



**PENJERNIHAN MINYAK GORENG BEKAS
MENGUNAKAN ARANG AKTIF DARI
KULIT TANDUK BIJI KOPI**

SKRIPSI

Oleh
One Anjas Wiraswati
NIM 091710101051

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PENJERNIHAN MINYAK GORENG BEKAS
MENGUNAKAN ARANG AKTIF DARI
KULIT TANDUK BIJI KOPI**

SKRIPSI

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

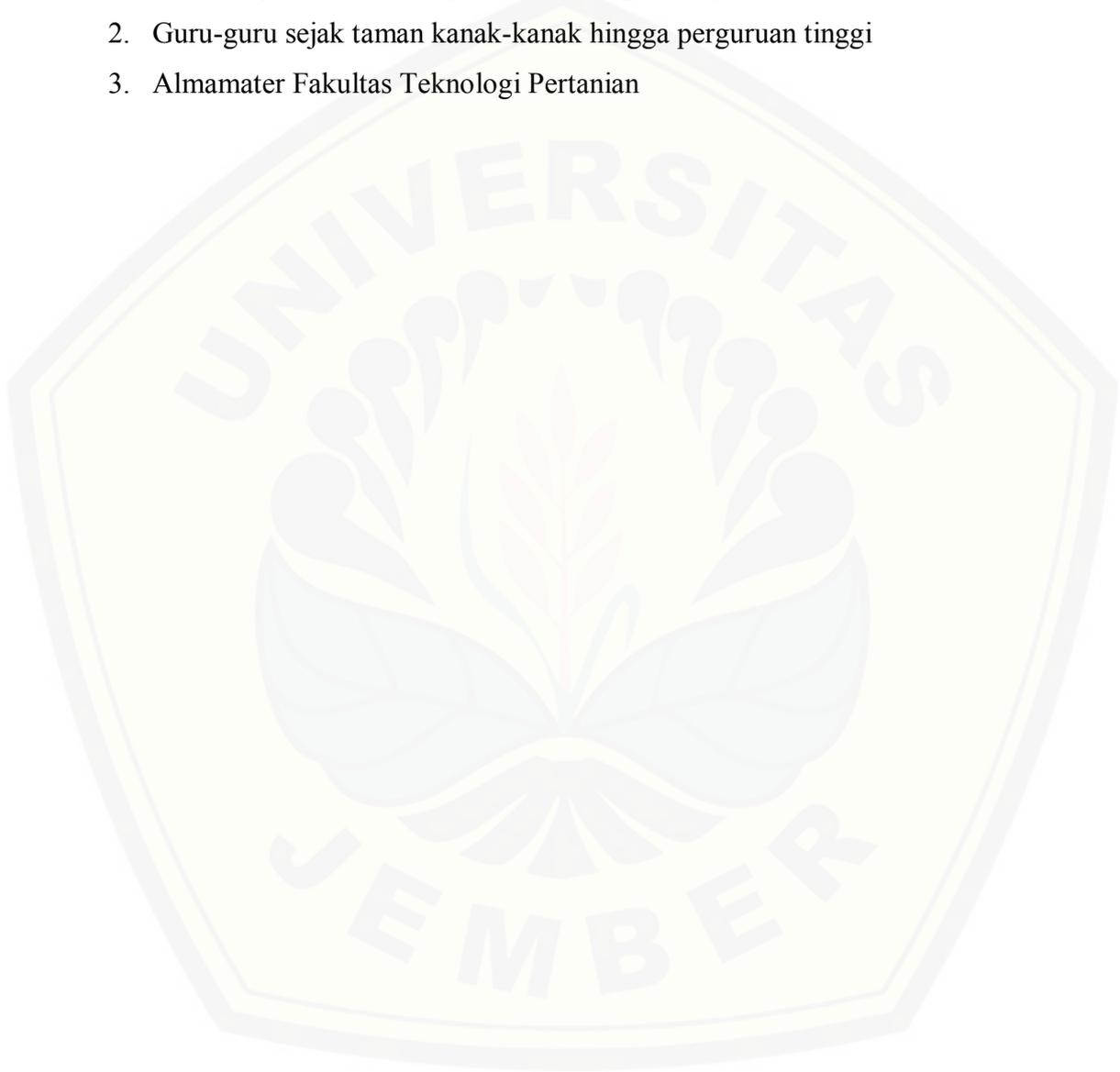
Oleh
One Anjas Wiraswati
NIM 091710101051

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Hj.Kasiani dan Ayahanda H. Teguh Prayitno
2. Guru-guru sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian



MOTTO

“Tuntutlah ilmu dan belajarlh (untuk ilmu) ketenangan dan kehormatan diri dan bersikaplah rendah hati kepada orang yang mengajar kamu ”
(HR. Al Thabrani)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(terjemahan surat QS. Al- Insyirah ayat 6)¹

“Hari pasti berlalu. Kebahagiaan dan kesedihan dihari ini tidak akan selamanya terjadi di hari-hari esok”
(Penulis)

Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. Al-Quran dan Terjemahnya. Bandung:Jumanatul ‘Ali Art

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : One Anjas Wiraswati

NIM : 091710101051

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Penjernihan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Kulit Tanduk Biji Kopi” adalah benar-benar karya saya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 30 Januari 2017

Yang menyatakan,

One Anjas Wiraswati

NIM. 091710101051

SKRIPSI

**PENJERNIHAN MINYAK GORENG BEKAS
MENGUNAKAN ARANG AKTIF DARI
KULIT TANDUK BIJI KOPI**

Oleh:

One Anjas Wiraswati
NIM 091710101051

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Yhulia Praptiningsih. S, MS.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Maryanto M.Eng

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penjernihan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Kulit Tanduk Biji Kopi” telah diuji dan disahkan pada:

hari/tanggal : Senin, 30 Januari 2017

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Ir. Yhulia Praptiningsih S.,M.S

NIP. 195306261980022001

Dr. Ir. Maryanto. M.Eng

NIP. 195410101983031004

Tim Penguji

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Ir. Herlina M.P

NIP. 196605181993022001

Andrew Setiawan S.TP.,M.Si

NIP. 198204222005011002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

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

NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Penjernihan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Kulit Tanduk Biji Kopi; One Anjas Wiraswati; 091710101051; 2016; 49 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.

Minyak goreng merupakan salah satu dari kebutuhan pokok masyarakat di Indonesia yang sebagian besar memiliki kecenderungan mengkonsumsi bahan pangan olahan dengan cara digoreng. Penggunaan minyak goreng yang berulang-ulang pada suhu tinggi dan waktu yang lama akan mengakibatkan kerusakan fisik dan kimia pada minyak seperti perubahan warna, bau, kekentalan, meningkatnya bilangan peroksida serta asam lemak bebas.

Upaya untuk memanfaatkan minyak goreng bekas yaitu dengan cara memperbaiki kualitasnya, salah satunya menggunakan arang aktif kulit tanduk biji kopi sebagai bahan adsorben. Kulit tanduk biji kopi mengandung sejumlah unsur karbon. Pada kulit tanduk biji kopi jenis arabika mengandung selulosa sebanyak 11,60% sedangkan pada biji kopi robusta sebesar 7,58%. Kandungan selulosa pada kulit tanduk biji kopi akan menentukan jumlah karbon yang tersisa dalam arang. Semakin banyak kandungan selulosa, maka jumlah karbon yang terdapat dalam arang juga semakin banyak. Unsur karbon hasil penguraian selulosa tersusun ulang membentuk struktur heksagonal. Masing-masing struktur heksagonalnya saling terikat sehingga membentuk pori-pori pada permukaan arang aktif. Pori inilah yang membuat arang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik arang aktif kulit tanduk biji kopi, mengetahui pengaruh frekuensi penggorengan terhadap kerusakan minyak serta untuk mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif kulit tanduk biji kopi dan arang aktif komersial pada minyak goreng bekas pakai dengan variasi berbagai frekuensi penggorengan.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap utama yaitu pembuatan arang aktif kulit tanduk biji kopi, persiapan sampel minyak goreng bekas serta proses penjernihan minyak goreng bekas menggunakan arang aktif kulit tanduk biji kopi. Parameter

pengamatan meliputi karakteristik arang aktif serta sifat fisik dan kimia minyak goreng sebelum dan sesudah penjernihan menggunakan arang aktif. Hasil dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk grafik atau histogram untuk mempermudah interpretasi data.

Hasil penelitian menunjukkan arang aktif kulit tanduk biji kopi dapat digunakan sebagai bahan adsorben atau penyerap, tetapi memiliki kualitas kurang baik dari pada arang aktif komersial. Arang aktif kulit tanduk biji kopi memiliki karakteristik kadar air 6,908% ; kadar abu 3,517% dan daya jerap iod 1090,038 mg/g. Menurut SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis, karakteristik arang aktif kulit tanduk biji kopi sudah memenuhi standart SNI.

Minyak goreng bekas pakai pada frekuensi penggorengan ke 3,4 dan 5 sebelum dilakukan proses penjernihan memiliki nilai kecerahan secara berturut-turut sebesar 41,59; 41,25; 41,08, kadar air 2,576%; 3,535%; 3,958%, angka asam 0,431 mgKOH/g; 0,491 mgKOH/g; 0,556 mgKOH/g, angka peroksida 5,180 meq O₂/kg; 8,518 meqO₂/kg; 10,498 meqO₂/kg.

Minyak goreng bekas pakai pada frekuensi penggorengan ke 3,4 dan 5 setelah diadsorpsi menggunakan arang aktif kulit tanduk biji kopi memiliki nilai kecerahan secara berturut-turut sebesar 46,65; 46,63; 46,38, kadar air 2,465%; 3,501%; 3,843%, angka asam 0,342 mgKOH/g; 0,395 mgKOH/g; 0,406 mgKOH/g, angka peroksida 2,144 meq O₂/kg; 5,507 meqO₂/kg; 7,187 meqO₂/kg. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar air minyak goreng belum memenuhi SNI, sedangkan angka asam dan angka peroksida sudah memenuhi SNI 3741:2013 tentang minyak goreng.

SUMMARY

Refining of Used Palm Cooking Oil Using Activated Carbon From Coffee Parchment Husk; One Anjas Wiraswati; 091710101051; 2017; 49 pages; Department of Agricultural Technology, Jember University.

Palm cooking oil is one of the basic needs of people in Indonesia who mostly have a tendency to consume frying processed food. Cooking oil repeated at high temperatures and long time will make physical and chemistry damages as changes color , odor , viscosity , increasing peroxide and free fatty acids.

Used palm cooking oil can be refine, using activated carbon from coffee parchment husk as an adsorbent. Coffee parchment husk contain a number of carbon elements. The kind of coffee, arabica and robusta contain cellulose about 11,60 % and 7,58 % in their coffee parchment husk. Cellulose in coffee parchment husk will determine the carbon elements, the more cellulose content, the more carbon in charcoal. The carbon element of cellulose decomposition was re-arranged to form hexagonal structure. Each hexagonal structure is tied together to form pores on the surface of activated carbon. The pores are what makes charcoal can be used as an adsorbent.

Purposes of this research are to know characteristic of the activated carbon from coffee parchment husk, to know the effect of frying frequency on oil damage and to know the ability adsorbtion power of activated carbon from coffee parchment husk and commercial activated carbon.

Research consists of three main process, first process made activated carbon from coffee parchment husk, preparation of used palm cooking oil from different frying frequencies and refining of used palm cooking oil using activated carbon from coffee parchment husk. Parameter observation covering characteristic of activated carbon from coffee parchment husk and characteristic of used palm cooking oil before and after refining process.

The results showed that activated carbon from coffee parchment husk can be used as adsorbent or absorbent material, but has poor quality than commercial

activated carbon. The activated carbon from coffee parchment husk has characteristics of 6.908% moisture content; ash content 3,517% and iod 1090,038 mg / g. According to SNI 06-3730-1995 about activated carbon technical, the characteristics of activated carbon from coffee parchment husk have fulfilled standard of SNI.

Used palm cooking oil at different frying frequency into 3.4 and 5 frying repetition before refining process has value brightness of 41,59; 41,25; 41,08, moisture content 2,576 %; 3,535 %; 3,958 %, acid value 0,431 mgKOH/ g; 0,491 mgKOH/ g; 0,556 mgKOH/ g, peroxide 5,180 meqO₂/kg; 8,518 meqO₂/kg; 10,498 meqO₂/kg.

Used palm cooking oil at different frying frequency into 3.4 and 5 frying repetition after refining process using activated carbon from coffee parchment husk has value brightness of 46,65; 46,63; 46,38, moisture content 2,465 %; 3,501 %; 3,843 %, acid value 0,342 mgKOH/ g; 0,395 mgKOH/ g; 0,406 mgKOH/ g, peroxide 2,144 meqO₂/kg; 5,507 meqO₂/kg; 7,187 meqO₂/kg. These results indicate that moisture content of used palm cooking oil has not met the SNI, while the acid and peroxide value have fulfilled SNI 3741: 2013.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penjernihan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Kulit Tanduk Biji Kopi” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih pada:

1. Ir. Yhulia Praptiningsih S., M.Sselaku Dosen Pembimbing Utama skripsi, dan Dr. Ir. Maryanto. M.Eng selaku Dosen Pembimbing Anggotayang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
2. Nurul Isnaini fitriana, S.TP.,M.P selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu dan perhatian dalam bentuk nasihat serta dukungan yang sangat berarti selama kegiatan bimbingan akademik;
3. Seluruh karyawan dan teknisi laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian, Laboraturium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Teman-teman THP 2009 dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu-persatu;

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

Jember, Januari 2017

Penulis

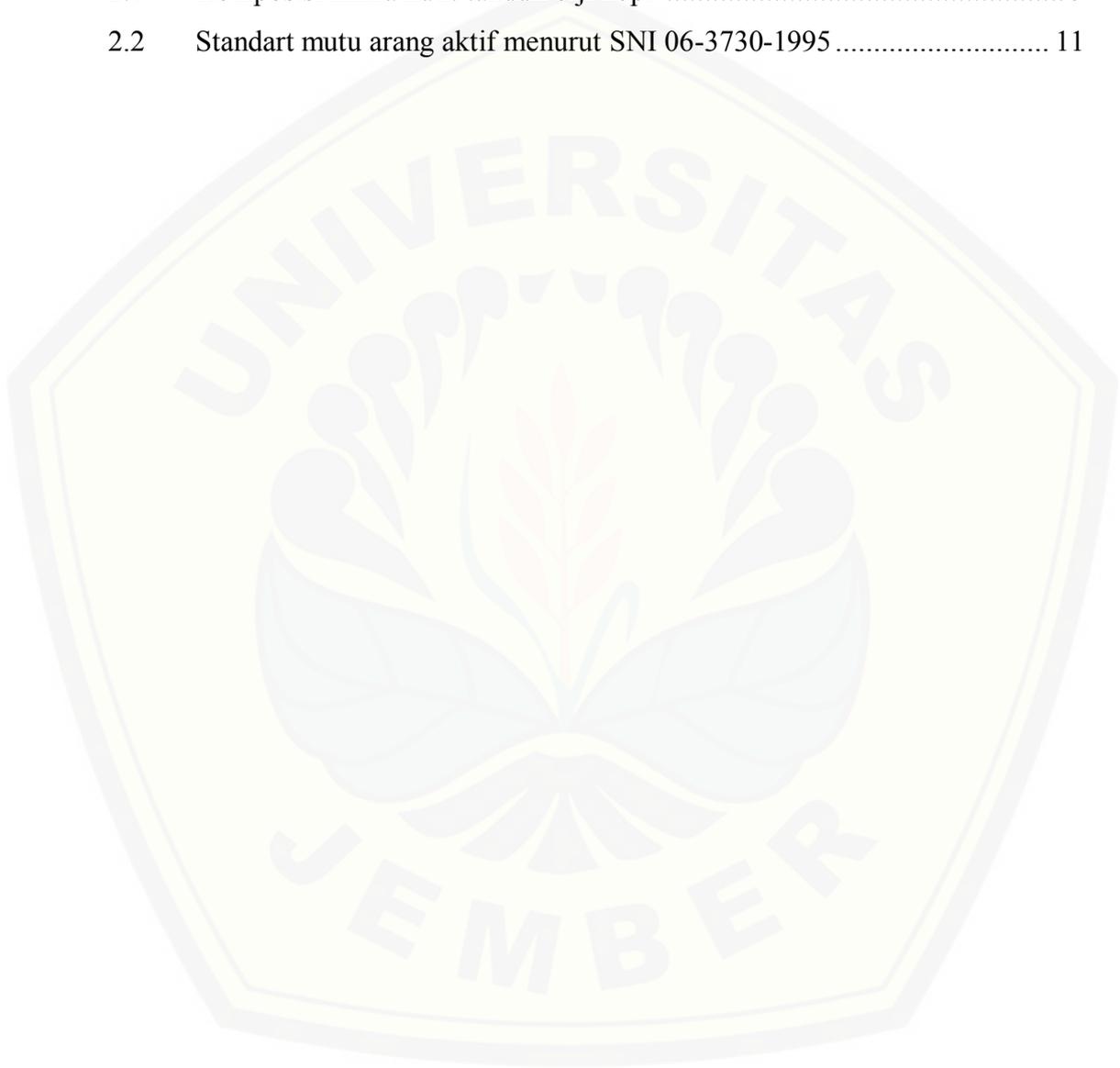
DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| PRAKATA | x |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB. 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Permasalahan | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Manfaat | 3 |
| BAB. 2 TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Kulit Tanduk Biji Kopi | 4 |
| 2.2 Arang Aktif | 5 |
| 2.2.1 Pembuatan Arang Aktif..... | 6 |
| 2.2.2 Larutan NaCl Sebagai Aktifator Kimia..... | 8 |
| 2.2.3 Daya Adsorpsi Arang Aktif..... | 9 |
| 2.3 Kerusakan Minyak Goreng | 11 |
| 2.3.1 Hidrolisis..... | 12 |
| 2.3.2 Polimerisasi..... | 12 |
| 2.3.3 Oksidasi..... | 12 |
| 2.4 Penjernihan Minyak Goreng Bekas dengan Arang Aktif | 13 |

| | |
|--|----|
| 2.4.1 Deodorisasi..... | 13 |
| 2.4.2 Netralisasi..... | 13 |
| 2.4.3 <i>Bleaching</i> | 14 |
| BAB. 3 METODE PENELITIAN | 16 |
| 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian | 16 |
| 3.2 Bahan dan Alat Penelitian | 16 |
| 3.2.1 Bahan penelitian | 16 |
| 3.2.2 Alat penelitian | 16 |
| 3.3 Metode Penelitian | 17 |
| 3.3.1 Pelaksanaan penelitian | 17 |
| 3.3.2 Rancangan percobaan | 20 |
| 3.4 Parameter Pengamatan | 22 |
| 3.5 Prosedur Analisis | 22 |
| 3.5.1 Arang aktif..... | 22 |
| 3.5.2 Minyak goreng..... | 24 |
| BAB. 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 26 |
| 4.1 Kualitas Arang Aktif | 26 |
| 4.1.1 Kadar air | 26 |
| 4.1.2 Kadar abu | 27 |
| 4.1.3 Daya jerap senyawa I ₂ | 28 |
| 4.2 Kualitas Minyak Goreng Sebelum dan Sesudah Proses Penjernihan Menggunakan Arang Aktif | 30 |
| 4.2.1 Warna (kecerahan) | 30 |
| 4.2.2 Kadar Air | 31 |
| 4.2.3 Angka Asam..... | 33 |
| 4.2.4 Angka Peroksida | 35 |
| BAB. 5 PENUTUP | 37 |
| 5.1 Kesimpulan | 37 |
| 5.2 Saran | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA | 39 |
| LAMPIRAN | 42 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Komposisi kimia kulit tanduk biji kopi | 5 |
| 2.2 Standart mutu arang aktif menurut SNI 06-3730-1995 | 11 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|-----|--|
| 2.1 | Bagian-bagian buah kopi 4 |
| 2.2 | Struktur amorf arang aktif 6 |
| 2.3 | Proses adsorpsi pada arang aktif 10 |
| 2.4 | Reaksi hidrolisis pada minyak 12 |
| 2.5 | Reaksi penyabunan menggunakan NaOH 14 |
| 3.1 | Tabung pengarangan 17 |
| 3.2 | Proses pembuatan arang aktif dari kulit tanduk biji kopi 18 |
| 3.3 | Diagram alir proses penjernihan minyak goreng bekas..... 21 |
| 4.1 | Kadar air arang aktif..... 26 |
| 4.2 | Kadar abu arang aktif 28 |
| 4.3 | Daya jerap senyawa I ₂ arang aktif 29 |
| 4.4 | Warna (kecerahan) minyak goreng sebelum dan sesudah proses penjernihan menggunakan arang aktif..... 30 |
| 4.5 | Kadar air minyak goreng sebelum dan sesudah proses penjernihan menggunakan arang aktif..... 32 |
| 4.6 | Angka asam minyak goreng sebelum dan sesudah proses penjernihan menggunakan arang aktif..... 33 |
| 4.7 | Angka peroksida minyak goreng sebelum dan sesudah proses penjernihan menggunakan arang aktif..... 35 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| A. ARANG AKTIF | 42 |
| A.1 Kadar air..... | 42 |
| A.2 Kadar abu | 42 |
| A.3 Daya jerap iod | 42 |
| B. MINYAK GORENG | 43 |
| B.1 Warna (kecerahan) sebelum proses penjernihan | 43 |
| B.2 Warna (kecerahan) setelah proses penjernihan | 43 |
| B.3 Kadar air sebelum proses penjernihan | 44 |
| B.4 Kadar air setelah proses penjernihan | 44 |
| B.5 Angka asam sebelum proses penjernihan | 45 |
| B.6 Angka asam setelah proses penjernihan..... | 45 |
| B.7 Angka peroksida sebelum proses penjernihan | 46 |
| B.8 Angka peroksida setelah proses penjernihan | 46 |
| C. GAMBAR ARANG AKTIF | 47 |
| D. GAMBAR MINYAK GORENG | 48 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak goreng merupakan salah satu dari kebutuhan pokok masyarakat di Indonesia yang sebagian besar memiliki kecenderungan mengkonsumsi bahan pangan olahan dengan cara digoreng. Selain memperbaiki struktur fisik dari bahan pangan yang digoreng, minyak goreng dapat menambah gizi dan nilai kalori serta memberikan citarasa yang khas dari bahan pangan. Penggunaan minyak goreng yang berulang-ulang pada suhu tinggi dan waktu yang lama akan mengakibatkan kerusakan fisik dan kimia pada minyak seperti perubahan warna, bau, kekentalan, meningkatnya bilangan peroksida serta asam lemak bebas (Winarno, 2004).

Data dari Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, konsumsi minyak goreng di Indonesia tahun 2014 mencapai 5,7 juta ton dan meningkat sebesar 5,9 juta ton pada tahun 2015. Data tersebut menunjukkan peningkatan jumlah konsumsi minyak goreng namun tidak diimbangi dengan penanganan minyak goreng bekas, sehingga minyak dibuang dan dapat berpotensi mencemari lingkungan (Paramitha, 2015).

Upaya untuk memanfaatkan minyak goreng bekas salah satunya yaitu dengan cara memperbaiki kualitasnya. Penelitian tentang proses penjernihan minyak goreng bekas telah banyak dilakukan antara lain dengan menggunakan beberapa cara yaitu filtrasi menggunakan membran serta adsorpsi menggunakan bentonit dan arang aktif. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa minyak goreng bekas mengalami penurunan bilangan asam dan peroksida, namun nilainya masih belum memenuhi Standart Nasional Indonesia. Maka dari itu perlu dilakukan pengembangan-pengembangan metode yang digunakan (Wulyoadi, dkk, 2004).

Arang aktif dapat dibuat dari berbagai macam jenis bahan baku yang mempunyai kandungan karbon. Bahan organik yang mengandung lignin, hemiselulosa, dan selulosadapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan

arang aktif karena lignin dan selulosasebagian besar tersusun atas unsur karbon. Arang aktif yang sering digunakan yaitu arang aktif dari tempurung kelapa, namun arang aktif juga dapat dibuat dari bahan-bahan lain, antara lain dari tandan kosong kelapa sawit, kulit durian serta kulit tanduk biji kopi. Kulit tanduk biji kopi merupakan kulit bagian dalam yang menjadi batas antara daging buah dengan biji kopi. Menurut data dari Badan Pusat Statistik tahun 2014, produksi biji kopi jenis robusta mencapai 711,513 ton dan menghasilkan kulit tanduk kopi sebesar 35,575 ton (Husni, 2008).

Kulit tanduk biji kopi mengandung sejumlah unsur karbon. Pada kulit tanduk biji kopi jenis arabika mengandung selulosa sebanyak 11,60% sedangkan pada biji kopi jenis robusta sebesar 7,58%. Kandungan selulosa pada kulit tanduk biji kopi akan menentukan jumlah karbon yang tersisa dalam arang. Semakin banyak kandungan selulosa, maka jumlah karbon yang terdapat dalam arang juga semakin banyak. Unsur karbon hasil penguraian selulosa tersusun ulang membentuk struktur heksagonal. Masing-masing struktur heksagonalnya saling terikat sehingga membentuk pori-pori pada permukaan arang aktif. Pori inilah yang membuat arang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (Ainiyah, 2014).

1.2 Permasalahan

Minyak goreng bekas yang telah digunakan untuk menggoreng berkali-kali akan mengalami kerusakan secara fisik dan kimia seperti perubahan warna, bau, kekentalan, peningkatan angka peroksida serta asam lemak bebas. Minyak goreng yang rusak dapat diperbaiki kualitasnya dengan menggunakan arang aktif dari kulit tanduk biji kopi. Namun masih belum diketahui apakah arang aktif dari kulit tanduk biji kopi dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas minyak goreng bekas, maka perlu dilakukan penelitian.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

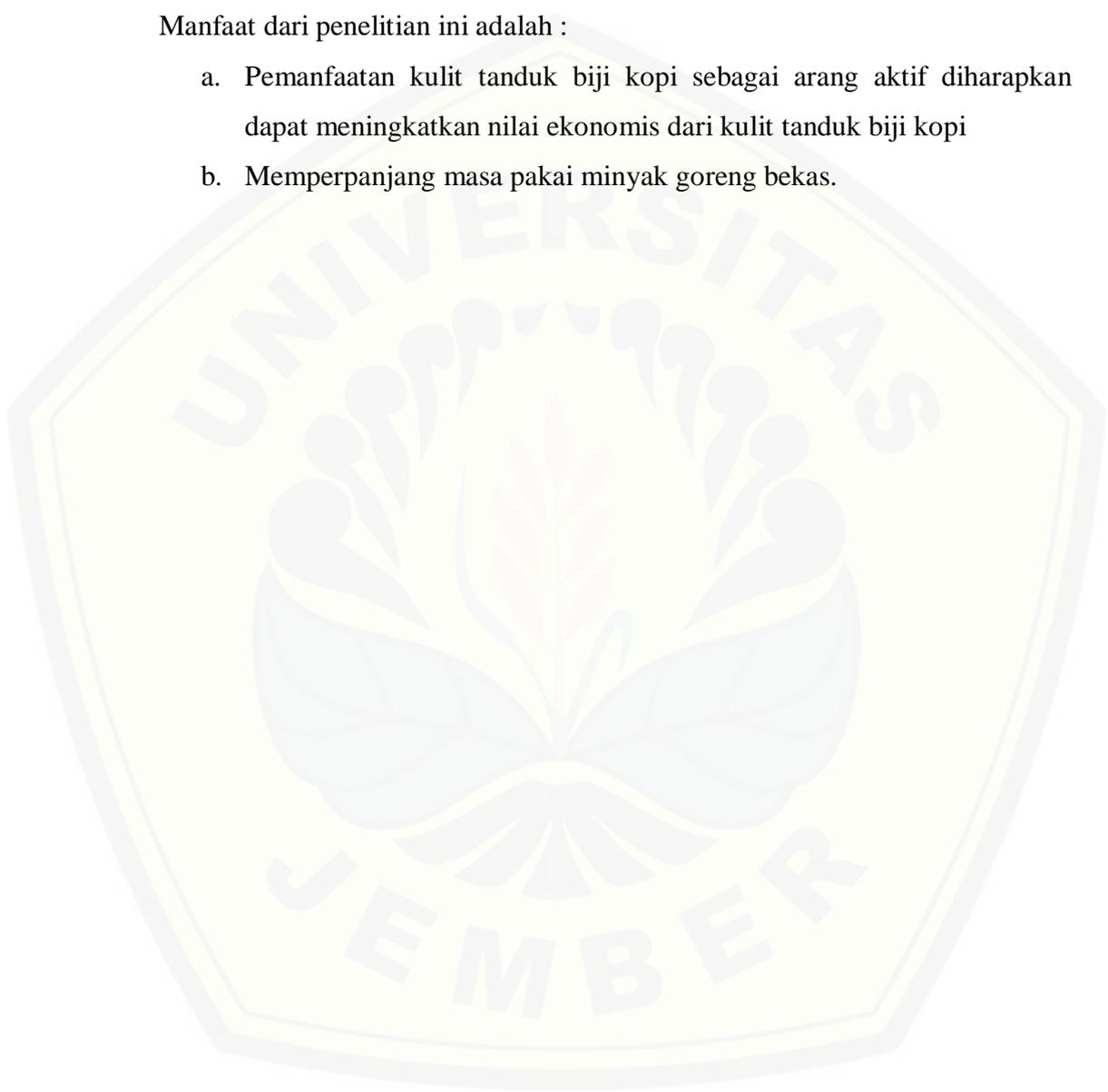
- a. Mengetahui karakteristik arang aktif kulit tanduk biji kopi.
- b. Mengetahui sifat-sifat minyak goreng pada berbagai frekuensi penggorengan.

- c. Mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif kulit tanduk biji kopi dan arang aktif komersial pada minyak goreng bekas pakai dengan variasi berbagai frekuensi penggorengan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Pemanfaatan kulit tanduk biji kopi sebagai arang aktif diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis dari kulit tanduk biji kopi
- b. Memperpanjang masa pakai minyak goreng bekas.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Tanduk Biji Kopi

Kopi atau *Coffea sp* merupakan genus *Coffea* dari famili *Rubiaceae*. Pada buahnya terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri dari tiga bagian yaitu lapisan kulit luar (*eksokarp*), lapisan daging (*mesokarp*) dan lapisan kulit tanduk (*endokarp*) yang tipis tetapi keras. Kulit tanduk kopi merupakan lapisan yang berada diantara daging buah dan biji kopi. Bagian-bagian buah kopi dapat dilihat pada **Gambar 2.1** (Najiyati dan Danarti, 1998).



Gambar 2.1 Bagian-bagian buah kopi

Kulit tanduk berfungsi untuk melindungi biji kopi dari kerusakan mekanis yang mungkin terjadi ketika proses pengolahan. Kulit tanduk biji kopi umumnya didapatkan pada proses pengolahan kopi secara basah. Pada proses pengolahan kopi secara basah, dilakukan dengan cara menfermentasi buah kopi, sehingga hasil akhir proses fermentasi adalah biji kopi dan kulit tanduknya.

Kulit buah kopi baik itu kulit luar maupun kulit tanduk merupakan limbah dari proses pengolahan biji kopi. Kulit buah kopi memiliki nilai ekonomis yang rendah dibanding biji kopinya. Pada perkebunan kopi milik PT. Perkebunan Nusantara XII yang berlokasi di Jenggawah Kabupaten Jember, Jawa Timur, kulit kopi biasanya hanya dimanfaatkan untuk pakan ternak atau ditanamkan dalam tanah sebagai pupuk organik untuk lahan perkebunan. Pemanfaatan kulit

kopi dapat dimaksimalkan melalui ilmu pengetahuan dan teknologi. Tabel komposisi kimia kulit tanduk biji kopi dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Kulit Tanduk Biji Kopi

| Komponen | Jumlah (% berat kering) |
|-------------------|-------------------------|
| Total karbohidrat | 72,3 |
| Hemiselulosa | 11,0 |
| Selulosa | 16,0 |
| Lignin | 9,0 |
| Protein | 7,0 |
| Lemak | 0,3 |
| Kadar abu | 5,4 |
| Kadar air | 15,0 |
| Mineral | - |

Sumber: Bondesson, 2015

Berdasarkan tabel komposisi kimia tersebut, kulit tanduk biji kopi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif karena mengandung sejumlah unsur karbon. Kandungan selulosa pada kulit tanduk biji kopi akan menentukan jumlah karbon yang tersisa dalam arang. Semakin banyak kandungan selulosa, maka jumlah karbon yang terdapat dalam arang juga semakin banyak. Unsur karbon hasil penguraian selulosa tersusun ulang membentuk struktur heksagonal. Masing-masing struktur heksagonalnya saling terikat sehingga membentuk pori-pori pada permukaan arang. Pori inilah yang membuat arang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (Ainiyah,2014).

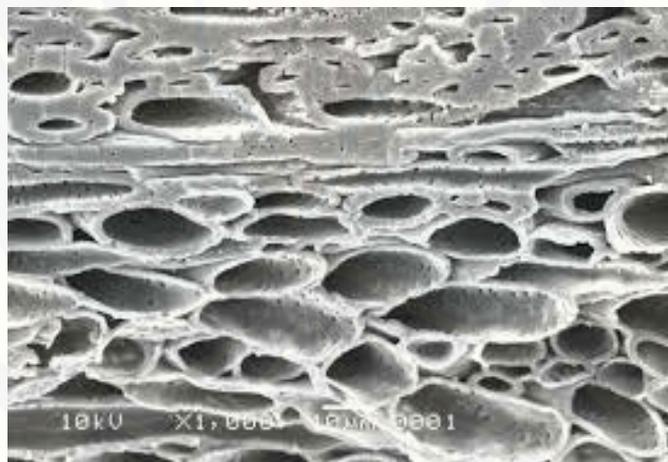
2.2 Arang Aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% unsur karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben atau bahan penyerap (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Arang aktif adalah arang yang telah mengalami proses aktivasi untuk meningkatkan luas permukaannya dengan jalan membuka pori-porinya sehingga daya adsorpsinya meningkat. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-

3500 m²/g (Purnomo, 2010). Hal tersebut berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai penyerap. Daya serap arang aktif selektif terhadap senyawa-senyawa tertentu, tergantung pada besar pori-pori dan luas permukaan arang. Menurut Wijayanti (2009), daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif. Hal tersebut mengakibatkan arang aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Hampir 60% produksi arang aktif dimanfaatkan oleh industri-industri gula, pembersihan lemak dan minyak, kimia dan farmasi.

Arang aktif mempunyai struktur heksagonal. Masing-masing struktur heksagonalnya saling terikat membentuk lembaran-lembaran dan menumpuk secara acak, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.2**. Struktur yang acak atau tidak teratur ini merupakan bentuk karbon amorf sehingga terdapat banyak pori pada permukaannya, pori inilah yang membuat arang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (Sembiring dan Sinaga, 2003).



Gambar 2.2 Struktur Amorf Arang Aktif (Sumber: Trisnawati G, 2007)

2.2.1 Pembuatan Arang Aktif

Pembuatan arang aktif umumnya terdiri dari tiga tahap yaitu dehidrasi (penghilangan air), karbonasi (pengarangan), dan aktivasi, (Sembiring dan Sinaga, 2003).

a. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses pengurangan kandungan air yang terdapat dalam bahan baku arang aktif yang bertujuan untuk menyempurnakan proses pembakaran pada arang. Proses dehidrasi dapat dilakukan dengan cara pengeringan secara manual atau menggunakan panas matahari selama 24 jam atau lebih. Pengeringan dapat juga dilakukan menggunakan mesin pengering yang diatur suhunya pada 70-80 °C hingga kadar air bahan mencapai 8-10% dari berat kering (Sembiring dan Sinaga, 2003).

b. Karbonasi

Karbonasi atau pengarangan merupakan proses pirolisis sederhana dengan sedikit oksigen, dimana selama proses pirolisis terjadi penguraian zat-zat organik seperti selulosa dan hemiselulosa menjadi unsur karbon dan gas dengan reaksi berikut (Husni,2008) :



Menurut Rasjidin (2006), proses karbonasi berlangsung pada suhu 600-700°C. Pada suhu tersebut terjadi proses penguraian zat-zat organik menjadi unsur karbon. Proses karbonasi atau pengarangan dilakukan pada kondisi oksigen yang terbatas. Ketika proses pengarangan berlangsung, diusahakan tidak terjadi kebocoran udara pada drum pembakaran sehingga bahan yang mengandung karbon hanya terkarbonasi dan tidak teroksidasi.

Proses karbonasi dihentikan setelah asap yang keluar dari drum pengarangan semakin sedikit. Asap yang keluar ini menandakan terjadinya penguapan zat-zat nonkarbon seperti oksigen, hidrogen dan nitrogen yang menguap sebagai gas H₂, H₂O, NO, NO₂ dan CH₄. Hasil arang yang didapatkan setelah proses karbonasi berupa padatan hitam yang rapuh dalam bentuk serpihan-serpihan kasar. Arang yang masih berupa serpihan kemudian dihaluskan menggunakan grinder untuk mendapatkan partikel yang lebih kecil. Ukuran partikel yang lebih kecil akan memperluas permukaan arang aktif, sehingga akan memperbesar daya adsorpsi terhadap suatu zat (Ainiyah, 2014).

c. Aktivasi

Proses aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori-pori arang dengan cara memecah ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan arang sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsinya. Metode aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan arang aktif adalah aktivasi secara kimia dan aktivasi fisika. Aktivasi kimia adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia, sedangkan aktivasi fisika adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas dan uap (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Pada aktivasi kimia, dilakukan dengan cara merendam arang dalam bahan-bahan kimia tertentu. Jenis aktivator kimia yang umum digunakan adalah bahan-bahan kimia seperti H_3PO_4 , NH_4Cl , $AlCl_3$, $NaCl$, HNO_3 , KOH , $NaOH$, H_2SO_4 , $ZnCl_2$, $CaCl_2$, dan $MgCl_2$ (Rasjidin, 2006).

2.2.2 Larutan NaCl Sebagai Aktivator Kimia

Salah satu bahan kimia yang dapat digunakan sebagai bahan pengaktif pada pembuatan arang aktif kulit tanduk biji kopi adalah natrium klorida. NaCl berfungsi sebagai zat dehidrat pada arang aktif. Menurut Sudrajat (1985), garam NaCl dalam fasa cair terdiri dari ion-ion positif dan ion-ion negatif yang tersusun secara acak, sehingga dalam fasa larutannya NaCl lebih stabil dalam keadaan ionnya yaitu dalam bentuk ion Na^+ dan Cl^- . Garam yang terionisasi akan menarik molekul-molekul air disekitarnya dan peristiwa ini disebut sebagai hidrasi. Proses hidrasi tersebut menyebabkan NaCl dapat menyerap air yang terdapat dalam pori-pori arang aktif, sehingga hidrokarbon pengokotor yang terdapat pada permukaan arang aktif akan dilepaskan dan menyebabkan luas permukaan pada arang aktif semakin meningkat. Penggunaan NaCl sebagai aktivator kimia karena garam NaCl bersifat tidak toksik, harganya sangat terjangkau bila dibanding dengan jenis aktivator yang lain dan aman terhadap lingkungan.

Pada penelitian sebelumnya telah digunakan NaCl pada berbagai variasi konsentrasi sebagai aktivator. Mu'jizah (2010), membuat arang aktif dari biji kelor menggunakan NaCl dengan variasi konsentrasi 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan 40% dengan waktu perendaman selama 5 jam. Kualitas arang aktif yang terbaik adalah arang aktif yang diaktivasi NaCl 30% dengan kemampuan daya jerap iod sebesar 846 mg/g. Arang aktif dari ampas tahu yang diaktivasi dengan NaCl 10% juga telah dilakukan oleh Hartini (2014), menunjukkan bahwa pori-pori yang terbentuk lebih banyak dan membentuk rongga-rongga dengan kedalaman lebih besar bila dibandingkan dengan arang aktif yang diaktivasi dengan MgCl₂.

Menurut Widayanti (2010), batas maksimal kelarutan NaCl dalam air yaitu 35,7 gram/liter. Bertambahnya konsentrasi NaCl yang digunakan maka luas permukaan pada arang aktif juga semakin besar. Akan tetapi jika terlalu besar konsentrasi NaCl menyebabkan terjebaknya garam-garam mineral dalam rongga-rongga arang aktif yang mengurangi volume pori pada arang aktif sehingga daya serap arang aktif menjadi berkurang.

Beberapa kerugian penggunaan bahan-bahan yang mengandung mineral seperti NaCl sebagai aktivator, terletak pada proses pencucian arang aktif setelah proses aktivasi dilakukan. Kandungan mineral tersebut kadang-kadang sulit dihilangkan jika proses pencucian tidak sempurna, sedangkan keuntungan penggunaan bahan-bahan yang mengandung mineral sebagai aktivator adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, arang aktif yang dihasilkan lebih banyak dan daya adsorpsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik (Sudibandiro, 2011).

2.2.3 Daya Adsorpsi Arang Aktif

Adsorpsi merupakan penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain. Adsorpsi dapat terjadi antara zat padat dan zat cair, zat padat dan gas, zat cair dan zat cair atau gas dan zat cair (Sukardjo, 1990). Zat yang diserap disebut *adsorbat* sedangkan zat yang menyerap disebut *adsorben*.

Adsorpsi dapat terjadi antara zat cair dan zat padat sebagai adsorben. Adsorben padat yang paling banyak dipakai adalah arang aktif. Proses

penyerapannya mirip dengan adsorben gas oleh zat padat. Zat-zat terlarut yang dapat diadsorpsi oleh zat padat antara lain: asam asetat, amonia, dan fenolftalein dari larutan asam atau basa oleh karbon aktif yang terjadi secara fisisorpsi atau adsorpsi fisik (Sukardjo, 1990).

Menurut Rahmawati (2010) mekanisme adsorpsi terjadi melalui proses difusi eksternal dan difusi internal. Difusi eksternal yaitu molekul adsorbat berdifusi melalui suatu lapisan batas ke permukaan luar adsorben. Sebagian kecil ada yang teradsorpsi di permukaan luar namun sebagian besar berdifusi lebih lanjut ke dalam pori-pori adsorben, peristiwa ini disebut difusi internal. Konsentrasi zat dalam larutan dapat mempengaruhi kemampuan penyerapan zat oleh adsorben. Apabila adsorben sudah jenuh, kemampuan adsorben dalam menyerap suatu zat akan berkurang.

Proses adsorpsi pada arang aktif terjadi melalui tiga tahap. Pertama zat terjerap oleh arang aktif bagian luar, kemudian bergerak menuju pori-pori arang aktif, dan terakhir zat adsorbat terjerap ke dinding bagian dalam arang aktif. Proses adsorpsi dapat dilihat pada **Gambar 2.3** (Rahmawati, 2010).



Gambar 2.3 Proses adsorpsi pada arang aktif (Sumber: Budiarti, 2014)

Beberapa faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi antara lain sifat adsorben, sifat serapan, temperatur, pH dan waktu kontak. Sifat adsorben yang mempengaruhi daya adsorpsi meliputi komposisi, polaritas, struktur pori, dan konsentrasi. Sifat serapan tergantung pada ukuran molekul, gugus fungsi, posisi

gugus fungsi, ikatan rangkap dan struktur rantai dari senyawa serapan. Faktor pH juga mempengaruhi proses adsorpsi, pada umumnya pH tinggi akan menurunkan daya adsorpsi. Namun hal ini juga tergantung pada kondisi zat yang akan diadsorpsi. Misalnya zat yang teradsorpsi lebih stabil pada pH rendah, maka pH rendah akan meningkatkan proses adsorpsi. Semakin lama waktu kontak akan semakin meningkatkan kecepatan adsorpsi, umumnya disertai dengan pengadukan agar terjadinya kontak antara adsorben dan adsorbat semakin maksimal (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Arang aktif memiliki beberapa karakteristik yang menentukan mutu terhadap produk arang aktif yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi oleh arang aktif antara lain kadar air, kadar abu dan daya jerap terhadap senyawa I₂, temperatur, pH dan waktu kontak selama terjadi proses adsorpsi (Sembiring dan sinaga, 2003). Kualitas arang aktif ditentukan oleh sifat fisik dan kimia terutama kemampuan adsorpsinya terhadap larutan dan gas. Standar mutu arang aktif menurut SNI 06-3730-1995 dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

Tabel 2.2 Standar mutu arang aktif menurut SNI 06-3730-1995

| Komponen mutu | Syarat |
|------------------------------------|--------------|
| Kadar air | Maks 15% |
| Kadar abu | Maks 10% |
| Daya jerap terhadap I ₂ | Min 750 mg/g |

Sumber: SNI,1995

2.3. Kerusakan Minyak Goreng

Kerusakan minyak selama proses penggorengan akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi dari bahan pangan yang digoreng. Minyak yang rusak akibat proses oksidasi dan polimerisasi akan menghasilkan bahan dengan rupa yang kurang menarik dan citarasa yang tidak enak, serta kerusakan sebagian vitamin dan asam lemak yang terdapat dalam minyak goreng (Ketaren, 1986). Beberapa reaksi kerusakan pada minyak goreng diantaranya yaitu reaksi hidrolisis, polimerisasi dan oksidasi.

mudah mengalami dekomposisi melalui proses isomerisasi dan polimerisasi, selanjutnya terurainya asam lemak disertai perubahan hidroperoksida menjadi senyawa aldehid dan keton (Winarno, 2004).

2.4 Penjernihan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif

Tujuan utama dari proses pemurnian minyak goreng bekas adalah untuk menghilangkan rasa serta bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik dan memperpanjang umur pemakaian serta masa simpan minyak goreng.

Menurut Wijana (2005), minyak goreng bekas dapat dimurnikan kembali dengan cara adsorpsi menggunakan arang aktif. Proses pemurnian minyak goreng bekas melalui tiga tahapan utama, yaitu (1) proses deodorisasi atau penghilangan bau yang tidak sedap pada minyak goreng bekas. (2) proses netralisasi yaitu proses pemisahan asam lemak bebas yang terdapat pada minyak jelantah dengan penambahan senyawa basa pada konsentrasi tertentu, selanjutnya (3) proses *bleaching* yaitu proses penghilangan zat warna pada minyak goreng dengan cara penggunaan arang aktif sebagai adsorben.

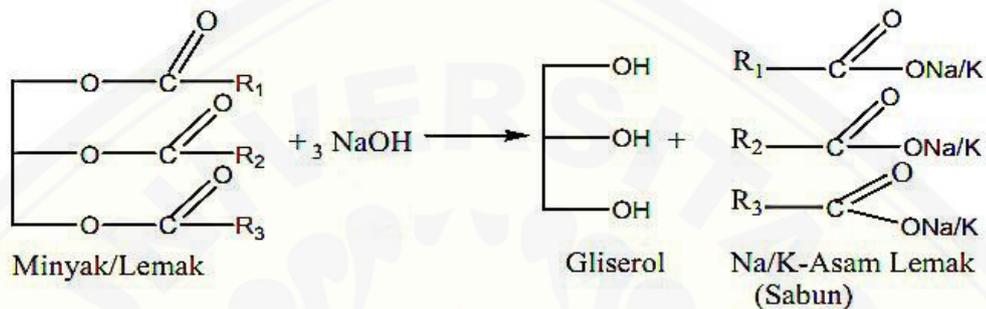
2.4.1 Deodorisasi

Deodorisasi adalah suatu proses pemurnian minyak yang bertujuan untuk menghilangkan bau dan rasa yang tidak enak dalam minyak goreng bekas. Prinsip deodorisasi yaitu pemanasan minyak goreng bekas pada tekanan atmosfer dengan penambahan air pada perbandingan volume (1:1). Pada suhu yang lebih tinggi, komponen yang menimbulkan bau dalam minyak akan menguap bersama uap air, sehingga komponen-komponen tersebut akan dilepaskan dari minyak bersama-sama uap panas (Wijana, 2005).

2.4.2 Netralisasi

Menurut Ketaren (1986), netralisasi adalah suatu proses untuk memisahkan asam lemak bebas dari minyak atau lemak, dengan cara mereaksikan minyak atau lemak dengan basa atau pereaksi lainnya sehingga membentuk emulsi sabun (*soap stock*) pada permukaan minyak.

Netralisasi biasanya dilakukan dengan penambahan NaOH pada konsentrasi tertentu. Larutan NaOH banyak digunakan pada proses netralisasi karena lebih efisien dan lebih murah dibandingkan dengan cara netralisasi lainnya. Selain itu penggunaan NaOH membantu dalam mengurangi zat warna dan kotoran yang pada minyak goreng bekas. Reaksi antara asam lemak bebas dengan NaOH sebagai berikut :



Gambar 2.5 Reaksi penyabunan menggunakan NaOH (Ketaren, 1986)

Menurut Ketaren (1986), sabun yang terbentuk dapat membantu pemisahan zat warna dan kotoran seperti fosfatida, protein dan suspensi koloid yang terdapat dalam minyak goreng bekas dengan cara membentuk emulsi. Selanjutnya sabun atau emulsi yang terbentuk dapat dipisahkan dari minyak dengan cara sentrifugasi.

Pemakaian NaOH dengan konsentrasi yang terlalu tinggi akan merusak sebageian trigliserida sehingga mengurangi rendemen minyak dan menambah jumlah sabun yang terbentuk. Oleh karena itu harus dipilih konsentrasi dan jumlah NaOH yang tepat untuk menyabunkan asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas. Menurut Ketaren (1986), konsentrasi dari alkali yang digunakan tergantung dari jumlah asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas. Makin besar jumlah asam lemak bebas, maka semakin besar pula konsentrasi alkali yang digunakan.

2.4.3. *Bleaching* (pemucatan)

Tujuan pemucatan adalah untuk menghilangkan zat warna yang tidak disukai dalam minyak goreng bekas. Pemucatan ini dilakukan dengan mencampur minyak dengan sejumlah kecil adsorben seperti arang aktif. Zat warna dalam minyak goreng bekas akan diserap oleh permukaan adsorben dan juga berfungsi

untuk menyerap suspensi koloid serta hasil degradasi minyak, misalnya seperti molekul-molekul peroksida (Ketaren, 1986).

Keuntungan penggunaan arang aktif sebagai adsorben untuk bahan pemucat atau *bleaching agent* pada minyak goreng bekas karena arang aktif lebih efektif menyerap warna bila dibandingkan dengan *bleaching agent* yang lain misalnya seperti zeolit atau membran, sehingga banyak industri-industri yang menggunakan arang aktif sebagai bahan pemucat karena penambahan arang aktif dalam jumlah kecil dapat menyerap warna yang baik. Menurut Ketaren (1986), arang yang digunakan sebagai bahan pemucat biasanya berjumlah kurang lebih 0,1% - 0,2% dari berat minyak. Arang aktif dapat juga menyerap sebagian bau yang tidak dikehendaki dan mengurangi jumlah peroksida sehingga memperbaiki mutu minyak. Namun, kekurangan arang aktif sebagai *bleaching agent* yaitu minyak yang tertinggal dalam arang aktif jumlahnya lebih besar dan proses auto oksidasi terjadi lebih cepat pada minyak yang dipucatkan menggunakan arang aktif.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan serta laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian dimulai bulan Februari 2015 hingga selesai.

3.2 Bahan dan Alat penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini yaitu minyak goreng kemasan merek Madina sebagai media untuk menggoreng serta tempe sebagai bahan yang digoreng. Bahan adsorben untuk proses penjernihan minyak goreng bekas yaitu arang aktif dari kulit tanduk biji kopi dan arang aktif komersial merek Carbotech. Kulit tanduk biji kopi yang digunakan sebagai arang aktif berasal dari kopi jenis robusta yang diperoleh dari Pusat Penelitian Kopi Kakao Indonesia di Kabupaten Jember. Bahan untuk analisis kimia minyak goreng yaitu alkohol 95%, NaOH 0,1 N, indikator PP, asam oksalat, larutan asam asetat-kloroform dengan perbandingan (3:2), larutan KI jenuh, 0,1 N Natrium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), larutan pati 1%, KIO_3 , larutan KI 10%, 2 N HCl, khlorofom, reagen yodium bromida, KI 15%, HCL 4N, serta aquadest.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu buret, *clinical sentrifuge*, termometer raksa, kompor, wajan penggorengan, *magnetic strirer*, pH meter, kertas saring, mortar, corong, timbangan digital, viskometer oswalt, *colour reader*, oven serta peralatan gelas untuk analisis kimia.

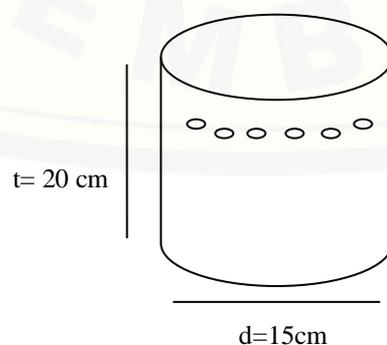
3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

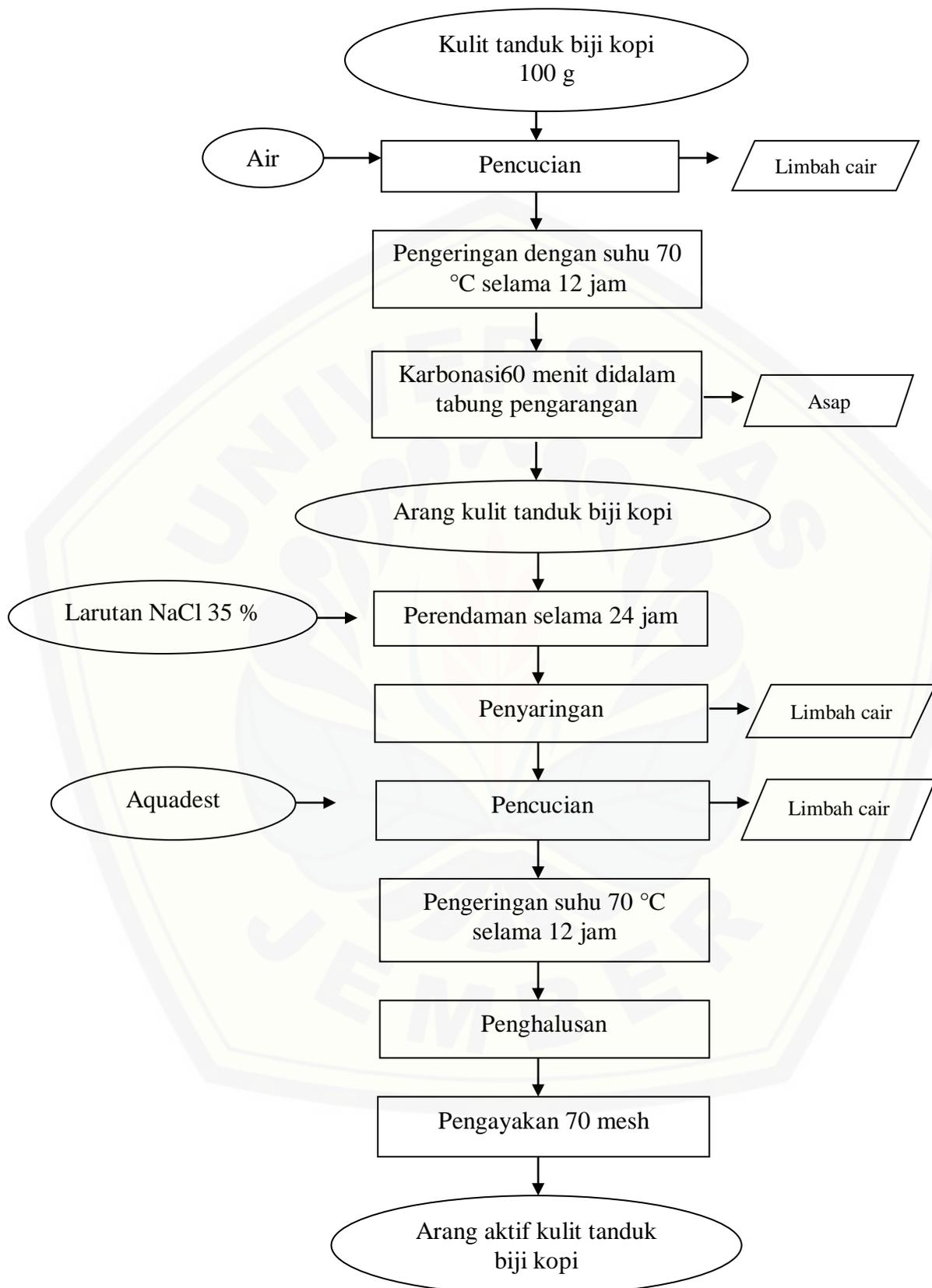
Pelaksanaan penelitian terdiri dari tiga tahap yaitu pembuatan arang aktif kulit tanduk biji kopi, persiapan sampel minyak goreng bekas serta proses penjernihan minyak goreng bekas menggunakan arang aktif.

a. Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Tanduk Biji Kopi

Kulit tanduk sebanyak 100 g dicuci dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70 °C selama 12 jam. Kulit tanduk yang sudah kering dilakukan proses karbonasi selama 60 menit. Proses karbonasi dilakukan dengan cara memasukkan kulit tanduk biji kopi kedalam kaleng logam yang telah dimodifikasi, selanjutnya kaleng logam yang berisi sampel dibakar diatas kompor menggunakan api besar hingga asap yang keluar dari kaleng semakin sedikit. Pada saat karbonasi, kaleng harus ditutup agar sampel kulit tanduk biji kopi terkarbonasi dan tidak teroksidasi. Kaleng pembakaran terbuat dari bahan logam dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 20 cm. Bagian samping atas sekeliling tabung diberi lubang kecil, seperti yang terlihat pada **Gambar 3.1**. Setelah proses karbonasi, maka dilakukan proses aktivasi secara kimia dengan cara merendam arang kulit tanduk biji kopi dengan larutan NaCl 35% selama 24 jam. Arang aktif kemudian disaring dan dicuci dengan aquadest hingga bersih. Setelah pencucian arang aktif dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70 °C selama 12 jam. Arang aktif yang telah kering kemudian dihaluskan dan dilakukan pengayakan dengan ayakan 70 mesh. Proses pembuatan arang aktif kulit tanduk biji kopi dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.1 Tabung pengarangan



Gambar 3.2 Proses pembuatan arang aktif kulit tanduk biji kopi

b. Persiapan Sampel Minyak Goreng Bekas

Sebanyak 500 ± 10 g minyak digunakan untuk menggoreng tempe. Tempe digoreng dengan metode *open frying* menggunakan wajan ukuran diameter 28 cm dan tinggi 20 cm. Minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng tempe dilakukan variasi terhadap frekuensi penggorengan sebagai berikut:

A1 = Minyak goreng bekas pakai 3 kali penggorengan

A2 = Minyak goreng bekas pakai 4 kali penggorengan

A3 = Minyak goreng bekas pakai 5 kali penggorengan

Minyak goreng bekas pakai tersebut dianalisis karakteristiknya yang meliputi warna, kadar air, angka asam serta angka peroksida.

c. Proses Penjernihan Minyak Goreng Bekas

Menurut Ketaren (1986) proses penjernihan minyak goreng bekas terdiri dari tiga tahapan yaitu proses deodorisasi, netralisasi dan *bleaching*.

1. Deodorisasi

Minyak goreng bekas pada frekuensi penggorengan ke-3, 4 dan 5 yang sudah disiapkan, masing-masing ditimbang sebanyak 500 g. Sampel ditimbang dalam *beaker glass* kemudian ditambah aquadest sebanyak 500 g pada masing-masing sampel. Selanjutnya, campuran minyak dan aquadest dipanaskan pada suhu 100°C hingga air menguap dan volume air dalam *beaker glass* tinggal setengahnya. Campuran minyak dan aquadest didiamkan dalam corong pisah selama 1 jam. Fraksi air pada bagian bawah dipisahkan sehingga diperoleh minyak bebas air, setelah itu dilakukan penyaringan untuk memisahkan kotoran yang ada dalam minyak.

2. Netralisasi

Sebanyak ± 450 g minyak goreng hasil proses deodorisasi dipanaskan pada suhu 40°C , kemudian ditambahkan 3,5 ml larutan NaOH 1N dan diaduk selama 10 menit dengan *magnetic stirrer* hingga terbentuk fraksi sabun pada minyak

goreng. Minyak didinginkan pada suhu ruang selama 10 menit hingga terbentuk gumpalan-gumpalan yang mengendap didasar minyak. Kemudian minyak disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan gumpalan dan kotoran yang terdapat dalam minyak saat proses netralisasi.

3. *Bleaching*

Minyak goreng hasil netralisasi sebanyak 150 g. Sampel minyak goreng dipanaskan pada suhu 100°C kemudian ditambahkan 10 g arang aktif sesuai perlakuan. Arang aktif berfungsi sebagai adsorben pada proses *bleaching* atau penyerap warna. Proses *bleaching* dilakukan menggunakan metode pengadukan selama 15 menit pada suhu 100 °C. Minyak didinginkan pada suhu ruang selama 10 menit dan disaring menggunakan kertas saring agar kotoran dan sisa arang aktif dapat dipisahkan dari minyak. Minyak disentrifugasi pada 3000 rpm selama 30 menit agar sisa-sisa arang aktif yang berbentuk butiran-butiran halus dapat mengendap dan mudah dipisahkan dari minyak. Proses penjernihan minyak goreng bekas secara skematik dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.

3.3.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan terdiri dari dua faktor yaitu faktor A adalah variasi frekuensi penggorengan pada sampel minyak goreng bekas, sedangkan faktor B adalah variasi jenis arang aktif.

Faktor A = frekuensi penggorengan

A₁= minyak goreng bekas pakai 3 kali penggorengan

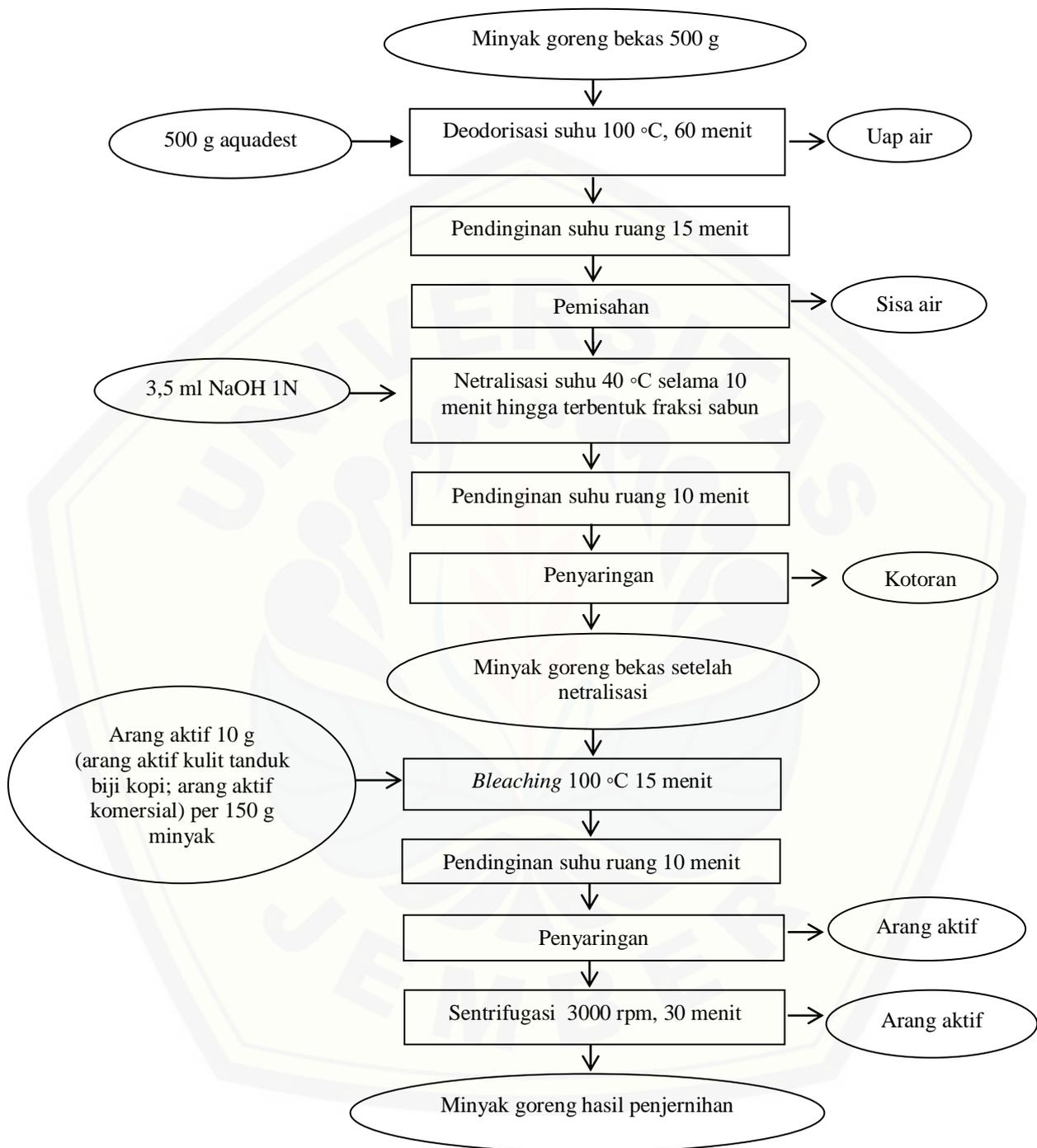
A₂= minyak goreng bekas pakai 4 kali penggorengan

A₃= minyak goreng bekas pakai 5 kali penggorengan

Faktor B = jenis arang aktif

B₁= arang aktif kulit tanduk biji kopi

B₂= arang aktif komersial



Gambar 3.3. Diagram alir proses penjernihan minyak goreng bekas

Kombinasi dari kedua faktor tersebut adalah :

| | | |
|------|------|------|
| A1B1 | A2B1 | A3B1 |
| A1B2 | A2B2 | A3B2 |

Data yang didapatkan dianalisis menggunakan metode deskriptif. Hasil dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk grafik atau histogram untuk mempermudah interpretasi data.

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang diamati meliputi uji kualitas arang aktif serta kualitas minyak goreng sebelum dan sesudah penjernihan menggunakan arang aktif kulit tanduk biji kopi:

1. Arang aktif
 - a. Kadar air (SNI, 1995)
 - b. Kadar Abu (SNI, 1995)
 - c. Daya jerap I₂ (SNI, 1995)
2. Minyak Goreng
 - a. Warna Kecerahan (*Color reader*, Fardiaz, 1989)
 - b. Kadar Air (Thermogravimetri, Sudarmadji, 1997)
 - c. Angka asam (SNI, 2013)
 - d. Angka peroksida (SNI, 2013)

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Arang Aktif

Kualitas atau mutu arang aktif yang dihasilkan perlu dilakukan beberapa uji terhadap karakteristik arang aktif yang sesuai dengan SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis yang meliputi perhitungan pengujian kadar air, kadar abu, dan daya jerap terhadap senyawa I₂.

- a. Kadar air (SNI, 1995)

Botol timbang kosong dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 15 menit, kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang sebagai berat a.

Sampel arang aktif ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan kedalam botol timbang yang telah diketahui beratnya, selanjutnya berat arang aktif dan botol ditimbang dan dicatat sebagai berat b. Botol timbang yang sudah berisi sampel dimasukkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 4-6 jam. Botol timbang dipindahkan ke dalam deksikator selama 30 menit dan ditimbang beratnya hingga diperoleh berat yang konstan dicatat sebagai berat c. Perhitungan kadar air dengan rumus :

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

Keterangan :

a = berat botol timbang kosong (gram)

b = berat botol timbang + sampel (gram)

c = berat botol timbang + sampel setelah dioven (gram)

b. Kadar abu (SNI, 1995)

Kadar abu ditentukan menggunakan metode langsung. Menurut Sudarmadji (1997), metode langsung dilakukan dengan cara menimbang sampel arang aktif sebanyak 2 gram dalam wadah kurs porselin yang telah diketahui beratnya (a), kemudian dilakukan pengabuan dalam tanur pengabuan sampai mencapai suhu 700 °C, selanjutnya kurs porselin didinginkan hingga suhu normal (12 jam). Setelah dingin kurs porselin dimasukkan kedalam deksikator untuk kemudian ditimbang beratnya (b). Kadar abu ditentukan dengan rumus:

$$\text{kadar abu (\%)} = \frac{(c - b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat sampel (g)

b = berat cawan kosong (g)

c = berat cawan + abu (g)

c. Daya jerap I₂ (SNI, 1995)

Arang aktif ditimbang sebanyak 5 gram, dipanaskan dalam oven selama satu jam pada suhu 115 °C. Arang yang sudah dioven diambil sebanyak 0,25 gram dan dimasukkan kedalam labu ukur 25 ml yang dibungkus oleh kertas karbon,

kemudian ditambahkan 25 ml larutan I₂ 0,1 N, dikocok selama 15 menit dan dipindahkan ke dalam tabung *sentrifuge* selanjutnya di sentrifugasi selama 30 menit. Cairan supernatan hasil sentrifugasi dipipet sebanyak 10 ml dilanjutkan dengan titrasi menggunakan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N hingga berwarna kuning muda, kemudian ditambahkan 2-3 tetes larutan amilum 1% dan titrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Daya jerap terhadap I₂ dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Daya jerap iod (mg/g)} = \frac{V_2 - \frac{N_1 \times V_1}{N_2}}{w} \times 12,69 \times 2,5$$

Keterangan :

- N₁ = normalitas larutan Na₂S₂O₃
- N₂ = normalitas larutan I₂
- V₁ = volume titran (larutan Na₂S₂O₃ yang dibutuhkan untuk titrasi (ml))
- V₂ = volume titrat
- 2,5 = faktor pengenceran
- 12,69 = massa I₂ yang sesuai dengan 1 ml larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N
- w = massa arang aktif

3.5.2 Minyak Goreng

a. Warna (kecerahan), (*Color reader*, Fardiaz, 1989)

Pengukuran warna dilakukan dengan menempelkan ujung alat pada permukaan bahan yang diamati. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali ulangan pada daerah yang berbeda dan dirata-rata. Nilai L yang tertera pada layar *color reader* yaitu tingkat kecerahan warna. Tingkat kecerahan diperoleh berdasarkan rumus berikut :

$$L = \frac{L \text{ Standart (94,35)} \times L \text{ sampel}}{L \text{ Standart keramik}}$$

Keterangan : Nilai kecerahan (L) berkisar antara 0-100 yang menunjukkan warna hitam hingga putih

b. Angka asam (SN1, 2013)

Sampel minyak goreng ditimbang sebanyak 20 g dimasukkan kedalam erlemeyer ukuran 250 ml, kemudian ditambahkan 50 ml alkohol 95%. Erlemeyer

ditutup dan dipanaskan dalam pendingin balik untuk melarutkan asam lemak bebasnya. Larutan didinginkan pada suhu ruang, kemudian ditambahkan indikator phenolphthalein dan dititrasi menggunakan larutan KOH standart 0,1N. Akhir titrasi tercapai apabila terbentuk warna merah muda yang tidak hilang selama 0,5 menit. Angka asam dinyatakan sebagai mg KOH yang dipakai untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 g lemak atau minyak.

$$\text{Angka asam (mgKOH/g)} = \frac{56,1 \times V \times N}{W}$$

keterangan:

- V = volume larutan KOH yang diperlukan saat titrasi (ml)
 N = normalitas larutan KOH standart (N)
 W = berat contoh (g)
 56,1 = berat molekul KOH

c. Angka Peroksida (SNI, 2013)

Sampel minyak goreng ditimbang sebanyak 5 g, kemudian dimasukkan kedalam erlemeyer ukuran 250 ml dan ditambahkan 30 ml larutan asam asetat-kloroform (3:2). Goyangkan larutan sampai bahan terlarut semua. Tambahkan 0,5 ml larutan KI jenuh. Diamkan selama 1 menit kemudian ditambah 30 ml aquades. Selanjutnya dititrasi dengan 0,1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai warna kuning hampir hilang. Tambahkan 0,5 ml larutan pati 1%. Lanjutkan titrasi sampai warna biru mulai hilang. Angka peroksida dinyatakan dalam mili-equivalen dari peroksida dalam setiap 1000 g.

$$\text{Angka peroksida meqO}_2/\text{kg} = \frac{1000 \times N \times (V_0 - V_1)}{W}$$

keterangan:

- V_0 = volume larutan NaOH yang diperlukan saat titrasi (ml)
 V_1 = volume blanko (ml)
 N = normalitas larutan NaOH standar (N)
 W = berat contoh (g)

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Arang aktif kulit tanduk biji kopi dapat digunakan sebagai bahan adsorben atau penyerap, tetapi memiliki kualitas kurang baik dari pada arang aktif komersial. Arang aktif kulit tanduk biji kopi memiliki karakteristik kadar air 6,908% ; kadar abu 3,517% dan daya jerap iod 1090,038 mg/g. Menurut SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis, karakteristik arang aktif kulit tanduk biji kopi sudah memenuhi standart SNI.
2. Minyak goreng bekas pakai pada frekuensi penggorengan ke 3, 4 dan 5 sebelum dilakukan proses penjernihan memiliki nilai kecerahan berturut-turut sebesar 41,59; 41,25; 41,08, kadar air 2,576%; 3,535%; 3,958%, angka asam 0,431 mgKOH/g; 0,491 mgKOH/g; 0,556 mgKOH/g, angka peroksida 5,180 meq O₂/kg; 8,518 meqO₂/kg; 10,498 meqO₂/kg.
3. Minyak goreng bekas pakai pada frekuensi penggorengan ke 3, 4 dan 5 setelah diadsorpsi menggunakan arang aktif kulit tanduk biji kopi memiliki nilai kecerahan berturut-turut sebesar 46,65; 46,63; 46,38, kadar air 2,465%; 3,501%; 3,843%, angka asam 0,342 mgKOH/g; 0,395 mgKOH/g; 0,406 mgKOH/g, angka peroksida 2,144 meq O₂/kg; 5,507 meqO₂/kg; 7,187 meqO₂/kg.

Hasil ini menunjukkan bahwa kadar air minyak goreng belum memenuhi SNI, sedangkan angka asam sudah memenuhi SNI 3741:2013 tentang minyak goreng.

5.2 Saran

Perlu penelitian lanjutan tentang optimasi proses pembuatan arang aktif kulit tanduk biji kopi sehingga memiliki daya adsorpsi yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainiyah, M. 2014. *Pemanfaatan Kulit Tanduk Biji Kopi Sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Amonia dan Ion Klorida*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember : Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.
- Budiarti, R. 2014. *Uji Efektifitas Arang Aktif dari Kulit Biji Kopi Sebagai Adsorben Timbal dan Ion Kadmium*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember : Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.
- Bondesson, E. 2015. *A Nutritional Analysis on The by-Product Coffee Husk and It's Potential Utilization in Food Production*. Uppsala: Department of Food Science, Institutionen for Livsmedelsvetenskap.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2012. *Survei Penggunaan Minyak Goreng Pada Tingkat Rumah Tangga*. Jakarta: Badan Pusat Statistik
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. *Data Statistik Produksi Kopi di Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Handayani, R. W. 2002. *Studi Pengaruh Suhu dan Jenis Bahan Pangan Terhadap Stabilitas Minyak Kelapa Selama Proses Penggorengan*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Makassar: Program Teknik Industri, Universitas Hasanuddin.
- Hartini, L., Yulianti, E., dan Mahmudah, R. 2014. Karakterisasi Karbon Aktif Teraktifasi NaCl dari Ampas Tahu. *Jurnal Sains dan Teknologi, Vol 3 (2) : 145-153*. Malang: Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Husni, H, dan Cut M., R. 2008. *Preparasi dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batang Pisang Menggunakan Gas Nitrogen*. Banda Aceh: Universitas Syah Kuala Darussalam.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Lemak dan Minyak Pangan*. Cetakan Pertama. Jakarta: UI-Press.
- Mu'jizah, S. 2010. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (Moringa oleifera) dengan NaCl Sebagai Bahan Pengaktif*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Malang : Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Najiyati, S., dan Danarti. 1998. *Kopi: Budaya dan Penanganan Lepas Panen*. Cetakan Kesembilan. Jakarta: PT Penebar Swadaya.

- Paramitha, T. *Konsumsi Minyak Goreng Curah Masyarakat Masih Tinggi*. Kompas, 12 April 2015. Halaman 5.
- Purnomo, S. E. 2010. *Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Biji Kopi dan Aplikasinya Sebagai Absorben Zat Warna Methylene Blue (Kation) dan Naphtol Yellow (Anion)*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Yogyakarta: Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Rahmawati, Y.D. 2010. *Pengaruh Penambahan Zat Pendehidrasi terhadap Struktur Mikropori Material Karbon yang Dibuat dari Pirolisis Resin Phenol-Tertbutil dan Phenol-Formaldehid*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Yogyakarta : Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gajah Mada.
- Rasjidin, I. 2006. *Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Biji Jambu Mede Sebagai Absorben pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Sembiring, M. T., dan Sinaga, T. S. 2003. *Arang Aktif: Pengenalan dan Proses Pembuatannya*. Sumatra Utara: Universitas Sumatra Utara.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. (Edisi Keempat). Yogyakarta : Liberty
- Sudibandriyo, M dan Lydia. 2011. Karakteristik Luas Permukaan Karbon Aktif dari Ampas Tebu dengan Aktivasi Kimia. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol 10 (3) : 149 – 156*. Depok : Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Mipa dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Sudrajat, R. 1985. Pengaruh Beberapa Faktor Pengolahan Terhadap Sifat Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Vol 8 (5) : 200 – 210*. Bogor: Pusat Litbang Hasil Hutan.
- Sukardjo. 1990. *Kimia Anorganik*. Cetakan Kedua. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1995. SNI 06-3730-1995 tentang *Arang Aktif Teknis*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2013. SNI 3741:2013 tentang *Minyak Goreng*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Trisnawati, G. 2007. Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap Struktur Kimia dan Mutu Arang Aktif Serbuk Gergaji Sengon. *Jurnal Kimia Industri, Vol. 10 (1) : 52-60*. Jakarta : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta.

- Widayanti., Ishak, I., dan Oman, L. 2010. Studi Daya Aktivasi Arang Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cd. *Jurnal Natural Science, Vol 2 (3) : 75-86*. Gorontalo : Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo.
- Wijana, S., Maryani dan Setyaningsih. 2005. Optimasi Proses Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Steaming dan Netralisasi. *Jurnal Agriteknologi, vol 15 (5): 1245-1250*. Malang: Jurusan Teknik Pertanian Universitas Brawijaya.
- Wijayanti, R. 2009. *Arang Aktif dari Ampas Tebu sebagai Adsorben pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor: Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- Wulyoadi, S dan Kaseno. 2004. Studi Pengurangan Bilangan Asam, Bilangan Peroksida dan Adsorbansi dalam Proses Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Zeoli Alam Aktif. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Vol. 6 (1): 1-12*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
- Zamrudi dan Pari, G. 2008. Peningkatan Rendemen dan Daya Serap Arang Aktif dengan Cara Kimia dan Gasifikasi. *Jurnal Buletin Penelitian Hasil Hutan, Vol 11 (5): 205-208*. Bogor: IPB Press.

A. ARANG AKTIF

A.1 Kadar Air

| Sampel | Kadar air (%) | | | Rata-rata |
|------------------------------------|---------------|-------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Arang aktif kulit tanduk biji kopi | 7,108 | 6,929 | 6,650 | 6,896 |
| Arang aktif komersial | 7,367 | 7,402 | 5,740 | 6,836 |

A.2 Kadar Abu

| Sampel | Kadar abu (%) | | | Rata-rata |
|------------------------------------|---------------|-------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Arang aktif kulit tanduk biji kopi | 3,438 | 3,521 | 3,582 | 3,514 |
| Arang aktif komersial | 2,766 | 2,720 | 2,841 | 2,775 |

A.3 Daya Jerap Senyawa I₂

| Sampel | Daya jerap terhadap iodine (mg/g) | | | Rata-rata |
|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Arang aktif kulit tanduk biji kopi | 1095,972 | 1091,605 | 1082,976 | 1090,184 |
| Arang aktif komersial | 1123,520 | 1128,014 | 1121,606 | 1124,380 |

B. MINYAK GORENG**B.1 Warna (kecerahan) Minyak Goreng Sebelum Proses Penjernihan**

| Frekuensi Penggorengan | Ulangan Analisis | Sebelum Proses Penjernihan | |
|------------------------|------------------|----------------------------|-----------|
| | | (L*) | Rata-rata |
| 0 | 1 | 41,93 | 41,72 |
| | 2 | 41,93 | |
| | 3 | 41,29 | |
| 3 | 1 | 41,33 | 41,59 |
| | 2 | 41,80 | |
| | 3 | 41,63 | |
| 4 | 1 | 41,42 | 41,25 |
| | 2 | 41,42 | |
| | 3 | 40,90 | |
| 5 | 1 | 41,12 | 41,08 |
| | 2 | 41,20 | |
| | 3 | 40,90 | |

B.2 Warna (kecerahan) Minyak Goreng Setelah Proses Penjernihan

| Frekuensi Penggorengan | Ulangan Analisis | Setelah Proses Penjernihan | | | |
|------------------------|------------------|----------------------------|-----------|-----------------|-----------|
| | | Arang Kulit Tanduk Kopi | | Arang Komersial | |
| | | (L*) | Rata-rata | (L*) | Rata-rata |
| 3 | 1 | 46,95 | 46,65 | 47,18 | 47,30 |
| | 2 | 46,43 | | 47,47 | |
| | 3 | 46,58 | | 47,25 | |
| 4 | 1 | 46,43 | 46,63 | 47,10 | 47,20 |
| | 2 | 46,65 | | 47,18 | |
| | 3 | 46,80 | | 47,32 | |
| 5 | 1 | 46,05 | 46,38 | 47,25 | 47,17 |
| | 2 | 46,50 | | 47,25 | |
| | 3 | 46,58 | | 47,03 | |

B.3 Kadar Air Minyak Goreng Sebelum Proses Penjernihan

| Frekuensi Penggorengan | Ulangan Analisis | Sebelum Proses Penjernihan | |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|-----------|
| | | Kadar air (%) | Rata-rata |
| 0 | 1 | 0,296 | 0,280 |
| | 2 | 0,198 | |
| | 3 | 0,346 | |
| 3 | 1 | 2,523 | 2,576 |
| | 2 | 2,612 | |
| | 3 | 2,594 | |
| 4 | 1 | 3,617 | 3,535 |
| | 2 | 3,447 | |
| | 3 | 3,542 | |
| 5 | 1 | 3,938 | 3,958 |
| | 2 | 3,960 | |
| | 3 | 3,976 | |

B.4 Kadar Air Minyak Goreng Setelah Proses Penjernihan

| Frekuensi Penggorengan | Ulangan Analisis | Setelah Proses Penjernihan | | | |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|-----------|------------------|-----------|
| | | Arang Kulit Tanduk Kopi | | Arang Komersial | |
| | | Kadar air (%) | Rata-rata | Kadar air (%) | Rata-rata |
| 3 | 1 | 2,419 | 2,465 | 2,414 | 2,301 |
| | 2 | 2,481 | | 2,197 | |
| | 3 | 2,495 | | 2,293 | |
| 4 | 1 | 3,457 | 3,501 | 3,314 | 3,323 |
| | 2 | 3,535 | | 3,327 | |
| | 3 | 3,513 | | 3,328 | |
| 5 | 1 | 3,877 | 3,843 | 3,964 | 3,798 |
| | 2 | 3,844 | | 3,793 | |
| | 3 | 3,808 | | 3,637 | |

B.5 Angka Asam Minyak Goreng Sebelum Proses Penjernihan

| Frekuensi Penggorengan | Ulangan Analisis | Sebelum Proses Penjernihan | |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|-----------|
| | | Angka asam (mgKOH/g) | Rata-rata |
| 0 | 1 | 0,321 | 0,331 |
| | 2 | 0,320 | |
| | 3 | 0,353 | |
| 3 | 1 | 0,401 | 0,431 |
| | 2 | 0,462 | |
| | 3 | 0,431 | |
| 4 | 1 | 0,482 | 0,491 |
| | 2 | 0,480 | |
| | 3 | 0,511 | |
| 5 | 1 | 0,545 | 0,556 |
| | 2 | 0,546 | |
| | 3 | 0,578 | |

B.6 Angka Asam Minyak Goreng Setelah Proses Penjernihan

| Frekuensi Penggorengan | Ulangan Analisis | Setelah Proses Penjernihan | | | |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | | Arang Kulit Tanduk Kopi | | Arang Komersial | |
| | | Angka asam (mgKOH/g) | Rata-rata | Angka asam (mgKOH/g) | Rata-rata |
| 3 | 1 | 0,321 | 0,342 | 0,321 | 0,331 |
| | 2 | 0,353 | | 0,321 | |
| | 3 | 0,351 | | 0,352 | |
| 4 | 1 | 0,384 | 0,395 | 0,386 | 0,375 |
| | 2 | 0,385 | | 0,353 | |
| | 3 | 0,417 | | 0,385 | |
| 5 | 1 | 0,385 | 0,406 | 0,416 | 0,405 |
| | 2 | 0,417 | | 0,414 | |
| | 3 | 0,417 | | 0,385 | |

B.7 Angka Peroksida Minyak Goreng Sebelum Proses Penjernihan

| Frekuensi Penggorengan | Ulangan Analisis | Sebelum Proses Penjernihan | |
|---------------------------|---------------------|---|-----------|
| | | Angka peroksida (meq O ₂ /kg) | Rata-rata |
| 0 | 1 | 1,768 | 1,774 |
| | 2 | 1,785 | |
| | 3 | 1,769 | |
| 3 | 1 | 4,866 | 5,180 |
| | 2 | 5,831 | |
| | 3 | 4,843 | |
| 4 | 1 | 7,853 | 8,518 |
| | 2 | 8,793 | |
| | 3 | 8,902 | |
| 5 | 1 | 10,886 | 10,498 |
| | 2 | 9,821 | |
| | 3 | 10,787 | |

B.8 Angka Peroksida Minyak Goreng Setelah Proses Penjernihan

| Frekuensi Penggorengan | Ulangan Analisis | Setelah Proses Penjernihan | | | |
|---------------------------|---------------------|---|-----------|---|-----------|
| | | Arang Kulit Tanduk Kopi | | Arang Komersial | |
| | | Angka peroksida (meq O ₂ /kg) | Rata-rata | Angka peroksida (meq O ₂ /kg) | Rata-rata |
| 3 | 1 | 1,823 | 2,144 | 0,800 | 0,804 |
| | 2 | 1,800 | | 0,804 | |
| | 3 | 2,809 | | 0,806 | |
| 4 | 1 | 5,864 | 5,507 | 3,799 | 4,157 |
| | 2 | 4,837 | | 3,817 | |
| | 3 | 5,820 | | 4,857 | |
| 5 | 1 | 6,865 | 7,187 | 5,840 | 6,166 |
| | 2 | 6,880 | | 5,769 | |
| | 3 | 7,815 | | 6,888 | |

C. GAMBAR ARANG AKTIF



Kulit Tanduk Biji Kopi Sebelum Proses Pengarangan



Arang Aktif dari Kulit Tanduk Biji Kopi



Arang Aktif Komersil Merek Carbotech

D.GAMBAR MINYAK GORENG



Sampel Minyak Goreng Sebelum Proses Penjernihan

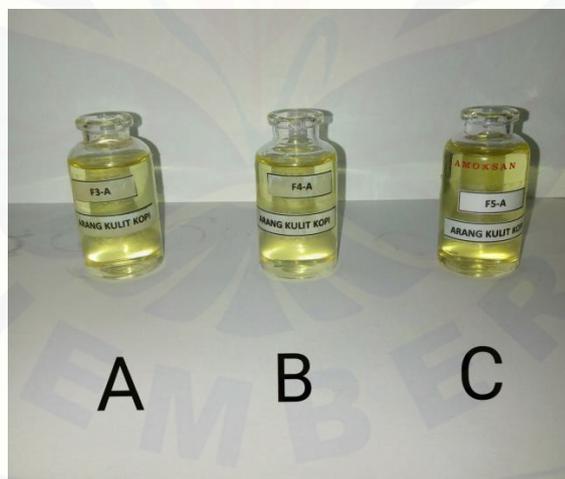
Keterangan :

A = Minyak goreng baru

B = Minyak goreng bekas dengan frekuensi penggorengan 3 kali

C = Minyak goreng bekas dengan frekuensi penggorengan 4 kali

D = Minyak goreng bekas dengan frekuensi penggorengan 5 kali



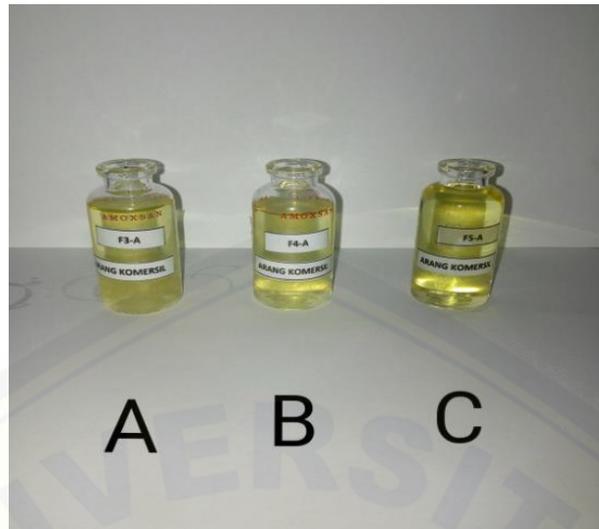
Minyak Goreng Setelah Proses Penjernihan Menggunakan Arang Aktif dari Kulit Tanduk Biji Kopi

Keterangan :

A = Minyak goreng frekuensi penggorengan 3 kali

B = Minyak goreng frekuensi penggorengan 4 kali

C = Minyak goreng frekuensi penggorengan 5 kali



Sampel Minyak Goreng Setelah Proses Penjernihan Menggunakan Arang Aktif
Komersil

Keterangan :

A = Minyak goreng frekuensi penggorengan 3 kali

B = Minyak goreng frekuensi penggorengan 4 kali

C = Minyak goreng frekuensi penggorengan 5 kali