STUDI PENGARUH ULTRASONIKASI DAN AKTIVATOR NaOH TERHADAP PEMURNIAN MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN ARANG AKTIF GRANUL BERBAHAN DASAR TEMPURUNG KELAPA

SKRIPSI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Teknik

Ditulis Oleh:

1. Adam Shandy Arsyad (155061100111025)
2. Rhyo Rura Bangalino (155061101111039)

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2019

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PENGARUH ULTRASONIKASI DAN AKTIVATOR NaOH TERHADAP PEMURNIAN MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN KARBON AKTIF GRANUL BERBAHAN DASAR TEMPURUNG KELAPA

SKRIPSI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Adam Shandy Arsyad

(155061100111025)

Rhyo Rura Bangalino

(155061101111039)

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

pada tanggal : 12 Desember 2019

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Ir.Bambang Poerwadi, MS.	Supriyono, ST.,MT.
NIP. 19600126 198603 1 003	NIK. 20160791 0425 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Ir.Bambang Poerwadi, MS.

NIP. 19600126 198603 1 003

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

JUDUL SKRIPSI :

STUDI PENGARUH ULTRASONIKASI DAN AKTIVATOR NaOH TERHADAP PEMURNIAN MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN ARANG AKTIF GRANUL BERBAHAN DASAR TEMPURUNG KELAPA

Nama Mahasiswa/NIM	**: 1. Adam Shandy Arsyad**	**/ 155061100111025**
	: 2. Rhyo Rura Bangalino	**/ 155061101111039**
Jurusan S1	**: Teknik Kimia**	

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1	**: Ir. Bambang Poerwadi, MS.**
Dosen Penguji 2	**: Nurul Faiqatul Himma, ST., MT.**
Dosen Penguji 3	**: Luthfi Kurnia Dewi, ST., MT.**

Tanggal Ujian	**: 5 Desember 2019**
SK Penguji	**: 2411/UN10.F07/SK/2019**

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Malang, 16 Desember 2019

Mahasiswa,

Adam Shandy Arsyad

NIM. 155061100111025

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

TURNITIN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 165/UN10.F07.18/PP/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

ADAM SANDY ARSYAD

Dengan Judul Skripsi :

Studi Pengaruh Ultrasonikasi dan Aktivator NaOH terhadap Pemurnian Minyak Jelantah menggunakan Arang Aktif Granuo Berbahan Dasar Tempurung Kelapa *(Study of the Effect of Ultrasonication and NaOH usage as an Activator on Cooking Oil Waste Adsorption Process using Activated Charcoal Granules made from Coconut Shell)*

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi ≤ 20 %, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 17 DEC 2019

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Ir. Bambang Poerwadi, MS
NIP. 19600126 198603 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 16 Desember 2019

Mahasiswa,

Rhyo Rura Bangalino

NIM. 155061101111039

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac.id

TURNITIN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : **165/UN10.F07.18/PP/2019**

Sertifikat ini diberikan kepada :

RHYO RURA BANGALINO

Dengan Judul Skripsi :

Studi Pengaruh Ultrasonikasi dan Aktivator NaOH terhadap Pemurnian Minyak Jelantah menggunakan Arang Aktif Granuo Berbahan Dasar Tempurung Kelapa *(Study of the Effect of Ultrasonication and NaOH usage as an Activator on Cooking Oil Waste Adsorption Process using Activated Charcoal Granules made from Coconut Shell)*

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi ≤ 20 %, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 17 DEC 2019

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Ir. Bambang Poerwadi, MS
NIP. 19600126 198603 1 001

Terima kasih kepada

Tuhan YME atas segala Kebesaran-Nya

Serta Ibunda dan Ayahanda tercinta

atas semua kasih sayangnya

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi yang berjudul "*Studi Pengaruh Ultrasonikasi dan Aktivator NaOH Terhadap Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Aktif Granul Berbahan Dasar Tempurung Kelapa"*. Penelitian skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik bagi mahasiswa Strata 1 di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Penyusunan proposal skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril atau materiil secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam penyusunan proposal skripsi ini, yaitu :

1. Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik.
2. Ibu, Ayah, Kakak, dan Adik-adik Kami tercinta serta segenap keluarga yang telah memberikan doa, dorongan moral maupun material, serta kasih sayang.
3. Ir. Bambang Poerwadi, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Brawijaya sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing dan membantu kami dalam proses pembuatan proposal skripsi.
4. Supriyono, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan membantu kami dalam proses pembuatan proposal skripsi.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Kimia FT-UB yang telah memberikan bekal ilmu, wawasan, serta pengalaman selama mengikuti perkuliahan hingga pembuatan proposal skripsi.
6. Serta seluruh civitas akademika fakultas teknik dan seluruh rekan-rekan kami yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, namun telah membantu kami dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan penulis sendiri. Akhir kata penyusun ucapkan terima kasih.

Malang, Desember 2019

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR SIMBOL viii

RINGKASAN ix

SUMMARY xi

BAB I : PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Batasan Masalah 3

1.4 Tujuan 3

1.5 Manfaat 3

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Minyak Jelantah 5

2.2 Arang Tempurung Kelapa 7

2.3 Karakterisasi Minyak Goreng 9

2.4 Karbon Aktif 10

2.4.1 Jenis Karbon Aktif 11

2.4.2 Pembuatan Karbon Aktif 13

2.4.3 Karbonisasi 13

2.5 Adsorpsi 14

2.6 Ultrasonikasi.....16

2.7 Penelitian Sebelumnya 19

BAB III : METODE PENELITIAN 23

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 23

3.2 Variabel Penelitian 23

3.3 Alat dan Bahan 23

3.3.1 Alat Penelitian 23

3.3.1.1 Alat Utama 23

3.3.1.2 Alat Pendukung (*Glassware*) 24

3.3.2 Bahan Penelitian 24

3.3.2.1 Bahan Utama 24

3.3.2.2 Bahan Pelengkap 24

3.4 Prosedur Penelitian.....25

3.4.1 Preparasi dan Aktivasi Arang Tempurung Kelapa.....25

3.4.2 Karakterisasi Karbon Aktif 27

3.4.3 Proses Adsorpsi Minyak Jelantah 32

3.4.4 Karakterisasi Minyak Jelantah 34

3.5 Rangkaian Alat 38

3.5.1 Proses Adsorpsi dengan *Ultrasonic Bath* 38

3.5.2 Proses Adsorpsi dengan Pengadukan 39

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN 41

4.1 Karakterisasi Arang dan Arang Aktif Tempurung Kelapa.....41

4.2 Hasil Analisa *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) Adsorben 45

4.3 Proses Adsorpsi Minyak Jelantah 48

4.3.1 Analisa Penurunan Kadar Air Minyak Jelantah 48

4.3.2 Analisa Penurunan Kadar FFA Minyak Jelantah 51

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN 57

5.1 Kesimpulan 57

5.2 Saran 57

DAFTAR PUSTAKA 59

LAMPIRAN A : PERHITUNGAN 65

A.1 Pembuatan Larutan NaOH 1 M 65

A.2 Pembuatan Larutan NaOH 0,01 N 65

A.3 Pembuatan Larutan Asam Oksalat 0,01 M 65

A.4 Standarisasi Larutan NaOH 0,01 N 66

A.5 Karakterisasi Adsorben 66

A.5.1 Perhitungan Kadar Air Adsorben 66

A.5.2 Perhitungan Kadar Abu Adsorben 68

A.5.3Perhitungan Daya Serap Terhadap Methylene Blue dan Luas Permukaan Adsorben 69

A.6 Karakterisasi Minyak Jelantah 73

A.6.1 Perhitungan Kadar Air Minyak Jelantah 73

A.6.2 Perhitungan Kadar FFA Minyak Jelantah 75

A.7 Perhitungan Efisiensi Total Penyisihan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) 77

LAMPIRAN B : DOKUMENTASI KEGIATAN 83

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Skema Karbon Aktif 12

Gambar 2.2 Skema Proses Kavitasi Akustik 20

Gambar 3.1 Skema Prosedur Kerja Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa 26

Gambar 3.2 Skema Prosedur Kerja Pengujian Kadar Air Karbon Aktif 27

Gambar 3.3 Skema Prosedur Kerja Pengujian Kadar Abu Karbon Aktif 29

Gambar 3.4 Skema Prosedur Kerja Uji Daya Serap Metilen Blue Karbon Aktif.....31

Gambar 3.5 Skema Prosedur Kerja Adsorpsi dengan Bantuan Ultrasonikasi 33

Gambar 3.6 Skema Prosedur Kerja Adsorpsi dengan Bantuan Pengadukan 34

Gambar 3.7 Skema Prosedur Kerja Uji Kadar FFA Minyak Goreng 35

Gambar 3.8 Skema Prosedur Kerja Uji Kadar Air Minyak Goreng 37

Gambar 3.9 Rangkaian Alat Proses Adsorpsi dengan *Ultrasonic Bath* 38

Gambar 3.10 Rangkaian Alat Proses Adsorpsi dengan Pengadukan 39

Gambar 4.1 Mekanisme Larutnya Pengotor dalam Adsorben pada Aktivator NaOH 1M .43

Gambar 4.2 Hasil Uji FT-IR Adsorben 46

Gambar 4.3 Grafik Kadar Air Minyak Jelantah Sebelum dan Setelah Proses Adpsorpsi ...49

Gambar 4.4 Mekanisme Adsorpsi dengan Bantuan Ultrasonikasi 51

Gambar 4.5 Grafik Kadar FFA Minyak Jelantah Sebelum dan Setelah Proses Adsorpsi ...52

Gambar 4.6 Grafik Reduksi Kadar FFA Minyak Jelantah 53

Gambar A.1 Kurva Kalibrasi Standar Methylene Blue 71

Gambar A.2 Grafik Penurunan Kadar FFA (%) Variabel AxP 78

Gambar A.3 Grafik Penurunan Kadar FFA (%) Variabel AxU 79

Gambar A.4 Grafik Penurunan Kadar FFA (%) Variabel BxP 80

Gambar A.5 Grafik Penurunan Kadar FFA (%) Variabel BxU 81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Mutu Minyak Goreng 6

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa 7

Tabel 2.3 Kandungan Mineral Arang Tempurung Kelapa 8

Tabel 2.4 Standar Mutu Karbon Aktif Granul 11

Tabel 2.5 Ukuran Pori Karbon Aktif 13

Tabel 4.1 Data Hasil Uji Standar Mutu Adsorben 42

Tabel 4.2 Gugus Fungsi Adsorben Hasil Analisa FT-IR 46

Tabel 4.3 Karakterisasi Minyak Jelantah Sebelum Melewati Proses Adsorpsi 48

Tabel A.1 Massa Adsorben + Loyang Pada Proses Pengeringan 67

Tabel A.2 Kadar Air Adsorben 68

Tabel A.3 Kadar Abu Adsorben 69

Tabel A.4 Data Konsentrasi dan Absorbansi Larutan Standar Methylene Blue 70

Tabel A.5 Data Konsentrasi Sampel Methylene Blue 71

Tabel A.6 Daya Serap Terhadap Methylene Blue dan Luas Permukaan Adsorben 73

Tabel A.7 Data Kadar Air Minyak Jelantah 73

Tabel A.8 Penurunan Kadar Air Minyak Jelantah 75

Tabel A.9 Data Kadar FFA Sampel 76

Tabel A.10 Data Persentase Penurunan Kadar FFA 77

TabelA.11 Perhitungan Efisiensi Total PenyisihanFFA Berdasarkan Metode Trapezoidal 81

Tabel B.1 Dokumentasi Kegiatan Penelitian 83

DAFTAR SIMBOL

Besaran	Satuan dan Singkatan	Simbol
Temperature	Derajat Celcius (˚C)	T
Massa	Gram (g)	m
Volume	Mililiter (mL)	V
Normalitas	Normalitas (N)	N
Massa atom relatif	Berat Molekul (Mr)	Mr
Panjang	Meter (m)	L
Konsentrasi	Part per million (ppm)	X
Frekuensi	Hertz (Hz)	f
Massa jenis	Gram per mililiter (g/mL)	ρ
Waktu	Detik (s)	t
Diameter	Meter (m)	D
Bilangan Avogadro	-	N_A

RINGKASAN

Adam Shandy Arsyad dan Rhyo Rura Bangalino, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, September 2019, *Studi Pengaruh Ultrasonikasi dan Aktivator NaoH Terhadap Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Arang Aktif Granul Berbahan Dasar Tempurung Kelapa*, Dosen Pembimbing: Ir. Bambang Poerwadi, MS dan Supriyono, S.T., M.T

Proses adsorpsi dibatasi terutama oleh proses *film diffusion* dan *pore diffusion*, tergantung besarnya pergolakan yang terdapat dalam sistem. Jika pergolakan yang terjadi relatif kecil, maka lapisan *film* yang mengelilingi partikel akan tebal sehingga adsorpsi berlangsung lambat. Pengadukan dapat dilakukan untuk meningkatkan pergolakan pada sistem, sehingga proses transfer massa yang terjadi dalam proses adsorpsi akan berlangsung lebih cepat. Apabila dilakukan pengadukan yang cukup, maka kecepatan difusi *film* akan meningkat. Selain pengadukan, ultrasonikasi juga dapat diterapkan dalam proses adsorpsi untuk meningkatkan kecepatan transfer massa dalam sistem. Arang tempurung kelapa digunakan sebagai bahan dasar adsorben yang digunakan dalam penelitian ini karena memiliki kandungan unsur karbon yang cukup tinggi seperti selulosa sebesar 33,30 wt%, lignin 30,58 wt%, dan hemiselulosa 26,70 wt%. Arang tempurung kelapa juga memiliki struktur yang kuat sehingga cocok digunakan sebagai adsorben dalam proses pemurnian minyak jelantah yang menggunakan bantuan pengadukan ataupun ultrasonikasi. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan keefektifan antara proses adsorpsi yang memanfaatkan ultrasonikasi dengan proses adsorpsi yang memanfaatkan pengadukan, dan pengaruh larutan NaOH 1 M sebagai aktivator terhadap kinerja adsorben yang digunakan pada penelitian ini.

Proses adsorpsi minyak jelantah pada penelitian ini dilakukan secara *batch* dengan membandingkan 2 metode, yaitu adsorpsi yang dilakukan dengan bantuan ultrasonikasi di dalam *ultrasonic bath* dan juga adsorpsi yang dilakukan dengan bantuan pengadukan menggunakan *orbital shaker*. Pada masing-masing metode adsorpsi digunakan dua jenis adsorben yaitu arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M dan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi. Adsorben digunakan sebanyak 10 gram untuk memurnikan 200 ml minyak jelantah. Proses adsorpsi dilakukan selama 50 menit, dimana setiap 10 menitnya sampel minyak jelantah akan dilakukan uji karakterisasi FFA dan kadar air untuk mengetahui waktu optimum yang dibutuhkan untuk mencapai titik kesetimbangan pada proses adsorpsi di setiap variabel ujinya.

Hasil analisa kadar air dan FFA minyak jelantah setelah melewati proses adsorpsi menunjukkan bahwa penggunaan larutan NaOH 1 M sebagai aktivator mampu meningkatkan kinerja adsorben yang digunakan. Penurunan kadar air dan FFA pada sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan arang tempurung kelapa yang diaktivasi memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi. Sedangkan berdasarkan metode adsorpsinya, pemanfaatan ultrasonikasi mampu menurunkan kadar air dan FFA minyak jelantah lebih tinggi dibandingkan dengan pengadukan. Adsorpsi dengan bantuan ultrasonikasi dapat menurunkan kadar air dan FFA pada minyak jelantah hingga sebesar 84,66% dan 74,48% pada sampel yang diadsorpsi dengan arang tempurung kelapa teraktivasi, dan 69,48% dan 65,83% pada sampel yang diadsorpsi dengan arang tempurung kelapa tidak diaktivasi. Sedangkan adsorpsi dengan bantuan pengadukan dapat menurunkan kadar air dan FFA minyak jelantah sebesar 75,67% dan 73,31% pada sampel yang diadsorpsi dengan arang tempurung kelapa teraktivasi, dan 52,83% dan 65,75% pada sampel yang diadsorpsi dengan arang tempurung kelapa tidak diaktivasi.

Kata kunci: adsorpsi, arang tempurung kelapa, minyak jelantah, pengadukan, ultrasonikasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id

SUMMARY

Adam Shandy Arsyad and Rhyo Rura Bangalino, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, September 2019, *Study of the Effect of Ultrasonication and NaOH Usage as an Activator on Cooking Oil Waste Adsorption Process Using Activated Charcoal Granules Made from Coconut Shell*, Academic Supervisor : Ir. Bambang Poerwadi, MS dan Supriyono, S.T., M.T

The adsorption process is limited mainly by the film diffusion and pore diffusion processes, depending on the amount of turbulences happened in the system. If the turbulence that occurs is relatively small, then the film layer surrounding the particles will be thick so the adsorption process will take place slowly. Stirring can be done to increase the turbulence in the system, so that the mass transfer that occurs in the adsorption process will take place more quickly. If sufficient stirring is carried out, then the rate of film diffusion process will increase. Ultrasonication can also be applied in the adsorption process to increase the rate of mass transfer in the system. Coconut shell charcoal is used as the basic material of adsorbent used in this study because of its high carbon content. Coconut shell charcoal also has a strong structure so that it is suitable to be used as an adsorbent in the process of cooking oil waste adsorption that uses stirring or ultrasonication. This study was conducted with the aim to determine the effectiveness comparison between the adsorption process that utilizes ultrasonication with the adsorption process that utilizes stirring, and the effect of 1 M NaOH solution as an activator on the performance of the adsorbents used in this study.

The cooking oil waste adsorption process in this study was carried out in batches by comparing 2 methods, namely the adsorption process that carried out with the help of ultrasonication in the ultrasonic bath, and the adsorption process that carried out with the help of stirring using an orbital shaker. In each of the adsorption methods, two types of adsorbents is used. One is the activated coconut shell charcoal by NaOH solution, and the other is coconut shell charcoal which is not activated by NaOH solution. The adsorbent is used as much as 10 grams to purify 200 ml of used cooking oil. The adsorption process was carried out for 50 minutes, where every 10 minutes the used cooking oil samples would be tested for FFA and water content characterization to determine the optimum time needed to reach the equilibrium point in this adsorption process in each of the test variables.

The results of the FFA and water content analysis of adsorbed cooking oil waste showed that the use of 1 M NaOH solution as an activator was able to improve the performance of the adsorbent used. The decrease in FFA and water content in the cooking oil waste samples adsorbed with activated coconut shell charcoal has a higher value than the one adsorbed with non-activated coconut shell charcoal. While based on the adsorption method, the use of ultrasonication is able to reduce the FFA and water content of the sample higher than the one carried out with the help of stirring. Adsorption with the help of ultrasonication can reduce the FFA and water content up to 84.66% and 74.48% in samples adsorbed with the activated coconut shell charcoal, and 69.48% and 65.83% in samples adsorbed with the non-activated coconut shell charcoal. Whereas adsorption with the help of stirring can reduce the FFA and water content up to 75.67% and 73.31% in samples adsorbed with the activated coconut shell charcoal, and 52.83% and 65.75% in samples adsorbed with the non-activated coconut shell charcoal.

Kata kunci: adsorption, coconut shell charcoal, cooking oil waste, stirring, ultrasonication.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak jelantah merupakan minyak goreng nabati yang telah digunakan dalam proses memasak. Pemakaian minyak goreng secara terus-menerus dengan proses pemanasan akan menyebabkan minyak goreng tersebut mengalami perubahan kimia akibat adanya reaksi oksidasi dan hidrolisis. Warna minyak goreng akan menjadi lebih gelap dan kejernihannya semakin menurun karena reaksi oksidasi dan hidrolisis. Limbah minyak jelantah yang dibuang dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan, sehingga perlu adanya penanganan terhadap limbah tersebut. Minyak jelantah dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel. Namun terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan pada minyak jelantah sebelum diolah menjadi biodiesel seperti kadar FFA dan kadar airnya. Semakin tinggi kadar FFA dan kadar air pada minyak jelantah, maka kualitas biodiesel yang dihasilkan akan semakin rendah. Kadar FFA dan kadar air minyak jelantah dapat diturunkan melalui proses adsorpsi.

Tempurung kelapa merupakan bahan lignoselulosa yang memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, dimana kandungan ini merupakan sumber karbon (Child, 2002). Hal ini membuat tempurung kelapa berpotensi untuk dijadikan sebagai karbon aktif yang dapat digunakan sebagai adsorben dalam proses pemurnian minyak jelantah. Tempurung kelapa memiliki struktur yang lebih kuat dibandingkan dengan serabut kelapa. Menurut Hoque (2002), karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa memiliki kelebihan dibandingkan karbon aktif berbahan dasar lain, yaitu tingkat kekerasannya yang tinggi. Hal ini menyebabkan karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa lebih cocok digunakan sebagai adsorben untuk proses adsorpsi minyak jelantah dengan bantuan pengadukan maupun ultrasonikasi.

Peningkatan kualitas sifat dan mutu karbon sebagai adsorben dapat dilakukan dengan proses aktivasi. Aktivasi merupakan suatu proses pembentukan karbon aktif yang berfungsi untuk menambah, membuka dan mengembangkan volume pori karbon serta dapat menambah diameter pori-pori karbon yang sudah terbentuk dari proses karbonisasi (Kurniawan, 2014). Melalui penelitian sebelumnya, telah dilakukan proses adsorpsi minyak jelantah menggunakan karbon aktif berbahan dasar serabut kelapa dengan aktivator asam fosfat (H_3PO_4). Namun hasil

yang diperoleh memiliki nilai yang tidak signifikan dengan proses pemurnian minyak jelantah dengan menggunakan karbon berbahan dasar serabut kelapa yang tidak teraktivasi. Oleh karena itu, aktivator yang digunakan pada penelitian ini yaitu NaOH 1M yang telah terbukti pada penelitian sebelumnya mampu memberikan hasil yang cukup baik dalam proses adsorpsi minyak jelantah menggunakan karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa.

Proses adsorpsi dibatasi terutama oleh proses *film diffusion* dan *pore diffusion*, tergantung besarnya pergolakan yang terdapat dalam sistem. Jika pergolakan yang terjadi relatif kecil, maka lapisan *film* yang mengelilingi partikel akan tebal sehingga adsorpsi berlangsung lambat. Pengadukan dapat dilakukan untuk meningkatkan pergolakan pada sistem, sehingga proses transfer massa yang terjadi dalam proses adsorpsi akan berlangsung lebih cepat. Apabila dilakukan pengadukan yang cukup, maka kecepatan difusi *film* akan meningkat (Webber, 1982). Selain pengadukan, ultrasonikasi juga dapat diterapkan dalam proses adsorpsi untuk meningkatkan kecepatan transfer massa dalam sistem.

Ultrasonikasi merupakan proses pemberian gelombang ultrasonik pada suatu sistem dalam kondisi tertentu, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan laju reaksi yang terjadi pada sistem sebagai akibat perlakuan yang diberikan. Ultrasonikasi dilakukan dengan memberikan gelombang ultrasonik pada rentang frekuensi 20 KHz – 10 MHz. Ultrasonikasi telah terbukti menjadi metode yang sangat berguna dalam mengintensifkan proses transfer masa. Ultrasonikasi dapat meningkatkan laju adsorpsi dengan mempercepat perpindahan massa akibat efek hidrodinamik yang dihasilkan oleh kavitasi akustik (Buyukada, 2018). Gelombang kejut (*shockwaves*) yang dihasilkan melalui kavitasi dapat merubah struktur adsorben yang digunakan dan menyebabkan kapasitas adsorpsi adsorben menjadi lebih tinggi (Hamdaoui, 2003).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang disusun, rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana pengaruh lama paparan gelombang ultrasonik dalam proses adsorpsi minyak jelantah?
2. Bagaimana pengaruh ultrasonikasi dibandingkan dengan pengadukan pada proses pemurnian minyak jelantah?

3. Bagaimana pengaruh larutan NaOH 1 M sebagai aktivator terhadap kualitas adsorben yang digunakan untuk proses adsorpsi minyak jelantah?

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan pada penilitian ini dibatasi dengan penggunaan adsorben berbahan dasar tempurung kelapa dalam proses adsorpsi minyak jelantah dengan bantuan ultrasonikasi dan pengadukan. Adsorpsi dilakukan secara batch dengan perbandingan massa adsorben terhadap volume minyak jelantah adalah 10 gram : 200 ml. Proses adsorpsi dengan bantuan pengadukan dilakukan menggunakan alat *orbital shaker*, sedangkan proses adsorpsi dengan bantuan ultrasonikasi dilakukan menggunakan alat *ultrasonic cleanser* dengan merk Elmasonic tipe S. Parameter minyak jelantah yang diuji adalah kadar FFA dan kadar air.

1.4 Tujuan

Kajian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh waktu ultrasonikasi terhadap keefektifan proses pemurnian minyak jelantah dengan metode adsorpsi.
2. Mengetahui perbandingan keefektifan antara proses adsorpsi yang memanfaatkan ultrasonikasi dengan proses adsorpsi yang memanfaatkan pengadukan.
3. Mengetahui pengaruh larutan NaOH 1 M sebagai aktivator terhadap kinerja adsorben dalam proses pemurnian minyak jelantah.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh melalui penelitian ini adalah memahami secara baik langkah dan optimasi proses pemurnian minyak jelantah melalui metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben dari tempurung kelapa.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Jelantah

Menurut Sudarmadji (2006), minyak merupakan salah satu kelompok yang termasuk kelompok lipida. Salah satu sifat yang khas dan mencirikan golongan lipida (termasuk minyak) adalah daya larutnya dalam pelarut organik seperti eter, benzena, dan kloroform. Namun sebaliknya, lipida tidak dapat larut dalam pelarut air. Dalam teknologi makanan, minyak dan lemak memegang peranan penting. Karena minyak dan lemak memiliki titik didih yang tinggi (sekitar 200°C) maka biasa dipergunakan untuk menggoreng makanan sehingga bahan yang digoreng akan kehilangan sebagian besar air yang dikandungnya dan menjadi kering. Minyak dan lemak juga memberikan rasa gurih spesifik minyak yang lain dari gurihnya protein. Juga minyak memberi aroma yang spesifik.

Minyak yang telah dipakai menggoreng biasa disebut minyak jelantah. Kebanyakan minyak jelantah sebenarnya merupakan minyak yang telah rusak (Sudarmadji, 2006). Kerusakan minyak akan mempengaruhi kualitas dan nilai gizi makanan yang digoreng. Pemanasan minyak goreng dengan suhu yang sangat tinggi akan menyebabkan sebagian minyak teroksidasi. Minyak yang rusak akibat proses oksidasi akan menghasilkan makanan berwarna kurang menarik dan rasa yang tidak enak, serta kerusakan beberapa vitamin dan asam lemak esensial di dalam minyak (Ketaren, 1986).

Minyak goreng tersusun atas asam lemak berbeda yaitu sekitar dua puluh jenis asam lemak. Setiap minyak atau lemak tidak ada yang hanya tersusun atas satu jenis asam lemak, karena minyak atau lemak selalu ada dalam bentuk campuran dari berberapa asam lemak. Menurut Herman (2004), komponen asam lemak bebas utama penyusun minyak kelapa sawit adalah palmitat. Asam lemak yang dikandung oleh minyak sangat menentukan mutu dari minyak, karena asam lemak tersebut menentukan sifat kimia dan stabilitas minyak (Haryono, 2010). Syarat mutu minyak goreng yang baik digunakan harus berdasarkan standar Departemen Perindustrian seperti berikut (Noriko, 2012):

Tabel 2.1 Standar Mutu Minyak Goreng

No	Parameter	Satuan	Syarat
1	Keadaan warna, bau, dan rasa	-	Normal
2	Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)	% b/b	Maks. 0,3
3	Bilangan Asam	mgNaOH/g	Maks. 2
4	Bilangan Peroksida	meq/kg	Maks. 2
5	Kadar Air	% b/b	Maks 0,15
6	Berat Jenis	g/mL	0,9
	Cemaran logam :		
7	Besi (Fe)	Mg/kg	Maks. 1,5
8	Tembaga (Cu)	Mg/kg	Maks. 0,1
9	Raksa (Hg)	Mg/kg	Maks. 0,1
10	Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 40,0
11	Timah (Sn)	Mg/kg	Maks. 0,005

Sumber: SNI, 2013 & SNI, 1995

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 01-3741-2013 minyak goreng yang bermutu baik harus mengandung kadar air maksimum 0,15% (SNI, 2013). Air adalah konstituen yang keberadaannya dalam minyak sangat tidak diinginkan karena dapat menyebabkan minyak akan terhidrolisis menghasilkan asam-asam lemak bebas yang menyebabkan bau tengik pada minyak (Poedijadi, 1999). Kadar air dalam minyak menentukan kualitas minyak. Semakin tinggi kadar air akan menurunkan kualitas minyak, sedangkan semakin rendah kadar air pada minyak meningkatkan kualitas minyak (Ketaren, 1986).

Bilangan peroksida adalah banyaknya miliekivalen oksigen aktif yang terdapat dalam 1000 gram minyak atau lemak (Apriyantono, 1989). Bilangan peroksida merupakan nilai utama yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan yang terjadi pada minyak atau lemak yang diakibatkan oleh proses oksidaasi yang berlangsung bila terjadi kontak antara oksigen dengan minyak. Asam lemak tidak jenuh yang merupakan penyusun trigliserida dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya, sehingga akan terbentuk peroksida. Semakin besar bilangan peroksida menunjukkan semakin besarnya

derajat kerusakan pada minyak (Ketaren, 1986). Syarat mutu bilangan peroksida pada minyak goreng menurut SNI *01-3741-2013* adalah maksimal sebesar 2 meq/kg (SNI, 2013).

Bilangan asam digunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak. Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah milligram KOH atau NaOH 0,1N yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak (Ketaren, 2008). Jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak dapat menunjukkan kualitas minyak tersebut, dimana semakin tinggi nilai asam lemak bebas maka semakin rendah kualitas minyak (Winarno, 2004). Syarat mutu bilangan asam pada minyak goreng menurut SNI *01-3741-2013* adalah maksimal sebesar 2 mgNaOH/g (SNI, 2013).

2.2 Arang Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung inti buah dan terletak di bagian sebelah dalam sabut dengan ketebalan berkisar antara 2-6 mm (Rasi, 2017). Berat tempurung sekitar 12-19% dari berat keseluruhan buah kelapa (Hambali, 2007). Berikut ini merupakan komposisi kimia tempurung kelapa (Arena, 2016):

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa

Komponen	% Berat
Selulosa	33,30
Lignin	30,58
Hemiselulosa	26,70
Air	8,86
Abu	0,56

Karbon aktif dari tempurung kelapa memiliki beberapa kelebihan daripada bahan lain, yaitu tingkat kekerasan yang tinggi, luas permukaan lebih dari 1500 m^2/gram, daya serap tinggi, kadar abu rendah, dan kemurnian yang tinggi. Namun kandungan mineral yang

terdapat pada arang tempurung kelapa relatif cukup besar (Hoque, 2002). Menurut Setianingsih (2008), karbon aktif dari tempurung kelapa biasanya berbentuk granular yang sangat keras dengan diameter pori berkisar antara 20 – 500 Å, tipe pori yang lebih halus (mesopori). Berikut ini merupakan kandungan mineral oksida yang terdapat pada arang tempurung kelapa :

Tabel 2.3 Kandungan mineral arang tempurung kelapa

Senyawa	Kadar (%)
SiO_2	4,00
P_2O_5	3,60
SO_3	3,80
K_2O	39,80
CaO	10,90
TiO_2	0,72
Fe_2O_3	34,80
Cr_2O_3	0,40
MnO	0,45
NiO	0,33
CuO	0,76
ZnO	0,10

Sumber : Jeremy, 2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.3 Karakterisasi Minyak Goreng

a. Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) pada Minyak

Kadar asam lemak bebas (FFA) pada minyak dapat ditentukan dengan menggunakan metode titrasi berdasarkan ketentuan SNI 01-3555-1998. Pengujian dapat dilakukan dengan menimbang sampel minyak sebanyak 5 gram dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer berukuran 250 ml. Selanjutnya ethanol 95% sebanyak 50 ml ditambahkan ke dalam minyak dan dicampur hingga homogen. Kemudian indikator *phenolphthalein* (PP) ditambahkan sebanyak 3 tetes. Titrasi kemudian dilakukan menggunakan larutan NaOH 0,01 N hingga terbentuk warna merah muda tetap (tidak berubah selama 15 detik) pada larutan. Hasil volume NaOH yang diperoleh pada proses titrasi hingga terbentuk larutan berwarna merah muda kemudian akan digunakan dalam menghitung kadar FFA minyak jelantah. Kadar asam lemak bebas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (SNI 01-3555-1998) :

$$\text{Kadar Asam Lemak Bebas (\%)} = \frac{Mr \times V \times N}{10 \times m} \qquad (2.1)$$

Keterangan:

Mr = Berat molekul asam lemak (palmitat = 256,4 g/mol)

V = Volume larutan NaOH yang digunakan pada titrasi (mL)

N = Normalitas larutan NaOH yang digunakan untuk titrasi (N)

m = Massa minyak sampel (gram)

b. Penentuan Kadar Air pada Minyak

Kadar air dalam minyak dapat ditentukan berdasarkan massa yang hilang dalam proses pengeringan di dalam oven yang sesuai dengan ketentuan SNI 01-3555-1998. Sampel minyak yang akan diuji sebanyak 5 gram ditempatkan pada gelas beaker atau cawan porselin yang telah diketahui massanya. Kemudian sampel minyak ditempatkan dalam oven dan proses pengeringan dilakukan selama 1 jam dengan suhu 130 °C. Setelah proses pengeringan selesai dilakukan, sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Selanjutnya penimbangan dilakukan pada gelas beaker atau cawan

porselin yang berisi sampel minyak. Proses di atas dilakukan kembali hingga didapatkan massa minyak yang konstan. Kadar air dalam minyak dapat dihitung melalui persamaan (SNI 01-3555-1998) :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \qquad (2.2)$$

Keterangan :

m1 = Massa minyak sebelum pemanasan (gram)

m2 = Massa minyak setelah pemanasan (gram)

2.4 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang paling sering digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik dibandingkan adsorben lainnya. Karbon aktif yang baik memiliki luas permukaan yang besar sehingga daya adsorpsinya juga besar (Sudibandriyo, 2003).

Karbon aktif terdiri dari 87 – 97% karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan. Volume pori-pori karbon aktif biasanya lebih besar dari 0,2 cm^3/gram dan bahkan ada yang melebihi 1 cm^3/gram. Luas permukaan internal karbon aktif yang telah diteliti umumnya lebih besar dari 500 m^2/gram dan bisa mencapai 1900 m^2/gram (Sudibandriyo, 2003). Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25 – 100% terhadap berat arang aktif (Sahliah, 2017)

Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai macam bahan dasar yang mengandung karbon. Bahan dasar yang biasa digunakan dalam pembuatan karbon aktif antara lain batu bara, tempurung atau serabut kelapa sawit, *petroleum coke*, limbah pinus, dan kayu. Perubahan bahan dasar juga mempunyai efek terhadap kapasitas adsorpsi dan kinetic dari karbon aktif. Bahan dasar yang digunakan memberikan pengaruh terhadap struktur pori-pori besar dari karbon aktif yang dapat dilihat dari *Scanning Electron Micrographs (SEM).* Terdapat 3 kriteria bahan dasar yang dapat dijadikan sebagai karbon aktif, yaitu bahan dasar harus mengandung karbon dalam jumlah yang cukup tinggi, pengotor pada

bahan dasar harus dijaga seminimal mungkin, dan bahan dasar harus mempunyai kualitas yang konstan dimana kualitas bahan tersebut tidak mudah terpengaruh oleh kondisi lingkungan (Sembiring, 2003).

Tabel 2.4 berikut menunjukkan standar mutu karbon aktif granul yang sesuai dengan ketentuan SNI 06-3730-1995 :

Tabel 2.4 Standar Mutu Karbon Aktif Granul

No.	Parameter	Persyaratan
1	Kadar Air	Maks. 4,5%
2	Kadar Abu	Maks. 2,5%
3	Dasar Serap *Metilen Blue*	Min. 60 mg/g
4	Karbon Murni	Min. 80%

Sumber : *SNI 06-3730-1995*

2.4.1 Jenis Karbon Aktif

Berdasarkan bentuk dan ukuran partikelnya karbon aktif dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu karbon aktif granul, karbon aktif serbuk (*powder*), dan karbon aktif *fiber* (Sahliah, 2017). Berikut merupakan penjelasan mengenai masing-masing jenis karbon aktif:

- Karbon aktif granul

  Granular Activated Carbon (GAC) memiliki ukuran partikel yang lebih besar jika dibandingkan dengan karbon aktif *powder* dan karenanya memberikan luas permukaan spesifik yang lebih rendah. Karbon aktif granul didesain dengan ukuran seperti 8 x 20, 20 x 40, atau 8 x 30 untuk diaplikasikan pada fase *liquid* dan 4 x 6, 4 x 8, atau 4 x 10 untuk diaplikasikan pada fase *vapour*. Karbon aktif granul yang paling popular digunakan dalam *water treatment* atau aplikasi lainnya dalam fase cair adalah karbon aktif granul dengan ukuran 20 x 40. Karbon aktif granul dengan ukuran 20 x 40 diperoleh melalui proses pengayakan, dimana partikel karbon aktif akan melewati ayakan dengan mesh size nomer 20 standar AS (0,84 mm) dan tertahan pada ayakan dengan mesh size nomer 40 standar AS (0,42 mm) (Austro Carbon, 2012).

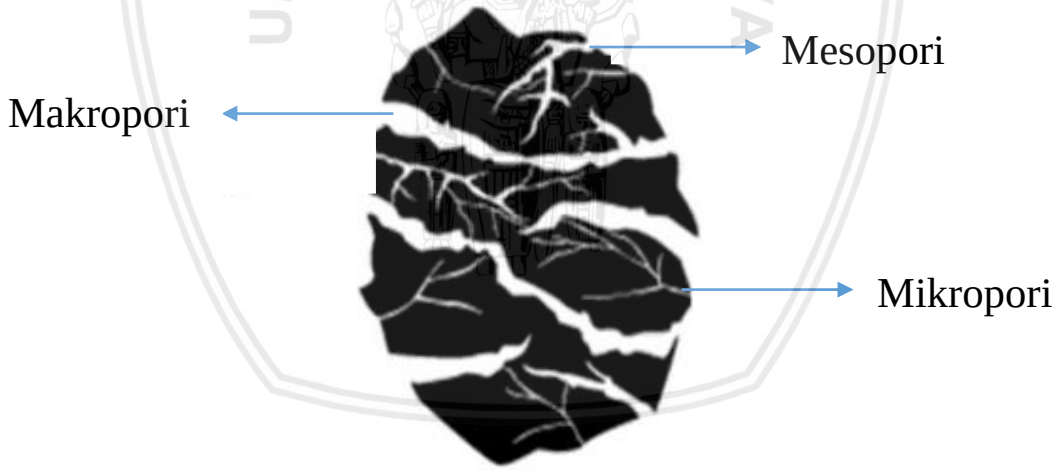
- Karbon aktif *powder*

  Karbon aktif powder pada umumnya diproduksi dari bahan kayu dalam bentuk serbuk gergaji atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan struktur yang lemah. Karbon aktif powder memiliki bentuk serbuk halus dengan ukuran partikel 15 – 25 µm (Marsh, 2006)

- Karbon aktif *fiber*

  Karbon aktif fiber memiliki ukuran yang lebih kecil dari karbon aktif powder. Sebagian besar karbon aktif fiber memiliki diameter antara 7 – 15 µm. Karbon aktif fiber merupakan bahan mikropori dengan tingkat mesoporositasnya yang sangat rendah, dan apabila diproduksi dengan baik tingkat makroporositasnya dapat mencapai nilai nol (Lee, 2014).

Berdasarkan ukuran pori, karbon aktif dapat dikelompokkan menjadi tiga tipe, yaitu makropori, mesopori, dan mikropori. Secara skematis, masing-masing jenis pori karbon aktif ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut (Saptati dan Himma, 2017) :



Gambar 2.1 Skema Karbon Aktif

Sedangkan ukuran pori karbon aktif ditunjukkan melalui tabel 2.5 berikut :

Tabel 2.5 Ukuran Pori Karbon Aktif

Tipe Karbon Aktif	Diameter (nm)	Volume Pori (cm^3/g)	Luas Permukaan (m^2/g)
Makropori	> 50	0,20 – 0,80	0,5 – 2
Mesopori	2-50	0,02	20 – 70
Mikropori	< 2	0,10	600 – 1900

Sumber : Saptati dan Himma, 2017

2.4.2 Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum, proses pembuatan karbon aktif terdiri dari proses dehidrasi, karbonisasi pirolitik, dan proses aktivasi. Selama proses karbonisasi, komponen yang mudah menguap akan terlepas dan karbon mulai membentuk struktur pori-pori dimana proses pembentukan pori-pori ini akan ditingkatkan pada proses aktivasi. Pada proses aktivasi, terjadi pembentukan pori-pori yang masih tertutup dan peningkatan ukuran pori-pori kecil yang telah terbentuk. Berikut merupakan tahap pembentukan karbon aktif secara umum (Sontheimer, 1985) :

1. Dehidrasi. Merupakan proses penghilangan air dimana bahan baku dipanaskan hingga mencapai temperatur 170 °C
2. Karbonisasi. Merupakan tahap pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Temperatur di atas 170 °C akan menghasilkan CO, CO_2 dan asam asetat. Pada temperatur 275 °C terjadi degradasi termal dan akan terbentuknya senyawa seperti tar. Pada temperatur di atas 400 °C unit selulosa akan terdegradasi menjadi karbon.
3. Aktivasi. Merupakan tahap yang dilakukan untuk dekomposisi tar dan perluasan pori-pori. Dapat dilakukan dengan uap air, CO_2, atau bahan kimia tertentu sebagai aktivator

2.4.3 Karbonisasi

Karbon dapat dihasilkan melalui proses penguraian senyawa organik yang disebut dengan proses karbonisasi. Karbonisasi merupakan proses untuk mengonversi material organik menjadi arang dengan pemanasan tanpa kehadiran oksigen, sehingga

senyawa-senyawa kompleks yang menyusun material organik terurai menjadi arang dengan kandungan unsur karbon yang tinggi. Senyawa-senyawa kompleks yang menyusun material organik diantarannya terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Masing-masing senyawa tersebut terurai pada suhu yang berbeda (Destyorini, 2010)

Senyawa hemiselulosa yang merupakan polimer dari beberapa monosakarida seperti pentosan dan heksosan akan terurai terlebih dahulu yaitu pada suhu sekitar 200 – 260 °C, yang akan menghasilkan senyawa volatil dan sedikit arang dibandingkan dengan selulosa. Selulosa akan terurai pada suhu sekitar 240 – 350 °C. Sedangkan lignin merupakan fraksi biomassa yang memiliki suhu dekomposisi terbesar, yaitu sekitar 280 – 500 °C (Browne, 2000). Pirolisis lignin akan menghasilkan fenol melalui pemutusan ikatan karbon dengan karbon. Lignin lebih sukar untuk didehidrasi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa (Rufford, 2013).

Selulosa merupakan sumber utama karbon pada karbon aktif yang terbuat dari bahan lignoselulosik. Berikut adalah tahapan mekanisme proses karbonisasi berbahan selulosa (Chen, 2016) :

- Tahap I : Pada temperatur 25 – 150 °C terjadi eliminasi kandungan air pada bahan
- Tahap 2 : Pada temperatur 150 – 240 °C terjadi pemecahan struktur molekul air karena adanya fragmen hidrogen dan hidroksil, terjadi pembentukan ikatan C=O dan C=C, dan proses dehidrasi intramolekuler.
- Tahap 3 : Pada temperatur 240 – 400 °C mulai terjadinya degradasi termal dimana akan terbentuk ikatan C-C dan C-O yang nantinya akan membentuk senyawa seperti tar, air, CO, dan CO_2.
- Tahap 4 : Temperatur lebih dari 400 °C, dimana setiap unit selulosa akan mengalami degradasi yang menghasilkan senyawa dengan komponen utamanya berupa unsur karbon.

2.5 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan terjerapnya suatu molekul atau ion pada permukaan adsorben. Mekanisme penjerapan tersebut dapat dibedakan menjadi dua, yaitu penjerapan secara fisika (fisiosorpsi) dan penjerapan secara kimia (kemisorpsi). Pada

proses fisiosorpsi gaya yang mengikat adsorbat oleh adsorben adalah gaya-gaya *Van Der Waals*. Molekul terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisika relative rendah sekitar 20 kJ/mol (Castellan, 1982). Sedangkan pada proses adsorpsi secara kimia, interaksi adsorbat dengan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia. Kemisorpsi terjadi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu paritkel-partikel adsorbat mendekat ke permukaan adsorben melalui gaya *Van Der Waals* atau melalui ikatan hydrogen. Kemudian diikuti dengan adsorpsi kimia, dimana partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen) dan cenderung mencari tempat yang memaksimumkan bilangan koordinasi dengan substrat (Atkins, 1999).

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu *film* (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Berbeda dengan absorpsi, dimana fluida terserap oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan. Pada proses adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorben, dimana adsorbat adalah substansi yang terjerap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorben merupakan suatu media penjerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon (Syauqiah, 2011)

Proses adsorpsi dibatasi terutama oleh proses *film diffusion* atau *pore diffusion*, tergantung besarnya pergolakan dalam sistem. Jika pergolakan yang terjadi relatif kecil maka lapisan film yang mengelilingi partikel akan tebal sehingga adsorpsi berlangsung lambat. Apabila dilakukan pengadukan yang cukup, maka kecepatan difusi *film* akan meningkat (Webber 1982).

Menurut Reynold (1982) proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap, yaitu sebagai berikut :

1. Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan *film* yang mengelilingi adsorben
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan *film* (*film diffusion process*)
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler atau pori dalam adsorben
4. Adsorpsi zat terlarut yang terdapat pada dinding pori atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya)

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh 2 *driving force*, yaitu hidrofobisitas zat terlarut dan afinitas. Faktor yang mempengaruhi intensitas adsorpsi adalah kelarutan zat terlarut, dimana untuk zat yang bersifat hidrofilik akan lebih sulit teradsorp pada adsorben dan akan tetap berada pada larutan. Sebaliknya zat yang bersifat hidrofobik cenderung akan lebih mudah untuk teradsorp pada adsorben. Afinitas juga merupakan salah satu *driving force* dari proses adsorpsi, dimana gaya *Van Der Waals* dapat timbul karena adanya affinitas yang tinggi dari zat terlarut terhadap adsorben (Cecen, 2012).

Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain sebagai berikut :

1. Luas permukaan

   Semakin luas permukaan adsorben maka semakin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben (Syauqiah, 2011)
2. Ukuran molekul adsorbat

   Rongga atau pori tempat terjadinya adsorpsi dapat dicapai melalui ukuran yang sesuai, sehingga molekul-molekul yang bisa diadsorp adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter pori adsorben (Zulfa, 2011)
3. Waktu kontak

   Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan (Syauqiah, 2011)
4. pH

   pH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi (Syauqiah, 2011)

2.6 Ultrasonikasi

Sonikasi merupakan aplikasi penggunaan energi suara untuk proses pengadukan partikel pada suatu sampel dengan tujuan bermacam-macam. Sonikasi menggunakan energi suara untuk menggerakkan partikel yang berada dalam suatu sampel untuk berbagai keperluan seperti ekstraksi beberapa senyawa (Gracia, 2017). Sonikasi dapat digunakan untuk mempercepat proses pelarutan suatu materi dengan prinsip pemecahan reaksi intermolekuler, sehingga terbentuk suatu partikel yang berukuran nano (Akgedik,

2016). Sonikasi merupakan proses pemberian gelombang ultrasonik pada suatu sistem dalam kondisi tertentu, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan laju reaksi yang terjadi pada sistem sebagai akibat perlakuan yang diberikan. Prosesnya menggunakan gelombang ultrasonik pada rentang frekuensi 20 KHz – 10 MHz atau yang dikenal dengan istilah ultrasonikasi (Candani, 2018).

Sonikasi dapat digunakan untuk mempercepat proses pembubaran dengan cara memecah interaksi antaramolekul. Hal ini sangat berguna ketika suatu percobaan tidak memungkinkan untuk menggunakan pengadukan pada sampel. Sonikasi juga dapat digunakan sebagai penyedia energi (Candani, 2018).

Ultrasonikasi telah terbukti menjadi metode yang sangat berguna dalam mengintensifkan proses transfer masa. Ultrasonikasi dapat meningkatkan laju adsorpsi dengan mempercepat perpindahan massa akibat efek hidrodinamik yang dihasilkan oleh kavitasi akustik (Buyukada, 2018). Gelombang kejut (*shockwaves*) yang dihasilkan melalui kavitasi dapat merubah struktur pori adsorben yang digunakan dan menyebabkan kapasitas adsorpsi adsorben menjadi lebih tinggi (Hamdaoui, 2003)

Laju adsorpsi yang ditingkatkan oleh sonikasi dapat dikaitkan dengan kondisi ekstrem yang dihasilkan selama runtuhnya gelembung kavitasi. Runtuhnya gelembung yang terbentuk dapat menghasilkan gelombang kejut (*shockwaves*), yang menyebabkan aliran yang sangat turbulen pada antarmuka cair-padat sehingga dapat meningkatkan laju perpindahan massa di dekat permukaan padat. Peristiwa kavitasi juga dapat menimbulkan aliran mikro akustik atau pembentukan pusaran miniatur yang meningkatkan perpindahan massa dan perpindahan panas pada film antarmuka di sekitar adsorben dan di dalam pori-porinya. Tindakan ini mengarah pada peningkatan efektivitas adsorpsi dengan meningkatkan transfer massa sepanjang lapisan batas cair-padat serta ke dalam pori-pori (Hamdaoui, 2003).

Ultrasonik didefinisikan sebagai berbagai jenis suara yang memiliki frekuensi diatas frekuensi rata-rata yang dapat direspon oleh telinga manusia (diatas 16 kHz). Terdapat tiga rentang frekuensi ultrasonik yang berbeda, yaitu : (i) frekuensi tinggi (2 – 10 MHz), (ii) frekuensi rendah atau tenaga konvensional ultrasonik (20 – 100 kHz), dan (iii) frekuensi medium (100 – 1000 kHz). Pada rentang frekuensi 20 kHz hingga 1 MHz atau yang dikenal dengan *sonochemical ultrasound*, terjadi proses kimia terkatalis pada

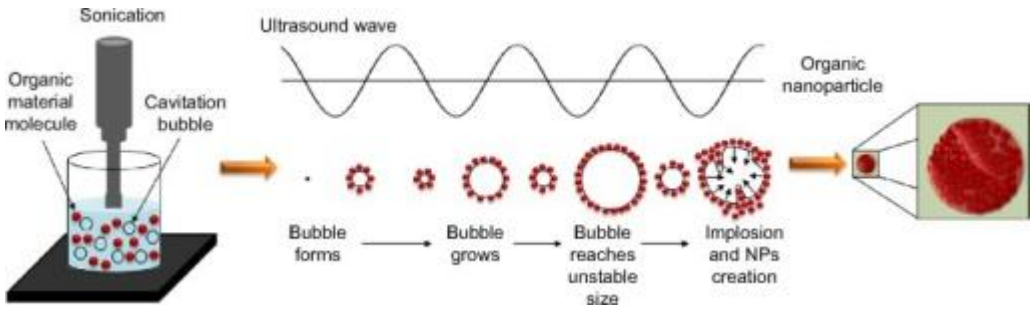
tekanan dan temperatur yang tinggi yang mengakibatkan terjadinya pembentukan, pertumbuhan, dan hancurnya gelembung-gelembung mikro. Sedangkan pada frekuensi jauh di atas 1 MHz biasanya digunakan sebagai ultrasonik medis atau diagnostik. (Ince, 2001)

Ultrasonik akan ditransmisikan melewati medium dengan menginduksikan gelombang suara ke dalam medium sehingga molekul akan bergetar. Akibat adanya getaran itu, struktur dari molekul akan meregang dan terkompresi. Selain itu, jarak antar molekul juga akan berubah akibat adanya getaran molekul pada posisi awal. Jika intensitas gelombang ultrasonik di dalam air terus ditingkatkan, maka akan dicapai suatu kondisi maksimum dimana gaya intramolekul tidak dapat lagi menahan struktur molekul seperi keadaan awalnya. Akibatnya molekul itu akan pecah dan terbentuklah lubang (*cavity*). Lubang (*cavity*) ini disebut dengan gelembung kavitasi (Adewuyi, 2001).

Kavitasi akustik terdiri dari tiga tahap utama, yaitu nukleasi atau pembentukan gelembung, pertumbuhan gelembung, dan pecahnya gelembung (*implosive collapse*). Tahap pertama dari proses kavitasi akustik ini adalah nukleasi atau pembentukan gelembung, yaitu tahapan dimana inti (*nuclei*) kavitasi akan dihasilkan dari partikel gelembung mikro yang terperangkap dalam celah-celah mikro dari partikel yang tersuspensi di dalam air (Jyoti, 2003).

Pada tahap kedua, gelembung-gelembung mikro akan tumbuh dan membesar akibat adanya intensitas gelombang ultrasonik yang tinggi. Dengan ultrasonikasi pada intensitas tinggi, gelembung mikro akan tumbuh dengan sangat cepat. Sedangkan pada inensitas rendah, laju pertumbuhan dari gelembung lebih lambat. Hal ini dikarenakan gelembung akan melewati beberapa siklus akustik terlebih dahulu sebelum akhirnya bisa membesar (Jyoti, 2003).

Tahap ketiga dari kavitasi terjadi apabila intensitas dari gelombang ultrasonik melebihi batas ambang dari kavitasi ultrasonik (20 kHz untuk liquid pada umumnya). Pada tahap ini, gelembung mikro akan terus tumbuh hingga mencapai saat dimana gelembung mikro tidak dapat lagi mengabsorp energi yang dihasilkan oleh gelombang suara secara efisien dan akhirnya akan pecah. Tahap inilah yang disebut sebagai *catastrophic collapse* (Jyoti, 2003).



Gambar 2.2 Skema Proses Kavitasi Akustik

2.7 Penelitian Sebelumnya

Yustinah dan Hartini (2011) telah melakukan penelitian tentang Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa. Penelitian dilakukan dengan variasi percobaan berupa massa adsorben yang digunakan, yang mana hal ini dimaksudkan untuk mengetahui massa adsorben yang paling optimum digunakan untuk proses adsorpsi minyak jelantah sebanyak 200 ml pada setiap variasi percobaan. Massa karbon aktif yang digunakan pada percobaan ini yaitu sebesar 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 gram. Proses adsorpsi dilakukan selama 60 menit secara batch dengan pengadukan dengan kecepatan 100 rpm. Setelah dilakukan adsorpsi, pengujian mutu minyak jelantah dilakukan dengan melakukan uji bilangan peroksida dan analisa warna pada minyak jelantah. Pada penelitian ini diketahui bahwa proses adsorpsi yang paling optimum diperoleh pada percobaan yang menggunakan massa karbon aktif sebesar 10 gram. Penurunan bilangan peroksida diperoleh melalui percobaan ini, dimana bilangan peroksida minyak jelantah sebelum dilakukan proses adsorpsi adalah sebesar 12,87 meq/kg, dan setelah melewati proses adsorpsi bilangan peroksida minyak jelantah turun menjadi 1,99 meq/kg. Tingkat kekeruhan warna minyak jelantah dianalisa menggunakan spektrofotometer UV Vis, dimana diperoleh nilai absorbansi minyak goreng murni yaitu sebesar 0,161 ABS. Sedangkan untuk minyak jelantah diperoleh nilai absorbansinya sebesar 0,960 ABS. Pada percobaan adsorpsi dengan menggunakan 10 gram karbon aktif, diperoleh tingkat absorbansi minyak jelantah setelah melewati proses adsorpsi yaitu sebesar 0,244 ABS yang mendekati nilai tingkat kekeruhan warna minyak goreng murni.

Stefanidis (2016), telah melakukan penelitian dengan menerapkan ultrasonikasi dalam proses adsorpsi untuk penghilangan zat warna *reactive blue* 19. Melalui penelitiannya dapat diketahui bahwa penerapan ultrasonikasi dalam proses adsorpsi dapat mencapai tingkat dekolorisasi 36% - 91% tergantung dari frekuensi ultrasonik yang digunakan, jenis karbon aktif, dan waktu adsorpsi. Menurut Stefanidis, selain dapat meningkatkan laju adsorpsi secara signifikan, ultrasonikasi dapat juga memiliki efek pada laju desorpsi dari adsorben, terutama jika interaksi antara molekul adsorbat dan adsorben lemah. Secara umum proses desorpsi ini muncul karena dipengaruhi oleh efek kavitasi yang dihasilkan oleh gelombang ultrasonik dengan intensitas yang terlalu tinggi.

Yulianti (2010) telah melakukan penelitian tentang pembuatan arang aktif tempurung kelapa sawit untuk pemucatan minyak jelantah dengan berbagai jenis aktivator yaitu HCl, NaOH, dan $ZnCl_2$. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui daya adsorpsi karbon aktif yang digunakan dalam pemucatan minyak jelantah. Pembuatan arang aktif pada penelitian ini diawali dengan pengarangan (karbonisasi) tempurung kelapa sawit menggunakan tungku minimal oksigen (TMO). Arang yang diperoleh selanjutnya diaktivasi secara kimia melalui perendaman dalam larutan HCl, NaOH, dan $ZnCl_2$ 1M selama 10 jam. Kemudian karakterisasi karbon aktif dilakukan yang meliputi uji kadar air, kadar abu, dan spektrofotometri FTIR. Daya adsorpsi arang aktif ditentukan terhadap minyak jelantah dengan variasi waktu kontak adsorpsi dari 15 menit hingga 105 menit dengan selang waktu 15 menit. Melalui penelitian yang dilakukan Yulianti ini dapat disimpulkan bahwa karbon aktif yang diaktivasi menggunakan larutan NaOH 1M memiliki spesifikasi yang paling baik dan sangat efektif digunakan untuk adsorpsi minyak jelantah dibandingkan dengan karbon yang diaktivasi dengan larutan HCl maupun $ZnCl_2$. Hal ini dapat dibuktikan melalui hasil karakterisasi karbon aktif dan daya serapnya dalam proses pemucatan sampel minyak jelantah yang digunakan. Kadar air karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa sawit ini memiliki nilai sebesar 4,3137% tanpa dilakukan aktivasi menggunakan aktivator tersebut, namun nilai kadar air mengalami penurunan hingga mencapai 3,1394% pada karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1M. Begitu juga dengan kadar abunya, dimana pada karbon aktif yang tidak diaktivasi memiliki nilai sebesar 3,2864% sedangkan pada karbon aktif yang diaktivasi menggunakan larutan

NaOH 1M nilainya menurun menjadi 1,6476%. Selain itu pada penelitian ini juga dapat diketahui bahwa aktivasi karbon aktif menggunakan larutan NaOH 1M dapat menignkatkan daya pemucatannya. Pada percobaan yang dilakukan dengan arang tempurung kelapa tanpa aktivasi diperoleh nilai daya pemucatan minyak jelantah yaitu sebesar 10,19%; sedangkan pada karbon aktif yang telah diaktivasi dengan larutan NaOH 1M daya pemucatannya meningkat menjadi 34,1040% dengan waktu kontak selama 75 menit.

Hamdaoui (2009) telah melakukan penelitian mengenai kinetika adsorpsi 4-*chlorophenol* pada granul karbon aktif dengan bantuan ultrasonikasi. Hamdaoui melakukan proses adsorpsi 4-*chlorophenol* 100 ppm sebanyak 90 mL secara batch selama 60 menit dengan menggunakan granul karbon aktif komersial dengan ukuran diameter partikel rata-ratanya sebesar 3 mm sebanyak 0.09 gram. Melalui penelitiannya, Hamdaoui membandingkan hasil proses adsorpsi dengan bantuan ultrasonikasi dengan proses adsorpsi yang dibantu dengan pengadukan sederhana menggunakan *stirrer* dengan kecepatan pengadukan sebesar 400 rpm. Melalui penelitiannya ini dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi dengan menggunakan bantuan ultrasonikasi lebih efektif dibandingkan dengan proses adsorpsi dengan bantuan pengadukan. Hasil yang diperoleh pada percobaan adsorpsi yang menggunakan bantuan ultrasonikasi dapat diketahui bahwa sebesar 99% 4-*chlorophenol* pada larutan sampel dapat teradsorp pada karbon aktif yang digunakan. Sedangkan pada percobaan yang menggunakan pengadukan, hanya 55% 4-*chlorophenol* yang dapat tersisihkan dari larutan sampel. Hal ini disebabkan oleh kemampuan ultrasonikasi selain untuk meningkatkan kecepatan transfer massa, juga dapat meningkatkan luas permukaan pori karbon aktif yang digunakan melalui efek sonokimia yang ditimbulkan sehingga kapasitas adsorpsi karbon aktif yang digunakan semakin meningkat

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penilitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai dari bulan April hingga September 2019 di Laboratorium Operasi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia Universitas Brawijaya.

3.2 Variabel Penelitian

Penelitian dilakukan berdasarkan variabel yang telah ditetapkan. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah waktu atau durasi ultrasonikasi dan pengadukan dalam proses adsorpsi, yaitu 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, dan 50 menit; dan adsorben yang digunakan pada penelitian ini yaitu arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi dan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1M.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari alat utama dan alat pendukung (*glassware*)

3.3.1.1 Alat Utama

Berikut merupakan alat utama yang digunakan dalam proses preparasi adsorben maupun pemurnian minyak jelantah :

1. *Ultrasonic Cleanser* (Elmasonic S)
2. Neraca analitik
3. Oven
4. Furnace carbolite
5. Desikator
6. Sieve atau mesh strainer
7. Rangkaian titrasi (statif dan klem)
8. Shaker

9. *Moisture analyzer*

3.3.1.2 Alat Pendukung (Glassware)

Berikut merupakan alat pendukung (*glassware*) yang digunakan pada proses preparasi adsorben maupun pemurnian minyak jelantah :

1. Gelas ukur
2. Labu ukur
3. Labu erlenmeyer 250 ml
4. Gelas beaker
5. Buret
6. Pipet tetes, ukur, dan volume
7. Cawan porselin

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari bahan utama dan bahan pelengkap.

3.3.2.1 Bahan Utama

Bahan utama disebut juga sebagai bahan baku. Bahan utama yang digunakan dalam proses pembuatan adsorben dan pemurnian minyak jelantah yaitu arang tempurung kelapa

3.3.2.2 Bahan Pelengkap

Bahan pelengkap merupakan bahan selain bahan utama yang biasa digunakan untuk analisa bahan utama maupun produk hasil percobaan. Bahan pelengkap pada penelitian ini terdiri dari :

1. Aquadest
2. NaOH
3. Indikator PP
4. Ethanol P.A
5. Asam oksalat

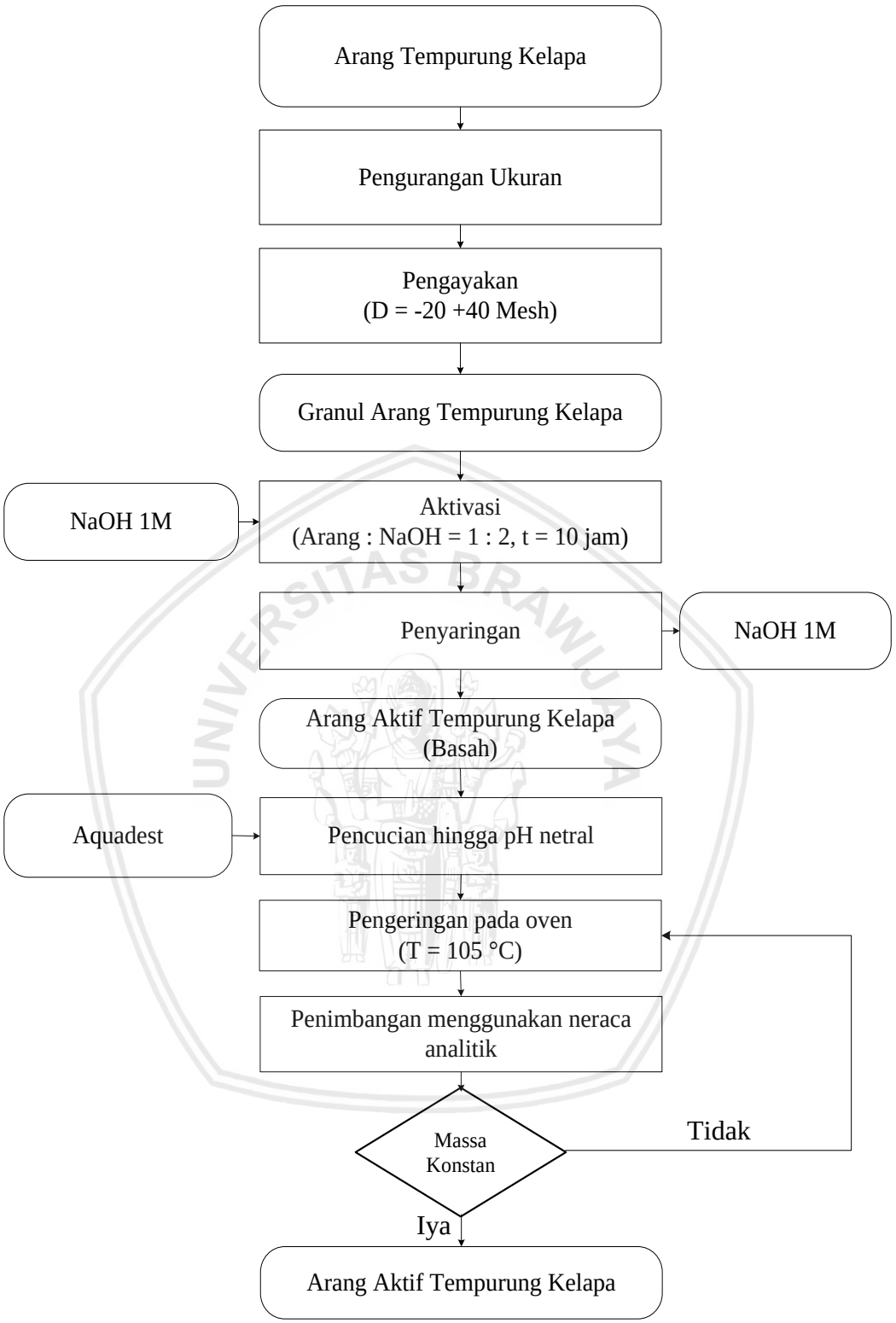
3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penurunan tingkat kekeruhan warna minyak jelantah melalui proses adsorpsi pada penelitian ini meliputi :

1. Preparasi dan aktivasi arang tempurung kelapa.
2. Karakterisasi arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1M dan yang tidak diaktivasi. Karakterisasi adsorben ini meliputi uji kadar air, kadar abu, dan daya serap adsorben terhadap metilen blue.
3. Uji kriteria awal minyak jelantah yang meliputi penentuan kadar asam lemak bebas (FFA) dan penentuan kadar air pada minyak.
4. Proses adsorpsi minyak jelantah menggunakan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi dan yang teraktivasi oleh aktivator NaOH 1M, dengan bantuan ultrasonikasi dan pengadukan yang dilakukan dengan variasi waktu 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, dan 50 menit.
5. Uji kriteria atau mutu minyak jelantah yang meliputi uji kadar asam lemak bebas (FFA) dan penentuan kadar air pada minyak jelantah setelah melewati proses adsorpsi sesuai dengan variasi waktu percobaan.

3.4.1 Preparasi dan Aktivasi Arang Tempurung Kelapa

Preparasi arang tempurung kelapa meliputi proses *size reduction* dan pengayakan hingga diperoleh arang tempurung kelapa dengan ukuran -20 +40 mesh. Sebagian arang tempurung kelapa kemudian diaktivasi dengan cara merendamnya dalam larutan NaOH 1 M selama 10 jam dengan rasio perbandingan massa arang tempurung kelapa dan larutan NaOH 1 M adalah 1 : 2. Arang tempurung kelapa yang diperoleh melalui proses pengayakan dan arang aktif tempurung kelapa yang diperoleh melalui proses aktivasi tersebut kemudian dicuci menggunakan aquadest hingga pH netral. Kemudian kedua jenis arang tempurung kelapa dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105 °C hingga diperoleh berat konstan. Berikut merupakan skema prosedur kerja preparasi dan aktivasi arang tempurung kelapa:

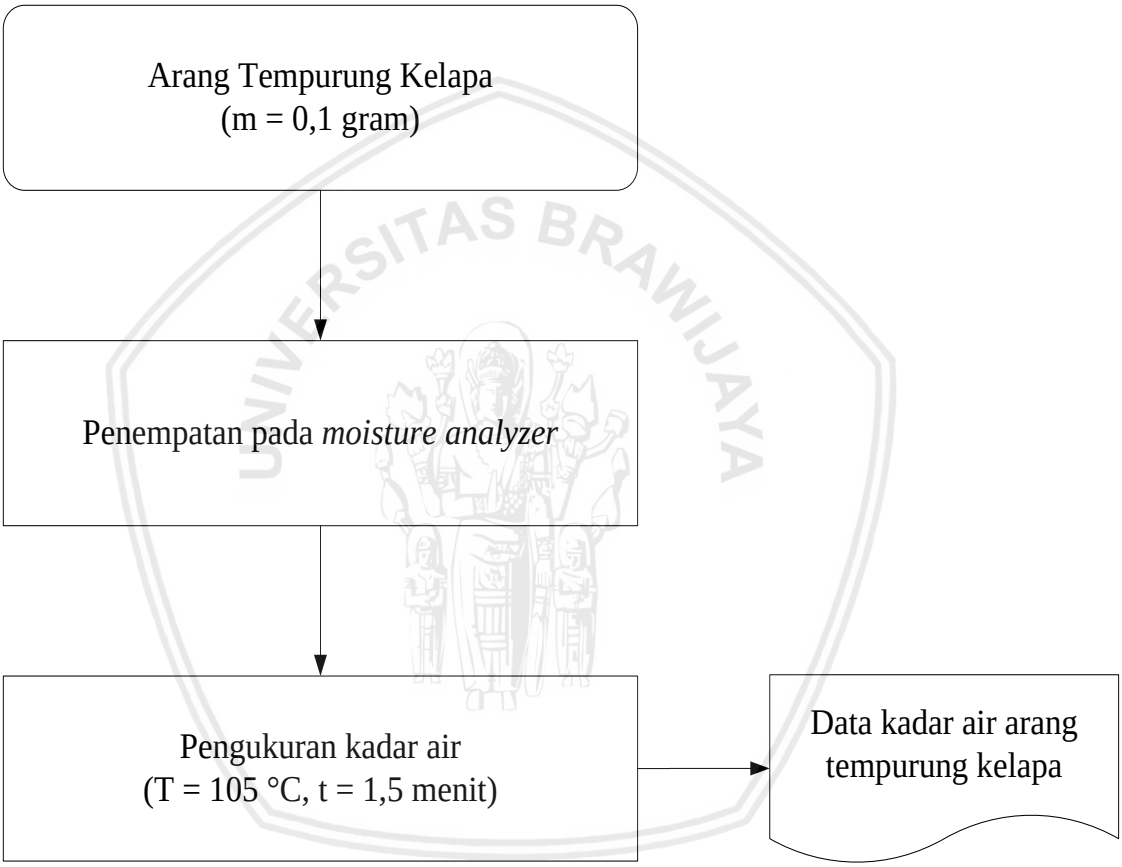


Gambar 3.1 Skema Prosedur Kerja Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa

3.4.2 Karakterisasi Adsorben

1. Pengujian Kadar Air Adsorben

Pengujian kadar air adsorben dilakukan dengan menggunakan *moisture analyzer*. Sampel arang tempurung kelapa sebanyak 0,1 gram ditempatkan pada wadah di dalam *moisture analyzer* dan proses pemanasan dilakukan selama 1,5 menit pada suhu 105 °C. Gambar 3.2 berikut ini merupakan skema prosedur kerja pengujian kadar air adsorben.



Catatan:

- Prosedur Pengeringan diulangi hingga diperoleh berat konstan
- Prosedur diulangi untuk arang tempurung kelapa yang teraktivasi

Gambar 3.2 Skema Prosedur Kerja Pengujian Kadar Air Adsorben

2. Pengujian Kadar Abu Adsorben

Abu di dalam adsorben merupakan kadar bahan mineral yang terkandung di dalamnya yang tidak terbakar pada proses karbonisasi. Semakin tinggi nilai kadar abu maka rendemen arang semakin rendah. Sebanyak 1 gram sampel arang dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya, kemudian proses pengabuan dilakukan di dalam furnace pada suhu 800 °C selama 2 jam. Setelah proses pengabuan selesai, sampel arang tempurung kelapa didinginkan dalam desikator selama 30 – 45 menit. Penimbangan sampel kemudian dilakukan. Kadar abu dapat dihitung melalui persamaan berikut (SNI 06-3730-1995) :

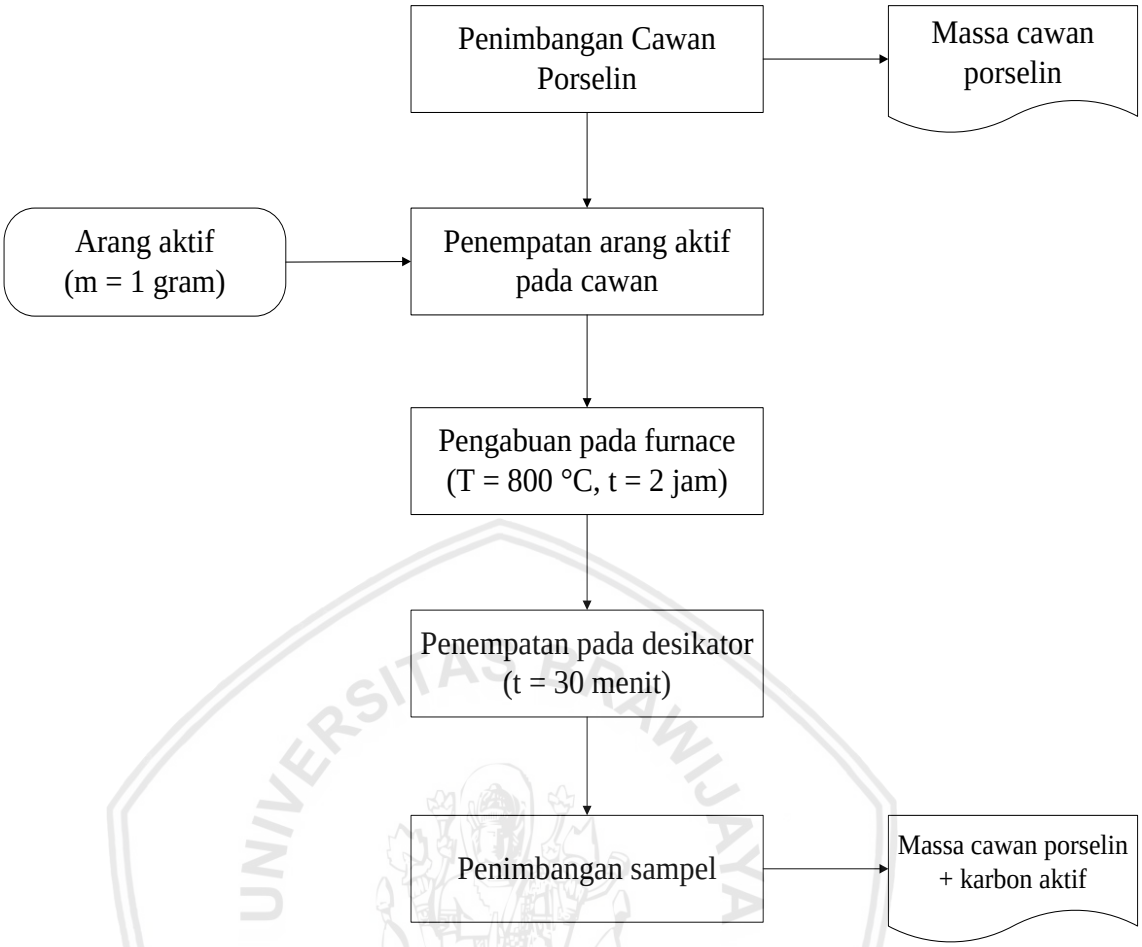
$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{m_2}{m_1} \times 100\% \qquad (3.1)$$

Keterangan :

m1 = Massa awal karbon aktif (gram)

m2 = Massa abu yang terbentuk (gram)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Catatan :

- Proses pengabuan diulangi hingga diperoleh berat konstan
- Proses pengabuan diulangi untuk arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi

Gambar 3.3 Skema Prosedur Kerja Pengujian Kadar Abu Adsorben

3. Pengujian Daya Serap Adsorben terhadap *Methylene Blue*

Pengujian daya serap adsorben terhadap methylene blue dilakukan dengan tujuan untuk menentukan luas permukaan spesifik adsorben yang digunakan. Langkah awal dalam pengujian daya serap adsorben terhadap metilen blue adalah dengan membuat kurva kalibrasi dengan larutan standar metilen blue pada konsentrasi 1 – 5 ppm dengan menggunakan alat Spektrofotometer UV Vis. Panjang gelombang yang digunakan untuk melakukan analisis adalah panjang gelombang dimana suatu zat memberikan penyerapan paling tinggi yang disebut panjang gelombang maksimum. Melalui hasil

scanning panjang gelombang maksimum *methylene blue*, diperoleh bahwa *methylene blue* memiliki serapan maksimum pada panjang gelombang 664,8 nm. Selanjutnya adsorben dengan massa 0,1 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Kemudian larutan metilen blue 1000 ppm sebanyak 50 mL ditambahkan ke dalam Erlenmeyer. Adsorpsi secara batch dilakukan selama 45 menit dengan pengadukan secepat 240 rpm. Setelah itu, sampel disaring kemudian diukur absorbansinya menggunakan alat spektrofotometer UV Vis dengan panjang gelombang yang telah ditentukan sebelumnya. Melalui persamaan linear yang diperoleh melalui kurva kalibrasi metilen blue, konsetrasi metilen blue dapat ditentukan. Perhitungan daya serap adsorben dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.5 yang sesuai dengan ketentuan SNI 06-3730-1995, sedangkan luas permukaan adsorben dapat ditentukan melalui persamaan 2.6. Daya serap karbon aktif terhadap metilen blue dapat ditentukan melalui persamaan berikut (SNI 06-3730-1995) :

$$\text{Daya Serap Karbon Aktif (mg/g)} = \frac{X0 - X1 \times V}{W} \qquad (3.2)$$

Keterangan :

X0 = Konsentrasi awal (ppm)

X1 = Konsentrasi akhir (ppm)

V = Volume larutan (mL)

W = Massa sampel (gram)

Sedangkan dalam luas permukaan karbon aktif yang digunakan dapat ditentukan melalui persamaan :

$$S = \frac{Xm \times NA \times \alpha}{\text{Mr methylene blue}} \qquad (3.3)$$

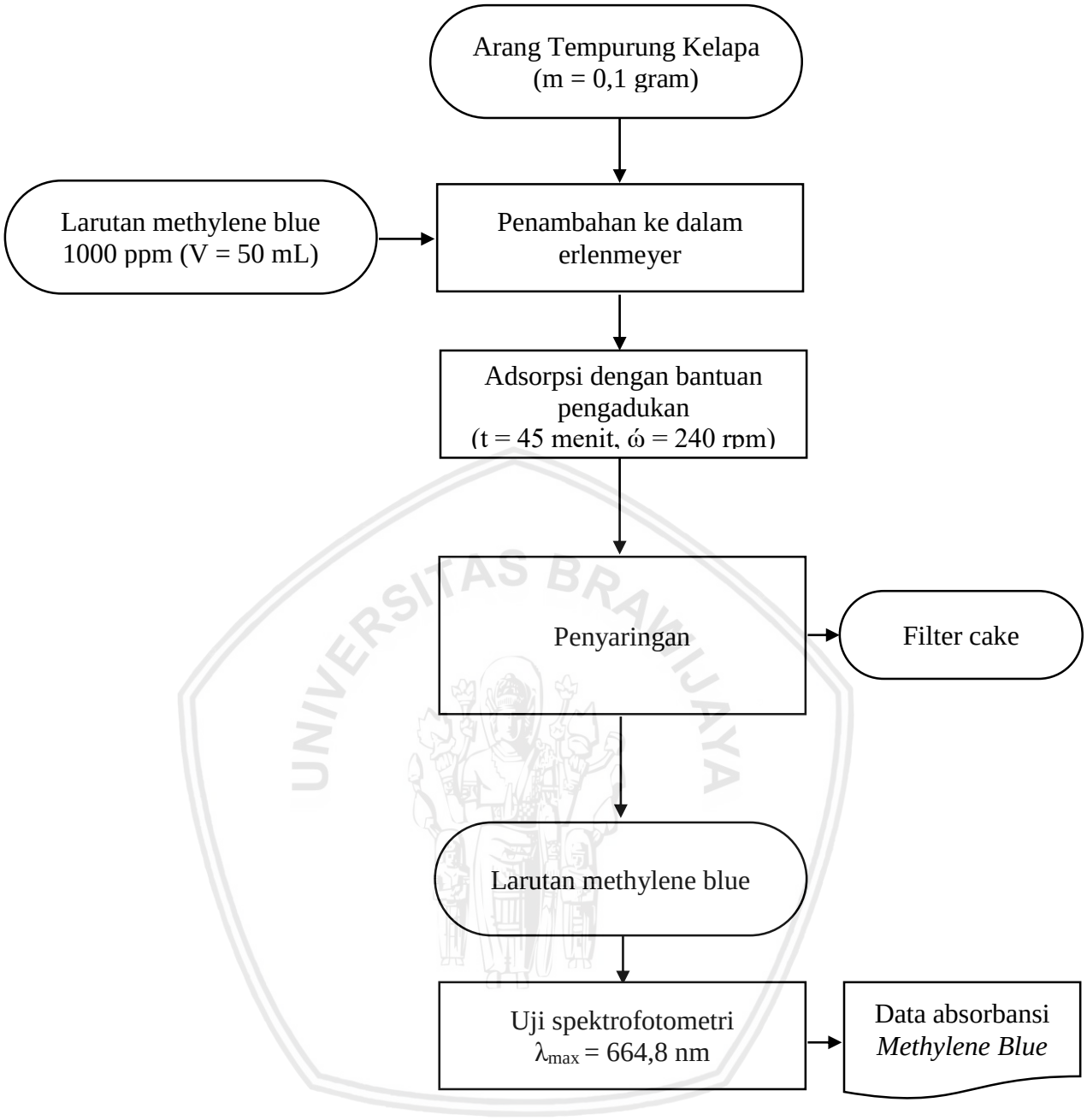
Keterangan :

S = Luas permukaan karbon aktif (m2/g)

Xm = Konsentrasi methylene blue yang terserap oleh 1 gram karbon aktif

NA = Bilangan Avogadro (6,02 x 1023)

α = Ukuran 1 molekul methylene blue (197 x 10-20 m2)



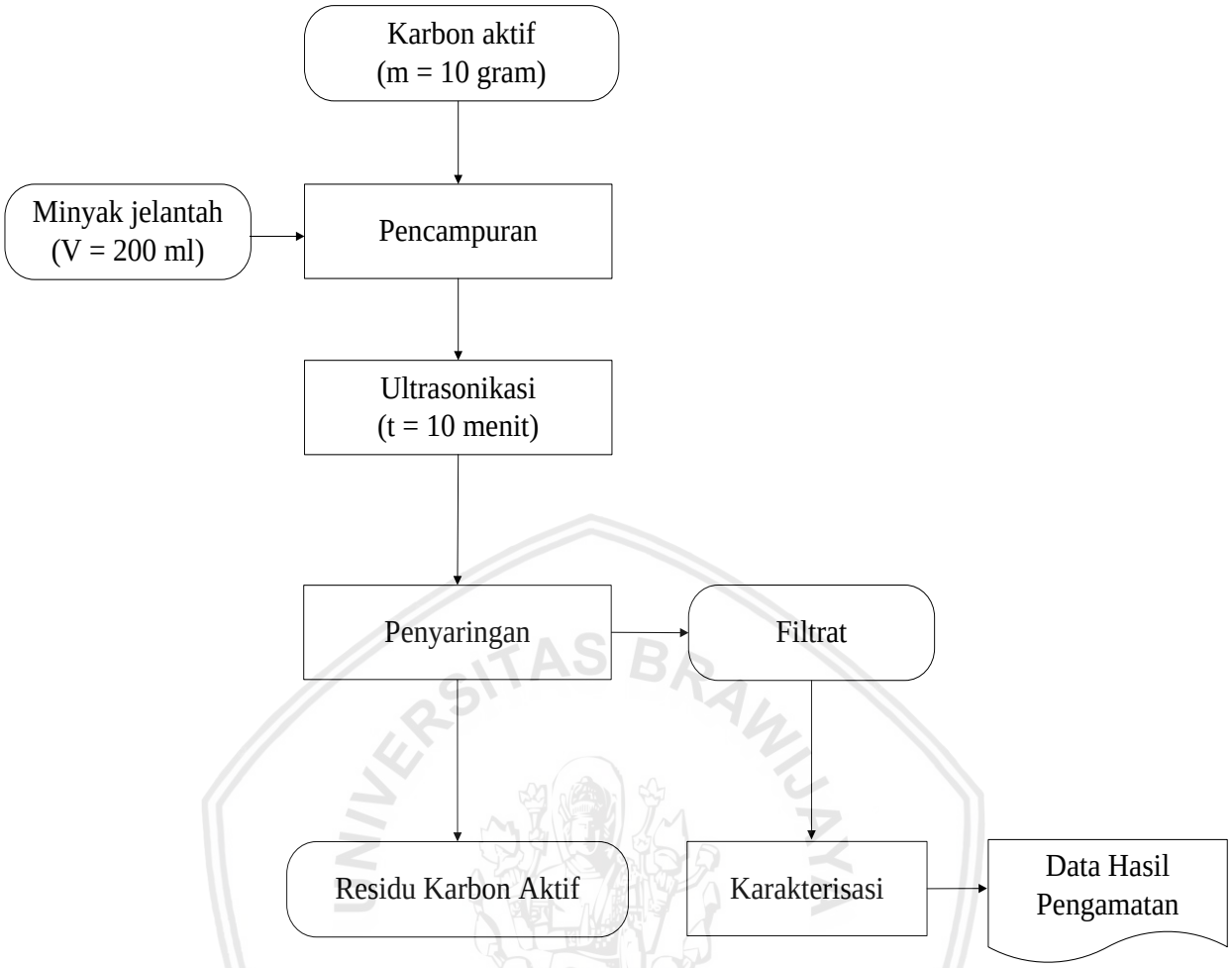
Catatan : Prosedur diulangi untuk arang tempurung kelapa teraktivasi

Gambar 3.4 Skema Prosedur Kerja Uji Daya Serap Adsorben Terhadap *Methylene Blue*

Sumber: Sanada, 2014

3.4.3 Proses Adsorpsi Minyak Jelantah

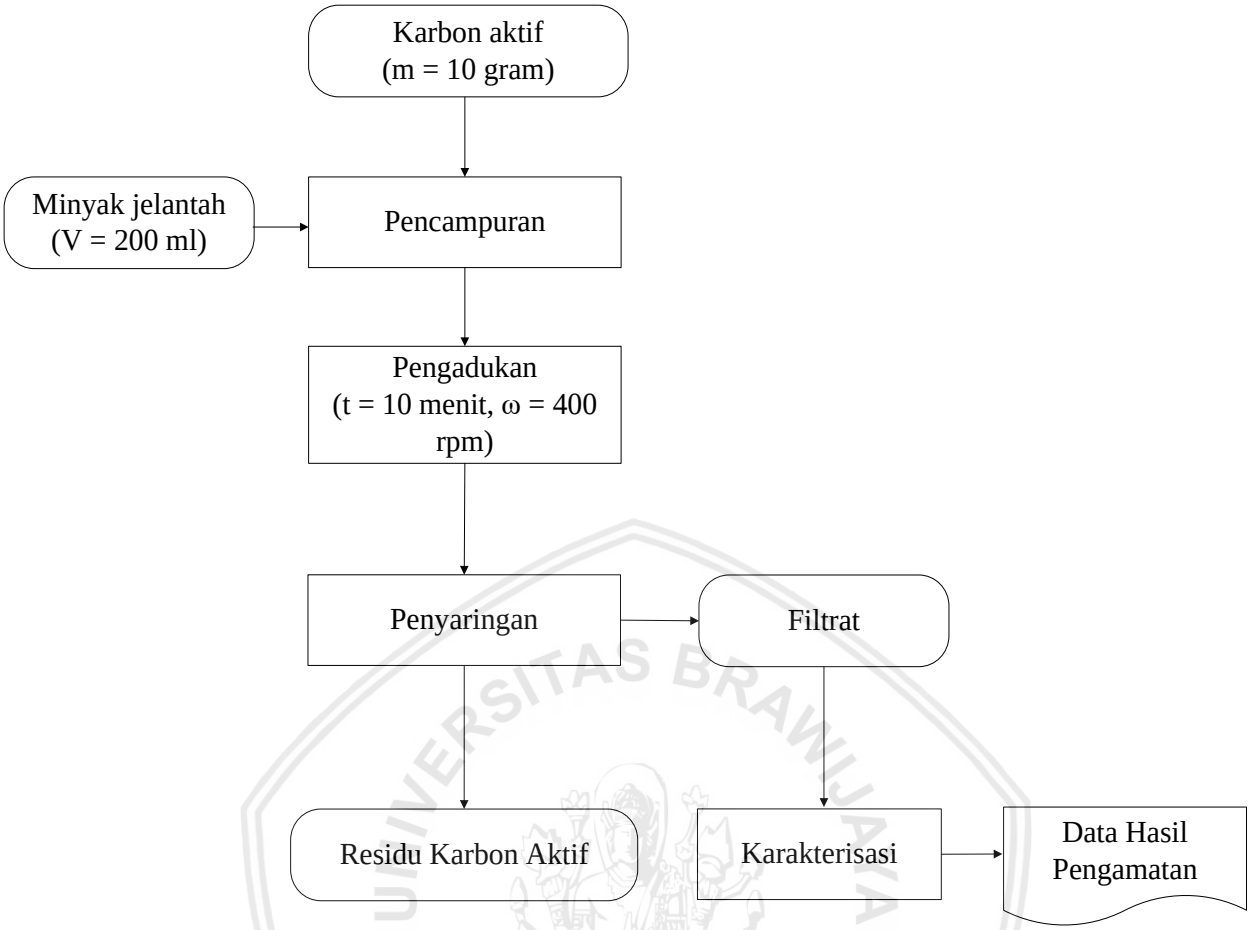
Proses adsorpsi dilakukan dengan menempatkan larutan uji yaitu minyak jelantah sebanyak 200 mL ke dalam labu Erlenmeyer. Kemudian arang tempurung kelapa teraktivasi sebanyak 10 gram ditambahkan ke dalamnya. Labu Erlenmeyer yang berisi sampel kemudian diletakkan ke dalam *ultrasonic bath* dan proses adsorpsi minyak jelantah oleh arang tempurung kelapa teraktivasi dilakukan selama 10 menit. Selanjutnya sampel dikeluarkan dari *ultrasonic bath*, dan uji karakterisasi minyak jelantah dilakukan. Percobaan di atas dilakukan kembali dengan menggunakan variable waktu selanjutnya yaitu 20 menit, 30 menit, 40 menit, dan 50 menit, dan dengan menggunakan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi pada setiap variable waktu yang telah ditetapkan. Selanjutnya percobaan adsorpsi di atas diulangi kembali dengan metode yang berbeda, yaitu dengan menggunakan bantuan pengadukan pada *orbital shaker*. Berikut merupakan skema prosedur kerja proses adsorpsi pada percobaan ini :



Keterangan :

- Percobaan diulangi dengan waktu adsorpsi selama 20, 30, 40, dan 50 menit
- Percobaan diulangi dengan menggunakan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi pada setiap variasi waktu di atas

Gambar 3.5 Skema Prosedur Kerja Adsorpsi dengan Bantuan Ultrasonikasi



Keterangan :

- Percobaan diulangi dengan waktu adsorpsi selama 20, 30, 40, dan 50 menit
- Percobaan diulangi dengan menggunakan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi pada setiap variasi waktu di atas

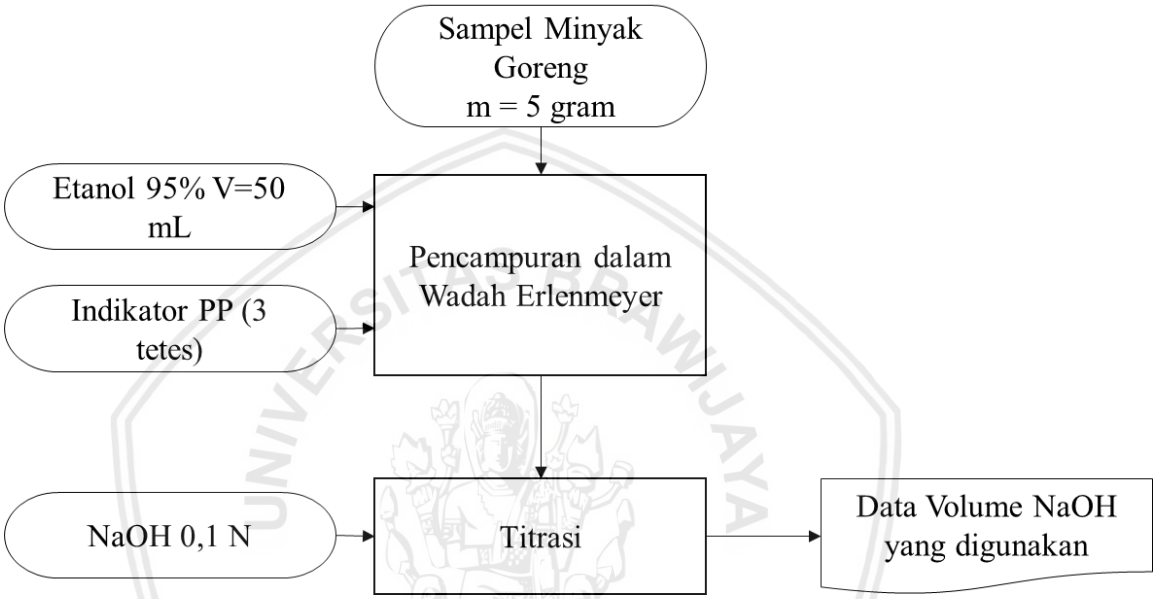
Gambar 3.6 Skema Prosedur Kerja Adsorpsi dengan Bantuan Pengadukan

3.4.4 Karakterisasi Minyak Jelantah

1. Pengujian Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Kadar asam lemak bebas (FFA) pada minyak dapat ditentukan dengan menggunakan metode titrasi berdasarkan ketentuan SNI 01-3555-1998. Pengujian dilakukan dengan menimbang sampel minyak sebanyak 5 gram dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer berukuran 250 ml. Selanjutnya ethanol 95% sebanyak 50 ml

ditambahkan ke dalam minyak dan dicampur hingga homogen. Kemudian indicator *phenolphthalein* (PP) ditambahkan sebanyak 3 tetes. Titrasi kemudian dilakukan menggunakan larutan NaOH 0,01 N hingga terbentuk warna merah muda tetap (tidak berubah selama 15 detik) pada larutan. Hasil volume NaOH yang diperoleh pada proses titrasi hingga terbentuk larutan berwarna merah muda kemudian akan digunakan dalam menghitung kadar FFA minyak jelantah.



Gambar 3.7 Skema Prosedur Kerja Uji Kadar FFA Minyak Goreng

Sumber: SNI, 2013

Kadar asam lemak bebas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (SNI 01-3555-1998) :

$$\text{Kadar Asam Lemak Bebas (\%)} = \frac{Mr \times V \times N}{10 \times m} \qquad (3.4)$$

Keterangan:

Mr = Berat molekul asam lemak (palmitat = 256,4 g/mol)

V = Volume larutan NaOH yang digunakan pada titrasi (mL)

N = Normalitas larutan NaOH yang digunakan untuk titrasi (N)

m = Massa minyak sampel (gram)

2. Pengujian Kadar Air Minyak Jelantah

Sampel minyak yang akan diuji sebanyak 5 gram ditempatkan pada cawan porselin yang telah diketahui massanya. Kemudian sampel minyak ditempatkan dalam oven dan proses pengeringan dilakukan selama 1 jam dengan suhu 130 °C. Setelah proses pengeringan selesai dilakukan, sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Selanjutnya penimbangan dilakukan pada gelas beaker atau cawan porselin yang berisi sampel minyak. Proses di atas dilakukan kembali hingga didapatkan massa minyak yang konstan. Kadar air dalam minyak dapat dihitung melalui persamaan (SNI 01-3555-1998) :

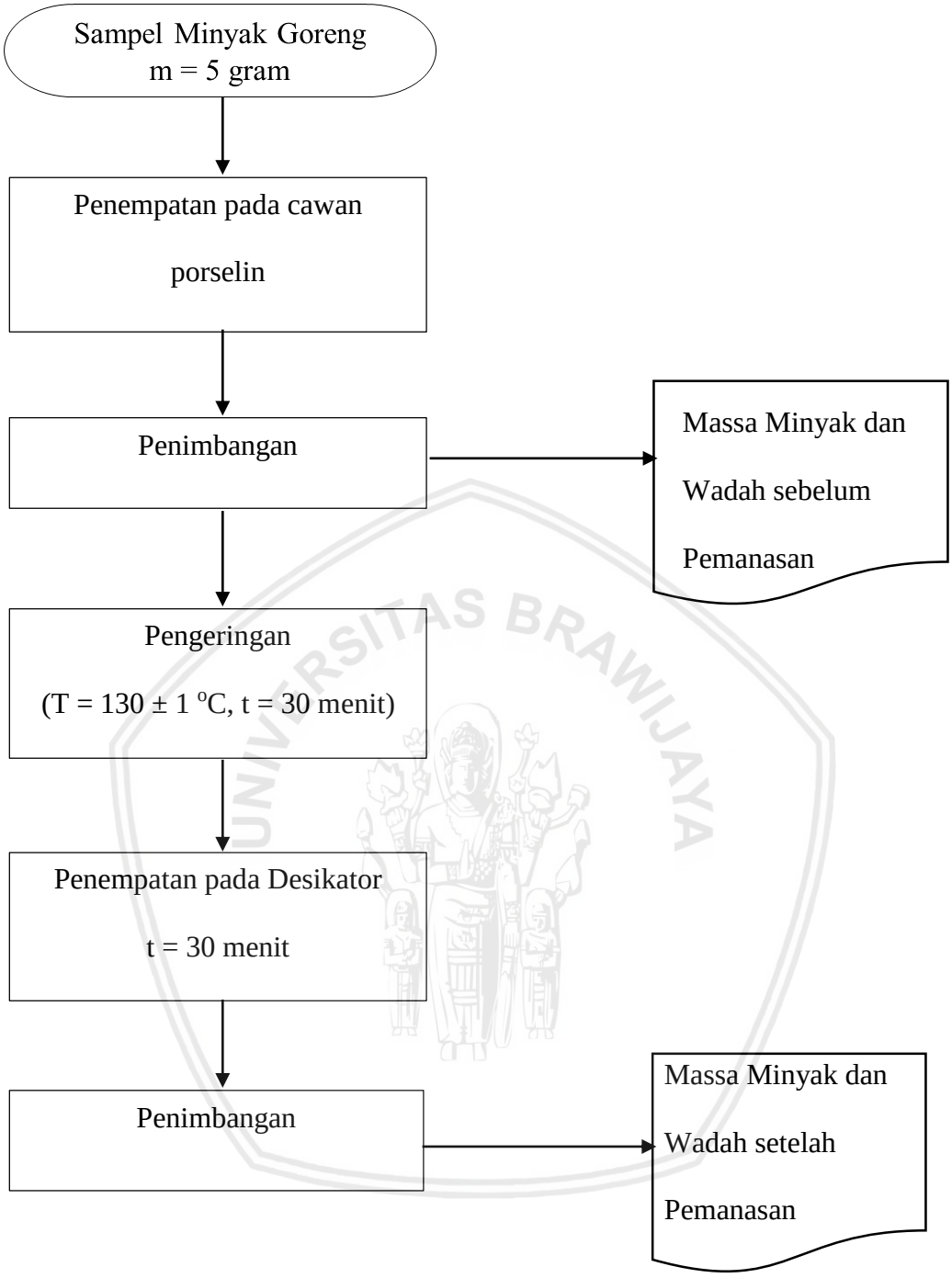
$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \qquad (3.5)$$

Keterangan :

m_1 = Massa minyak sebelum pemanasan (gram)

m_2 = Massa minyak setelah pemanasan (gram)

Berikut merupakan skema prosedur kerja pengujian kadar air minyak jelantah :



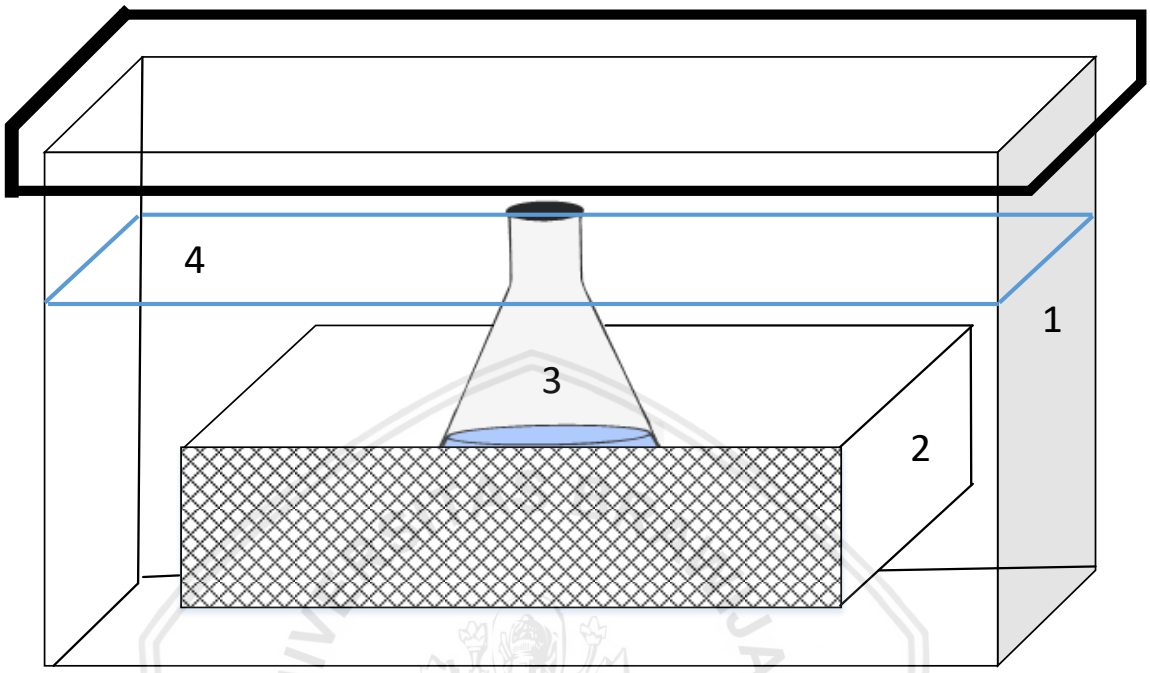
Gambar 3.8 Skema Prosedur Kerja Uji Kadar Air Minyak Goreng

Sumber: SNI, 2013

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.5 Rangkaian Alat

3.5.1 Proses Adsorpsi dengan Ultrasonic Bath



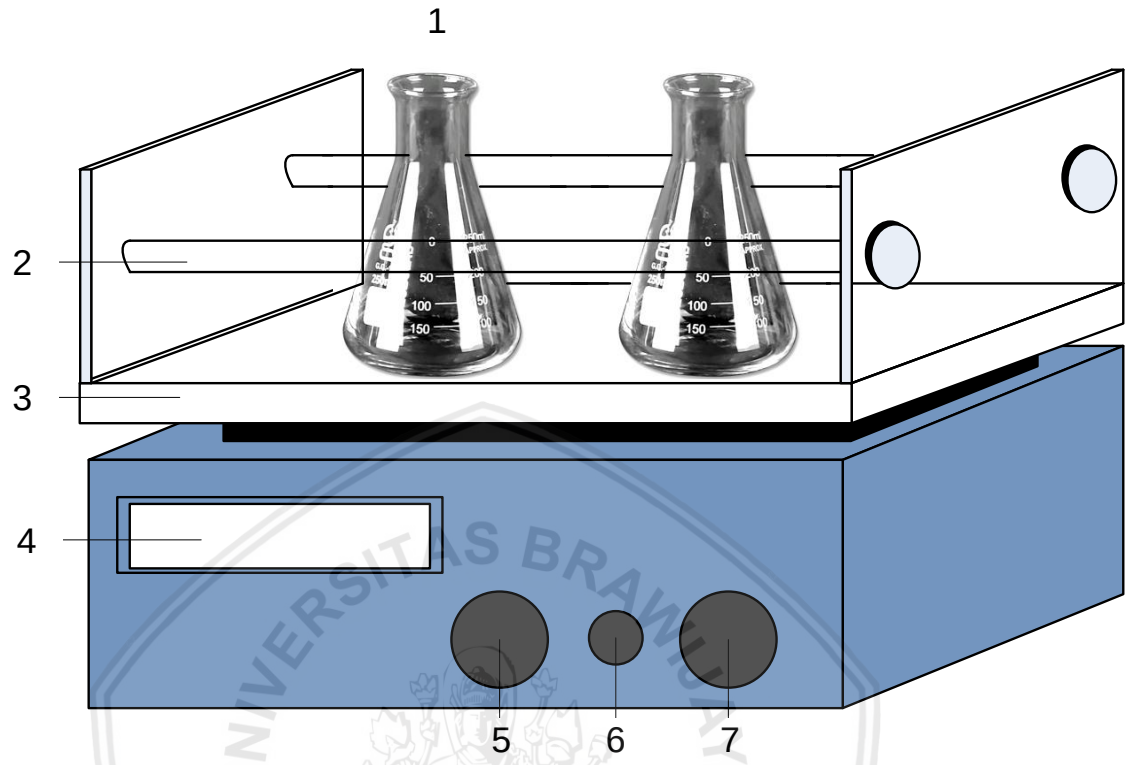
Gambar 3.9 Rangkaian Alat Proses Adsorpsi dengan *Ultrasonic Bath*

Keterangan :

1. *Ultrasonicator bath*
2. Penyangga sampel
3. Sampel Minyak Jelantah
4. Medium perambat (air)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.5.2 Proses Adsorpsi dengan Pengadukan



Gambar 3.10 Rangkaian Alat Proses Adsorpsi dengan Pengadukan

Keterangan :

1. Sampel
2. Penjepit karet
3. Pelat bergetar (*shaking plate*)
4. Indikator
5. Pengatur suhu (*timer*)
6. Tombol *run*
7. Pengatur kecepatan pengadukan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Arang dan Arang Aktif Tempurung Kelapa

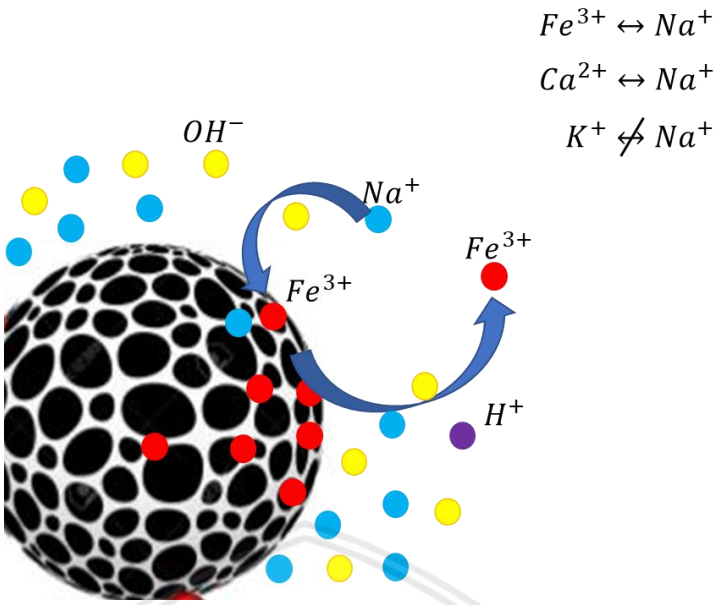
Pemurnian minyak jelantah pada penelitian ini dilakukan melalui metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben berupa arang tempurung kelapa. Berdasarkan jenis adsorbennya penelitian ini dibagi menjadi dua variabel, yaitu proses adsorpsi menggunakan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi dan proses adsorpsi yang menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan NaOH 1 M sebagai aktivator adsorben dalam proses pemurnian minyak jelantah. Setiap adsorben yang digunakan pada penelitian ini memiliki rentang ukuran -20 +40 mesh atau sekitar 0,42 - 0,84 mm, dimana ukuran ini merupakan ukuran granul adsorben terkecil yang paling sering digunakan dalam proses adsorpsi fase cair sesuai dengan standar Austro Carbon (2012). Ukuran partikel adsorben ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan, yaitu daya adsorpsinya per satuan massa dan tingkat kesulitan dalam melakukan pemisahan antara adsorben dan minyak jelantah setelah proses adsorpsi selesai dilaksanakan. Menurut Syauqiah (2011), ukuran partikel adsorben merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Semakin kecil ukuran partikel adsorben, maka luas permukaan spesifik adsorben akan semakin besar sehingga akan semakin banyak zat yang dapat teradsorp ke dalam adsorben.

Uji standar mutu adsorben dilakukan pada masing-masing adsorben arang tempurung kelapa yang akan digunakan pada proses pemurnian minyak jelantah ini. Uji standar mutu adsorben tersebut meliputi uji kadar air, kadar abu, dan daya serapnya terhadap *methylene blue*. Pengujian standar mutu adsorben dilakukan dengan prosedur yang seusai dengan standar SNI 06-3730-1995, dimana hasilnya ditampilkan pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Data Hasil Uji Standar Mutu Adsorben

No	Parameter	Adsorben SNI 06-3730-1995	Arang Tempurung Kelapa	Arang Tempurung Kelapa Teraktivasi
1	Kadar Abu (%)	maks. 2,50	6,10	1,43
2	Kadar Air (%)	maks. 4,50	3,73	1,54
3	Daya Serap Terhadap Methylene Blue (mg/g)	min. 60,00	304,31	461,66
4	Luas Permukaan (m^2/g)	-	1128,64	1712,27

Karakterisasi kadar abu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui banyaknya oksida logam atau garam mineral dan pengotor lainnya yang terkandung dalam adsorben. Pengotor yang terkandung dalam adsorben dapat mengurangi efektifitas proses adsorpsi, karena kandungannya yang berlebih mampu menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori sehingga dapat menurunkan kemampuan adsorpsi suatu adsorben (Pandia, 2017). Pengotor yang dihilangkan dalam adsorben dapat membuka atau membentuk struktur pori adsorben baru yang terdiri dari gugus aktif yang mampu menjerap adsorbat dengan baik (Puspita, 2013). Melalui tabel 4.1 dapat diketahui bahwa arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi memiliki nilai kadar abu yang cukup tinggi, yaitu sebesar 6,1%. Nilai kadar abu tersebut tidak memenuhi standar, dimana menurut SNI 06-3730-1995 nilai kadar abu maksimal suatu adsorben yaitu sebesar 2,5%. Hal ini disebabkan oleh kandungan mineral yang terdapat pada arang tempurung kelapa relatif cukup besar. Sedangkan pada arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M memiliki nilai kadar abu yang sangat rendah yaitu sebesar 1,43%. Penggunaan larutan NaOH 1 M sebagai aktivator mampu menurunkan kadar abu pada adsorben yang digunakan karena larutan NaOH mampu melarutkan abu atau pengotor yang terdapat dalam adsorben. Mekanisme larutnya abu yang terdapat di dalam arang tempurung kelapa selama proses aktivasi berlangsung ditunjukkan pada gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Mekanisme larutnya pengotor dalam adsorben pada aktivator NaOH 1M

Dalam proses aktivasi arang tempurung kelapa menggunakan larutan NaOH 1 M, mineral-mineral pengotor yang terikat pada permukaan pori arang tempurung kelapa akan terlepas secara fisika sesuai dengan prinsip pertukaran ion. Ion Na^{+} yang terkandung pada larutan aktivator dalam jumlah yang banyak akan berinteraksi dengan permukaan adsorben menyebabkan terlepasnya pengotor yang terikat pada permukaan adsorben akibat adanya gaya *Van Der Waals*. Hilangnya pengotor-pengotor yang terdapat pada adsorben menyebabkan meningkatnya luas permukaan pada adsorben yang terdiri dari gugus-gugus fungsi aktif yang mampu menjerap adsorbat di dalam sampel minyak jelantah.

Karakterisasi kadar air dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada adsorben. Kadar air dapat mempengaruhi kemampuan adsorpsi suatu adsorben terhadap adsorbat. Menurut Puspita (2013), semakin besar kadar air suatu adsorben, maka semakin kecil kemampuan adsorben tersebut dalam menjerap adsorbat. Dalam hal ini bahan yang digunakan sebagai adsorben dalam penelitian ini yaitu arang tempurung kelapa yang terlebih dahulu dilakukan pengeringan pada oven. Pengeringan dilakukan pada suhu 105°C hingga diperoleh massa yang konstan. Pengeringan tersebut merupakan pretreatment pada bahan untuk memperoleh adsorben yang memiliki kadar air yang sangat minim. Uji kadar air dilakukan dengan menggunakan alat *moisture*

analyzer, dimana hasil yang diperoleh sesuai dengan tabel 4.1. Melalui tabel 4.1 dapat diketahui bahwa nilai kadar air adsorben yang digunakan, baik arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M maupun yang tidak diaktivasi telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Namun kadar air pada arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan nilai kadar air pada arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi. Tingginya kadar air pada arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi disebabkan oleh adanya molekul air yang terikat dan terperangkap pada mineral-mineral yang terkandung dalam arang tempurung kelapa, sehingga air pada arang tempurung kelapa tersebut tidak dapat keluar dari adsorben pada saat proses pengeringan dilakukan. Oleh karena itu melalui proses aktivasi arang tempurung kelapa menggunakan larutan NaOH 1 M kadar air pada adsorben dapat memiliki nilai yang lebih rendah. Aktivasi dengan larutan NaOH 1 M menyebabkan pengotor yang terdapat pada adsorben berkurang, sehingga molekul air yang tadinya terserap dan terperangkap pada mineral yang terkandung di dalam adsorben mampu keluar dari pori adsorben.

Karakterisasi daya serap adsorben terhadap larutan methylene blue dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui luas permukaan spesifik adsorben. Semakin besar nilai daya serap adsorben terhadap methylene blue maka semakin besar luas permukaan spesifik suatu adsorben. Adsorben memiliki luas permukaan tertentu, dimana tidak semua dari permukaan adsorben mampu menjerap molekul methylene blue. Permukaan adsorben yang mampu menjerap methylene blue adalah permukaan spesifik yang memiliki pori yang volumenya sesuai dengan ukuran molekul methylene blue (Puspita, 2013). Methylene blue memiliki ukuran molekul sebesar 1,9 nm yang membuatnya tergolong ke dalam mesomolekul. Jumlah mesopori yang banyak pada adsorben dapat menambah luas area yang dapat ditempati molekul methylene blue, karena ukuran lubang mesopori pada adsorben dapat mengakomodir molekul methylene blue dengan baik (Sanada, 2014). Oleh karena itu uji daya serap methylene blue dilakukan untuk mengetahui luas permukaan spesifik adsorben yang meliputi luas permukaan mesoporinya, dimana sama seperti methylene blue, ukuran molekul asam lemak bebas (FFA) yang terkandung dalam minyak jelantah juga memiliki ukuran mesomolekul. Sehingga nilai luas permukaan spesifik adsorben yang diperoleh akan berbanding lurus

dengan kemampuan adsorben dalam menjerap molekul FFA yang terdapat dalam minyak jelantah.

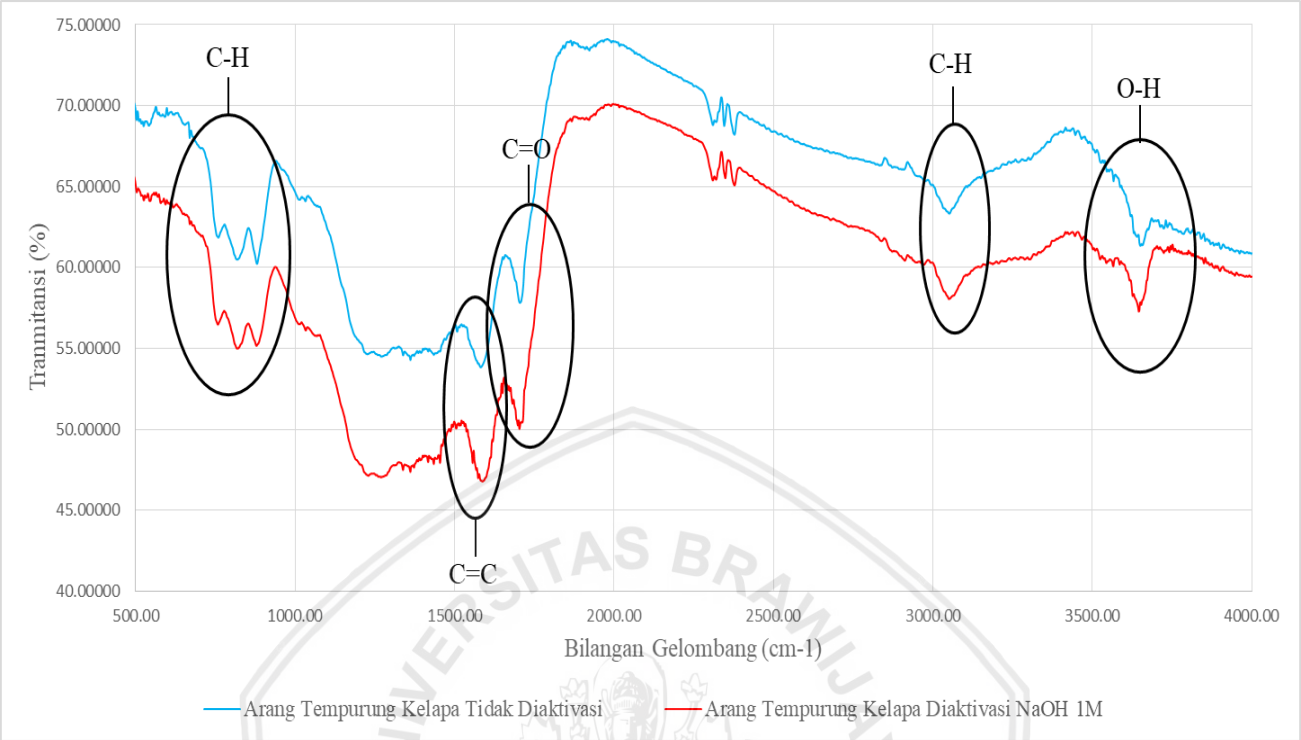
Melalui tabel 4.1 dapat diketahui bahwa nilai daya serap arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi maupun yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M keduanya memiliki nilai yang telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995, yaitu sebesar 304,31 mg/g untuk arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi dan 461,66 mg/g untuk arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M. Proses aktivasi adsorben menggunakan larutan NaOH 1 M menyebabkan luas permukaan adsorben menjadi lebih besar dengan cara melarutkan pengotor-pengotor yang terdapat dalam pori adsorben sehingga akan terbentuk pori-pori adsorben dengan struktur yang terdiri dari gugus-gugus aktif yang dapat digunakan untuk menjerap senyawa-senyawa yang ingin diadsorp. Melalui tabel 4.1 juga dapat diketahui bahwa luas permukaan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M maupun yang tidak diaktivasi memiliki nilai yang cukup besar. Arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi memiliki nilai luas permukaan spesifiknya sebesar 1128,64 m^2/g, sedangkan arang tempurung kelapa yang diaktivasi memiliki luas permukaan spesifiknya sebesar 1712,27 m^2/g.

Berdasarkan hasil uji karakterisasi adsorben yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M dinyatakan layak digunakan sebagai adsorben karena telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi memiliki karakteristik yang cukup baik apabila ditinjau dari kadar air, daya serapnya terhadap methylene blue, dan luas permukaan spesifiknya, namun masih memiliki kadar abu yang cukup tinggi.

4.2 Hasil Analisa *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) Adsorben

Analisa FT-IR dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung di dalam adsorben. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah adsorben yang digunakan mampu melakukan proses adsorpsi terhadap senyawa pada minyak jelantah khususnya asam lemak bebas (FFA) dan air. Kemampuan adsorben dalam menjerap senyawa yang terdapat dalam sampel minyak jelantah ditinjau dari sifat

kepolaran gugus fungsi yang terkandung di dalamnya. Gambar 4.2 menunjukkan hasil uji FT-IR pada adsorben yang digunakan untuk pemurnian minyak jelantah :



Gambar 4.2 Hasil Uji FT-IR Adsorben

Berdasarkan hasil analisa FT-IR pada gambar 4.2, dapat diketahui bahwa terdapat 6 gugus fungsi dominan yang terkandung dalam adsorben yang disajikan pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Gugus Fungsi Adsorben Hasil Analisa FT-IR

Gugus Fungsi	**Nama Gugus Fungsi**	**Bilangan Gelombang (cm^{-1})**
O-H	Karboksil/Asam karboksilat	3500 – 3650
O-H	Alkohol/Fenol	3590 – 3650
C-H	Aromatik	3010 – 3100 & 690 – 900
C-H	Alkena	3010 – 3095 & 675 – 995

C=C	Aromatik	1500 – 1600
C=O	Aldehid/Keton/Asam Karboksilat/Ester	1690 – 1760

Melalui hasil analisa gugus fungsi adsorben arang tempurung kelapa menggunakan metode spektrofotometri FT-IR, dapat diketahui bahwa adsorben arang tempurung kelapa yang digunakan memiliki gugus fungsi yang mampu berikatan dengan asam lemak bebas (FFA) yang terdapat pada minyak jelantah seperti gugus C-H aromatik, C-H Alkena, dan C=C aromatik. Berdasarkan sifat kepolarannya, gugus C-H aromatik, gugus C-H Alkena, dan gugus C-C aromatik tergolong ke dalam gugus yang terdiri dari senyawa-senyawa yang bersifat non polar (Wardiyah, 2016). Oleh karena itu FFA yang terdapat pada minyak jelantah dapat teradsorp dalam adsorben arang tempurung kelapa, karena berdasarkan sifat kepolarannya FFA juga termasuk senyawa yang bersifat non polar (Mamuaja, 2017). Sedangkan gugus fungsi seperti O-H karboksil, O-H alcohol/fenol dan C=O aldehid/keton/karboksil/ester merupakan gugus yang teridiri dari senyawa-senyawa yang bersifat polar (Wardiyah, 2016). Hal ini mengakibatkan air yang terdapat pada minyak jelantah dapat teradsorp pada permukaan adsorben arang tempurung kelapa ini. Melalui hasil analisa gugus fungsi adsorben arang tempurung kelapa ini dapat disimpulkan bahwa adsorben arang tempurung kelapa yang digunakan mampu mengadsorp spesi FFA dan air yang terdapat dalam minyak jelantah.

Berdasarkan gambar 4.2 di atas dapat diketahui bahwa secara kualitatif tidak terdapat perbedaan gugus fungsi pada arang tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M. Namun apabila ditinjau secara kuantitatif, berdasarkan persen trasmitansinya dapat diketahui bahwa konsentrarsi gugus-gugus fungsi yang terdapat pada arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M lebih besar dibandingkan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi. Hal ini disebabkan oleh pengaruh dari aktivasi arang tempurung kelapa menggunakan larutan NaOH 1 M yang mampu meningkatkan luas permukaan dari arang tempurung kelapa tersebut. Peningkatan luas permukaan adsorben menyebabkan jumlah gugus fungsi yang sama pada pori-pori adsorben juga semakin meningkat.

4.3 Proses Adsorpsi Minyak Jelantah

Performa adsorben dan perbandingan kedua metode dalam proses adsorpsi minyak jelantah ini dapat diketahui melalui pengujian kadar air dan kadar FFA minyak jelantah. Karakterisasi sampel minyak jelantah yang digunakan sebelum dilakukan proses adsorpsi dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini :

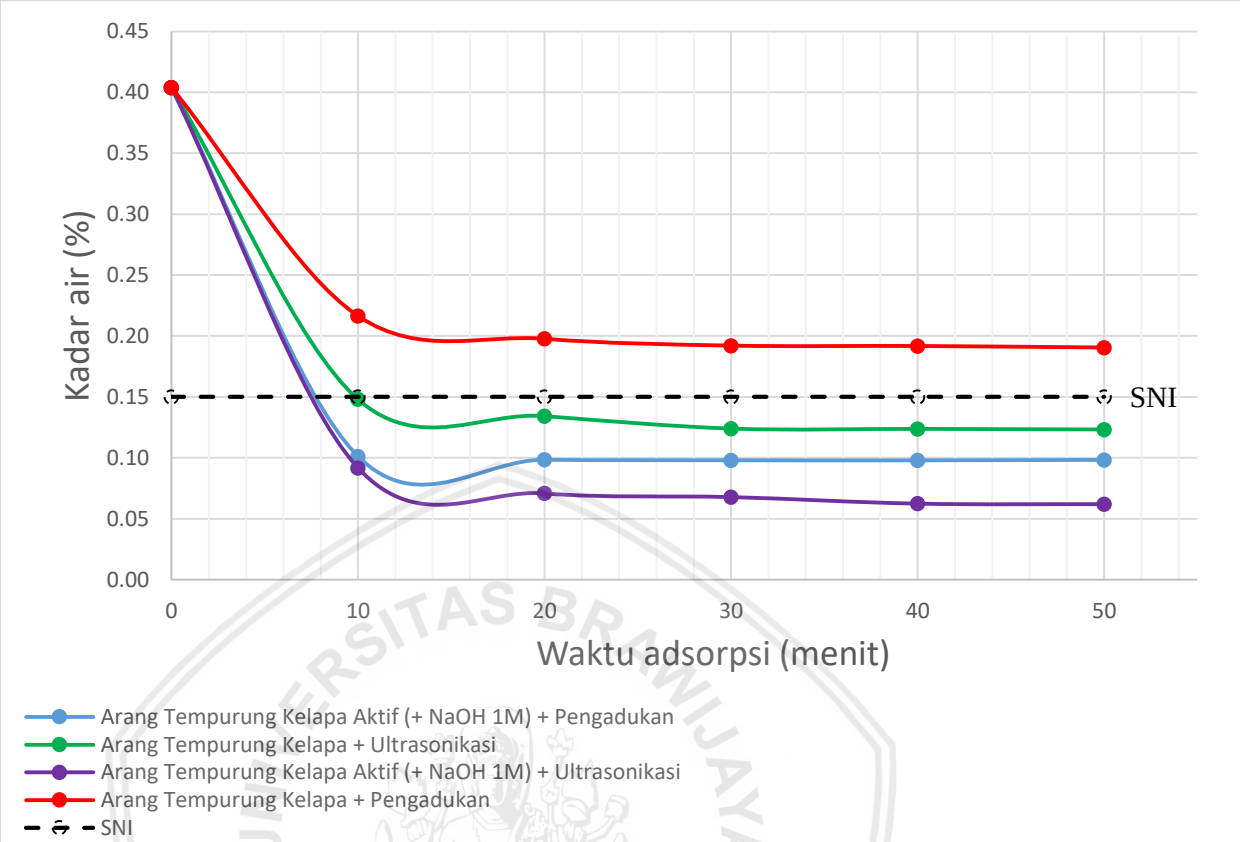
Tabel 4.3 Karakterisasi minyak jelantah sebelum melewati proses adsorpsi

Parameter	SNI 3741 : 2013	Minyak Goreng Bekas
Free Fatty Acid (%)	Maks 0,300	0,972
Kadar Air (%)	Maks 0,150	0,404

Proses adsorpsi minyak jelantah pada penelitian ini dilakukan secara batch dengan membandingkan 2 metode, yaitu adsorpsi yang dilakukan dengan bantuan ultrasonikasi di dalam *ultrasonic bath* dan juga adsorpsi yang dilakukan dengan bantuan pengadukan menggunakan *orbital shaker*. Pada masing-masing metode adsorpsi digunakan dua jenis adsorben yaitu arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M dan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi. Adsorben digunakan sebanyak 10 gram untuk memurnikan 200 ml minyak jelantah. Proses adsorpsi dilakukan selama 50 menit, dimana setiap 10 menitnya sampel minyak jelantah akan dilakukan uji karakterisasi FFA dan kadar air untuk mengetahui waktu optimum yang dibutuhkan untuk mencapai titik kesetimbangan pada proses adsorpsi di setiap variabel ujinya.

4.3.1 Analisa Kadar Air Minyak Jelantah

Proses pengujian kadar air dilakukan dengan metode gravimetri dimana kadar air dalam minyak jelantah ditentukan berdasarkan beratnya yang hilang selama proses pengeringan. Data hasil uji kadar air minyak jelantah disajikan dalam bentuk grafik seperti berikut ini:

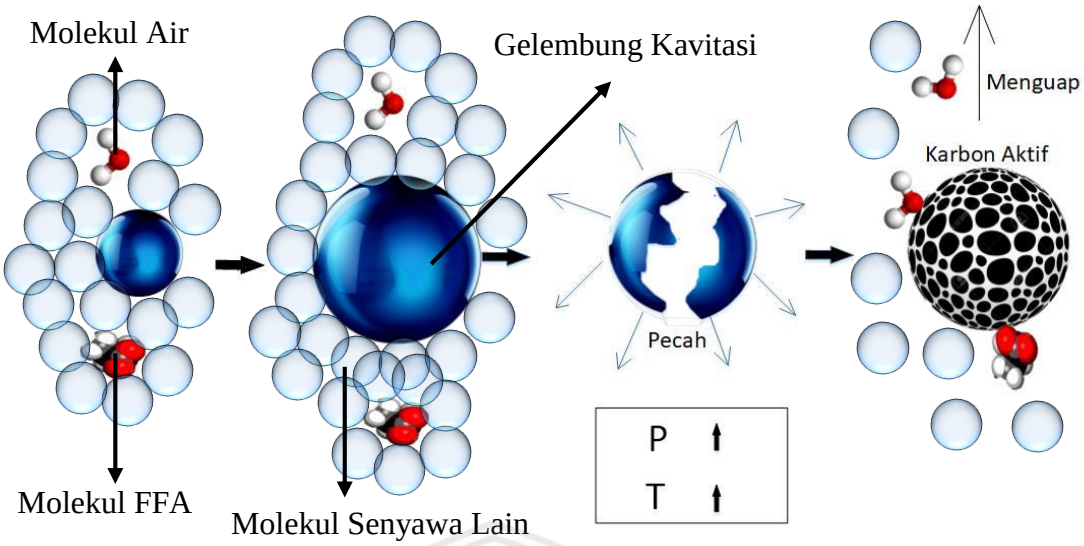


Gambar 4.3 Grafik kadar air minyak jelantah sebelum dan setelah proses adsorpsi

Melalui gambar 4.3 dapat diketahui bahwa pada setiap variabel percobaan adsorpsi semuanya memiliki kecenderungan yang sama, yaitu terjadinya penurunan kadar air yang signifikan pada 10 menit pertama waktu adsorpsi. Hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh dari proses pengadukan dan ultrasonikasi dalam sistem yang dapat menimbulkan terjadinya pergolakan dalam sistem sehingga proses transfer massa yang terjadi dalam proses adsorpsi ini semakin cepat (Webber, 1992), dan masih banyaknya ruang atau permukaan aktif pada adsorben arang tempurung kelapa yang terdiri dari gugus-gugus fungsi seperti O-H karboksil, O-H alcohol/fenol dan C=O aldehid/keton/karboksil/ester yang bersifat polar dan mampu menjerap molekul air yang terdapat dalam minyak jelantah (Wardiyah, 2016). Kemudian pada variabel waktu berikutnya nilai kadar air pada minyak jelantah mulai memiliki nilai yang konstan, dimana penurunan kadar air pada minyak jelantah setiap waktunya sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang dilakukan mulai mencapai titik

kesetimbangannya, sehingga persentase penurunan kadar air minyak jelantah tidak dapat bertambah lagi.

Melalui grafik pada gambar 4.3 juga dapat diketahui perbandingan antara hasil adsorpsi minyak jelantah yang dilakukan dengan bantuan ultrasonikasi dan pengadukan. Proses adsorpsi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik menghasilkan hasil yang lebih baik dalam penurunan kadar air pada minyak jelantah dibandingkan proses adsorpsi yang memanfaatkan pengadukan. Proses adsorpsi dengan bantuan ultrasonikasi dilakukan menggunakan *ultrasonic cleanser* dimana proses adsorpsi terjadi di dalam chamber tertutup yang setiap waktunya menghasilkan gelombang bunyi dengan frekuensi yang sangat tinggi (37 kHz). Gelombang ultrasonik yang merambat di dalam minyak jelantah akan menghasilkan gelembung-gelembung atau rongga (*cavity*) yang ukurannya terus membesar hingga pada titik tertentu dan pecah. Pecahnya gelembung kavitasi tersebut akan menyebabkan tekanan dan suhu pada sistem meningkat. Hal ini menyebabkan air yang terdapat pada minyak jelantah, selain teradsorpsi pada adsorben arang tempurung kelapa, juga menguap akibat dari panas yang dihasilkan dari pemaparan gelombang ultrasonik ini. Suhu dalam ultrasonik cleanser mampu mencapai 65°C. Hal ini terbukti pada setiap sampel minyak jelantah yang telah diadsorpsi menggunakan *ultrasonik cleanser*, dimana pada permukaan bagian dalam penutup wadah sampel minyak jelantah terdapat butiran-butiran air. Sampel minyak jelantah yang digunakan pada percobaan ini hanya memiliki kadar air sebesar 0,404 %. Perbandingan antara jumlah molekul air dengan senyawa-senyawa lain yang terdapat pada sampel minyak jelantah ini sangat jauh berbeda. Hal ini menyebabkan kemungkinan untuk terjadinya kontak antara molekul air dengan sisi aktif pada adsorben rendah, dimana molekul air terperangkap di antara molekul-molekul senyawa lain yang terdapat pada minyak jelantah. Pecahnya gelembung kavitasi akan menghasilkan energi kinetik yang sangat besar sehingga terjadinya pergerakan molekul-molekul senyawa yang terdapat pada minyak jelantah. Hal ini menyebabkan terbukanya jalan bagi molekul air maupun FFA yang terperangkap di antara molekul-molekul senyawa lain pada minyak jelantah, untuk berkontak dengan permukaan aktif pada adsorben. Berikut merupakan ilustrasi mengenai mekanisme adsorpsi dengan bantuan ultrasonikasi :

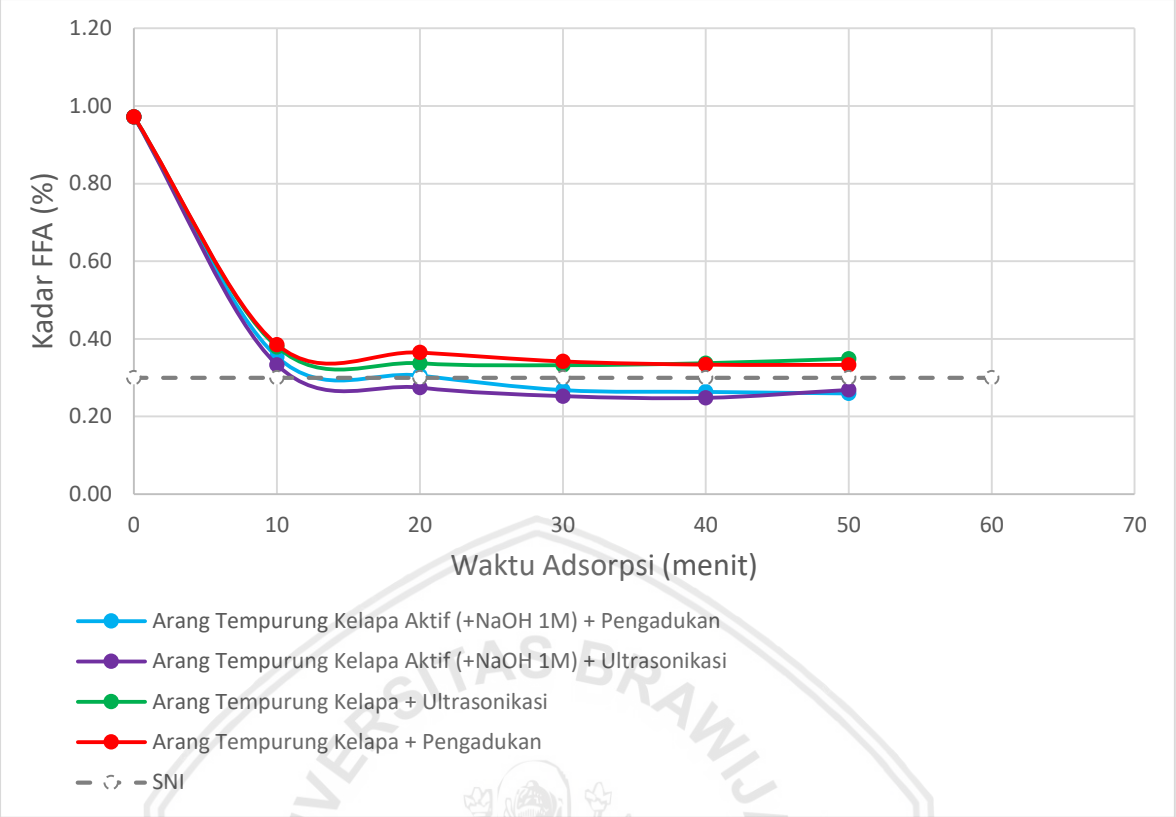


Gambar 4.4 Mekanisme adsorpsi dengan bantuan ultrasonikasi

Perbedaan juga terjadi pada penurunan kadar air apabila ditinjau dari jenis adsorben yang digunakan. Berdasarkan gambar 4.3 juga dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kadar air yang lebih besar pada proses adsorpsi dengan menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan NaOH 1 M dibandingkan dengan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi. Proses aktivasi arang tempurung kelapa dengan larutan NaOH 1 M menyebabkan luas permukaan spesifik arang tempurung kelapa meningkat. Peningkatan luas permukaan arang tempurung kelapa menyebabkan jumlah gugus fungsi yang sama pada pori-pori adsorben juga semakin menignkat sehingga semakin banyak jumlah molekul air yang dapat teradsorp ke dalam adsorben arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M. Hasil penurunan kadar air terbaik diperoleh pada proses adsorpsi yang menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M dengan bantuan ultrasonikasi dimana nilai persentase penurunan kadar airnya mampu mencapai 84,662%

4.3.2 Analisa Kadar FFA Minyak Jelantah

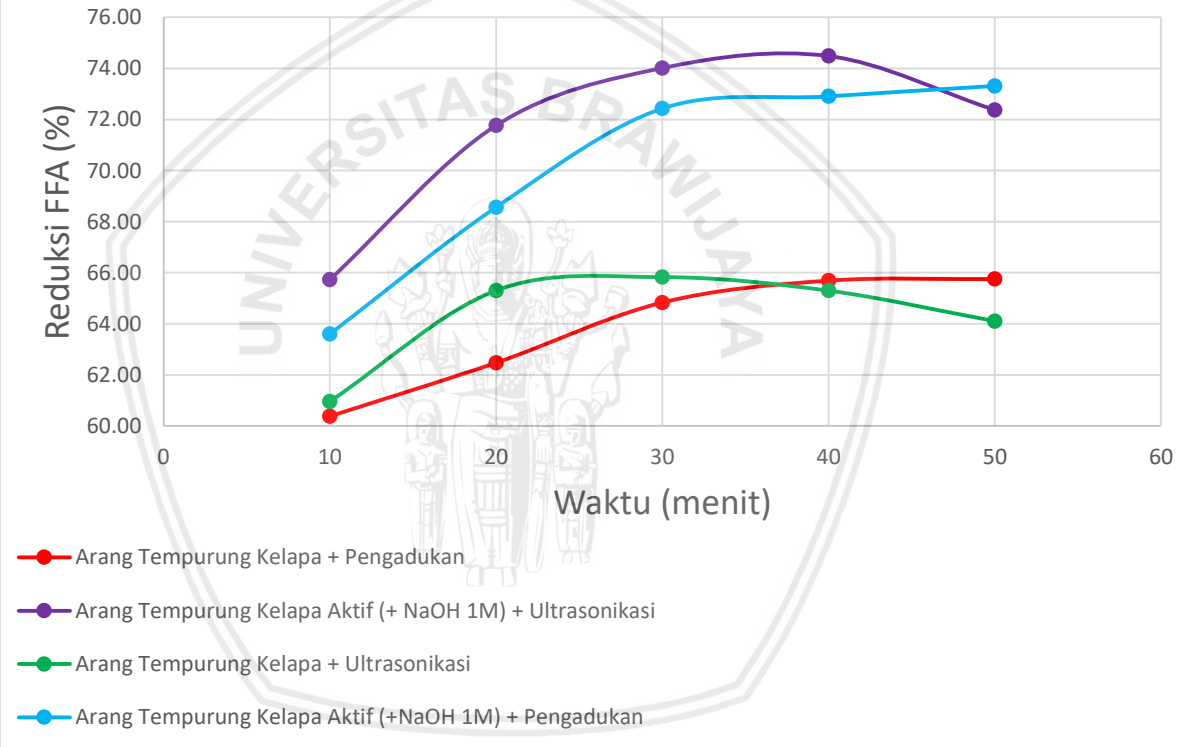
Prosedur pengujian kadar FFA dilakukan dengan metode titrimetri yang sesuai dengan standar SNI 01-3555-1998. Larutan NaOH 0,01 N digunakan sebagai pentiter untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Gambar 4.5 berikut menunjukkan hasil kadar FFA pada minyak jelantah :



Gambar 4.5 Grafik kadar FFA minyak jelantah sebelum dan setelah adsorpsi

Melalui gambar 4.5 dapat diketahui bahwa penurunan kadar FFA pada minyak jelantah pada setiap variabelnya memiliki kecenderungan yang sama seperti penurunan kadar air pada minyak jelantah, yaitu terjadinya penurunan yang signifikan pada 10 menit pertama waktu adsorpsi. Pada awal proses adsorpsi dimulai, adsorben yang digunakan masih memiliki banyak ruang atau permukaan yang terdiri dari gugus-gugus aktif yang bersifat non polar sehingga mampu menjerap molekul FFA dengan laju yang cepat. Proses adsorpsi FFA pada permukaan adsorben arang tempurung kalapa terus berlangsung hingga mencapai titik kesetimbangan. Melalui gambar 4.5 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang cukup jelas antara kadar FFA pada sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dan sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan menggunakan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi. Sampel minyak jelantah yang diadsorpsi menggunakan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi memiliki nilai kadar FFA yang masih tidak memenuhi standar SNI 3741-2013, sedangkan sampel minyak jelantah yang

diadsorpsi dengan arang tempurung kelapa yang diaktivasi telah memenuhi standar SNI 3741-2013. Namun apabila ditinjau dari metode yang digunakan pada proses adsorpsi minyak jelantah ini, nilai kadar FFA sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan menggunakan bantuan pengadukan maupun yang diadsorpsi dengan menggunakan bantuan ultrasonikasi tidak menunjukkan nilai yang jauh berbeda. Penurunan kadar FFA minyak jelantah pada setiap variabelnya di atas menit ke-10 menunjukkan angka yang tidak signifikan. Oleh karena itu, perbandingan keefektifan metode yang digunakan pada proses adsorpsi ini dapat diketahui melalui grafik persentase reduksi FFA seperti pada gambar 4.6 :



Gambar 4.6 Grafik reduksi kadar FFA minyak jelantah

Melalui gambar 4.6 dapat diketahui bahwa setiap variabel adsorpsi mengalami peningkatan nilai persen reduksi FFA pada awal dimulainya proses adsorpsi hingga pada titik tertentu dimana nilai persen reduksi FFA mencapai titik konstan atau mulai mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang dilakukan mulai mencapai titik kesetimbangannya, sehingga nilai persentase penurunan kadar FFA

pada minyak jelantah tidak dapat meningkat lagi. Pada gambar 4.6 dapat diketahui bahwa proses adsorpsi yang menggunakan bantuan ultrasonikasi memiliki hasil penurunan kadar FFA yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses adsorpsi yang menggunakan bantuan pengadukan. Titik kesetimbangan proses adsorpsi yang menggunakan bantuan ultrasonikasi dapat dicapai dalam waktu yang lebih cepat dibandingkan proses adsorpsi yang menggunakan bantuan pengadukan. Hal ini disebabkan oleh suhu yang meningkat pada proses adsorpsi yang menggunakan bantuan ultrasonikasi. Interaksi antara adsorbat dengan adsorbat dan adsorbat dengan adsorben menjadi lebih besar dengan meningkatnya suhu pada sistem, sehingga laju adsorpsi juga akan meningkat (Rahayu, 2014). Sesuai dengan ilustrasi pada gambar 4.4, energi kinetik yang dihasilkan melalui runtuhnya gelembung kavitasi juga mampu meningkatkan interaksi antara adsorbat dengan adsorben.

Pada proses adsorpsi yang menggunakan bantuan ultrasonikasi, titik kesetimbangan proses adsorpsi dicapai pada menit ke 40 untuk sampel minyak jelantah yang diadsorpsi menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M. Sedangkan sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan menggunakan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi mencapai titik kesetimbangannya pada menit ke 30. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan luas permukaan antara arang tempurung kelapa yang diaktivasi dan tidak diaktivasi. Luas permukaan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M jauh lebih besar dibandingkan luas permukaan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi. Oleh karena itu dengan memberikan perlakuan yang sama, arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 M akan mencapai titik jenuhnya lebih lama dibandingkan arang tempurung kelapa yang tidak diaktivasi. Setelah mencapai titik kesetimbangannya, nilai persen reduksi FFA pada sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan bantuan ultrasonikasi mengalami penurunan. Hal ini menandakan mulai terjadinya proses desorpsi FFA dari adsorben arang tempurung kelapa yang digunakan. Pada grafik 4.6, nilai persen reduksi FFA sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan bantuan pengadukan terus mengalami peningkatan hingga pada menit ke 30. Setelah menit 30 nilai persen reduksi FFAnya mulai mencapai nilai yang konstan, menandakan bahwa adsorben yang digunakan mulai mencapai titik jenuhnya. Namun

pada sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan bantuan pengadukan tidak menunjukkan terjadinya desorpsi pada saat proses adsorpsi berlangsung selama 50 menit. Proses desorpsi pada sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan bantuan ultrasonikasi terjadi karena pengaruh suhu dan tekanan yang terus meningkat selama proses adsorpsi berlangsung. Pada titik tertentu suhu dan tekanan yang tinggi dapat menyebabkan putusnya ikatan yang terbentuk antara adosrben dan adsorbat.

Efisiensi total penyisihan kadar FFA dapat diketahui melalui pendekatan metode trapezoidal dimana total penyisihan kadar FFA dihitung melalui perhitungan luas bidang datar yang terbentuk pada grafik penurunan kadar FFA sesuai pada lampiran A.7. Melalui hasil total penyisihan kadar FFA ini dapat diketahui kualitas performa adsorben dan metode adsorpsi yang paling baik digunakan. Luas akumulasi yang terbentuk pada grafik variabel adsorpsi menggunakan arang tempurung kelapa teraktivasi dan dengan bantuan ultrasonikasi adalah sebesar 493,154 satuan luas, pada variabel adsorpsi yang menggunakan arang tempurung kelapa teraktivasi dengan bantuan pengadukan adalah sebesar 423,521 satuan luas, pada variabel adsorpsi yang menggunakan arang tempurung kelapa dengan bantuan ultrasonikasi adalah sebesar 189,594 satuan luas, dan pada variabel adsorpsi yang menggunakan arang tempurung kelapa dengan bantuan pengadukan adalah sebesar 160,587 satuan luas. Efisiensi total penyisihan kadar FFA terbaik diperoleh pada sampel yang diadsorpsi menggunakan arang tempurung kelapa teraktivasi dan dengan bantuan ultrasonikasi, yaitu dengan luas grafik yang terbentuk sebesar 493,154 satuan luas dan mampu menyisihkan kadar FFA pada minyak jelantah hingga mencapai 74,485% dalam waktu 40 menit.

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemurnian minyak jelantah efektif dipengaruhi oleh waktu pemaparan gelombang ultrasonik pada proses adsorpsi yang dilakukan.
2. Penerapan ultrasonikasi lebih efektif dibandingkan pengadukan pada adsorpsi minyak jelantah, dimana kadar FFA dan kadar air dalam minyak jelantah dapat diturunkan hingga sebesar 74,485% dan 84,557% dalam waktu 40 menit.
3. Penggunaan larutan NaOH 1 M sebagai aktivator mampu meningkatkan kualitas adsorben yang digunakan, dimana luas permukaan adsorben dapat ditingkatkan sebesar 51,71% melalui proses aktivasi dengan larutan NaOH 1M.

5.2 Saran

Perlu dikembangkan metode aktivasi adsorben untuk memperoleh adsorben dengan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi, dan menggunakan sampel uji minyak jelantah yang memiliki kadar FFA dan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan sampel yang digunakan pada penelitian ini

repository.ub.ac.id

Halaman ini sengaja dikosongkan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR PUSTAKA

Adewuyi, Y. G. 2001. *Sonochemistry : Environmental Science and Engineering Application*. Industrial Engineering Chemistry, 4681-4715.

Akgedik, R., Aytekin, I., Kurt, A. B. & Eren, D. C. 2016. *Recurrent Pneumonia due to Olive Aspiration in a Healthy* Adult : a Case Report. The Clinical Respiratory Journal, 10:809-10.

Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N.L., Yasni, S. & Budijanto, S. 1989. *Analisis Pangan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi*. Bogor : IPB Press.

Arena, N., Lee, J. & Clift, R. 2016. *Life Cycle Assessment of activated carbon production from coconut shells*. Journal of Cleaner Production, Vol 125, page 68-77

Atkins, P. W. 1999. *Kimia Fisika 2nd Edition*. Jakarta : Erlangga.

Austro Carbon PVT LTD. 2012. *Classification of Activated Carbon*. https://www.austrocarbon.com/activated-carbon. (diakses 4 April 2019)

Buyukada, M., Evrendilek, F. & Karakaya, N. 2018. *Ultrasound-assisted Adsorption of Toxic Dyes by Cottonseed Cake : Artificial Neural Networks, Regression Models and Response Surface Optimization*. Greece

Candani, D., Ulfah, M., Noviana, W. & Zainul, R. 2018. *Pemanfaatan Teknologi Sonikasi*. UNP Press.

Castellan, G. W. 1982. *Physical Chemistry 3rd Edition*. New York : General Graphic Services.

Cecen, F. & Ozgur, A. 2012. *Activated Carbon for Water and Wastewater Treatment*. Canada : Jhon Wiley & Sons.

Chen, Jonathan Y. 2016. *Activated Carbon Fiber and Textile*. Elsevier Inc.

Child, Reginald & Ramanathan, S. 2002. *Composition of Coconut Shells*. Journal of The American Chemical Society, Vol 60, page 1506-1507.

Destryorini, F., Suhandi, A., Subhan, A. & Indayaningsih, N. 2010. *Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik Arang Serabut Kelapa.* Jurnal Fisika, Vol. 10, No. 2.

Gracia-Vaquero, M., Rajauria, G., O'Doherty, J. V. & Sweeney, T. 2017. *Polysaccharides from Macroalgae : Recent Advances, Innovative Technologies and Challenges in Extraction and Purification*. Food Research International, 99:1011-20.

Hambali, E., Mujdalifah, S. & Halomoan, A. T., Pattiwiri, A. W. & Hendroko, Roy. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta Selatan : Agromedia Pustaka.

Hamdaoui, O., Naffrechoux, E., Tiffouti, L. & Petrier, C. 2003. *Effects of Ultrasound on Adsorpsion-Desorption of p-Chlorophenol on Granular Activated Carbon*. Ultrasound Sonochemistry, 10, 109-114

Haryono, Fairus, S., Sari, Y. & Rakhmawati, I. 2010. *Pengolahan Minyak Goreng Kelapa Sawit Bekas menajdi Biodiesel*. Makalah dalam Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". Yogyakarta.

Herman, S. & Khairat. 2004. *Kinetika Reaksi Hidrolisis Minyak Sawit dengan Katalisator Asam Klorida*. Jurnal Natur Indonesia, 6(2): 118-121.

Hoque, M. M., Ota, M. & Bhattacharya, S. C. 2002. *Activated Charcoal from Coconut Shell Using $ZnCl_2$ Activation*. Presented in Biomass and Bioenergy 22.

Ince, N. H., Tezcanli, G., Belen, R. K. & Apikyan, I. G. 2001. *Ultrasound as a Catalyzer of Aqueous Reaction Systems : The State of The Art and Environmental Applications.* Applied Catalysis B : Environmental; 29, 167-176.

Jyoti, K. K. & Pandit, A. B. 2003. *Hybrid Cavitation Methods for Water Disinfection : Simultaneous Use of Chemicals with Cavitation*. Ultrasonics Sonochemistry; 10, 255 – 264.

Ketaren, S. 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : UI Press.

Kurniawan, R., Lutfi, M. & Agung, W. 2014. *Karakteristik Luas Permukaan BET Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat (H_3PO_4)*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, 1(2), 15-20.

Lee, T., Ooi, C. H., Othman, R. & Yeoh, Fei-Yee. 2014. *Activated Carbon Fiber – The Hybrid of Carbon Fiber and Activated Carbon*. School of Materials & Mineral Resources Engineering, Rev.Adv.Mater.Sci. 36, 118-136.

Mamuaja, Christine F. 2017. *Lipida*. Unsrat Press

Marsh, H. & Reinoso, F.R. 2006. *Activated Carbon*. Elsevier Science.

Miyagi, A., Nakajima, M., Nabetani, H. & Subramanian, R. 2001. *Feasibility Recycling Used Frying Oil Using Membrane Process*. Journal Lipid Science and Technology.

Neldawati, Ratnawulan & Gusnedi. 2013. *Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat*. Pillar of Physics, Vol. 2, 76-83.

Noriko, N., Elfidasari, B., Perdana, A.T., Wulandari, N. & Wijayanti, W. 2012. *Analisis Penggunaan dan Syarat Mutu Minyak Goreng pada Penjaja Makanan di Food Court UAI*. Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi, Vol. 1, No. 3, Maret.

Pandia, S., Siahaan, A. D. Y. & Hutagalung, A. T. 2017. Pemanfaatan Adsorben Dari Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao l.) Untuk Menurunkan Chemical Oxygen Demand Pada Palm Oil Mill Effluent. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 6, No. 3

Poedijadi, A. 1999. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta : UI Press.

Puspita, Y. V., Ibnu, M. S. & Wonohardjo. 2013. *Karakterisasi dan Uji Kemampuan Serbuk Ampas Kelapa Asetat Sebagai Adsorben BElerang Dioksida (SO2)*. Malang : UNM Press.

Rahayu, L. H. & Purnavita, S. 2014. *Pengaruh Suhu dan Waktu Adsorpsi TErhadap Sifat Kimia-Fisika Minyak Goreng Bekas Hasil PemurniaN MEnggunakan Adsorben Ampas Pati Aren dan Bentonit*. Jurnal Momentum, Vol. 10, No. 2, Hal. 35-41.

Reynolds. 1982. *Penetralan dan Adsorbsi Minyak Goreng Bekas Menjadi Minyak Goreng Layak Konsumsi*. Semarang : UNS Press.

Rufford, Thomas E., Jurcakova, D.H. & Zhu, John. 2013. *Green Carbon Materials*. USA : CRC Press Taylor & Francis Group.

Sahliah, Raharja, M. & Syarifudin. 2017. *Kemampuan Powder Activated Carbon Dalam Menurunkan Kadar Besi Total pada Air Sumur Bor di Kecamatan Astambul Kabupaten Banjar Tahun 2016*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol 14, No. 1, Januari.

Sanada, R. A., Moersidik, S. S. & Suwartha, N. 2014. *Adsorpsi Zat Warna Kationik (Methylene Blue) Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Batu Bara Serta Efisiensi Regenerasinya*. Jakarta : UI Press

Saptati, A.S.D. & Himma, N.F. 2017. *Perlakuan Fisiko-Kimia Limbah Cair Industri*. Malang : UB Press.

Sembiring, M.T. & Sinaga, T. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Medan : USU Press.

Setianingsih, T., Hasanah, U. & Darjito. 2008. *Study of NaOH Activation Temperature Influence toward Character of Mesoporous Carbon Based on Textile Sludge Waste*. Indonesia J. Chem, 8:348-352.

SNI. 1995. *SNI 06-3730-1995 : Arang Aktif Teknis.* Jakarta : Dewan Standarisasi Nasional.

SNI. 1998. *SNI 01-3555-1998 : Cara Uji Minyak dan Lemak*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

SNI. 2013. *SNI 01-3741-2013 : Minyak Goreng*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Sontheimer, J.E. 1985. *Activated Carbon for Water Treatment Netherlands*. Elsevier Science.

Sudarmadji, D. 2006. *Teknik Budidaya, Panen, dan Pengolahan Kelapa Sawit*. Yogyakarta : Kanisius.

Sudibandriyo, M. 2003. *A Generalized Ono-Kondo Lattice Model for High Pressure on Carbon Adsorben*. Ph. D dissertaition, Oklahoma State University.

Syauqiah, I., Amalia, M. & Kartini, H. A. 2011. *Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif.* Info Teknik, Volume 12, No. 1.

Wardiyah. 2016. *Kimia Organik Komprehensif*. Jakarta : Pusdik SDM Kesahatan.

Webber. 1982. *Adsorption Analysis : Equilibria and Kinetics*. Queensland : Imperial College Press.

Yuliana., Veronica, J, S., Indraswati, N. & Guntara, B., 2005, *Penggunaan Absorben Untuk Mengurangi Kadar Free Fatty Acids, Peroxide Value, dan Warna Minyak Goreng Bekas,* Jurnal Program Studi Teknik Kimia Universitas Widya Mandala : Surabaya.

Yulianti, A., Taslimah & Sriatun. 2010. *Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit untuk Pemucatan Minyak Goreng Sisa Pakai*. Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi, 13 (2) : 36 – 40.

Yustinah & Hartini. 2011. *Adsorbsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa*. Makalah dalam Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Prosiding Seminal Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". Yogyakarta

Zulfa, Aditya. 2011. *Uji Adsorpsi Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Zeolit Alam Malang dan Lampung*. Jakarta : UI Press.

Halaman ini sengaja dikosongkan

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN

A.1 Pembuatan Larutan NaOH 1M

$$\text{Molaritas} = \frac{\text{Massa}}{\text{Berat Molekul} \times \text{Volume Larutan}}$$

Pada penelitian ini digunakan larutan NaOH 1M sebanyak kurang lebih 1 liter untuk melakukan proses aktivasi pada arang tempurung kelapa sebanyak 500 gram. Sehingga massa NaOH yang dibutuhkan untuk membuat larutan NaOH 1M adalah :

$$\text{Massa (gram)} = \text{Molaritas}(\frac{\text{mol}}{\text{L}}) \times \text{Berat Molekul}(\frac{\text{g}}{\text{mol}}) \times \text{Volume Larutan(L)}$$

$$\text{Massa} = 1\text{M} \times 40\,\frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 1\text{L}$$

$$\text{Massa} = 40 \text{ gram}$$

A.2 Pembuatan Larutan NaOH 0,01N

$$\text{Normalitas} = \frac{\text{Massa} \times \text{Bilangan Ekuivalen}}{\text{Berat Molekul} \times \text{Volume Larutan}}$$

NaOH 0,01N yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sebesar 0,5 L. Oleh karena itu, massa NaOH yang dibutuhkan untuk membuat larutan NaOH 0,01N adalah :

$$\text{Massa} = \frac{\text{Normalitas} \times \text{Berat Molekul} \times \text{Volume Larutan}}{\text{Bilangan Ekuivalen}}$$

$$\text{Massa} = \frac{0{,}01\text{N} \times 40\,\frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 0{,}5\text{L}}{1}$$

$$\text{Massa} = 0{,}2 \text{ gram}$$

A.3 Pembuatan Larutan Asam Oksalat 0,01M

$$\text{Molaritas} = \frac{\text{Massa}}{\text{Berat Molekul} \times \text{Volume Larutan}}$$

Asam Oksalat 0,01M dibutuhkan sebanyak 250 mL untuk proses standarisasi larutan NaOH 0,01N. Oleh karena itu, massa asam oksalat yang dibutuhkan untuk membuat 250 mL larutan asam oksalat 0,01M adalah :

$$\text{Massa (gram)} = \text{Molaritas}\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right) \times \text{Berat Molekul}\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) \times \text{Volume Larutan(L)}$$

$$\text{Massa} = 0{,}01\text{M} \times 126{,}065\,\frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 0{,}25\text{L}$$

$$\text{Massa} = 0.3152\ \text{gram}$$

A.4 Standarisasi Larutan NaOH 0,01N

Standarisasi larutan NaOH 0,01N dilakukan dengan metode titrasi, dimana 10 mL larutan asam oksalat 0,01M dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,01N hingga warna larutan berubah menjadi merah muda. Volume Larutan NaOH 0,01N yang dibutuhkan adalah sebesar 19,4 mL

$$\text{Mol NaOH} = \text{Mol Asam Oksalat}$$

$$\text{Molaritas} \times \text{Volume} \times \text{Bil Ekuivalen} = \text{Molaritas} \times \text{Volume} \times \text{Bil Ekuivalen}$$

$$\text{Normalitas NaOH} \times 19{,}4\ \text{mL} = 0{,}01\text{M} \times 10\ \text{mL} \times 2$$

$$\text{Normalitas NaOH} = 0{,}01031\text{N}$$

A.5 Karakterirasi Adsorben

A.5.1 Perhitungan Kadar Air Adsorben

Kadar air adsorben ditentukan menggunakan alat moisture analyzer. Sebelum dilakukan uji kadar air menggunakan moisture analyzer, dilakukan pretreatment pada bahan yang digunakan sebagai adsorben yaitu melakukan pengeringan menggunakan oven pada suhu 105°C hingga diperoleh massa konstan, sehingga adsorben yang digunakan pada penelitian ini memiliki kadar air yang sangat minim. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan louyang sebagai wadahnya. Berikut merupakan tabel massa adsorben setelah dilakukan pengeringan :

Tabel A.1 Massa adsorben + wadah pada proses pengeringan

Sampel	Massa pada setiap percobaan pengeringan (gram)					
	1	2	3	4	5	6
Pengeringan I						
Wadah 1 (Teraktivasi 1)	636,8	551,9	520,0	518,2	518,0	-
Wadah 2 (Teraktivasi 2)	735,5	647,4	620,5	619,2	619,2	-
Wadah 3 (Teraktivasi 3)	508,1	481,6	481,5	481,2	481,1	-
Wadah 4 (Tidak Teraktivasi 1)	677,0	618,5	617,2	616,8	610,1	610,1
Wadah 5 (Tidak Teraktivasi 2)	605,6	542,3	539,8	539,3	539,2	539,2
Pengeringan II						
Wadah 1 (Teraktivasi 1)	578,7	570,3	569,9	569,9	-	-
Wadah 2 (Teraktivasi 2)	649,4	644,0	643,8	643,7	-	-
Wadah 3 (Tidak Teraktivasi 1)	751,9	750,6	750,1	750,1	-	-

Selanjutnya arang tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa yang teraktivasi dengan larugan NaOH 1M dilakukan uji kadar air menggunakan moisture analyzer masing-masing sebanyak 3 kali dan diperoleh hasil :

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel A.2 Kadar air adsorben

Percobaan	Kadar Air (%)	
	Teraktivasi	Tidak Teraktivasi
1	1,550	3,704
2	1,527	3,774
3	1,538	3,711
Rata-rata	1,538	3,730

A.5.2 Perhitungan Kadar Abu Adsorben

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{Massa\ abu\ yang\ terbentuk}{Massa\ adsorben\ awal} \times 100\%$$

Kadar abu adsorben diuji melalui proses pengabuan dengan memanaskan 1 gram adsorben di dalam furnace pada suhu 800°C selama 2 jam. Masing-masing arang tempurung kelapa maupun arang tempurung kelapa yang teraktivasi dengan NaOH 1M diuji kadar abunya sebanyak 3 kali. Berikut merupakan contoh perhitungan kadar abu pada arang tempurung kelapa teraktivasi :

Massa adsorben awal = 1,000 gram

Massa cawan kosong = 24,964 gram

Massa cawan kosong + abu yang terbentuk setelah pengabuan = 24,978 gram

Massa abu yang terbentuk = Massa (cawan kosong + abu) – Massa cawan kosong

Massa abu yang terbentuk = 24,978 – 24,964 = 0,014 gram

$$\text{Kadar abu} = \frac{0{,}014}{1} \times 100\% = 1{,}400\%$$

Berikut merupakan tabel hasil kadar abu adsorben :

Tabel A.3 Kadar abu adsorben

Sampel	Massa adsorben awal (gram)	Massa cawan kosong (gram)	Massa cawan + abu (gram)	Massa abu terbentuk (gram)	Kadar Abu (%)
Teraktivasi 1	1,000	24,964	24,978	0,014	1,400
Teraktivasi 2	1,000	30,750	30,765	0,015	1,500
Teraktivasi 3	1,000	33,253	33,267	0,014	1,400
		Rata-rata			**1,433**
Tidak Teraktivasi 1	1,000	30,311	30,372	0,061	6,100
Tidak Teraktivasi 2	1,000	22,053	22,114	0,061	6,100
Tidak Teraktivasi 3	1,000	24,883	24,944	0,061	6,100
		Rata-rata			**6,100**

A.5.3 Perhitungan Daya Serap Terhadap Methylene Blue dan Luas Permukaan Adsorben

Pengujian daya serap adsorben dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sebelum melakukan pengujian daya serap adsorben terhadap methylene blue, dilakukan pembuatan kurva kalibrasi methylene blue menggunakan larutan standar methylene blue 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm untuk memperoleh persamaan garis pada kurva yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi sampel methylene blue dengan nilai absorbansinya yang tercatat pada spektrofotometer UV-Vis. Persamaan ini digunakan untuk menentukan konsentrasi sampel methylene blue yang telah dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben. Daya serap adsorben terhadap methylene blue dapat ditentukan melalui persamaan :

$$\mathrm{Xm}\left(\frac{\mathrm{mg}}{\mathrm{g}}\right) = \frac{(\mathrm{X0} - \mathrm{X1}) \times \mathrm{V}}{1000 \times W}$$

Dimana : X0 = Konsentrasi awal methylene blue (1000 ppm)

X1 = Konsentrasi akhir methylene blue (ppm)

V = Volume methylene blue (50 mL)

W = Berat adsorben digunakan pada adsorpsi (0,1 gram)

Dengan mengetahui nilai daya serap adsorben terhadpa methylene blue, maka luas permukaan adsorben dapat ditentukan melalui persamaan :

$$S\left(\frac{m^2}{g}\right) = \frac{Xm \times N \times a}{1000 \times BM}$$

Dimana : Xm = Daya serap terhadap methylene blue (mg/g)

N = Bilangan Avogadro (6,022 x 10^{23} /gmol)

a = Luas permukaan 1 molekul methylene blue (197 x 10^{-20} m^2)

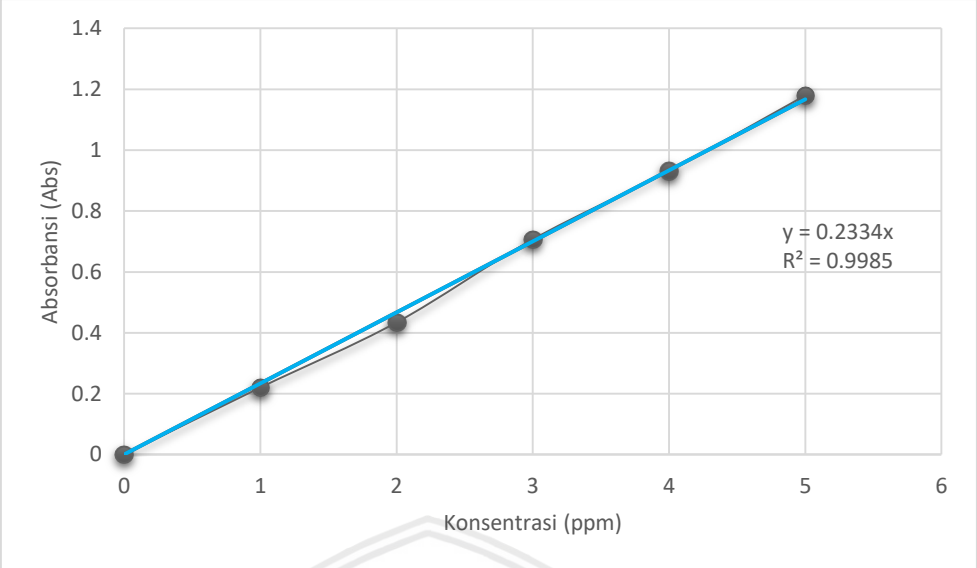
BM = Berat molekul methylene blue (319,86 g/gmol)

Melalui uji spektrofotometri larutan standar methylene blue pada panjang gelombang maksimum 664,8 nm, maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel A.4 Data konsentrasi dan absorbansi larutan standar methylene blue

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (Abs)
0,000	0,000
1,000	0,220
2,000	0,434
3,000	0,707
4,000	0,932
5,000	1,180

Data tersebut kemudian digunakan untuk membuat kurva kalibrasi standar seperti berikut :



Gambar A.1 Kurva kalibrasi standar methylene blue

Melalui kurva di atas diperoleh persamaan garis y = 0,2334x, dimana y merupakan nilai absorbansi yang terbaca pada UV-Vis dan x merupakan konsentrasi sampel. Melalui persamaan ini, konsentrasi sampel methylene blue yang telah diadsorpsi dengan adsorben dapat diketahui :

Tabel A.5 Data konsentrasi sampel methylene blue

Sampel	Faktor Pengenceran	Absorbansi (Abs)	Konsentrasi terbaca pada UV-Vis (ppm)	Konsentrasi Sesungguhnya (ppm)
Teraktivasi 1	10	1,814	7,704	77,037
Teraktivasi 2	10	1,783	7,573	75,731
Teraktivasi 3	10	1,819	7,725	77,247
Rata-rata				**76,672**
Tidak Teraktivasi 1	30	3,110	13,163	394,890
Tidak Teraktivasi 2	30	3,092	13,087	392,610

Tidak Teraktivasi 3	30	3,045	12,889	386,670
		Rata-rata		**391,390**

Contoh perhitungan konsentrasi sampel methylene blue yang telah diadsorpsi menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan NaOH 1M (teraktivasi 1):

Absorbansi sampel = 1,814 Abs

y = 0,2334x, dimana y = absorbansi (Abs) dan x = konsentrasi (ppm)

$$\text{Konsentrasi terbaca pada UV} - \text{Vis} = \frac{1{,}814\ \text{Abs}}{0{,}2334} = 7{,}7037\ \text{ppm}$$

Faktor pengenceran = 10 kali sehingga $V_2 = 10\ V_1$

$$\text{Konsentrasi sesungguhnya} \times \text{V1} = \text{Konsentrasi UV} - \text{Vis} \times \text{V2}$$

$$\text{Konsentrasi sesungguhnya} = \frac{7{,}7037 \times 10}{1} = 77{,}037\ \text{ppm}$$

Perhitungan daya serap arang tempurung kelapa teraktivasi terhadap methylene blue :

$$\text{Xm}\left(\frac{\text{mg}}{\text{g}}\right) = \frac{(\text{X0} - \text{X1}) \times \text{V}}{1000 \times W}$$

$$\text{Xm}\left(\frac{\text{mg}}{\text{g}}\right) = \frac{(1000 - 76{,}672)\frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 50\ \text{mL}}{1000\frac{\text{mg}}{\text{gram}} \times 0{,}1\ \text{gram}} = 461{,}664\frac{mg}{g}$$

Perhitungan luas permukaan adsorben :

$$\text{S}\left(\frac{\text{m}^2}{\text{g}}\right) = \frac{\text{Xm} \times \text{N} \times \text{a}}{1000 \times BM}$$

$$\text{S}\left(\frac{\text{m}^2}{\text{g}}\right) = \frac{461{,}664\frac{\text{mg}}{\text{g}} \times 6{,}022 \times 10^{23}/\text{gmol} \times 197 \times 10^{-20} m^2}{1000 \times 319{,}86\ \text{g/gmol}}$$

$$\text{S}\left(\frac{\text{m}^2}{\text{g}}\right) = 1712{,}273\frac{m2}{g}$$

Tabel A.6 Daya serap terhadap methylene blue dan luas permukaan adsorben

Sampel	Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	Daya serap (mg/g)	Luas permukaan (m^2/g)
Teraktivasi	1000	76,672	461,664	1712,273
Tidak Teraktivasi	1000	652,323	304,305	1128,642

A.6 Karakterisasi Minyak Jelantah

A.6.1 Perhitungan Kadar Air Minyak Jelantah

$$\text{Kadar Air } (\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Dimana : W_0 = Massa cawan kosong (gram)

W_1 = Massa cawan + minyak jelantah sebelum pengeringan (gram)

W_2 = Massa cawan + minyak jelantah setelah pengeringan (gram)

Contoh perhitungan :

Massa cawan kosong (W0) = 24,923 gram

Massa minyak jelantah (W1-W0) = 5,011 gram

Massa cawan + minyak jelantah sebelum pengeringan (W1) = 35,994 gram

Massa cawan + minyak jelantah setelah pengeringan (W2) = 35.488 gram

$$\text{Kadar Air } (\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air } (\%) = \frac{29{,}934 \text{ gram} - 27{,}910 \text{ gram}}{29{,}934 \text{ gram} - 24{,}923 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air } (\%) = 0{,}404\%$$

Tabel A.7 Data kadar air minyak jelantah

Sampel	Massa cawan kosong	Massa minyak	Massa cawan + minyak sebelum pengeringan	Massa cawan + minyak setelah pengeringan			Kadar air
				1	2	3	
A1P	30.994	5.000	35.994	35.491	35.490	35.488	0.1012
A2P	24.906	5.000	29.906	24.418	24.417	29.414	0.0984
A3P	30.777	5.002	35.779	35.292	35.290	35.289	0.0980

A4P	28.493	5.004	33.497	33.010	33.008	33.007	0.0979
A5P	24.981	5.006	29.987	29.498	29.497	29.495	0.0983
B1P	31.791	5.004	36.795	35.716	35.714	35.712	0.2164
B2P	33.272	5.007	38.279	37.290	37.289	37.289	0.1977
B3P	22.058	4.992	27.050	26.104	26.091	26.091	0.1921
B4P	30.326	5.031	35.357	34.395	34.393	34.392	0.1918
B5P	30.133	5.007	35.140	34.188	34.187	34.186	0.1905
A1U	22.058	5.015	27.073	26.614	26.614	26.613	0.0917
A2U	30.335	5.016	35.351	34.998	34.997	34.996	0.0708
A3U	30.131	5.004	35.135	34.798	34.797	34.796	0.0677
A4U	30.773	5.002	35.775	35.470	35.464	35.463	0.0624
A5U	30.992	5.004	35.996	35.688	35.686	35.686	0.0620
B1U	33.280	5.014	38.294	37.558	37.553	37.552	0.1480
B2U	24.982	4.998	29.980	29.311	29.310	29.309	0.1343
B3U	31.795	5.008	36.803	36.185	36.184	36.182	0.1240
B4U	28.494	5.011	33.505	32.888	32.886	32.885	0.1237
B5U	24.934	5.005	29.939	29.325	29.324	29.322	0.1233
Tanpa adsorpsi	24.923	5.011	29.934	27.930	27.915	27.910	0.4039

Dimana : AxP = sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan bantuan pengadukan dan menggunakan arang tempurung tempurung kelapa yang diaktivasi dengan NaOH 1M

AxU = sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan bantuan ultrasonikasi dan menggunakan arang tempurung tempurung kelapa yang diaktivasi dengan NaOH 1M

BxP = sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan bantuan pengadukan dan menggunakan arang tempurung tempurung kelapa

BxU = sampel minyak jelantah yang diadsorpsi dengan bantuan Ultrasonikasi dan menggunakan arang tempurung tempurung kelapa yang diaktivasi dengan NaOH 1M

x = Variabel percobaan (waktu)

Persentase penurunan kadar air pada minyak jelantah pada setial variabel dapat ditentukan melalui persamaan :

$$\text{Penurunan kadar air (\%)} = \frac{\text{Kadar air sebelum adsorpsi} - \text{kadar air setelah adsorpsi}}{\text{Kadar air sebelum adsorpsi}} \times 100\%$$

Tabel A.8 Penurunan kadar air minyak jelantah

Sampel	Kadar air sebelum adsorpsi (%)	Kadar air setelah adsorpsi (%)	Penurunan kadar air (%)
A1P	0.4039	0.1012	74.9450
A2P	0.4039	0.0984	75.6382
A3P	0.4039	0.0980	75.7470
A4P	0.4039	0.0979	75.7566
A5P	0.4039	0.0983	75.6674
B1P	0.4039	0.2164	46.4172
B2P	0.4039	0.1977	51.0479
B3P	0.4039	0.1921	52.4382
B4P	0.4039	0.1918	52.5117
B5P	0.4039	0.1905	52.8280
A1U	0.4039	0.0917	77.2909
A2U	0.4039	0.0708	82.4780
A3U	0.4039	0.0677	83.2276
A4U	0.4039	0.0624	84.5572
A5U	0.4039	0.0620	84.6624
B1U	0.4039	0.1480	63.3619
B2U	0.4039	0.1343	66.7616
B3U	0.4039	0.1240	69.2998
B4U	0.4039	0.1237	69.3676
B5U	0.4039	0.1233	69.4793

A.6.2 Perhitungan Kadar FFA Minyak Jelantah

$$\text{FFA (\%)} = \frac{\text{BM} \times \text{V} \times \text{N}}{10 \times m}$$

Dimana : BM = Berat molekul asam lemak (palmitat = 256,43 g/mol)

V = Volume larutan NaOH yang digunakan pada titrasi (mL)

N = Normalitas NaOH yang digunakan pada titrasi (0,0103N)

m = Massa sampel minyak jelantah (5 gram)

Contoh perhitungan pada minyak jelantah sebelum adsorpsi :

V NaOH yang digunakan pada titrasi = 18,4 mL

$$\text{FFA}\ (\%) = \frac{\text{BM} \times \text{V} \times \text{N}}{10 \times m}$$

$$\text{FFA}\ (\%) = \frac{256{,}43\,\frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 18{,}4\ \text{mL} \times 0{,}0103\text{N}}{10 \times 5{,}0015\ \text{gram}}$$

$$\text{FFA}\ (\%) = 0{,}9724\ \%$$

Tabel A.9 Data kadar FFA sampel

Sampel	Titik awal	Titik akhir	Volume NaOH (mL)	Massa sampel	%FFA
B1U	0	7.2	7.2	5.0130	0.3796
B1P	13	20.3	7.3	5.0080	0.3853
A1U	0	6.3	6.3	4.9970	0.3333
A1P	6.3	13	6.7	5.0030	0.3540
B2U	12.1	18.5	6.4	5.0140	0.3374
B2P	5.2	12.1	6.9	4.9980	0.3649
A2U	0	5.2	5.2	5.0060	0.2746
A2P	18	23.8	5.8	5.0150	0.3057
B3U	0	6.3	6.3	5.0110	0.3323
B3P	11.1	17.6	6.5	5.0240	0.3420
A3U	6.3	11.1	4.8	5.0210	0.2527
A3P	17.6	22.7	5.1	5.0280	0.2681
B4U	0	6.4	6.4	5.0130	0.3375
B4P	6.4	12.7	6.3	4.9910	0.3337
A4U	22.7	27.4	4.7	5.0070	0.2481
A4P	12.7	17.7	5	5.0160	0.2635
B5U	4.9	11.5	6.6	4.9980	0.3491
B5P	11.5	17.8	6.3	5.0000	0.3331
A5U	0	5.1	5.1	5.0180	0.2686
A5P	17.8	22.7	4.9	4.9910	0.2595
SEBELUM	0	18.4	18.4	5.0015	0.9724

Persen penurunan kadar FFA (%) $= \frac{\text{Kadar FFA sebelum adsorpsi} - \text{Kadar FFA setelah adsorpsi}}{\text{Kadar FFA sebelum adsorpsi}} \times 100\%$

Contoh perhitungan pada sampel A_1U dengan kadar FFA sebesar 0,333%

$$\text{Persen penurunan kadar FFA A1U}\ (\%) = \frac{0{,}9724 - 0{,}3333}{0{,}9724} \times 100\%$$

$$\text{Persen penurunan kadar FFA A1U}\ (\%) = 65{,}72\%$$

Tabel A.10 Data persentase penurunan kadar FFA

Variable	Kadar FFA sebelum adsorpsi (%)	Kadar FFA setelah adsorpsi (%)	Persentase penurunan kadar FFA (%)
A1P	0.9724	0.3540	63.5979
A2P	0.9724	0.3057	68.5631
A3P	0.9724	0.2681	72.4287
A4P	0.9724	0.2635	72.9046
A5P	0.9724	0.2595	73.3135
A1U	0.9724	0.3333	65.7300
A2U	0.9724	0.2746	71.7645
A3U	0.9724	0.2527	74.0144
A4U	0.9724	0.2481	74.4846
A5U	0.9724	0.2686	72.3737
B1P	0.9724	0.3853	60.3776
B2P	0.9724	0.3649	62.4737
B3P	0.9724	0.3420	64.8321
B4P	0.9724	0.3337	65.6888
B5P	0.9724	0.3331	65.7506
B1U	0.9724	0.3796	60.9593
B2U	0.9724	0.3374	65.3041
B3U	0.9724	0.3323	65.8258
B4U	0.9724	0.3375	65.2972
B5U	0.9724	0.3491	64.1053

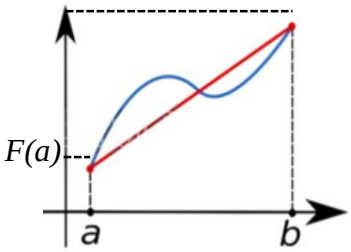
A.7 Perhitungan Efisiensi Total Penyisihan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Metode pendekatan trapezoidal digunakan untuk menentukan nilai efisiensi penyisihan kadar FFA pada setiap variabelnya melalui perhitungan luas bangun datar yang terbentuk pada grafik. Bangun datar yang terbentuk pada grafik merupakan trapesium yang luasnya dapat dihitung melalui persamaan :

$$L = \frac{b - a}{2}(f_{(a)} + f_{(b)})$$

Dimana :

F(b)

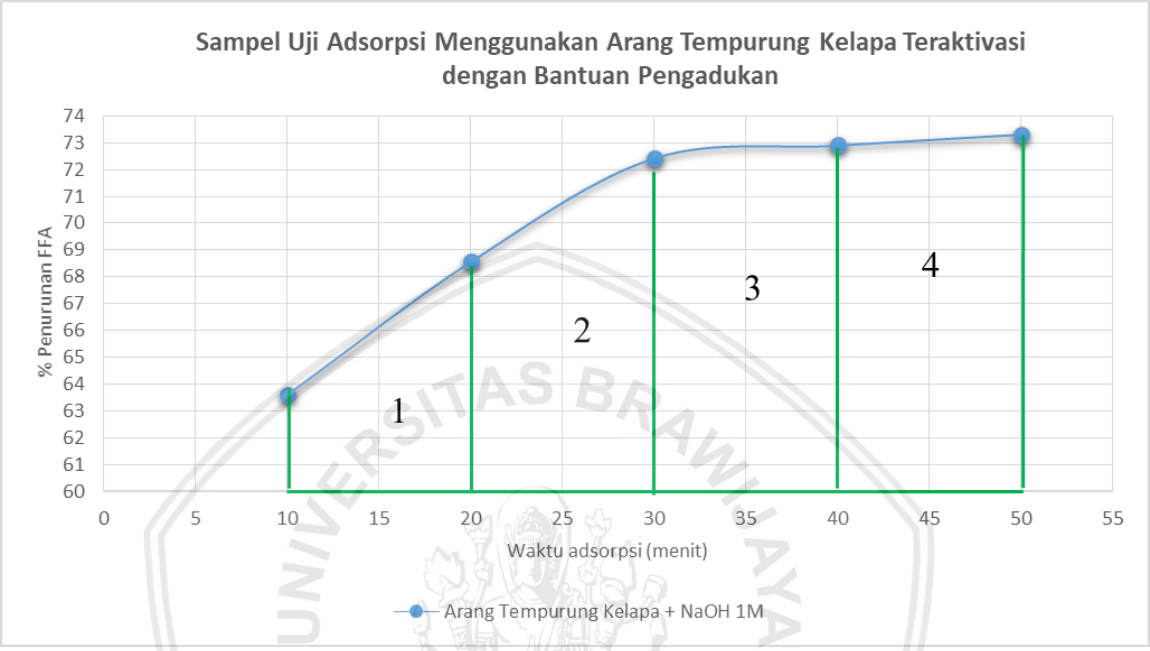


L = Luas trapesium yang terbentuk

b-a = $X_1 - X_0$ = tinggi trapesium yang terbentuk

f(a) = nilai Y pada saat X = a atau sisi atas/alas trapesium

f(b) = nilai Y pada saat X = b atau sisi atas/alas trapesium



Gambar A.2 Grafik penurunan kadar FFA (%) variabel AxP

$$\text{Luas 1} = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (3{,}5979 + 8{,}5631) \times 10 = 60{,}805 \text{ satuan luas}$$

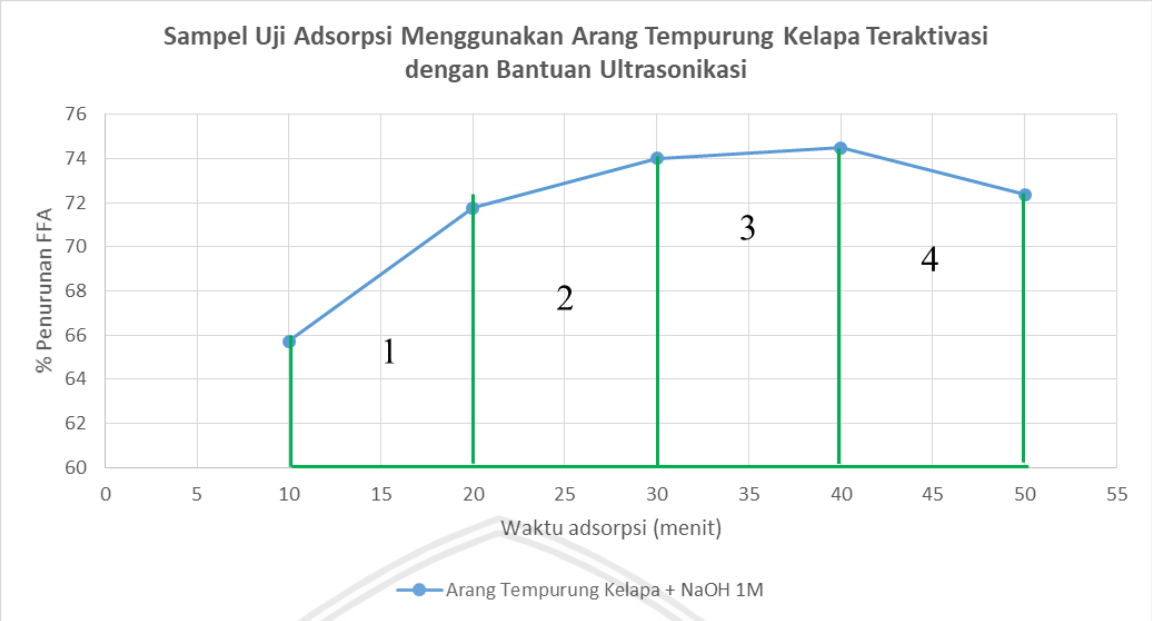
$$\text{Luas 2} = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (8{,}5631 + 12{,}4287) \times 10 = 104{,}959 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas 3} = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (12{,}4287 + 12{,}9046) \times 10 = 126{,}667 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas 4} = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (12{,}9046 + 13{,}3135) \times 10 = 131{,}091 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas total} = \text{Luas 1} + \text{Luas2} + \text{Luas 3} + \text{Luas 4} = 423{,}521 \text{ satuan luas}$$

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar A.3 Grafik penurunan kadar FFA (%) variabel AxU

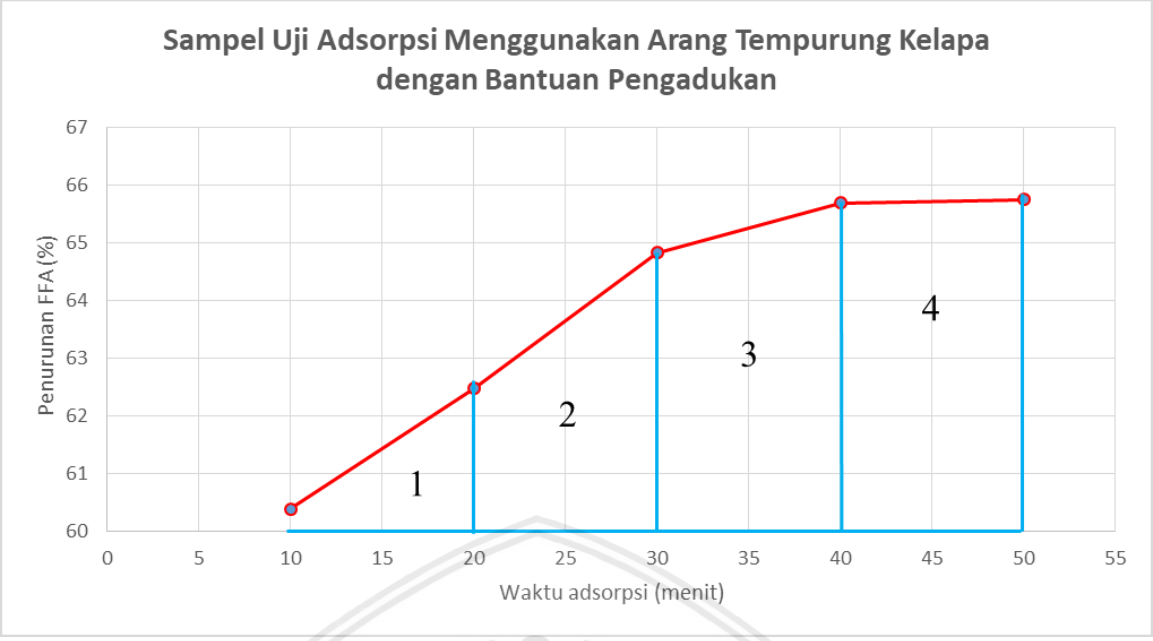
$$\text{Luas } 1 = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (5{,}7300 + 11{,}7645) \times 10 = 87{,}473 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas } 2 = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (11{,}7645 + 14{,}0144) \times 10 = 128{,}895 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas } 3 = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (14{,}0144 + 14{,}4846) \times 10 = 142{,}495 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas } 4 = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (14{,}4846 + 12{,}3737) \times 10 = 134{,}292 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas total} = \text{Luas } 1 + \text{Luas } 2 + \text{Luas } 3 + \text{Luas } 4 = 493{,}154 \text{ satuan luas}$$



Gambar A.4 Grafik penurunan kadar FFA (%) variabel BxP

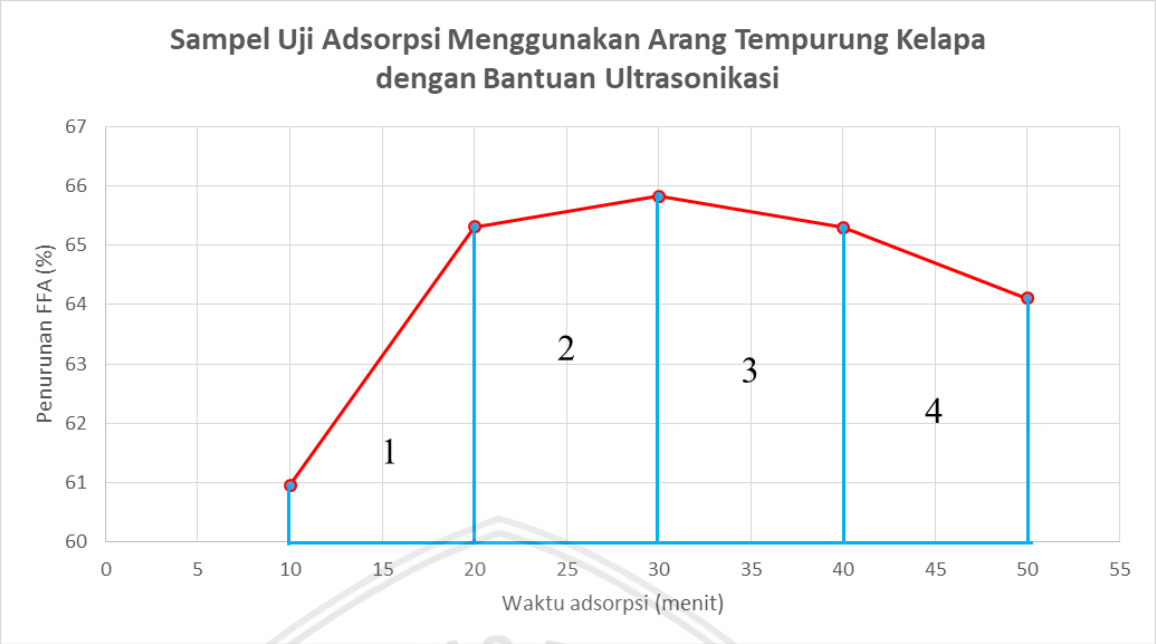
$$\text{Luas 1} = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (0{,}3776 + 2{,}4737) \times 10 = 14{,}257 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas 2} = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (2{,}4737 + 4{,}8321) \times 10 = 36{,}529 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas 3} = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (4{,}8321 + 5{,}6888) \times 10 = 52{,}605 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas 4} = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (5{,}6888 + 5{,}7506) \times 10 = 57{,}197 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas total} = \text{Luas 1} + \text{Luas 2} + \text{Luas 3} + \text{Luas 4} = 160{,}587 \text{ satuan luas}$$



Gambar A.5 Grafik penurunan kadar FFA(%) variabel BxU

$$\text{Luas } 1 = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (0{,}9593 + 5{,}3041) \times 10 = 31{,}317 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas } 2 = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (5{,}3041 + 5{,}8258) \times 10 = 55{,}650 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas } 3 = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (5{,}8258 + 5{,}2972) \times 10 = 55{,}615 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas } 4 = \text{Luas trapesium} = \frac{1}{2} \times (5{,}2972 + 4{,}1053) \times 10 = 47{,}013 \text{ satuan luas}$$

$$\text{Luas total} = \text{Luas } 1 + \text{Luas } 2 + \text{Luas } 3 + \text{Luas } 4 = 189{,}594 \text{ satuan luas}$$

Tabel A.11 Perhitungan efisiensi total penyisihan FFA berdasarkan metode trapezoidal

Keterangan	f(a)	f(b)	b-a	L = (f(a)+f(b)) x (b-a)/2
Arang Tempurung Kelapa Teraktivasi + Ultrasonikasi				
Luas 1	5.730	11.765	10.000	87.4725
Luas 2	11.765	14.014	10.000	128.8945
Luas 3	14.014	14.485	10.000	142.495
Luas 4	14.485	12.374	10.000	134.2915
Luas Total	-	-	-	493.1535
Arang Tempurung Kelapa Teraktivasi + Pengadukan				
Luas 1	3.598	8.563	10.000	60.805
Luas 2	8.563	12.429	10.000	104.959
Luas 3	12.429	12.905	10.000	126.6665
Luas 4	12.905	13.3135	10.000	131.0905
Luas Total	-	-	-	423.521
Arang Tempurung Kelapa + Ultrasonikasi				
Luas 1	0.959	5.304	10.000	31.317
Luas 2	5.304	5.826	10.000	55.6495
Luas 3	5.826	5.297	10.000	55.615
Luas 4	5.297	4.1053	10.000	47.0125
Luas Total	-	-	-	189.594
Arang Tempurung Kelapa + Pengadukan				
Luas 1	0.378	2.474	10.000	14.2565
Luas 2	2.474	4.832	10.000	36.529
Luas 3	4.832	5.689	10.000	52.6045
Luas 4	5.689	5.7506	10.000	57.197
Luas Total	-	-	-	160.587

LAMPIRAN B
DOKUMENTASI KEGIATAN

No.	Gambar	Keterangan
1		Pengurangan ukuran dan pengayakan arang tempurung kelapa
2		Aktivasi arang tempurung kelapa

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3		Penyaringan arang tempurung kelapa
4		Pengeringan arang tempurung kelapa

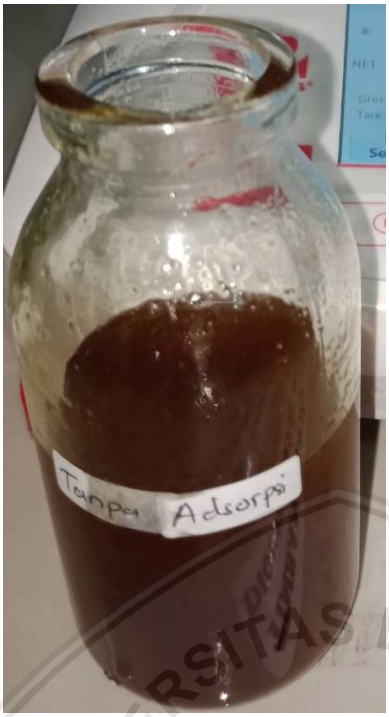
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

5		Hasil filtrasi adsorpsi *methylene blue*
6		Hasil pembuatan blanko dan larutan standar methylene blue 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

7		Adsorpsi minyak jelantah dengan bantuan pengadukan
8		Adsorpsi minyak jelantah dengan bantuan ultrasonikasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

9		Minyak jelantah sebelum adsorpsi
10		Hasil adsorpsi minyak jelantah

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

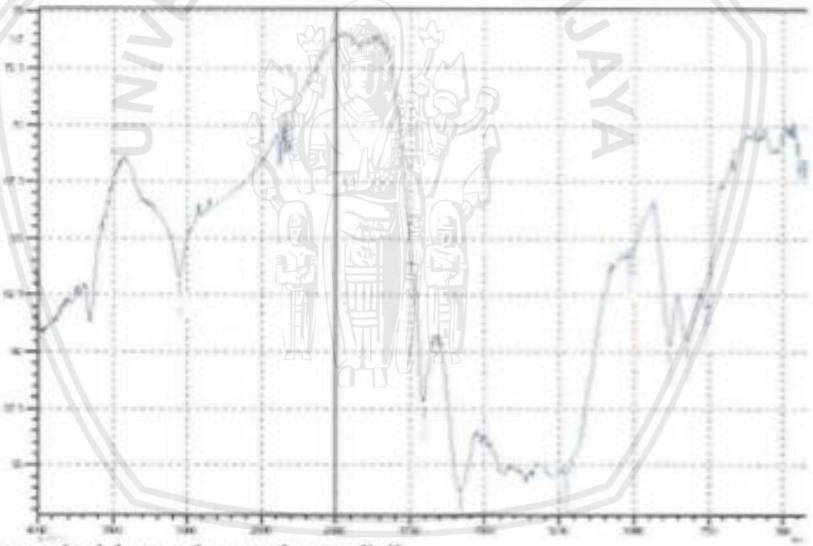
11		Pengujian kadar FFA minyak jelantah
12		Hasil pengujian kadar FFA minyak jelantah menggunakan metode titrasi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS NEGERI MALANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL)
Jalan Semarang 5, Malang 65145
Telp. 0341-551312 (psw 200)/ 574895/ 085106001088
E-mail : laboratoriumsentralum@yahoo.co.id
Website : central-laboratory.um.ac.id

LAPORAN HASIL UJI
LSUM.LHU.F.00528.2019

Customers	: **Adam Shandy Arsyad - UB**
Contact Customer	: 081217720027 / email :adam.arsyad@yahoo.co.id
Methods	: IK.F.1
Test Equipment	: FT IR
Received Date	: Juli 17, 2019
Order Number	: LHU.P.00815.2019
	SPECIMEN DESCRIPTION
Condition of Samples	: Sampel butiran hitam dalam plastik klip
Sample Code	: F 652
Material Name	: Karbon
Measurement time	: Juli 18, 2019
	OPERATOR, ANALYZER &SUPERVISOR
Analyzer	: Mailinda A.H., S.Si
Supervisor	: Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
	RESULTS
Remark	:



*Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji

Malang, 22 Juli 2019

Mengetahui,
Manajer Teknis

Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
NIP. 196605281991032001

Menyetujui
a.n Dekan
Kepala Lab. Mineral dan Material Maju FMIPA UM

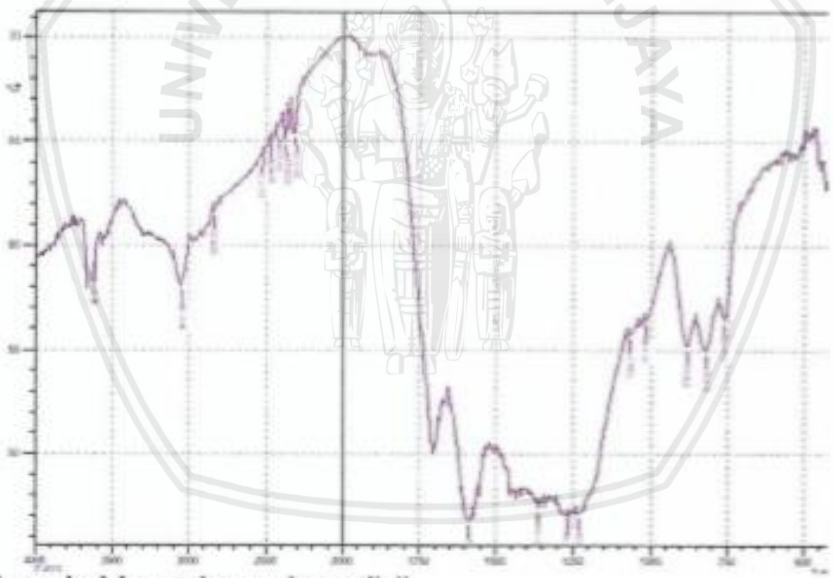
Nandang Mufti, S.Si, M.T, Ph.D
NIP. 197208152005011001

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS NEGERI MALANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL)
Jalan Semarang 5, Malang 65145
Telp. 0341-551312 (pesw 200); 574895; 085106001088
E-mail : laboratoriumsentralum@yahoo.co.id
Website : central-laboratory.um.ac.id

LAPORAN HASIL UJI
LSUM.LHU.F.00529.2019

Customers	**: Adam Shandy Arsyad - UB**
Contact Customer	: 081217720027 / email :adam.arsyad@yahoo.co.id
Methods	: IK.F.1
Test Equipment	: FT IR
Received Date	: Juli 17, 2019
Order Number	: LHU.P.00815.2019
	SPECIMEN DESCRIPTION
Condition of Samples	: Sampel butiran hitam dalam plastik klip
Sample Code	: F 653
Material Name	: Karbon Teraktivasi
Measurement time	: Juli 18, 2019
	OPERATOR, ANALYZER &SUPERVISOR
Analyzer	: Mailinda A.H., S.Si
Supervisor	: Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
	RESULTS
Remark	:



*Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji

Malang, 22 Juli 2019

Mengetahui,
Manajer Teknis

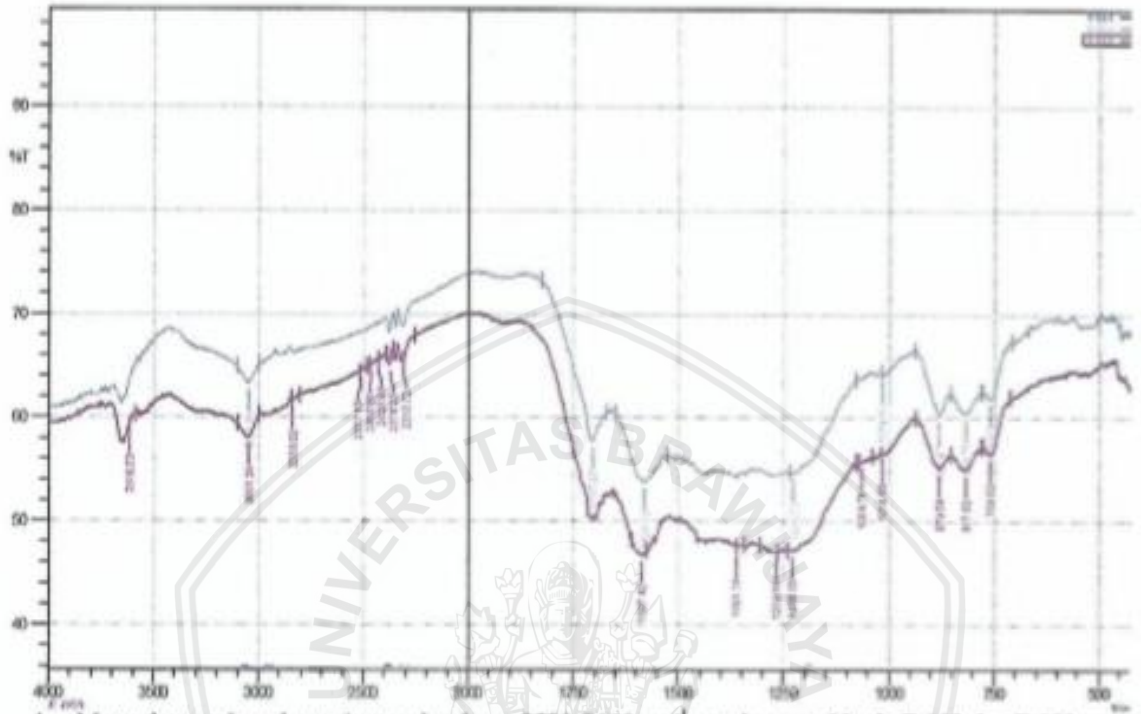
Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D.
NIP. 196605281991032001

Menyetujui
a.n Dekan
Kepala Lab. Mineral dan Material Maju FMIPA UM

Nandang Mufti, S.Si, M.T, Ph.D
NIP. 197208152005011001

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS NEGERI MALANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL)
Jalan Semarang 5, Malang 65145
Telp. 0341-551312 (pesw 200)/ 574895/ 085106001088
E-mail : laboratoriumsentralum@yahoo.co.id
Website : central-laboratory.um.ac.id



1. Muncul puncak pada panjang gelombang 3500-3650 cm^{-1} untuk sampel kode F 652 dan F 653 yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi O-H Asam karboksilat Monomer yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
2. Muncul puncak pada panjang gelombang 3590-3650 cm^{-1} untuk sampel kode F 652 dan F 653 yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi O-H Alkohol Monomer/ fenol yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
3. Muncul puncak pada panjang gelombang 3010-3100 & 690-900 cm^{-1} untuk sampel kode F 652 dan F 653 yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-H cincin aromatik yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut
4. Muncul puncak pada panjang gelombang 3010-3095 & 675-995 cm^{-1} untuk sampel kode F 652 dan F 653 yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C-H Alkena yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
5. Muncul puncak pada panjang gelombang 1500-1600 cm^{-1} untuk sampel kode F 652 dan F 653 yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C=C cincin aromatik yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.
6. Muncul puncak pada panjang gelombang 1690-1760 cm^{-1} untuk sampel kode F 652 dan F 653 yang kemungkinan menunjukkan adanya gugus fungsi C=O Aldehid/ keton/ asam karboksilat/ ester yang biasanya muncul pada panjang gelombang tersebut.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA