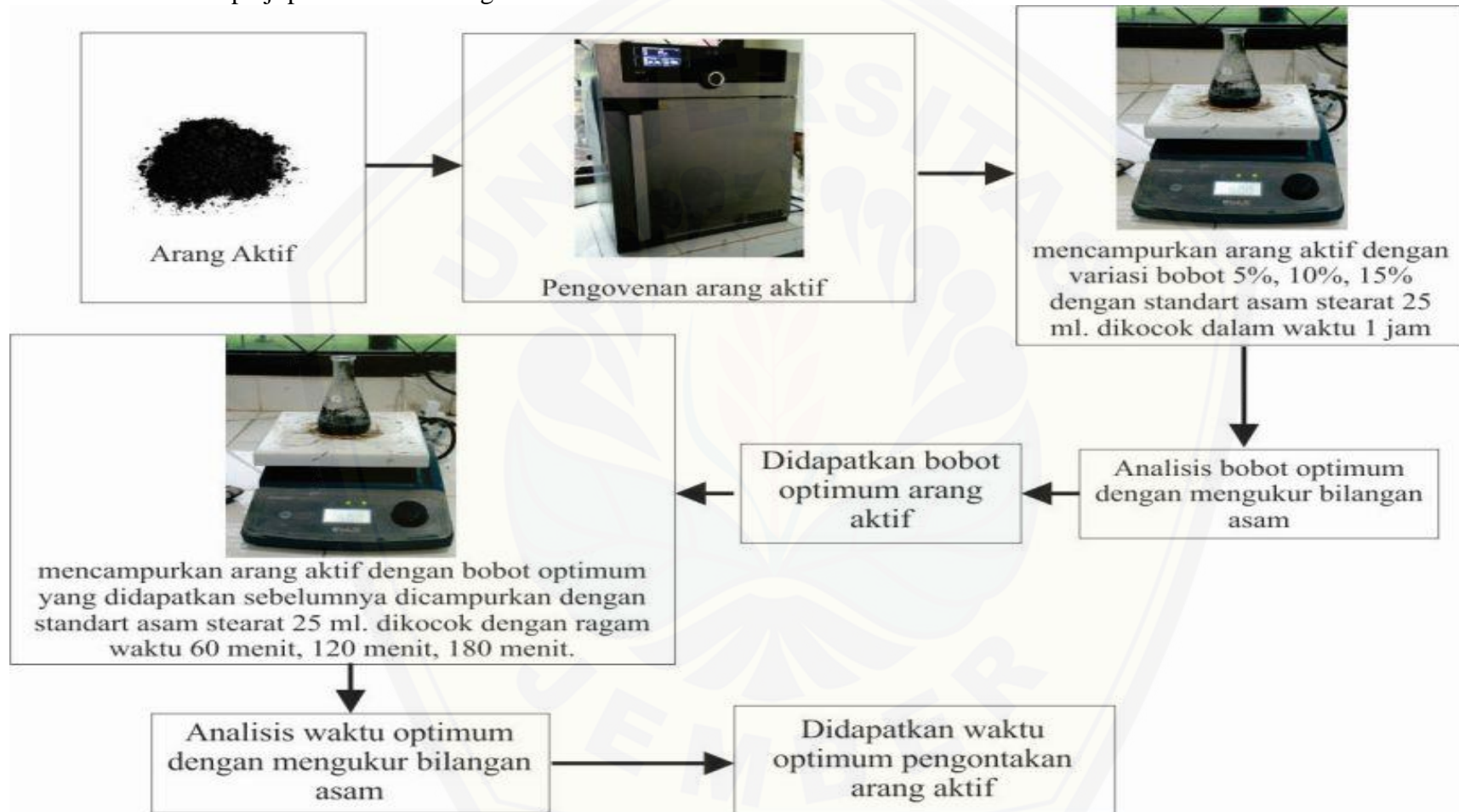


Gambar 4. Pengujian kadar zat mudah menguap



Gambar 5. Uji daya jerap iodin

B.3 Gambar tahap uji pendahuluan arang aktif





B.4 Analisis bobot dan waktu optimum pengeontakan arang aktif



Gambar 6. Uji pendahuluan AA dipaparkan ke dalam standart asam stearat. Diaduk kecepatan 500 rpm, suhu 100°C, selama 1 jam.



Gambar 7. Penyaringan untuk mengambil airnya untuk di uji kadar bilangan asam

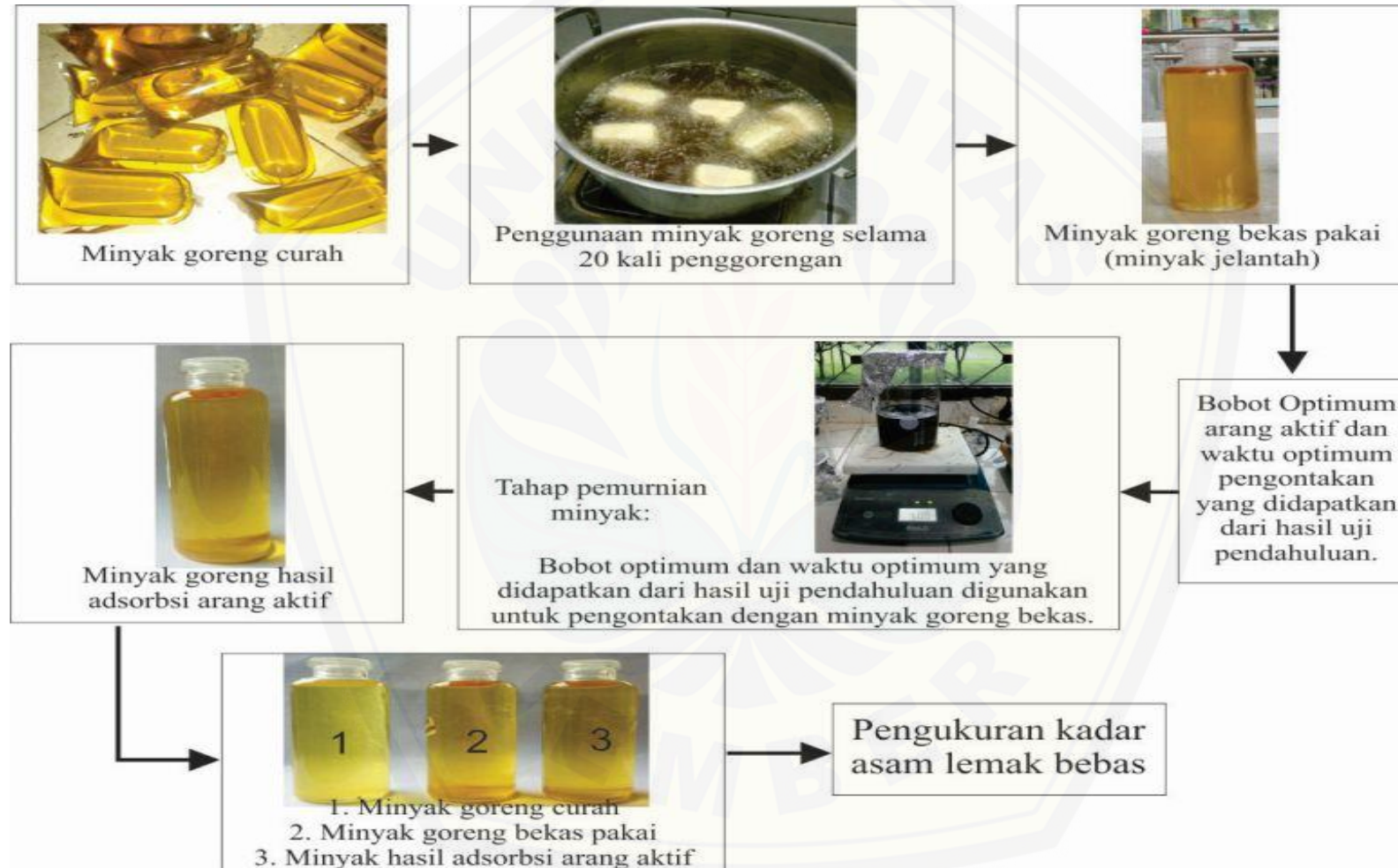


Gambar 8. Uji kadar asam lemak bebas



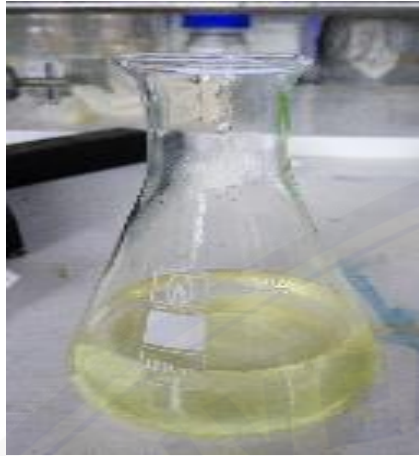
Gambar 9. Perubahan warna menjadi merah muda saat titrasi penentuan kadar asam lemak bebas

B.5 Gambar tahap pembuatan minyak goreng bekas pakai dan pemurnian minyak goreng serta pengukuran asam lemak bebas

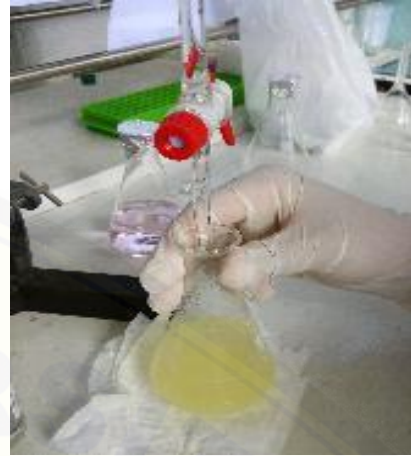




B.6 Analisis asam lemak bebas pada minyak curah, minyak jelantah, dan minyak jelantah yang telah dipapar arang aktif



Gambar 10. Menimbang bobot minyak yang diperlukan dan mencampurkan dengan alkohol dan indikator phenolfalein sebelum dititrasi

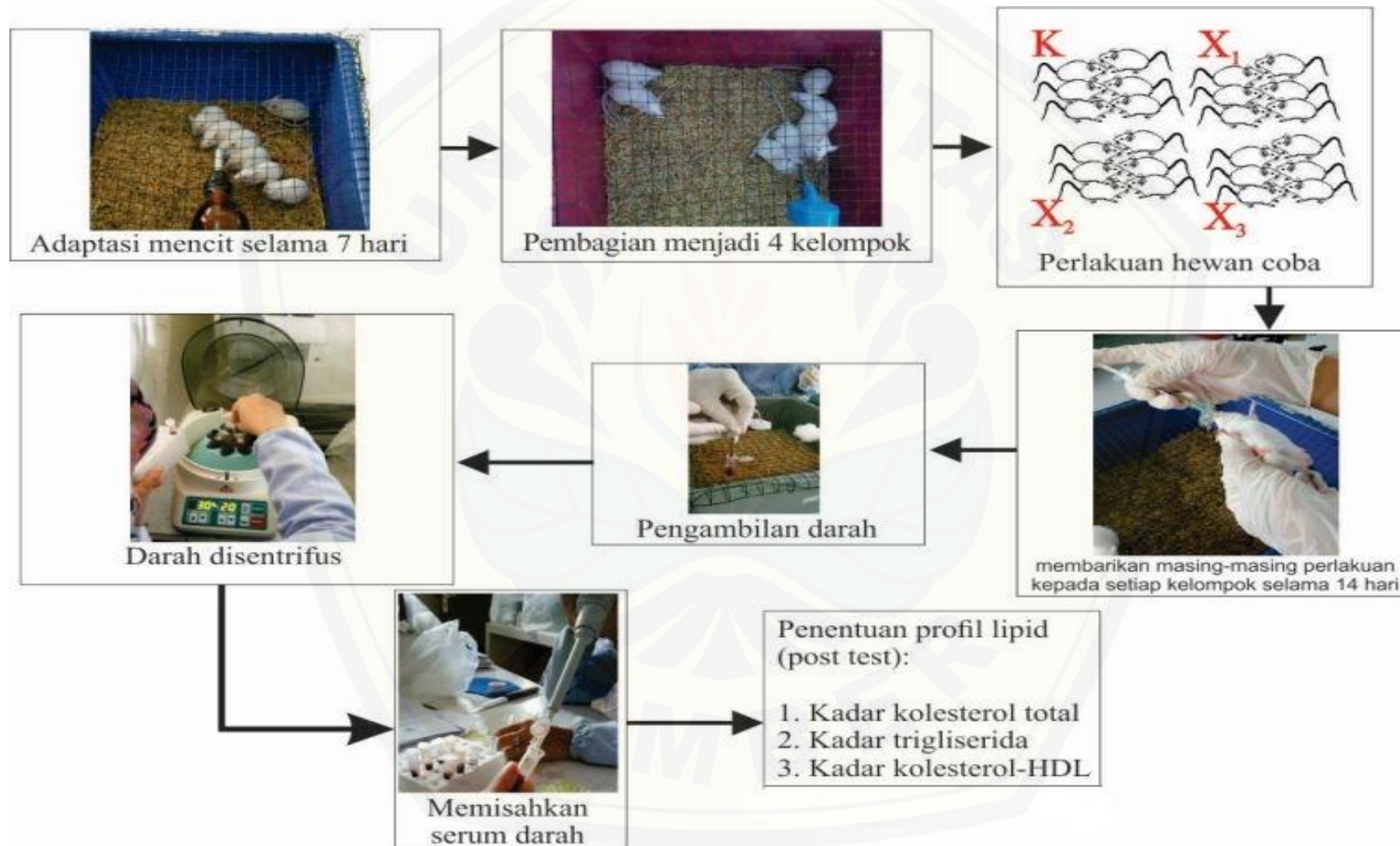


Gambar 11. Titrasi penentuan kadar asam lemak bebas



Gambar 12. Perubahan warna menjadi merah muda sebagai indikator penentuan kadar asam lemak bebas

B.7 Gambar tahap perlakuan pada hewan dan uji profil lipid



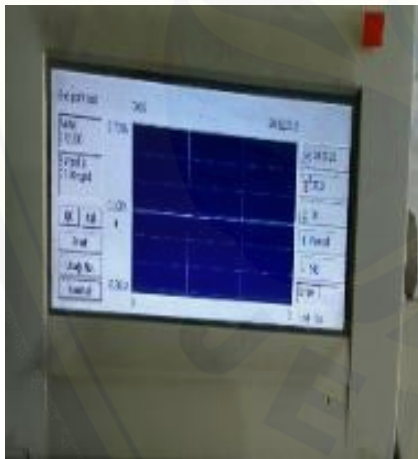
B.6 Analisis kadar kolesterol total, kolesterol-HDL, dan trigliserida



Gambar 13. Mencampur serum menciit dengan reagen kolesterol, HDL, dan Trigliserida sebelum di uji menggunakan alat Biolyzer



Gambar 14. Pengujian menggunakan alat Biolyzer untuk menentukan kadar kolesterol total, kadar kolesterol-HDL. Kadar Trigliserida



Gambar 15. Hasil dapat terlihat di monitor biolyzer