

**PEMURNIAN MINYAK BEKATUL BERAS MERAH (*Oryza nivara*)
MENGUNAKAN METODE ADSORPSI ARANG AKTIF DENGAN
VARIASI KONSENTRASI KARBON ARANG AKTIF DAN WAKTU
ADSORPSI**

SKRIPSI

**Oleh:
NUR LAILI VIQIH CAHYANI
NIM. 18630024**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**PEMURNIAN MINYAK BEKATUL BERAS MERAH (*Oryza nivara*)
MENGUNAKAN METODE ADSORPSI ARANG AKTIF DENGAN
VARIASI KONSENTRASI KARBON ARANG AKTIF DAN WAKTU
ADSORPSI**

SKRIPSI

**Oleh:
NUR LAILI VIQIH CAHYANI
NIM. 18630024**

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**PEMURNIAN MINYAK BEKATUL BERAS MERAH (*Oryza nivara*)
MENGUNAKAN METODE ADSORPSI ARANG AKTIF DENGAN
VARIASI KONSENTRASI KARBON ARANG AKTIF DAN WAKTU
ADSORPSI**

Oleh :
Nur Laili Viqih Cahyani
NIM. 18630024

Telah Disetujui dan Disahkan
Tanggal: 25 Oktober 2023

Pembimbing I


Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P
NIP. 19750410 200501 2 009

Pembimbing II


Ahmad Hanapi, M.Sc
NIDT. 19851225 20160801 1 069

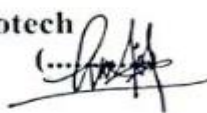

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Rachmayanti, S.Si
NIDT. 19851225 20160801 2 010

**PEMURNIAN MINYAK BEKATUL BERAS MERAH (*Oryza nivara*)
MENGUNAKAN METODE ADSORPSI ARANG AKTIF DENGAN
VARIASI KONSENTRASI KARBON ARANG AKTIF DAN WAKTU
ADSORPSI**

SKRIPSI

Oleh:
NUR LAILI VIQIH CAHYANI
NIM. 18630024

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S.Si)
Tanggal: 29 September 2023

Ketua Penguji	: Himmatul Barroroh, M.Si NIP.19750730 200312 2 001	
Anggota Penguji I	: Fadilah Nor Laili Lutfia, M.Biotech LB. 63033	
Anggota Penguji II	: Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P NIP. 19750410 200504 2 009	
Anggota Penguji III	: Ahmad Hanapi, M.Sc NIDT. 19851225 20160801 1 069	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Rachmawati Mingsih, M. Si
NIP. 19840811 200801 2 010

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Laili Viqih Cahyani
NIM : 18630024
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pemurnian Minyak Bekatul Beras Merah (*Oryza nivara*) Menggunakan Metode Adsorpsi Arang Aktif Dengan Variasi Konsentrasi Karbon Arang Aktif dan Waktu Adsorpsi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi perbuatan tersebut.

Malang, 25 Oktober 2023
Yang membuat pernyataan,



Nur Laili Viqih Cahyani
NIM. 18630024

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat, hidayah dan ridho-Nya. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai bentuk rasa cinta yang besar kepada beliau.

Sebagai bentuk rasa terima kasih, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Untuk kedua orang tua saya yang telah memberikan semangat, motivasi, do'a, dan mendukung apa yang saya lakukan. Terima kasih telah memberikan banyak memberikan pelajaran hidup yang tidak didapatkan di bangku sekolah. Semoga orang tua saya bangga dengan perjuangan anaknya.
2. Untuk para dosen dan seluruh laboran Program Studi Kimia khususnya Ibu Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P selaku dosen pembimbing utama dan dosen wali, Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing agama yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu baik pada proses perkuliahan maupun penelitian sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
3. Untuk diri sendiri yang mau dan mampu bertahan, berjuang, berusaha sekuat yang saya bisa, tidak menyerah walau banyak masalah yang datang, terima kasih karena sudah bertahan untuk tetap kuat sampai detik ini.
4. Untuk teman-temanku semua, khususnya teman-teman yang selalu setia menemani dalam proses terselesainya penyusunan skripsi ini.

MOTTO

“So be patient. Indeed, the promise of Allah is true”

QS Ar-Rum: 60

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah melimpahkan Rahmat, Taufiq dan Hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul, "**Pemurnian Minyak Bekatul Beras Merah (*Oryza nivara*) Menggunakan Metode Adsorpsi Arang Aktif dengan Variasi Konsentrasi Karbon Arang Aktif dan Waktu Adsorpsi**". Shalawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing manusia dari jalan kegelapan menuju jalan yang diridhai Allah SWT yaitu agama islam.

Penulis menyadari bahwa sulit untuk menyelesaikan skripsi ini tanpa kontribusi, dan keterlibatan dari berbagai pihak sebagai akibat keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, izinkanlah penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Ibu Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P selaku dosen wali dan pembimbing, serta Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing agama telah membimbing dan memberikan arahan untuk menyelesaikan skripsi.
5. Seluruh Dosen Program Studi Kimia yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat bagi penulis.

Penulis sadar bahwa dalam pelaksanaan maupun penyusunan skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran akan kami terima dengan lapang hati dan mohon maaf kepada semua pihak apabila terdapat kesalahan selama penyusunan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan

menambah khasanah ilmu pengetahuan. Demikian skripsi ini kami buat semoga dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Malang, 25 Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مُسْتَخْلَصُ الْبَحْث	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 8
2.1 Pemanfaatan Bekatul dalam Perspektif Islam	8
2.2 Bekatul Beras Merah	9
2.3 Minyak Bekatul	11
2.4 Ekstraksi Soxhlet	14
2.5 Karbon Aktif	15
2.6 Adsorpsi Karbon Arang Aktif	18
2.7 Pengolahan Minyak Bekatul	19
2.7.1 Ekstraksi	19
2.7.2 <i>Degumming</i>	20
2.7.3 Adsorpsi	21
2.8 Kualitas Minyak Bekatul	22
2.8.1. Asam Lemak Bebas	22
2.8.2. Bilangan Peroksida	23
2.9 GC-MS (<i>Gas Chromatography – Mass Spectrometry</i>)	24
2.10 Titrasi Iodometri	26
2.11 Titrasi Asidi-Alkalimetri	27
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2 Alat dan Bahan	35
3.2.1 Alat	35

3.2.2 Bahan	35
3.3 Rancangan Penelitian	35
3.4 Tahapan Penelitian	36
3.5 Prosedur Penelitian.....	37
3.5.1 Preparasi Sampel.....	37
3.5.2 Ekstraksi Minyak Bekatul dengan Soxhlet.....	37
3.5.3 Evaporasi Pelarut	38
3.5.4 Proses <i>Degumming</i>	38
3.5.5 Proses Pengaktifan Arang.....	38
3.5.6 Proses Adsorpsi.....	39
3.5.7 Uji Kualitas Minyak Bekatul	39
3.5.8 Analisis Zat Kimia Minyak Bekatul Menggunakan GC-MS.....	40
3.7 Analisis data	41
BAB V PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Lapisan bekatul dalam padi	10
Gambar 2.2	Struktur β -karoten	13
Gambar 2. 3	Struktur tokoferol	13
Gambar 2. 4	Struktur γ -oryzanol	13
Gambar 2. 5	Struktur phytosterol	13
Gambar 2. 6	Struktur squalene	13
Gambar 2. 7	Rangkaian alat soxhlet	14
Gambar 2. 8	Karbon arang aktif	17
Gambar 2. 9	Struktur karbon aktif	17
Gambar 2. 10	Kromatogram GC-MS Minyak bekatul beras merah	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Komponen makronutrien dan bioaktif bekatul beras	10
Tabel 2. 2	Sifat fisika kimia minyak bekatul	12
Tabel 3. 1	Kombinasi perlakuan adsorpsi dengan arang aktif	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir.....	75
-------------------------------	----

ABSTRAK

Cahyani, Nur Laili Viqih. 2023. **Pemurnian Minyak Bekatul Beras Merah (*Oryza nivara*) Menggunakan Metode Adsorpsi Arang Aktif dengan Variasi Konsentrasi Karbon Arang Aktif dan Waktu Adsorpsi.** Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing I: Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P; Pembimbing II: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Kata kunci: Bekatul Beras Merah, Ekstraksi Soxhlet, Adsorpsi Arang Aktif, Adsorpsi, Uji Kualitas

Bekatul merupakan produk samping hasil pengolahan padi yang diperoleh melalui proses penggilingan padi dari lapisan terluar beras yaitu antara kulit yang berwarna coklat dengan butir beras. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi karbon arang aktif dan lama adsorpsi terhadap kualitas minyak bekatul. Proses pemurnian minyak dilakukan dengan 4 tahap, yaitu proses ekstraksi dengan metode soxhlet, evaporasi pelarut, *degumming*, dan adsorpsi. Minyak bekatul beras merah dilakukan uji kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan identifikasi senyawa asam lemak menggunakan instrumen GC-MS. Pemurnian minyak bekatul menggunakan karbon arang aktif memberikan pengaruh terhadap nilai kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida. Semakin tinggi konsentrasi karbon arang aktif dan waktu adsorpsi maka semakin rendah kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida yang dihasilkan. Pada uji GC-MS terdapat 14 senyawa yang terdeteksi, dan setelah proses adsorpsi menjadi 13 senyawa. Senyawa yang dominan pada minyak bekatul beras merah adalah asam linoleat, asam oleat, dan asam palmitat Terdapat perbedaan pada senyawa minyak bekatul sebelum dan setelah proses adsorpsi yaitu hilangnya senyawa *Cholest-5-ene, 3-bromo-, (3.beta.)*, yang mana berdasarkan penelitian ini senyawa tersebut teradsorp oleh karbon arang aktif.

ABSTRACT

Cahyani, Nur Laili Viqih. 2023. **Purification Red Rice Bran Oil (*Oryza nivara*) Using Activated Charcoal Adsorption Method with Variations in Activated Charcoal Carbon Concentration and Adsorption Time.** Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing I: Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P; Pembimbing II: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Key Words: Brown Rice Bran, Soxhlet Extraction, Activated Charcoal Adsorption, Bleaching, Quality Test

Rice bran is a by-product of rice processing which is obtained through the rice milling process from the outer layer of rice, namely between the brown skin and the rice grains. The aim of this research is to determine the effect of activated charcoal carbon concentration and adsorption time on the quality of pure oil. The oil refining process is carried out in 4 stages, namely the extraction process using the Soxhlet method, solvent evaporation, degumming and adsorption. Red rice bran oil was tested for free fatty acid content, peroxide value, and identification of fatty acid compounds using a GC-MS instrument. Purification of rice bran oil using activated charcoal has an influence on the free fatty acid content and peroxide value. The higher the activated charcoal carbon concentration and adsorption time, the lower the free fatty acid levels and peroxide value produced. In the GC-MS test, 14 compounds were detected, and after the adsorption process 13 compounds were detected. The dominant compounds in brown rice bran oil are linoleic acid, oleic acid, and palmitic acid. There are differences in the rice bran oil compounds before and after the adsorption process, namely the loss of the compounds Cholest-5-ene, 3-bromo-, (3.beta.), which based on this research, the compound is adsorbed by activated charcoal.

مستخلص البحث

جاهياني، نور ليلي فقه. ٢٠٢٣. تنقية زيت نخالة الأرز البني (*Oryza nivara*) باستخدام طريقة امتزاز الفحم المنشط مع اختلافات في تركيز كربون الفحم المنشط ووقت الامتزاز. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: د. أعين الجنة، الماجستير. المشرف الثاني: أحمد حنفي، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: نخالة الأرز البني، استخراج Soxhlet، امتزاز الفحم المنشط، الامتزاز، اختبار الجودة.

نخالة الأرز هي منتج ثانوي لمعالجة الأرز يتم الحصول عليها من خلال عملية طحن الأرز من الطبقة الخارجية للأرز، أي بين الجلد البني وحبوب الأرز. كان الهدف من هذا البحث هو معرفة تأثير تركيز كربون الفحم المنشط ومدة الامتزاز على جودة زيت النخالة. تتم عملية تنقية النفط على ٤ مراحل، وهي عملية الاستخراج بطريقة Soxhlet، وتبخر المذيبات، وإزالة الصمغ، والامتزاز. تم اختبار زيت نخالة الأرز البني لمستويات الأحماض الدهنية المجانية، وعدد البيروكسيد، وتحديد مركبات الأحماض الدهنية باستخدام أداة GC-MS. تنقية زيت النخالة باستخدام كربون الفحم المنشط له تأثير على قيمة مستويات الأحماض الدهنية الحرة وعدد البيروكسيد. كلما زاد تركيز كربون الفحم المنشط ووقت الامتزاز، انخفضت مستويات الأحماض الدهنية الحرة وعدد البيروكسيد المنتج. في اختبار GC-MS، تم اكتشاف ١٤ مركبا، وبعد عملية الامتزاز أصبح ١٣ مركبا. المركبات السائدة في زيت نخالة الأرز البني هي حمض اللينوليك وحمض الأوليك وحمض النخيل هناك اختلافات في مركبات زيت النخالة قبل وبعد عملية الامتزاز، وهي فقدان مركبات 3-bromo-، Cholest-5-ene، (3.beta.)، بينما من نتائج هذه البحث يتم امتصاص هذه المركبات بواسطة كربون الفحم المنشط.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara produsen beras yang cukup besar, sehingga akan berdampak pada meningkatnya hasil samping dari produksi tersebut. Salah satu hasil samping dari produksi beras yaitu bekatul. Bekatul merupakan produk samping hasil pengolahan padi yang diperoleh melalui proses penggilingan padi dari lapisan terluar beras yaitu antara kulit padi yang berwarna coklat dengan butir beras (Yosi, dkk., 2014). Padi yang digiling menjadi beras menghasilkan produk samping berupa sekam (bagian pembungkus atau kulit terluar padi) 15-20%, bekatul (kulit ari yang dihasilkan melalui proses penyosohan) 8-12%, dan menir (bagian beras yang hancur) 3% (Cahyanine, dkk., 2008). Sebanyak 60-90 kg bekatul dapat dihasilkan dari penggilingan satu ton padi. Di Indonesia pemanfaatan bekatul digunakan sebagai pakan ternak dengan mutu yang rendah. Padahal kandungan gizi yang terdapat dalam bekatul cukup baik untuk dimanfaatkan sebagai produk pangan (minyak) dan kesehatan (Naim, 2016). Di Indonesia pemanfaatan kandungan bekatul yang melimpah masih rendah, Allah telah menjelaskan dalam Al-Qur'an bahwa segala sesuatu yang diciptakan oleh-Nya tidak sia-sia. Sebagaimana dalam firman Allah dalam QS. Ali-Imran (3): 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya:

(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.

Ayat diatas menjelaskan bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT di muka bumi tidak ada yang sia-sia. Orang-orang yang mengingat Allah adalah orang-orang yang senantiasa berfikir sehingga akan mengakui bahwa segala sesuatu ciptaan Allah yang ada di bumi tidak ada yang sia-sia termasuk bekatul.

Bekatul dapat diekstrak sebagai sumber vitamin B. Bekatul mengandung asam fitat yang digunakan sebagai bahan pengkelat dalam berbagai industri, yaitu sebagai antioksidan, bahan pangan (minyak), penjernihan air, dan anti karat (Dewi & Purwoko, 2005). Menurut Kahlon, dkk. (1996), bekatul memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar kolesterol darah (sifat hipokolesterolemik) dan kadar trigliserida (sifat hipolipemik). Bekatul aman dikonsumsi oleh penderita jantung dan kolesterol karena mengandung lemak tidak jenuh yang tinggi (Cahyanine, dkk., 2008). Bekatul mengandung minyak yang dapat digunakan untuk keperluan produk pangan. Beberapa jenis lemak yang terkandung dalam bekatul yaitu 47% lemak *monounsaturated*, 33% *polyunsaturated* dan 20% *saturated*. Minyak pada bekatul mengandung asam lemak jenuh dan tidak jenuh pada rangkaian ikatan karbonnya. Minyak bekatul mengandung asam lemak antara lain: asam oleat 38,4%; linoleat 34,4%; palmitat 21,5%, linolenat 2,2% dan stearat 2,9%. Mengonsumsi bekatul dapat menurunkan resiko kanker adenoma disaluran usus sampai 51% (Gescher, 2007). Minyak bekatul kasar memiliki bilangan peroksida dan kadar asam lemak yang tinggi. Oleh karena itu, minyak bekatul kasar memiliki sifat kimia dan fisika yang buruk sehingga perlu untuk dimurnikan.

Minyak bekatul mengandung asam lemak dan antioksidan (*tocopherol*, *oryzanol*, *phytosterol*, *tocotrienol*, *squalene* dan *polyphenol*). Beras merah memiliki kandungan antioksidan yang lebih tinggi daripada beras putih (Siswanti, dkk., 2018). Mumpuni & Ayustaningwarno (2013) melaporkan bahwa kadar beta karoten pada bekatul beras merah lebih tinggi daripada bekatul beras hitam dan putih. Widarta, dkk. (2013) mengekstrak bekatul beras hitam, beras merah, dan beras putih dengan metode maserasi dan pelarut metanol, didapatkan hasil bahwa rendemen tertinggi terdapat pada bekatul beras merah yaitu 5,08%, bekatul beras hitam memiliki rendemen sebesar 3,05% dan bekatul beras putih sebesar 3,91%. Sehingga pada penelitian ini akan menguji pemurnian minyak dari bekatul beras merah.

Minyak bekatul dapat diperoleh dengan cara ekstraksi, pada penelitian ini menggunakan ekstraksi soxhlet. Soxhlet menggunakan prinsip pengekstrakkan suatu senyawa dengan menggunakan pelarut sehingga ekstraksinya akan terus-menerus atau kontinyu. Sebelum diekstraksi, bekatul mengalami proses stabilisasi. Penelitian Julianty (2021) mengekstrak biji labu kuning (*Cucurbita moschata*) menjadi minyak menggunakan ekstraksi soxhlet dengan pelarut heksana pada temperatur 70°C selama 4-6 jam menghasilkan rendemen sebesar 56,40%. Suprijana, dkk. (2002) melaporkan ekstraksi bekatul menggunakan ekstraksi soxhlet pada suhu 60°C selama 4 jam dengan pelarut heksana menghasilkan rendemen sebesar 14,01%. Menurut penelitian Mutiara & Wukan (2013) mengekstraksi bekatul menggunakan pelarut n-heksana dengan metode ekstraksi soxhlet menghasilkan rendemen terbesar yaitu 14,71%. Pelarut n-heksana baik digunakan untuk ekstraksi karena n-heksana merupakan pelarut yang

paling ringan dalam mengangkat minyak yang terkandung dalam biji-bijian dan bekatul. Selain itu, n-heksana memiliki sifat *volatile* atau mudah menguap sehingga memudahkan saat proses *refluks*. Pelarut n-heksana memiliki titik didih antara 65-70°C (Susanti dkk., 2012). Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa metode ekstraksi soxhlet dengan pelarut n-heksana baik untuk digunakan mengekstrak minyak bekatul.

Minyak hasil ekstraksi belum bisa dikatakan minyak bekatul murni sebelum melalui proses pemurnian. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses pemurnian untuk dapat memperoleh minyak bekatul yang baik dan memberikan manfaat. Pemurnian minyak bertujuan untuk menghilangkan bau dan rasa yang tidak sedap, serta dapat membuat minyak lebih tahan lama. Pemurnian minyak bekatul dapat menggunakan adsorben. Penambahan adsorben bertujuan untuk mengadsorpsi kotoran pada minyak sehingga menjadi murni (Ketaren, 2008). Karbon aktif adalah salah satu adsorben yang sering digunakan. Karbon aktif yang akan digunakan harus diaktivasi terlebih dahulu, hal tersebut bertujuan untuk memperluas pori-pori sehingga akan memaksimalkan proses adsorpsi (Sagita dkk., 2020). Permukaan arang aktif bersifat nonpolar. Sifat tersebut dapat mempermudah penyerapan warna, bau, dan mengurangi jumlah asam lemak bebas. Arang aktif dapat mengadsorb senyawa organik non polar seperti mineral minyak dan menyerap substansi halogenasi. Arang aktif termasuk dalam adsorben atau penyerap yang dapat menyerap adsorbat yang bersifat nonpolar sehingga akan lebih mudah berinteraksi dengan gugus aktif yang ada di permukaan arang (Arifin & Sofyan, 2020).

Permukaan karbon aktif yang bersifat nonpolar akan lebih mudah untuk mengadsorpsi warna, bau, dan mengurangi angka peroksida minyak (Utari dkk., 2016). Menurut Nuryanto & Askasari (2018) penambahan massa arang aktif atau adsorben akan meningkatkan pemurnian minyak. Menurut Hidayati, dkk. (2016) arang aktif 2,78% dapat menurunkan kadar asam lemak bebas dari 1,62% menjadi 0,69%. Poli (2016) melaporkan bahwa arang aktif 3% lebih efektif dapat menurunkan kadar asam lemak bebas dan kandungan bilangan peroksida dalam minyak dibandingkan bentonit dengan konsentrasi yang sama. Didapatkan hasil bilangan peroksida sebesar 1,72 mg.ek/kg dan kadar asam lemak bebas sebesar 1,15%. Wijayanti, dkk. (2012) melaporkan bahwa peningkatan serbuk arang aktif dan waktu adsorpsi dapat mengurangi bilangan peroksida. Hasil yang diperoleh bilangan peroksida sebesar 0,01 mg.ek/kg dengan berat arang aktif 15 gram dan waktu adsorpsi 80 menit. Nuryanto & Askari (2018) melaporkan bahwa asam lemak bebas terendah pada minyak diperoleh pada waktu pengadukan 60 menit. Kadar asam lemak bebas yang didapatkan adalah 4,03%. Oko, dkk. (2020) melakukan pemurnian minyak dengan variasi jumlah arang aktif dan waktu adsorpsi. Hasil yang didapatkan yaitu massa arang aktif terbaik yaitu 5.5 gram dan lama waktu adsorpsi 80 menit. Kadar asam lemak yang didapatkan yaitu 0,0559% dan bilangan peroksida 2,4617 mek/kg. Berdasarkan penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa seiring bertambahnya konsentrasi arang aktif dan lama adsorpsi maka kualitas pemurnian akan semakin baik.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini penting dilakukan karena untuk mengetahui pengaruh proses adsorpsi arang aktif pada minyak bekatul terhadap kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida.

Pada penelitian ini menggunakan karbon arang aktif sebagai adsorben atau untuk memurnikan minyak, dan untuk mendapatkan hasil yang baik dengan rendemen yang tinggi maka menggunakan metode ekstraksi soxhletasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh konsentrasi karbon arang aktif dan lama adsorpsi terhadap kualitas minyak bekatul?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi karbon arang aktif dan lama adsorpsi terhadap kualitas minyak bekatul

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Pemurnian minyak bekatul dengan metode adsorpsi
2. Ekstraksi minyak bekatul dengan pelarut n-heksana
3. Parameter kualitas minyak bekatul adalah kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida
4. Analisis kandungan zat kimia minyak bekatul beras merah menggunakan instrumen GC-MS

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah diharapkan dapat:

1. Mengetahui manfaat bekatul selain sebagai pakan ternak

2. Mengetahui kualitas minyak bekatul melalui bilangan asam dan bilangan peroksida
3. Mengetahui proses pemurnian minyak bekatul dengan karbon arang aktif

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanfaatan Bekatul dalam Perspektif Islam

Allah SWT menciptakan segala sesuatu di alam semesta hanya untuk mengingat tentang kekuasaan dan keagungan-Nya. Padi adalah tumbuhan berbutir ciptaan Allah yang banyak memberikan manfaat. Tidak hanya berasnya yang dimanfaatkan, limbah dari proses penggilingan padi juga mempunyai banyak manfaat. Penciptaan langit dan bumi serta seisinya memiliki nilai manfaat bagi keberlangsungan hidup makhluk yang diciptakan Allah. Allah menumbuhkan tumbuhan berbutir seperti padi-padian adalah salah satu bukti kekuasaan-Nya. Sebagaimana Allah berfirman dalam Q.S Al-An'am ayat 95:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَلِكُمُ اللَّهُ
فَأَنَّى تُؤْفَكُونَ

Artinya: Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?

Dalam surat Al-An'am ayat 95, kata Hubbi dimaknai dengan tumbuhan yang berbutir seperti padi-padian. Allah menumbuhkan berbagai macam pohon berasal dari biji-bijian yang menghasilkan buah-buahan berbeda dari segi bentuk, warna, dan kegunaannya. Salah satu manfaat dari tumbuhan adalah digunakan sebagai minyak. Padi adalah tumbuhan berbutir yang diciptakan Allah dengan berbagai manfaat, salah satunya sebagai bahan pangan. Tidak hanya bulir berasnya, limbah yang dihasilkan dari proses penggilingannya juga memiliki

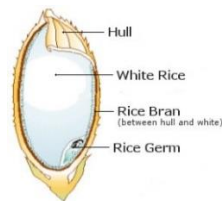
manfaat. Limbah dari proses penggilingan tersebut adalah bekatul. Selain dimanfaatkan menjadi pakan ternak, bekatul dapat diolah menjadi minyak. Pemanfaatan bahan alam menjadi minyak dapat dilakukan oleh orang yang berakal dan berfikir.

Allah SWT telah menurunkan hujan dari awan. Melalui hujan tersebut dapat menumbuhkan tumbuhan hijau. Lalu mengeluarkan biji yang tersusun dari tanaman itu, dan sebagiannya diatas bagian yang lain. Setiap biji yang tumbuh ditata sedemikian rupa, hal tersebut menunjukkan kekuasaan Allah yang merancangny. Menurut Ash Shiddieqy (2000) menjelaskan bahwa tanah yang subur akan tumbuh tumbuhan yang memiliki banyak manfaat. Salah satu tanaman yang mudah menyesuaikan diri pada kondisi yang subur adalah padi. Bekatul yang dihasilkan dari penggilingan padi mengandung asam amino yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras. Sunnah Allah yang tidak dapat diwahyukan dapat dipelajari dengan cara melakukan eksperimen dan memperhatikan alam. Penelitian ini adalah bentuk amalan sunnatullah yang diharapkan dapat menghadirkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang bermanfaat.

2.2 Bekatul Beras Merah

Bekatul beras (*Oryzae sativa*) adalah salah satu hasil sampingan dari proses penggilingan beras atau gabah kering, Proses penggilingan padi dapat menghasilkan 70% beras (endosperm) sebagai hasil utama, serta produk sampingan berupa bekatul (8-10%) dan sekam (20%) (Chen dkk., 2012). Bekatul diperoleh dari lapisan kulit luar karyopsis beras melalui proses penggilingan. Pada saat dipanen, beras masih berbentuk padi yang diselimuti sekam. Setelah proses

pengeringan, maka padi akan melalui dua kali proses penggilingan. Penggilingan pertama akan melepaskan kulit terluarnya sehingga akan menghasilkan beras kecoklatan. Kemudian saat penggilingan kedua, lapisan yang berwarna kecoklatan akan dilepaskan dan menghasilkan beras berwarna putih. Lapisan yang berwarna kecoklatan tersebut disebut dengan bekatul. Persentase bekatul dari padi kering sekitar 10 % (Rachman, 2001). Menurut Badan Pusat Statistika tahun 2021 produksi padi kering di Indonesia mencapai 45,61 juta ton dan mengalami kenaikan sekitar 0,14% dari tahun 2020.



Gambar 2.1 Lapisan bekatul dalam padi (Taurita, dkk., 2017)

Tabel 2.1 Komponen makronutrien dan bioaktif bekatul beras merah (Estiasih dkk., 2021)

Komponen makronutrien dan bioaktif	Nilai
Abu (%)	7,99 $\pm$ 0,11
Protein (%)	7,13 $\pm$ 0,03
Lemak (%)	9,64 $\pm$ 0,31
Karbohidrat (%)	17,34 $\pm$ 0,53
Serat pangan total (%)	66,18 $\pm$ 0,36
Flavonoid bebas (mg ekuivalen quercetin/ 100g)	23,26 $\pm$ 1,18
Flavonoid terikat (mg ekuivalen quercetin/ 100g)	1,19 $\pm$ 0,03
Total Flavonoid (mg ekuivalen quercetin/ 100g)	24,45 $\pm$ 1,21
Antosianin (mg ekuivalen sianidin glukosida/ 100g)	218,24 - 314,99
Fenol Bebas (mg GAE/ 100g)	85,51 - 238,76
Fenol Terikat (mg GAE/ 100g)	332,98 - 457,00
Total Fenol (mg GAE/ 100g)	0,35 $\pm$ 0,02

Bekatul mengandung karbohidrat yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 51-55 g/100g, sedangkan kadar lemak bekatul mencapai 10 sampai 20 g/100 g (Hadi & Siratunnisak, 2016). Selain mengandung vitamin B, bekatul mengandung komponen bioaktif atau senyawa fitokimia yang tinggi. Komposisi senyawa bioaktif yang terdapat pada bekatul bergantung pada perbedaan varietas, genetik, dan penyimpanan (Rai & Arnata, 2014). Senyawa Fitokimia tersebut antara lain tokotrienol, tokoferol, γ -oryzanol (M. Chen & Bergman, 2005), β -karoten, dan antioksidan fenolik (Choi dkk., 2018). Pemisahan beras dan sekam pada biji padi menggunakan proses penyosohan. Ada dua tahapan pada proses penyosohan yaitu, pertama menghasilkan produk berupa dedak dengan tekstur kasar. Hal tersebut dipengaruhi karena adanya sekam. Proses kedua menghasilkan produk bekatul yang bertekstur halus dan tidak terkandung sekam didalamnya (Auliana, 2011).

2.3 Minyak Bekatul

Minyak bekatul atau *Rice Bran Oil* (RBO) adalah minyak hasil dari ekstraksi bekatul. Minyak bekatul mengandung antioksidan, vitamin, serta nutrisi lain yang dibutuhkan tubuh sehingga aman untuk dikonsumsi. Trigliserida adalah komponen utama dari minyak utama, jumlahnya sekitar 80% dari minyak kasar bekatul (Susanti dkk., 2012). Minyak bekatul padi mengandung beberapa lemak yaitu lemak mono unsaturated 47%, saturated 20%, dan polyunsaturated 33%. Bekatul mengandung asam lemak yaitu asam oleat 38,4%, linolenat 2,2%, linoleat 34,4%, stearat 2,9%, dan palmitat 21,5%. Minyak bekatul merupakan minyak terbaik dibandingkan dengan minyak sawit, kelapa, maupun minyak jagung. Hal

tersebut karena minyak bekatul memiliki titik asap yang paling tinggi daripada minyak nabati lainnya (Mas'ud & Pabbenteng, 2016). Minyak bekatul mengandung rasio saturated acid: monosaturated acid: polysaturated acid dengan perbandingan 1:2,2:1,5. Menurut WHO rasio tersebut merupakan rasio yang optimal bagi kesehatan manusia, terutama mengandung asam lemak tak jenuh yaitu asam linoleat 35-38%, asam oleat 36-38%, dan α -linolenat 1,8-2,4 % (Bopitiya & Madhujith, 2015).

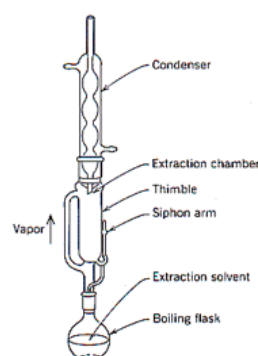
Tabel 2.2 Sifat fisika kimia minyak bekatul (Susanti dkk., 2012)

No.	Parameter	Nilai
1.	Bilangan penyabunan	179,17
2.	Densitas (gr/mL)	0,89
3.	Titik nyala ($^{\circ}\text{C}$)	Min 150
4.	% FFA	34,49-49,76
5.	Titik pengasapan ($^{\circ}\text{C}$)	254

Minyak bekatul didapatkan dengan cara ekstraksi dengan pelarut yang tepat sesuai dengan food grade seperti n-heksana, atau ekstraksi dengan pemanasan ohmik, atau ekstraksi dengan menggunakan cairan superkritis. Minyak bekatul padi mengandung senyawa fitokimia yang tinggi. Senyawa fitokimia mempunyai aktivitas antioksidan alami, terutama β , α , γ , δ tokoferol dan tokotrienol, dan fraksi oryzanol (Xu dkk., 2001). γ -oryzanol, tokoferol, dan β -karoten adalah golongan antioksidan non polar yang berfungsi untuk menghambat proses peroksidasi dan mencegah stress oksidatif. Senyawa antioksidan juga berfungsi untuk pengobatan berbagai penyakit, seperti kanker payudara,

2.4 Ekstraksi Soxhlet

Ekstraksi soxhlet adalah ekstraksi padat-cair karena substansi yang diekstrak di dalam campuran atau pelarut berbentuk padat. Soxhlet juga disebut ekstraksi yang berkesenambungan karena pelarut yang sama dipakai berulang-ulang sampai proses ekstraksi selesai dilakukan (Triesty & Mahfud, 2017). Ekstraksi soxhlet memiliki kelebihan yaitu teknik yang sederhana, murah, dan umum digunakan untuk mengekstrak minyak (Gatbonton dkk., 2013). Keuntungan lain menggunakan ekstraksi soxhlet adalah pelarut yang digunakan lebih sedikit karena berulangnya ekstraksi dan uap panas tidak melalui simplisia, akan tetapi melalui pipa samping. Ekstraksi soxhlet menggunakan pelarut cair seperti n-heksana, alkohol, etanol, dan lainnya. Ekstraksi soxhlet merupakan salah satu teknik untuk mengisolasi minyak lemak. Prinsip dari ekstraksi ini adalah menggunakan pelarut yang selalu baru sehingga akan terjadi ekstraksi berulang dengan jumlah pelaut yang konstan dan adanya pendingin yang baik (Mukhriani, 2014).



Gambar 2.7 Rangkaian alat soxhlet (Firyanto, dkk., 2020)

Terjadi proses pemanasan pada ekstraksi soxhlet yang menyebabkan pelarut ke atas menuju kondensor, lalu diembunkan dalam kondensor menjadi tetesan-tetesan yang terkumpul kembali dan apabila melewati batas lubang pipa samping soxhlet, maka akan terjadi siklus yang berulang-ulang dan menghasilkan penyarian yang terbaik. Menggunakan alat soxhlet dengan proses pemanasan dan pelarut yang dapat dihemat karena terjadi siklus pelarut yang selalu membasahi sampel (Lenny, 2006). Proses ekstraksi dikatakan sempurna apabila cairan di sifon tidak berwarna atau siklus telah terjadi antara 20-25 kali (Utami, 2009). Metode ekstraksi soxhlet adalah metode analisis kadar lemak secara langsung dengan cara mengekstrak minyak atau lemak dari bahan pangan dengan menggunakan pelarut organik non polar, seperti petroleum eter, n-heksana, dan dietil eter (Aminullah dkk., 2018).

2.5 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bahan berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri atas atom C (karbon) bebas dan memiliki permukaan dalam sehingga memiliki kemampuan daya adsorp yang baik. Karbon aktif mampu menyerap anion, kation, dan molekul dalam bentuk senyawa anorganik dan organik, baik dalam fasa cair maupun gas (Laos & Selan, 2016). Karbon aktif adalah ruang (*porosity*) yang diselubungi oleh senyawa-senyawa karbon (Kristianto, 2017). Menurut Bansal & Goyal (2005) karbon aktif merupakan senyawa karbon amorf yang memiliki prioritas serta luas area yang tinggi yaitu 500-2000 m²/g. Struktur karbon aktif yang berpori dapat diaplikasikan menjadi adsorben zat warna (Bouguettoucha dkk., 2016), adsorben logam berat (Chen dkk., 2016), adsorben

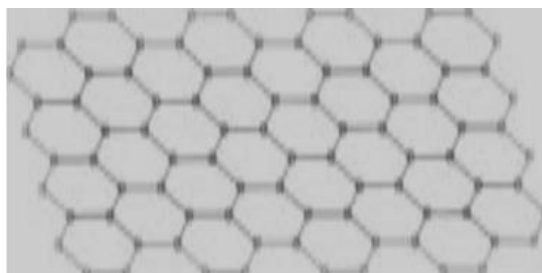
gas (Syed-Hasan & Zailini, 2016), dan elektroda superkapasitor (Arie dkk., 2014). Karbon aktif dapat disintesis dari bituminous atau batu bara antrasit (Kristianto, 2017). Karbon aktif memiliki dua jenis yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan karbon aktif sebagai penguap. Karbon aktif pemucat berbentuk serbuk halus dan digunakan dalam fase cair yang penggunaannya untuk memindahkan zat-zat penyebab warna dan bau yang tidak diharapkan (Darmawan, 2008).

Karbon aktif didefinisikan dengan karbon amorf dari pelat-pelat datar yang disusun oleh atom-atom C dengan ikatan kovalen dalam suatu kisi heksagonal dengan satu atom karbon pada setiap sudutnya dengan luas permukaan sebesar 300-3500 m²/g dan hal tersebut berhubungan dengan struktur pori internal sehingga memiliki sifat sebagai adsorben (Jamilatun & Setyawan, 2014). Karbon aktif dapat diaplikasikan dalam bidang industri obat-obatan, minuman, makanan, dan penjernihan air. Produk karbon aktif hampir 70% digunakan untuk pemurnian dalam sektor kimia, farmasi, dan minyak kelapa (Pambayun dkk., 2013). Bahan baku pembuatan karbon aktif adalah semua bahan yang mengandung karbon, baik binatang, tumbuhan, atau barang tambang. Contoh bahan yang dapat dibuat menjadi karbon aktif adalah tulang binatang, berbagai jenis kayu, kulit biji kopi, dan tempurung kelapa. Bila dibandingkan bahan tersebut yang paling terbaik adalah tempurung kelapa karena tempurung kelapa memiliki kadar abu yang rendah, mikropori yang banyak, reaktivitas yang tinggi, serta kelarutan dalam air yang tinggi (Subadra dkk., 2005).



Gambar 2.8 Karbon arang aktif (Lubis, dkk., 2020)

Arang aktif adalah arang yang telah mengalami perubahan sifat kimia dan fisika karena telah melalui proses aktivasi sehingga luas permukaan dan daya serapnya meningkat. Arang aktif memiliki 2 bentuk yang berbeda yaitu granula dan bubuk. Arang aktif dapat mengadsorpsi senyawa-senyawa dan gas tertentu atau bersifat selektif, daya serap arang aktif sangat besar yaitu berkisar antara 25-1000% terhadap berat arang aktif (Sembiring & Sinaga, 2003). Sebelum digunakan arang aktif melalui proses aktivasi. Proses aktivasi bertujuan untuk memperbesar pori-pori permukaannya. Dilakukan dengan cara memecah ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang akan mengalami perubahan sifat. Faktor yang dapat mempengaruhi proses aktivasi adalah suhu aktivasi, waktu aktivasi, jenis aktivator, ukuran partikel dan rasio aktivator (Jamilatun & Setyawan, 2014).



Gambar 2.9 Struktur karbon aktif (Lubis, dkk., 2020)

2.6 Adsorpsi Karbon Arang Aktif

Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang mana penyerapan tersebut terjadi di permukaan zat padat. Adsorpsi terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul di permukaan zat padat tanpa meresap ke dalamnya (Takwanto, 2018). Arang aktif yang digunakan sebagai adsorben merupakan padatan berpori dimana sebagian besar unsur C bebas yang berikatan secara kovalen. Proses adsorpsi terjadi ketika adanya ikatan kimia antara permukaan pengemban dengan molekul adsorbat. Ikatan yang terjadi sangat kuat mengakibatkan adsorbat tidak mudah mengalami desorpsi (Prabowo, 2009). Adsorpsi terdiri dari adsorben atau zat pengadsorpsi dan zat yang diadsorpsi (Fernianti, 2013). Luas permukaan karbon aktif yaitu 300-3000 m²/g. Kapasitas adsorpsi adalah banyaknya adsorbat yang terakumulasi pada permukaan adsorben sehingga saat terjadi proses adsorpsi pada kondisi optimum maka akan diperoleh arang aktif dengan kapasitas adsorpsi yang juga maksimum (Muammar dkk., 2020).

Besarnya kapasitas suatu adsorben untuk menyerap adsorbat dipengaruhi oleh beberapa kondisi yaitu waktu kontak, pH larutan, dan berat adsorben (Sari dkk., 2017). Aktivitas gugus fungsi adsorben akan dipengaruhi oleh pH larutan. Sedangkan gugus aktif adsorben dipengaruhi oleh berat adsorben, dan suhu akan mempengaruhi daya adsorpsi atau serap adsorben terhadap adsorbatnya (Madina dkk., 2017). Metode adsorpsi digunakan karena memiliki beberapa keuntungan yaitu harganya ekonomis, tidak menimbulkan efek samping beracun dan mampu menghilangkan bahan-bahan organik. Adsorben arang aktif yang digunakan dapat dibuat dari limbah, contohnya bonggol jagung, sekam padi, dan lainnya. Proses

aktivasi dapat meningkatkan kemampuan arang aktif dalam mengadsorpsi karena pori arang yang tertutup oleh hidrokarbon dan senyawa organik seperti air, abu, sulfur, dan nitrogen telah terbuka karena adanya proses aktivasi (Widayanti dkk., 2012).

2.7 Pengolahan Minyak Bekatul

2.7.1 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu cara untuk memisahkan bahan dari campuran lainnya dengan menggunakan pelarut yang sesuai atau prinsip *like dissolve like*. Saat tercapai kesetimbangan antara konsentrasi dalam sel tanaman dengan konsentrasi dalam pelarut maka proses ekstraksi dihentikan, kemudian dengan proses penyaringan pelarut dipisahkan dari sampel dengan menggunakan alat yang telah ditentukan (Mukhtarini, 2014). Simplisia yang diekstrak mengandung senyawa aktif yang tidak dapat larut seperti protein, karbohidrat, dan serat, serta senyawa aktif yang dapat larut. Senyawa aktif yang terkandung dalam simplisia dapat digolongkan ke dalam golongan alkaloid, flavonoid, minyak atsiri, dan lainnya. Sebelum memilih suatu metode ekstraksi, target ekstraksi harus ditentukan terlebih dahulu. Beberapa target ekstraksi, antara lain (Saker dkk., 2006):

1. Senyawa yang diketahui ada pada suatu organisme
2. Senyawa bioaktif yang tidak diketahui
3. Sekelompok senyawa dalam suatu organisme yang berhubungan secara struktural.

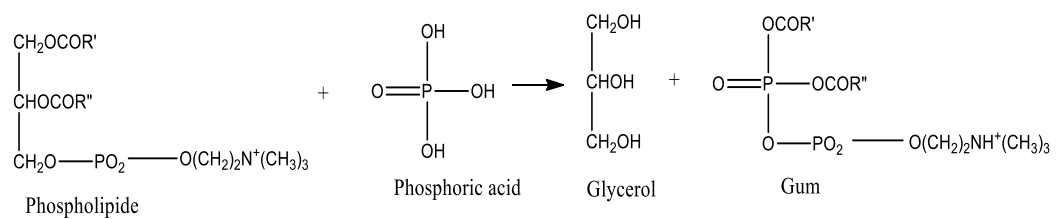
Proses ekstraksi dengan sampel tanaman perlu diperhatikan dalam pemilihan larutan dan pengelompokan bagian tumbuhan, penggilingan, dan

pengeringan bagian tumbuhan. Ekstraksi soxhlet dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam kertas saring dalam klongsong yang ditembatkan didalam labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan dalam labu dan suhu pemanas diatur dibawah suhu suhu refluks.

2.7.2 Degumming

Degumming adalah salah satu tahapan dari proses pemurnian yang bertujuan untuk memisahkan lendir (protein, fosfolipit, karbohidrat, dan residu) dan getah. Prinsip kerja dari proses *degumming* adalah senyawa fosfatida dipisahkan ke dalam fase air sehingga dapat memisah dengan cara pengendapan (Mayalibit dkk., 2019). Pada umumnya proses *degumming* dilakukan dengan cara mendehidrasi gum agar bahan non trigliserida lebih mudah dipisahkan dari minyak, dan dilanjutkan dengan proses sentrifugasi. Beberapa cara yang dapat digunakan untuk proses *degumming* adalah menggunakan natrium klorida (Jazuli & Susila, 2013), asam fosfat (Ristianingsih dkk., 2011), asam sulfat (Qiqmana & Sutjahjo, 2014), asam sitrat (Sarungalo dkk., 2011), enzim (Aniq dkk., 2014), dan teknologi membran (Murtiningrum, 2004). Proses *degumming* perlu dilakukan pada saat pemurnian minyak karena adanya gum dalam minyak akan mengurangi adsorben dalam menyerap produk dan warna degradasi minyak. Selain itu proses *degumming* juga dapat memperpanjang umur masa simpan dan memaksimalkan hasil minyak nabati. Air dan asam lebih efektif digunakan untuk proses *degumming* atau dapat memisahkan lendir dan getah dalam minyak karena asam mampu mengikat kotoran dalam minyak seperti logam yang berupa fosfatida. Air dapat melarutkan asam dan memisahkan kotoran tidak larut lemak. Asam dan air

umumnya digunakan dalam industri minyak goreng karena harganya yang murah, aman dikonsumsi dalam jumlah yang banyak, serta mudah ditemukan (Anderson, 2005). Reaksi yang terjadi saat proses degumming yaitu:



2.7.3 Adsorpsi

Proses adsorpsi (*bleaching*) adalah proses dihilangkannya pigmen warna yang tidak terbuang saat proses sebelumnya. Adsorben digunakan dalam proses adsorpsi dengan menggunakan prinsip adsorpsi. Bahan pemucat yang sering digunakan adalah sejenis tanah yang komponen utamanya terdiri dari air terikat, silikat, ion-ion kalsium, besi oksida, dan magnesium oksida. Bahan lainnya yaitu arang aktif yang dapat mengadsorpsi beberapa jenis zat seperti gas atau cairan, disamping itu arang juga digunakan untuk menghilangkan bau (Moeljaningsih, 2013). Adsorpsi yang pada prinsipnya menggunakan adsorpsi tidak hanya berperan untuk mengurangi kekeruhan warna, akan tetapi digunakan untuk mengurangi senyawa bersulfur, aroma, dan logam-logam berat. Adsorpsi juga dapat mengurangi produk samping hasil oksidasi lemak, seperti aldehida, keton, dan peroksida (Estiasih, 2009). Adsorben arang aktif baik digunakan pada larutan yang mengandung phenol, gugus karboksil, karbonil, asam karboksilat anhidrida, dan normal lakton, sehingga sesuai jika digunakan dalam pemurnian minyak yang mengandung tokoferol dan klorofil (Aziz dkk., 2008).

2.8 Kualitas Minyak Bekatul

2.8.1. Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas merupakan asam lemak yang berada sebagai asam bebas tidak terikat sebagai trigliserida. Asam lemak bebas penting digunakan untuk penentuan atau pengontrol kualitas minyak pangan. Hal tersebut karena apabila semakin tinggi asam lemak bebas maka akan mempengaruhi bau dan cita rasa pada minyak (Oko dkk., 2020). Kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak merupakan salah satu parameter penentu kualitas minyak. Kadar asam lemak bebas dalam minyak ditunjukkan dengan besarnya angka asam. Asam lemak bebas yang tinggi mengindikasikan bahwa bahwa angka asam dalam minyak juga tinggi sehingga kualitas minyak juga semakin buruk. Apabila konsumen mengkonsumsi minyak dengan kadar asam lemak bebas yang tinggi maka akan mengakibatkan peningkatan kolesterol jahat dalam darah (Sopianti dkk., 2017).

Lama penyimpanan mempengaruhi kadar asam lemak bebas pada lemak dan minyak. Apabila disimpan terlalu lama akan terjadi reaksi oksidasi semakin besar yang diakibatkan adanya kontak dengan cahaya. Reaksi oksidasi terjadi apabila sejumlah oksigen bereaksi dengan lemak atau minyak. Asam lemak bebas dapat menunjukkan apakah bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan minyak baik atau tidak serta penyimpanannya baik (Purwaningsih 2012). Uji kualitas minyak dapat dilakukan dengan parameter uji fisika dan kimia. Uji fisika dapat dilakukan dengan mengetahui berat jenis, kadar air, indeks bias minyak dan titik leleh. Uji kimia dapat dilakukan dengan mengetahui komponen-komponen

kimia dalam minyak yaitu kadar asam lemak bebas, bilangan iod, bilangan penyabunan, dan bilangan peroksida (Ulfindrayani & A'yuni, 2018).

2.8.2. Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida merupakan metode untuk menentukan tingkat oksidasi lemak atau minyak dan mengukur pembentukan hidroperoksida pada miliekuivalen oksigen aktif per kilogram sampel. Peroksida adalah kandungan senyawa yang ada dalam minyak. Kenaikkan bilangan peroksida disebabkan oleh minyak yang digunakan berulang kali (Mulasari dkk., 2012). Pada umumnya senyawa peroksida akan mengalami dekomposisi oleh panas, sehingga minyak yang telah dipanaskan hanya mengandung bilangan peroksida dalam jumlah kecil. Peroksida dapat menyebabkan timbulnya flavor yang tidak dikehendaki dan bau tengik dalam minyak. Jika bilangan peroksida lebih dari 100 maka akan menimbulkan bau yang tidak enak pada minyak (Ketaren, 2012). Angka peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada lemak atau minyak (Utari dkk., 2016).

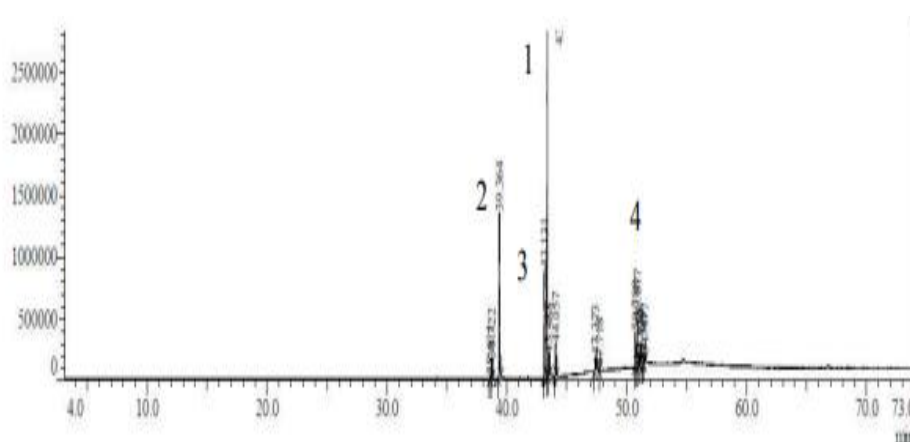
Penambahan adsorben karbon aktif pada minyak dapat menyerap bilangan peroksida. Proses penyerapan bilangan peroksida oleh adsorben melalui tiga tahap yaitu bilangan peroksida terjerap pada permukaan luar karbon aktif, lalu bergerak menuju pori-pori karbon dan terperangkap ke bagian dinding dalam karbon aktif. Adsorben karbon aktif hanya akan mengadsorpsi atau menyerap, tidak beraksi atau terdekomposisi setelah digunakan (Utari dkk., 2016). Penurunan kadar bilangan peroksida menunjukkan semakin banyaknya adsorben karbon aktif yang digunakan. Kandungan bilangan peroksida yang melebihi batas dapat

menyebabkan berbagai penyakit seperti jantung, kanker, dan atherosclerosis. Pada pembentukan peroksida, asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya. Bilangan peroksida dapat ditentukan dengan metode iodometri (Ketaren, 1986).

2.9 GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectrometry)

GC-MS merupakan kombinasi antara metode kromatografi gas (GC) dan spektrometri massa (MS). GC-MS memiliki empat bagian utama yaitu detektor, injektor, kolom kromatografi, dan rekorder (Stashenko & Martinez, 2014). GC-MS berfungsi untuk mendeteksi senyawa yang didasarkan pada waktu retensi relatif kromatografi gas dan pola elusi komponen dari campuran senyawa yang mana dikombinasikan dengan pola fragmentasi spektrum massa yang menunjukkan karakteristik dari struktur senyawa kimia. Pada dasarnya GC-MS menjalankan fungsi yaitu pemisahan senyawa campuran menjadi senyawa yang individu menggunakan kromatografi gas, pemindahan senyawa yang telah individu ke dalam ruang ionisasi, kemudian melakukan ionisasi, menganalisis massa, mendeteksi ion menggunakan *ion multiplier*, serta pemindahan, pemrosesan, dan menampilkan data yang diperoleh ke sistem komputer. Prinsip dari GC-MS adalah apabila satu senyawa organik terelusi dari kolom kromatografi gas, maka senyawa tersebut akan memasuki spektrometer massa, kemudian ditembakkan dengan aliran elektron yang memfragmentasi senyawa tersebut menjadi bentuk ion. Rasio massa terhadap muatan merupakan massa fragmen dibanding muatannya (M/Z). Rasio tersebut mewakili berat molekul dari fragmen senyawa tersebut (Mani dkk., 2017).

Metode GC-MS adalah metode yang menggunakan kromatografi gas sebagai pemisah sampel dan kemudian dianalisis dengan spektrometer massa (Candraningrat dkk., 2021). Hartono dkk, (2017) mengidentifikasi senyawa penyusun minyak bekatul merah. Hasil kromatogram yang diperoleh yaitu menunjukkan adanya 15 senyawa yang ada dalam minyak bekatul beras merah dengan 4 diantaranya merupakan senyawa yang dominan.



Gambar 2.10 Kromatogram GC-MS Minyak Bekatul Beras Merah

No. Puncak	Waktu Retensi	Komponen Kimia	BM	Kandungan Relatif (%)	Rumus Molekul
1.	43,369	<i>9-Octadecenoic acid, methyl ester</i> (Metil Oleat)	296	41,19	$C_{19}H_{36}O_2$
2.	39,364	<i>Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester</i> (Metil Palmitat)	270	18,25	$C_{17}H_{34}O_2$
3.	43,131	<i>9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester</i> (Metil Linoleat)	294	13,29	$C_{19}H_{34}O_2$
4.	50,877	<i>9-Octadecenal</i>	266	7,76	$C_{18}H_{34}O$

Tabel 2.2 Komposisi Kimiawi Penyusun Minyak Bekatul Beras Merah

Berdasarkan tabel diatas minyak bekatul beras merah tersusun oleh 4 komponen utama yaitu dimulai dari yang paling dominan adalah asam oleat

(46,24%), asam palmitat (18,25%), asam linoleat (13,29%), dan 9-oktadekenal (7,76%).

2.10 Titrasi Iodometri

Titration iodometri merupakan jenis titration redoks yang dapat digunakan untuk menentukan bilangan iodine dari suatu asam lemak (Day & Underwood, 1993). Titration iodometri menggunakan natrium tiosulfat 0,1 N sebagai titran dan indikator amilum sebagai penentu titik akhir titration. Saat proses titration iodometri, iodine digunakan untuk penentu titik akhir titration. Titration iodometri merupakan suatu proses tak langsung yang melibatkan iodine, dan ion iodida berlebih ditambahkan dalam agen pengoksidasi yang membebaskan iodine, lalu dititrasi dengan natrium tiosulfat. Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ adalah larutan standar sekunder yang umumnya digunakan dalam proses titration iodometri. Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ akan stabil apabila dalam penyimpanan pada pH 9-10. Kestabilan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dipengaruhi oleh adanya sinar matahari, suhu rendah, dan bakteri yang memanfaatkan sulfur. Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ perlu distandarisasi sebelum digunakan karena bersifat tidak stabil pada saat penimbangan.

Menurut Silviana, dkk. (2019) titration iodometri adalah proses tak langsung yang melibatkan ion, ion iodida yang berlebih ditambahkan kedalam agen pengoksidasi, yang akan membebaskan iodine lalu dititrasi dengan Natrium Tiosulfat. Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ adalah larutan standar yang dapat dibuat dari garam penganhidratnya ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Garam ini memiliki berat molekul sebesar 248,17 gr/mol. Larutan Natrium Tiosulfat harus disimpan di dalam botol yang tertutup dan gelap agar terhindar dari cahaya dan kestabilan larutan ini tidak

terganggu (Harjadi, 2000). Indikator yang umum digunakan dalam titrasi iodometri adalah indikator amilum. Indikator amilum dapat memberikan warna biru gelap dari kompleks amilum-iod. Titik akhir titrasi dicapai dengan hilangnya warna biru (Sunardi, 2006).

2.11 Titrasi Asidi-Alkalimetri

Titration asidi-alkalimetri merupakan titration volumetri menggunakan kalium hydrogen ftalat sebagai larutan baku primer dan NaOH sebagai larutan baku sekunder serta ditambahkan indikator phenolphthalein. Titik akhir titration ditandai dengan terbentuknya warna larutan menjadi merah muda (Ulfa dkk., 2017). Alkalimetri adalah metode penetapan kadar secara kuantitatif pada senyawa yang bersifat asam menggunakan standar basa (Wulandari & Santika, 2022). Asidimetri adalah metode penetapan kadar secara kuantitatif pada senyawa yang bersifat basa dengan menggunakan baku asam. Prinsip dari titration asidi-alkalimetri adalah terjadinya reaksi netralisasi antara ion hidroksida dari basa dengan ion hidrogen dari asam menghasilkan air yang bersifat netral atau dapat dikatakan reaksi antara penerima proton (basa) dengan pemberi proton (asam) (Gandjar & Rohman, 2007). Indikator yang sering digunakan dalam titration asidi-alkalimetri adalah metil jingga dan phenophthalein, apabila menggunakan indikator lain maka akan ada kemungkinan trayek pH-nya jauh dari titik ekuivalen. Titration asidi-alkalimetri memiliki beberapa keuntungan yaitu pelaksanaannya mudah dan cepat, ketepatan dan ketelitiannya juga cukup tinggi (Yurida dkk., 2013).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November – Desember 2022 di Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *beaker glass*, rangkaian alat soxhlet, *hot plate*, *centrifuge*, *erlenmeyer*, gelas ukur, corong pisah, termometer, neraca analitik, buret, statif, batang pengaduk, labu volumetrik, pipet volumetrik, kertas saring, dan botol semprot.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul beras merah, n-heksana, karbon arang aktif, asam fosfat, HCl 6M, KI, NaOH, indikator phenolphthalein, natrium thiosulfat, asam asetat glasial, kloroform, alkohol 95%, dan akuades.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian eksperimental di laboratorium. Sampel bekatul disaring dengan ayakan 60 mesh dan diekstraksi dengan pelarut n-heksana menggunakan metode soxhlet selama 3,5 jam pada suhu 60°C. Kemudian didestilasi dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 60°C. Setelah itu,

didegumming dengan memanaskan minyak bekatul pada suhu 80°C dengan asam fosfat 9% terhadap minyak dengan pengadukan 300 rpm selama 40 menit dan disentrifugasi. Kemudian dilakukan proses adsorpsi dengan variasi konsentrasi 3% ,5% , dan 7% (b/b), serta variasi lama adsorpsi selama 40, 60, dan 80 menit. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Variabel penelitian dalam penelitian ini ada 2 yaitu, variabel pertama adalah konsentrasi karbon arang aktif dengan 3 level dan variabel kedua adalah waktu adsorpsi dengan 3 level.

1. Variabel pertama: konsentrasi karbon arang aktif, K1 : 3%, K2 : 5%, K3 : 7%
2. Variabel kedua: waktu adsorpsi, t1 : 40 menit, t2 : 60 menit, t3 : 80 menit

Kombinasi perlakuan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan adsorpsi dengan arang aktif

	K1	K2	K3
t1	K1t1	K2t1	K3t1
t2	K1t2	K2t2	K3t2
t3	K1t3	K2t3	K3t3

Masing-masing sampel dilakukan tiga kali pengulangan sehingga terdapat 27 variasi perlakuan. Proses selanjutnya adalah dilakukan uji kualitas yaitu uji bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebas.

3.4 Tahapan Penelitian

- a. Preparasi sampel,
- b. Ekstraksi minyak bekatul dengan soxhlet,
- c. Evaporasi pelarut,

- d. Proses *degumming*,
- e. Proses pengaktifan arang,
- f. Proses adsorpsi,
- g. Uji kualitas minyak bekatul,
- h. Analisis data.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Preparasi Sampel

Bekatul beras merah sebanyak 4000 gram disaring menggunakan ayakan ukuran 60 mesh kemudian dibungkus dengan alumunium foil. Lalu, sampel dioven pada suhu 103°C selama 15 menit. Setelah itu, didinginkan pada suhu ruang. Sampel yang telah kering disimpan pada suhu 4°C untuk proses selanjutnya.

3.5.2 Ekstraksi Minyak Bekatul dengan Soxhlet

Ekstraksi soxhlet menggunakan pelarut n-heksana. Ditimbang sebanyak 25 gram sampel bekatul beras merah dan dibungkus dengan menggunakan kertas saring. Kemudian dimasukkan ke dalam alat soxhlet yang telah dirangkai dengan kondensor dan labu didih. Dimasukkan pelarut n-heksana sebanyak 200 ml ke dalam labu leher tiga. Ekstraksi dilakukan selama 3,5 jam pada suhu 60°C (Purwanto dkk., 2014; Widarta dan Anata., 2013) .

3.5.3 Evaporasi Pelarut

Proses evaporasi pelarut merupakan kelanjutan dari proses ekstraksi. Saat proses ekstraksi minyak bekatul kasar masih bercampur dengan pelarutnya. Minyak bekatul kasar 100 mL dimasukkan ke dalam labu alat bulat 250 mL. Dirangkai alat evaporasi yaitu *rotary evaporator*. Kemudian, dipanaskan labu alas bulat secara perlahan sampai mendidih. Pelarut akan menguap dan tertampung dalam labu penampung setelah melewati kondensor. Proses destilasi berlangsung sampai kental atau tidak ada pelarut yang menetes pada suhu 60°C (Handayani dkk., 2021).

3.5.4 Proses *Degumming*

Minyak bekatul 210,3 mL dipanaskan pada suhu 80 °C dengan asam fosfat 9% (v/v) terhadap minyak dengan pengadukan 300 rpm menggunakan stirrer selama 40 menit. Setelah itu, disentrifugasi selama 30 menit. Kemudian minyak hasil sentrifugasi disaring atau difiltrasi (Aziz dkk., 2008).

3.5.5 Proses Pengaktifan Arang

Proses pengaktifan arang dilakukan sebelum arang digunakan dalam proses adsorpsi. Sebanyak 30 gram arang ditambahkan dalam larutan aktivator HCl 6 M sebanyak 60 mL. Kemudian, diaduk dengan stirrer selama 3 jam dengan kecepatan 300 rpm. Didapatkan sampel pasta arang. Setelah itu campuran karbon arang aktif dan HCl disaring dan dicuci sampai filtrat netral atau pH 7. Sampel pasta arang yang telah netral dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam. (Aziz dkk., 2008).

3.5.6 Proses Adsorpsi

Minyak bekatul sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam *beaker glass*. Kemudian ditambahkan karbon arang aktif dengan variasi konsentrasi 3%, 5%, dan 7% (b/b). Selanjutnya diaduk dengan variasi waktu 40 menit, 60 menit, dan 80 menit dan dipanaskan pada suhu 80°C. Minyak bekatul hasil pemurnian disentrifugasi dan didapatkan minyak murni (Aziz dkk., 2008).

3.5.7 Uji Kualitas Minyak Bekatul

3.5.7.1 Penentuan Asam Lemak Bebas

Ditimbang sebanyak 1 gram minyak bekatul ke dalam erlenmeyer 250 ml. Kemudian ditambahkan alkohol 95% sebanyak 25 mL ke dalam sampel, dan dilarutkan. Selanjutnya, ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein. Dititrasi dengan larutan standar NaOH 0.1 N sampai titik akhir tercapai. Titik akhir ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda dan tidak hilang selama 30 detik. Bilangan asam dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Handayani dkk., 2021):

$$\%FFA = \frac{V \times M_{NaOH} \times BM}{W \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

V : Volume larutan titer digunakan

W : Berat uji contoh (gram)

BM : Berat molekul minyak (% basis asam oleat)

3.5.7.2 Penentuan Bilangan Peroksida

Sampel minyak bekatul beras merah ditimbang sebanyak 5 gram dalam labu erlenmeyer 250 mL. Lalu ditambahkan 30 ml campuran dari kloroform dengan asam asetat dengan perbandingan 2:3. Selanjutnya ditambahkan larutan KI jenuh sebanyak 0,5 mL dan dikocok selama 1 menit. Kemudian ditambahkan 30 mL akuades, lalu ditambahkan amilum 1% 0,5 ml dan dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga larutan berubah warna dari warna biru sampai menghilang. Rumus penentuan bilangan peroksida sebagai berikut (Suroso, 2013):

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{(V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}) \times N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times 1000}{W}$$

Keterangan:

$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ = Volume titrasi sampel yang diuji (mL)

$N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ = Normalitas senyawa $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

W = Berat yang dimiliki oleh sampel yang diuji (g)

3.5.8 Analisis Zat Kimia Minyak Bekatul Menggunakan GC-MS

Minyak bekatul ditimbang sebanyak 0,4 gram dalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan larutan H_2SO_4 0,5 mL dan 2,4 mL metanol. Kemudian diaduk dengan magnetic stirrer selama 60 menit dan diambil sebanyak 1 μL minyak bekatul. Selanjutnya diinjeksikan ke dalam instrumen GC-MS dengan operasi menggunakan kolom Agilent 30 m serta diameter 0,25 mm dengan suhu

oven 50°C - 300 °C, dan tekanan gas pembawa Helium 12,0 kPa, serta total laju 15,9 mL/menit (Iqbal., 2016).

3.7 Analisis data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida yang terkandung dalam minyak bekatul, selanjutnya dianalisis menggunakan Analisis of Varian (ANOVA) two way. Apabila terdapat perbedaan antar, maka dilanjutkan Uji Jarak Berganda Duncan's untuk mengetahui secara detail data mana yang berbeda secara signifikan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pemurnian minyak bekatul menggunakan karbon arang aktif memberikan pengaruh terhadap nilai kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida. Semakin tinggi konsentrasi karbon arang aktif dan waktu adsorpsi maka semakin rendah kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida yang dihasilkan. Pada uji kadar asam lemak bebas minyak bekatul semua perlakuan berkisar antara 0,24234 - 0,14677% memenuhi standar SNI 01-3741-2013 yaitu maksimal 0,3%. Sedangkan pada uji bilangan peroksida berkisar antara 9,333 – 2,000 yang memenuhi standar SNI 3741:2013 maksimal 10 mek O₂/Kg. Pada uji GC-MS terdapat 14 senyawa yang terdeteksi, dan setelah proses adsorpsi menjadi 13 senyawa. Senyawa yang dominan pada minyak bekatul beras merah adalah asam linoleat, asam oleat, dan asam palmitat Terdapat perbedaan pada senyawa minyak bekatul sebelum dan setelah proses adsorpsi yaitu hilangnya senyawa *Cholest-5-ene, 3-bromo-, (3.beta.)*, yang mana berdasarkan penelitian ini senyawa tersebut teradsorp oleh karbon arang aktif.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mempelajari pemanfaatan minyak bekatul hasil pemurnian pada bidang selain bahan makanan seperti dalam bidang kosmetik, sehingga minyak bekatul dapat dimanfaatkan dimasa mendatang, serta melakukan penelitian untuk menentukan konsentrasi arang aktif

dan waktu adsorpsi yang optimum untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminullah, Mardiah., Riandi, Muhammad Reza., Argani, Arum Puspito ., Gustini., Syahbirin., & Kemala, Tetty. (2018). Kandungan Total Lipid Lemak Ayam dan Babi Berdasarkan Perbedaan Jenis Metode Ekstraksi Lemak. *Jurnal Agroindustri Halal*, 4(1), 94-100.
- Anderson, D. (2005). *A Primer on Oils Processing Technology*, dalam: F. Shahidi (Ed.). *Oil and Fat Products: Processing Technologies. Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. New Jersey: Sixth Edition Volume 5 Edible John Wiley & Sons, Inc., Publication.
- Aniq, N., Aqil, H., Yatun, I. & Hartati, I. (2014). *Biodegumming Rami Menggunakan Enzim Amobil dari Cairan Rumen Sapi*. Semarang: Universitas Wahid Hasyim.
- Arie, A. A., Kristianto H., Suharto I., Halim M. dan Lee J.K. (2014). Preparation of Orange Peel Based Activated Carbons as cathodes in Lithium Ion Capacitors. *Advanced Materials Research*, 95-99.
- Arifin, A., & Sofyan, R. L. (2020). Analisis Pengaruh Elektroda Hubung Parealel Dengan Media Arang Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 17(2), 13–19.
- Auliana, R. (2011). Manfaat Bekatul dan Kandungan Gizinya. *Kegiatan Dharma Wanita*, (April), 1–11.
- Aziz, Tamzil., Dewi, C., & Purwoko, T. (2005). Produksi Gula Reduksi oleh *Rhizopus oryzae* dari Substrat Bekatul Production of reducing sugar from rice brans substrate by, 2(1), 21–26.
- Bansal, R. C. dan Goyal M. (2005). *Activated Carbon Adsorption*, CRC Press Boca Raton.
- Bopitiya, D., & Madhujith, T. (2015). Antioxidant potential of rice bran oil prepared from red and white rice. *Tropical Agricultural Research*, 26(1), 1.
- Cahyanine, M., Estiasih, T., & Nisa, F. C. (2008). High- High - Tocopherol Fraction from Rice Bran (*Oryza sativa*) Prepared by Low - Temperature Solvent Crystallization Technique, 9(3), 165–172.
- Chen, M., & Bergman, C. J. (2005). A rapid procedure for analysing rice bran tocopherol , tocotrienol and g -oryzanol contents, 18, 139–151.
- Chen, M. H., Choi, S. H., Kozukue, N., Kim, H. J., & Friedman, M. (2012). Growth-inhibitory effects of pigmented rice bran extracts and three red bran fractions against human cancer cells: Relationships with composition and

antioxidative activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(36), 9151–9161.

Chen, C.; Zhao P.; Li Z. dan Tong Z. (2016). Adsorption behavior of chromium(VI) on activated carbon from eucalyptus sawdust prepared by microwaveassisted activation with ZnCl₂, Desalination and Water Treatment, 27.

Choi, I., Woo, K., Choi, H., Lee, S., Park, J., Chun, A., Chun, J. (2018). Antioxidant Properties , β -Carotene and Vitamin E of Different Varieties of Brown and White Rice, 47(October), 1259–1267.

Darmawan, S. (2008). *Sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri dan Pemanfaatannya Sebagai Penyerap Emisi Formaldehida Papan Serat Berkerapatan Sedang*. Institut Pertanian Bogor.

Day, R., & Underwood, A. (1993). *Analisa Ilmu Kuantitatif*. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.

Erlita Verdia Mutiara dan A. Ariani Hesti Wulan S. (2013). Pengaruh jenis Pelarut Terhadap Rendemen dan Kualitas Minyak Bekatul Yang Berasal dari Bekatul Beras (*Oryza sativa* L.). *Media Farmasi Indonesia*, 8(2), 538-543.

Estiasih, Teti., Ahmadi, Kgs., & Santoso, Vania. (2021). Senyawa Bioaktif dan Potensi Bekatul Beras (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan*, 12(1), 30-43.

Estiasih, T. (2009). *Minyak Ikan*. Yogyakarta:Graha Ilmu.

Fernianti, D. (2013), Analisis Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif dari Ampas Kopi Bubuk yang Sudah Diseduh. *Berkala Teknik*, 3(2), 563-572.

Gandjar, I. G. & A. Rohman. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Penerbit Pustaka Belajar.

Gatbonton, G.L., De Jesus, A.P.P., Lorenzo, K.M.L., danUy, M.M. (2013). *Soxhlet Extraction Of Philippine Avocado Fruit Pulp Variety 240*. De La Salle University Manila.

Gescher, A. (2007). Rice Bran Reduce Risk of Colon Cancer. Retrieved from <https://www.sciencedaily.com/releases/2007/03/070327094325.htm>.

Hadi, A., & Siratunnisak, N. (2016). Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Bekatul (Effect of addition cocoa powder to physical , chemical and organoleptic of bran drink products), 1, 121–129.

Handayani, S., Zahra, M., Abrar, N., & Bellanimalona, O. Y. (2021). Pemanfaatan Limbah Dedak Padi Menjadi Minyak Sebagai Bahan Baku Obat (The

Utilization of Rice Bran Waste to Oil as Raw Material for Medicine). *Jurnal IPTEK*, 5(2), 69–79.

Harjadi,W. (2000). *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Jakarta: PT. Gramedia.

Hartono, H. S., Soetjipto, H., dan Kristijanto, A. I. (2017): Extraction and Chemical Compounds Identification of Red Rice Bran Oil Using Gas Chromatography – Mass Spectrometry (Gc-Ms) Method. *Jurnal Eksakta*, 17(2).

Hidayati., Fitri Choiri Masturi Yulianti., & Ian. (2016). Pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai (Jelantah) dengan Menggunakan Arang Bonggol Jagung. *JIPF (Journal of Physics Education)*, 1(2), 67-70.

Julianty, Rina Kurniasih, Eka Sami, Dan Muhammad. (2021). Pemanfaatan Biji Labu Kuning (Cucurbita Moschata) Sebagai Sumber Minyak Nabati Menggunakan Metode Ekstraksi Soxhletasi. *Jurnal Teknologi*, 21(1), 46-51.

Jazuli, A., dan Susila, I. W. (2013). Perbaikan kualitas minyak biji karet (CRSO) melalui proses degumming menggunakan natrium klorida (NaCl) sebagai bahan baku pembuatan biodisel. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(2), 25-30.

Kahlon, T.S., Chow, F.I, Chiu, M.M, Hudson, C.A., & Sayre, R.N. (1996). Cholesterol-Lowering by Rice Bran and Rice Bran Oil Unsaponifiable Matter in Hamsters. *Cereal Chem*, 73(1), 69-74.

Ketaren, S. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta:UI Press.

Ketaren, S. (2008). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Ketaren, S. (2012). *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Khrisna, AG Gopala, Khatoon, S., Shiela, PM., Sarmandal, CV., Indira, TN., & Mishra, A, Effect of refining of Crude Rice Bran Oil on The Retention of Oryzanol in the Refined Oil. *Journal of the American Oil Chemist Society*, 78.

Kristianto, Hans. (2017). Review: Sintesis Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivasi Kimia $ZnCl_2$. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(3), 104-111.

Landiana Etni Laos, A. S. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 1, 32–36.

Laos, Landiana Etni & Selan, Arkilaus. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 1, 32-36.

- Lenny, S. (2006). *Isolasi dan Uji Bioaktif Kandungan Kimia Utama Puding Merah dengan Metoda Uji Brine Shrimp*. Skripsi. USU Repository.
- Lubis, Rizka Alfi Fadhilah; Nasution, Hafni Indriati; Zubir, Moondra. (2020). Production of Activated Carbon From Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Sains and Technology*, 3(2), 67-73.
- Luh, B.S. (2005). *Production and Utilization*. USA: AVI Publishing Company, Inc.
- Lulu Kumala Dewi, H. (2008). Optimasi Adsorpsi Minyak Mentah Dedak Padi Dengan Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(1), 25–30.
- Madina, F., Elvia , R., & Candra, I. (2017). Analisis Kapasitas Adsorpsi Silika dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu Terhadap Pewarna Rhodamine B. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 1(2), 98-101.
- Mani, D., Kalpana, M. S., Patil, D. J., & Dayal, A. M. (2017). Organic Matter in Gas Shales: Origin, Evolution, and Characterization. Origin, Evolution, and Characterization. *In Shale Gas: Exploration and Environmental and Economic Impacts*. Elsevier Inc.
- Mas'ud, Fajriyati dan Pabbenteng. (2016). Rasio Bekatul Padi dengan Pelarut pada Ekstraksi Minyak Bekatul Padi. *Journal INTEK*, 3(2), 82-86.
- Mayalibit, Abidin Pratama., Sarungallo, Zita Letviany., & Paiki, Sritina N. (2020). Pengaruh Proses Degumming Menggunakan Asam Sitrat Terhadap Kualitas Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk). *Agritechnology*, 2(1), 23.
- Moeljaningsih. (2013). Kajian Penggunaan Bahan Pemucat Terhadap Kualitas Mnyak Goreng Bekas Keripik Buah, 4(2).
- Muammar, M., Afifuddin., Khairun, Nisah., & Nasution. (2020). Kajian Arang Aktif dari Limbah Pertanian Sebagai Bioadsorben Zat Warna. *Amina*, 2(2).
- Mukhriani. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2), 361–367.
- Mukhtarini. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *J. Kesehat. VII*(2), 361.
- Mulasari, Surahma Asti, & Risa Rahmawati Utami. (2012). Kandungan Peroksida pada Minyak Goreng di Pedagang Makanan Gorengan Sepanjang Jalan Prof. DR. Soepomo Umbulharjo Ypgyakarta Tahun 2012, 1(2).

- Murtiningrum. (2004). Ekstraksi Minyak Dengan Metode Wet Rendering dari Buah Pandan (*Pandanus conoideus* L) dan Pemurnian dengan Filtrasi Membran. *Thesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Naim, H. J. N. (2016). Pemanfaatan Bekatul Sebagai Media Alternatif Untuk Pertumbuhan *Aspergillus* sp, *VII*(2), 1–6.
- Nuryanto, Eka & Askasari, Dwi Ratih. (2018). Pemanfaatan Arang Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana* (L.) Willd.) Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Kelapa Sawit Mentah/Crude Palm Oil (CPO). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 2(26), 49-58.
- Oko, Syarifuddin., Mustafa, Mustafa., Kurniawan, Andri, & Muslimin, Nur Afni. (2020). Pemurnian Minyak Jelantah dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*). *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 2(14), 124.
- Pambayun, G. S., Yulianto, R. Y. E., Rachimoellah, M., Putri, E. M. M., Kimia, J. T., & Industri, F. T. (2013). Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator ZnCl_2 DAN Na_2CO_3 Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah, 2(1).
- Patel, V., & McGurk, M. (2017). Use of pentoxifylline and tocopherol in radiation-induced fibrosis and fibroatrophy. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 3, 235-241.
- Poli, Fahri Ferdinand. (2016). Pemurnian Minyak Kelapa Dari Kopra Asap Dengan Menggunakan Adsorben Arang Aktif Dan Bentonit the Refining of the Coconut Oil From Smoke Copra With the Activated Charcoal and Bentonite Absorbents. *Jurnal Risal Industri*, 3(10), 115-124.
- Prabowo, A. (2009). *Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung Serta Aplikasinya Untuk Adsorpsi Cu, Pb, dan Amonia*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Purwanto, A., Fajriyati, A. N., & Wahyuningtyas, D. (2014). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Rendemen Dan Aktivitas Antioksidan Dalam Ekstrak Minyak Bekatul Padi. *Ekuilibrium*, 13(1), 29–34.
- Qiqmana, A.M. dan Sutjahjo, D.H. (2014). Karakteristik Biodisel dari Minyak Nyamplung dengan Proses Degumming menggunakan Asam Sulfat dan Asam Cuka. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 132-139.
- Rachman, T. (2001). Pemanfaatan Hasil Samping Penggilingan Padi dalam Menunjang Sistem Agroindustri di Pedesaan. *Jurnal Penelitian Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan*, 4, 33–38.
- Rai, I. W., & Arnata, I. W. (2014). Stabilitas Aktivitas Antioksidan Ekstrak

- Bekatul Beras Merah Terhadap Oksidator Dan Pemanasan Pada Berbagai pH [Stability of Antioxidant Activity of Red Rice Bran Extract Subjected to Oxidator and Heating in Various pH], (2007).
- Ristianingsih, Y., Sutijan dan Budiman, A. (2011). Studi Kinetika Proses Kimia Dan Fisika Penghilangan Getah Crude Palm Oil (CPO) dengan Asam Fosfat. *Reaktor*, 4(13).
- Sagita, N., Aprilia, H., & Arumsari, A. (2020). Penggunaan Karbon Aktif Tempurung Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Sebagai Adsorben untuk Pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai. *Prosiding Farmasi*, 6(1), 74–80.
- Sari, P.M., Loekitowatid, P., & Mohadib, R. (2017). Penggunaan Karbon Arang dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Merah Limbah Cair Industri Songket. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(7), 37-40.
- Sarungallo, Murtiningrum. Z.L. dan Roreng M.K. (2011). Kandungan Komponen Aktif Minyak Kasar Dan Hasil Degumming Dari Buah Merah (*Pandanus conoideus*) yang Diekstrak Secara Tradisional. *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ahli Pangan Indonesia (PATPI)*, 157-160.
- Sembiring, Meilita Tryan & Sinaga, Tuti Sarma. (2003). *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan*. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/1443>).
- Sibagariang, E. (2010). *Gizi Dalam Kesehatan Reproduksi*. Jakarta: Penerbit CV Trans Infomedia.
- Siswanti, Edhi Nurhartadi, R. Baskara Katri Anandito, dan Euodia Angger Setyaningrum. Karakterisasi Sifat Fisik dan Kimia Bekatul Beras Hitam (*Oryza sativa* L.) Kultivar Melik dengan Berbagai Teknik Stabilisasi. *Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis UNS ke-42 Tahun 2018*, 2(1), 55-64.
- Siti Jamilatun, M. S. (2014). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*, 12, 73–86.
- Sopianti, Densi Selpia., Herlina., & Saputra, Handi Tri. (2017). Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Goreng. *Jurnal Katalisator*, 2(2), 100-105.
- Stashenko, E., & Martínez, J. R. (2014). *Advances in Gas Chromatography - Chapter1: Gas Chromatography Mass Spectrometry*.
- Subadra, I. Setiaji, B. dan T. (2005). *Activated Carbon Production From Coconut Shell With (NH₄)HCO₃ Activator As An Adsorbent In Virgin Coconut Oil Purification*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sunardi. (2006). *Unsur Kimia, Deskripsi dan Pemanfaatannya*. Jakarta: CV.

Yarama Widya.

- Suprijana, O T. Hidayat, Ace MS Soedjanaatmadja, Ukun. (2002). Bekatul Padi sebagai Sumber Produksi Minyak dan Isolat Protein. *Jurnal Bionatura*, 4(2), 61-68.
- Suroso, Asri Sulistijowati. (2013). Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau dari Bilangan Peroksida , Bilangan Asam dan Kadar Air. *Jurnal Kefamarsian Indonesia*. 3(2), 77-88.
- Susanti , Ari Diana; Ardiana, Dwi; Gumelar,Gita P., Yosephin Bening G. Polaritas Pelarut Sebagai Pertimbangan dalam Pemilihan Pelarut Untuk Ekstraksi Minyak Bekatul Dari Bekatul Varietas Ketan (*Oryza sativa* glatinosa). *Simposium Nasional*, 8(2), 538-543.
- Swastika, D.N. (2009). Stabilisasi Tepung Bekatul Melalui Metode Pengukusan dan Pengeringan Rak Serta Pendugaan Umur Simpannya. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian.
- Syed-Hassan, S. S. A. dan Zaini M. S. M. (2016). Optimization of the preparation of activated carbon from palm kernel shell for methane adsorption using Taguchi orthogonal array design. *Korean J. Chem*, Vol 8.
- Takwanto, A., Mustain, A., & Sudarminton. (2018). Penurunan Kadar Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Karbon Aktif untuk Memenuhi Standar Baku Mutu Lingkungan. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 2(1), 11.
- Taurita, Mirna Zena; Sadek, Nur Fathonah; Sukarno; Yuliana, Nancy Dewi; Budijanto, Slamet. *Pengembangan Bekatul Sebagai Pangan Fungsional: Peluang, Hambatan, dan Tantangan*. Arikel.
- Triesty, I. dan M. (2017). Ekstraksi Minyak Atsiri dari Gaharu (*Aquilaria Malaccensis*) dengan Menggunakan Metode Microwave Hydrodistillation dan Soxhlet Extraction. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2).
- Ulfindrayani, Ika Fitri & A'yuni, Qurrota. (2018). Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas dan Kadar Air pada Minyak Goreng yang Digunakan oleh Pedagang Gorengan di Jalan Manyar Sabrangan, Mulyorejo, Surabaya. *Journal of Pharmacy and Science*, 3(2), 12-22.
- Ulfa, Ade Maria., Retnaningsih, Agustina., & Aufa, Rizkina. (2017). Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas Pada Minyak Kelapa, Minyak Kelapa Sawit dan Minyak Zaitun Kemasan Secara Alkalimetri. *Jurnal Analis Farmasi*, 2(4), 242-250.
- Utami, Panca Setya. (2009). Ekstraksi. Diakses pada 4 September 2022.

<http://pancasetyawatiutami.blogspot.com/2009/11/ekstraksi.html>.

- Utari, W., Hasan, W., & Dharma, S. (2016). Efektifitas Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar Bilangan Peroksida dan Penjernihan Warna pada Minyak Goreng Bekas. *DepKesLing Fakultas KesMas USU*, 8, 1–8.
- Widarta, I Wayan Rai., Nocianitri, K.A., & Sari, L.P.I.P. (2013). Ekstraksi Komponen Bioaktif Bekatul Beras Lokal dengan Beberapa Jenis Pelarut. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2).
- Widayanti, Isa. (2012). Studi Daya Aktivasi Arang Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cd. *Jurnal Saintek*, 1-7
- Wijayanti, Hesti., Nora, Harmin, & Amelia, Rajihah. (2012). Pemanfaatan Arang Aktif Dari Serbuk Gergaji Kayu Ulin Untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Goreng Bekas, *Konversi*, 1(1), 27.
- Wulandari, Mita Ayu & Sandika, I Wayan Martadi Sandika. (2022). Penetapan Kadar Tablet Asetol dengan Metode Asidi-alkalimetri. 3(6),664-669.
- Xu Z, Hua N, Godber JS. (2001). Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols and γ -oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-azobis(2-methylpropionamidine) dihydrochloride. *J. Agric. Food Chem*, 49.
- Yosi, F., Sandi, S., & Sahara, E. (2014). Analisis Sifat Fisik Bekatul dan Ekstrak Minyak Bekatul Hasil Fermentasi *Rhizopus* sp. dengan Menggunakan Inokulum Tempe. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 3(1), 7–13. <https://doi.org/10.33230/jps.3.1.2014.1721>.
- Yurida, Mutia., Afriani, Evi ., & R Susila Arita. (2013). Asidi-Alkalimetri. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(2), 1-8.

LAMPIRAN**Lampiran 1. Rancangan Penelitian**