

**Ekstraksi Minyak Bekatul dengan Fraksinasi Pelarut Menggunakan Metode
Sonikasi dan Uji Aktivitas Antioksidannya**

SKRIPSI

**Oleh :
IMROATUL ISLAMI
NIM. 17630005**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**EKSTRAKSI MINYAK BEKATUL DENGAN FRAKSINASI PELARUT
MENGUNAKAN METODE SONIKASI DAN UJI AKTIVITAS
ANTIOKSIDANNYA**

SKRIPSI

Diajukan Kepada :

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah satu Persyaratan dalam
Memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh :

**IMROATUL ISLAMI
NIM. 17630005**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**EKSTRAKSI MINYAK BEKATUL DENGAN FRAKSINASI PELARUT
MENGUNAKAN METODE SONIKASI DAN UJI AKTIVITAS
ANTIOKSIDANNYA**

SKRIPSI

**Oleh :
IMROATUL ISLAMI
NIM. 17630005**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji :
Tanggal : 23 Desember 2021**

Pembimbing I



**Dr. Akyunul Jannah
NIP. 19750410 200501 2009**

Pembimbing II



**Dr. M. Mughlis Fahrudin, M.Si
NIPT. 201402011409**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**




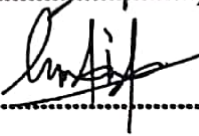


**Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010**

**EKSTRAKSI MINYAK BEKATUL DENGAN FRAKSINASI PELARUT
MENGUNAKAN METODE SONIKASI DAN UJI AKTIVITAS
ANTIOKSIDANNYA**

SKRIPSI

Oleh :
IMROATUL ISLAMI
NIM. 17630005

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 23 Desember 2021**

Penguji Utama	: Rachmawati Ningsih, M.Si NIP. 19810811 200801 2 010	(..... )
Ketua Penguji	: Fadilah Nor Laili Lutfia, M.Biotech NIDT. 63033	(..... )
Sekretaris Penguji	: Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P NIP. 19750410 200501 2009	(..... )
Anggota Penguji	: Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.Si NIPT. 201402011409	(..... )

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**


Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imroatul Islami
NIM : 17630005
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Ekstraksi Minyak Bekatul dengan Fraksinasi Pelarut Menggunakan Metode Sonikasi dan Uji Aktivitas Antioksidannya

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

Malang, 24 Desember 2021
Yang membuat pernyataan,



Imroatul Islami
17630005

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah dengan penuh rasa syukur kepada Allah Swt. saya mengucapkan terimakasih atas segala nikmat yang telah diberikan. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada nabi besar kita, nabi Muhammad Saw. sebagai bentuk rasa cinta yang besar kepada beliau.

Sebagai bentuk terimakasih, skripsi ini saya persembahkan kepada beberapa pihak :

1. Kedua orang tua, Bapak Alm. H. Muhammad Sholeh dan Ibu Hj. Hozizah, serta Kakak-kakak saya; Rina Melinda, Nur Jamal, Nurul Ulfa, Moh. Syafi, Lailatul Iszati, Ali Gufron, Afdol Abrori, dan Mar'atus Sholehah yang tak pernah berhenti memberikan semangat, motivasi, do'a, dan mendukung apa yang saya lakukan.
2. Bapak ibu pembimbing dan penguji, Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P., Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.Si., Rachmawati Ningsih, M.Si., Fadilah Nor Laili Lutfia., M.Biotech, yang telah sabar membimbing, memberi banyak ilmu, pengalaman, dan juga memberi motivasi-motivasi.
3. Teman-temanku semua, khususnya teman-teman yang selalu setia menemani dalam proses penyusunan skripsi ini.

MOTTO

Ubahlah Pikiranmu Dan Kau Dapat Mengubah Duniamu

Bukan Tentang Siapa Kau Di Mata Orang Banyak

Tapi Kau Di Hadapan Tuhan-Mu

“JUST BE YOURSELF”

وَمَنْ جَاهَدَ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ ۗ إِنَّ اللَّهَ لَغَنِيٌّ عَنِ الْعَالَمِينَ

Dan barang siapa bersungguh-sungguh, maka sesungguhnya kesungguhan itu untuk dirinya sendiri. Sungguh, Allah Mahakaya (tidak memerlukan sesuatu) dari seluruh alam.(QS.Al-Ankabut : 6)

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah segala puji syukur selalu dipanjatkan kepada Allah Swt. yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) yang berjudul **“Ekstraksi Minyak Bekatul dengan Fraksinasi Pelarut Menggunakan Metode Sonikasi dan Uji Aktivitas Antioksidannya”** ini meskipun masih jauh dari sempurna. Selawat serta salam kami haturkan kepada baginda Nabi Muhammad Saw. yang telah memberikan suri tauladan kepada umatnya, sehingga dalam proses penulisan skripsi ini tidak terlepas dari nilai-nilai kehidupan yang menjadikan Allah Swt. sebagai tujuan, sebagaimana yang telah diajarkan oleh Rasulullah Saw. Semoga kita menjadi umat yang pandai dalam mensyukuri segala nikmat yang telah diberikan Allah Swt, dan dengan harapan kelak mendapat syafaat dari baginda Nabi Muhammad Saw. Amin.

Laporan hasil penelitian ini disusun sebagai tahapan untuk mencapai gelar Strata 1 sebagai pengaplikasian ilmu yang didapat. Dengan terselesainya penulisan laporan ini, penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu an proposal dan mendapat dukungan, motivasi serta bimbingan. Oleh karena itu, izinkanlah penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3. Rachmawati Ningsih, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Akyunul Jannah selaku dosen konsultan yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan kesabarannya dalam penulisan proposal skripsi ini hingga terselesaikan.
5. Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.Si, selaku dosen pembimbing agama yang telah memberikan, pengarahan, bimbingan, dan nasihat dalam penulisan proposal skripsi ini hingga terselesaikan.
6. Seluruh dosen dan laboran Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membagi ilmu, pengetahuan, pengalaman, dan wawasannya sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
7. Keluarga terutama orang tua kami dan saudara-saudara kami selaku pendukung serta pemberi motivasi.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, rekan-rekan program studi kimia fakultas sains dan teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama angkatan 2017 yang selalu menjadi keluarga terbaik selama ini serta memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini sehingga terselesaikannya dengan lancar, semoga Allah Swt. membalas dengan kebaikan dan pahala disisi-Nya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Namun dengan segala keterbatasan dan kemampuan yang ada, penulis telah berusaha dengan sebaik-baiknya. Semoga tugas akhir ini dapat menjadi sarana pembuka tabir ilmu

pengetahuan baru, bermanfaat bagi kita semua dan untuk peradaban yang akan datang.

Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Malang, 24 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
ملخص	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan	8
1.4 Batasan Masalah	9
1.5 Manfaat Penelitian	9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bekatul	10
2.2 Minyak Bekatul	12
2.3 Manfaat Minyak Bekatul	12
2.4 Metode Ekstraksi dengan Sonikasi	15
2.5 Fraksinasi	17
2.6 Antioksidan	18
2.7 Metode DPPH (<i>1,1-difenil-2-pikrilhidrazil</i>)	19
Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa (KG-SM)	20
2.7 Tumbuh-tumbuhan dan Pemanfaatannya dalam Perspektif Islam	22

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.2.1 Alat	25
3.2.2 Bahan	26
3.3 Rancangan Penelitian	26
3.4 Tahapan Penelitian	26

3.5 Pelaksanaan Penelitian	27
3.5.1 Preparasi Sampel.....	27
3.5.2 Penentuan Kadar Air Secara Thermogravimetri.....	28
3.5.3 Ekstraksi Bekatul Menggunakan Metode Sonikasi.....	28
3.6 Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul Menggunakan Metode DPPH	29
3.7 Identifikasi Minyak Bekatul Menggunakan KG-SM (Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa)	30
3.8 Analisis Data	31
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Preparasi Sampel.....	32
4.2 Penentuan Kadar Air Secara Thermogravimetri	32
4.3 Ekstraksi Minyak Bekatul Menggunakan Metode Sonikasi dengan Fraksinasi Pelarut	34
4.4 Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul Menggunakan Metode DPPH (<i>1,1 difenil-2 pikrilhidrazil</i>).....	35
4.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	36
4.4.2 Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Minyak Bekatul.....	37
4.5 Identifikasi Senyawa Asam Lemak Menggunakan KG-SM (Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa)	40
4.5.1 Transesterifikasi Asam Lemak Minyak Bekatul	40
4.5.2 Identifikasi Senyawa Asam Lemak Pada Minyak Bekatul Menggunakan (KG-SM) Istrumen Kromatografi Gas Spektrofotometer Massa	41
4.6 Manfaat Senyawa Asam Lemak dalam Minyak Bekatul Menurut Pandangan Islam	42
 BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	51
 DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rancangan Penelitian	60
Lampiran 2	Diagram Alir Penelitian.....	61
Lampiran 3	Perhitungan Uji Kadar Air	64
Lampiran 4	Perhitungan Randemen.....	66
Lampiran 5	Perhitungan % Aktivitas Antioksidan	67
Lampiran 6	Dokumentasi	69
Lampiran 7	Data Hasil Absorbansi Uji Antioksidan Menggunakan UV-Vis	72
Lampiran 8	Data Analisis KG-SM.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Bekatul di dalam Padi.....	11
Gambar 2.2 Kromatogram KG-SM Minyak Bekatul Beras Merah	21
Gambar 2.3 Spektrum <i>9-Octadecenic acid, methyl ester DBW</i>	22
Gambar 4.1 Sampel Bekatul Setelah Proses Preparasi.....	32
Gambar 4.2 Interaksi Pelarut Etanol dengan Senyawa Asam Lemak.....	34
Gambar 4.3 Spektra UV-Vis Larutan DPPH 0,2 mM.....	37
Gambar 4.4 Reduksi DPPH dari Senyawa Peredam Radikal Bebas.....	38
Gambar 4.5 Mekanisme Reaksi NaOH dengan Metanol	39
Gambar 4.6 Mekanisme Reaksi Transesterifikasi dengan katalis NaOH.....	40
Gambar 4.7 Kromatogram Minyak Bekatul	41
Gambar 4.8 Struktur Asam Lemak Minyak Bekatul.....	42
Gambar 4.9 Data Spektrometri Massa Puncak Ke-1.....	43
Gambar 4.10 Data Spektrometri Massa Puncak Ke-2.....	44
Gambar 4.11 Data Spektrometri Massa Puncak Ke-3.....	45
Gambar 4.12 Struktur Asam Linoleat	46
Gambar 4.12 Mekanisme Radikal Bebas	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persentase Asam Lemak dalam Minyak Bekatul	12
Tabel 2.2 Karakteristik Minyak Bekatul	19
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air pada Simplisia Bekatul.....	33
Tabel 4.2 Rendemen Minyak Bekatul Beras Putih Secara Fraksinasi dengan Sonikasi	33
Tabel 4.3 Persentase Aktivitas Antioksidan dengan Fraksinasi Pelarut	40
Tabel 4.4 Hasil Komponen Asam Lemak yang Terdapat dalam Minyak Bekatul ...	42

ABSTRAK

Islami, Imroatul. 2021. Ekstraksi Minyak Bekatul dengan Fraksinasi Pelarut Menggunakan Metode Sonikasi dan Uji Aktivitas Antioksidannya. Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing Jurusan: Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P ; Pembimbing Agama: Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.Si

Bekatul merupakan hasil sampingan dari proses penggilingan padi menjadi beras. Sebanyak 25% minyak yang ada dalam bekatul tergantung pada varietas padi, proses penggilingan, dan sistem stabilisasi. Minyak bekatul dapat dikonsumsi karena mengandung vitamin, antioksidan serta nutrisi yang diperlukan tubuh manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh rendemen optimal minyak bekatul beras putih melalui metode sonikasi dengan fraksinasi pelarut dan menentukan aktivitas antioksidan terbaiknya. Pelarut yang digunakan yaitu pelarut polar; etanol, dan non polar; n-heksana. Minyak dari bekatul di ekstraksi menggunakan metode sonikasi dengan perbandingan bahan dengan pelarut adalah 1:5 b/v. Uji analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH dengan spektrofotometri UV-Vis. Ekstrak minyak bekatul tertinggi diidentifikasi senyawa asam lemak dengan menggunakan KG-SM (Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa). Hasil penelitian didapatkan rendemen tertinggi minyak bekatul yaitu pada pelarut etanol sebesar 27,37%, serta didapatkan % aktivitas antioksidan dari ekstrak pelarut etanol sebesar 85,91% sedang n-heksana 29,65%. Hasil Identifikasi senyawa asam lemak menggunakan instrumentasi Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (KG-SM) adalah asam n-heksadekanoat, asam tridekanoat etil ester, asam 9,12-oktadekanoat , asam 9-oktadekanoat, dan asam linoleat etil ester.

Kata Kunci : Minyak bekatul, Fraksinasi Pelarut, Sonikasi, Antioksidan, Asam lemak.

ABSTRACT

Islami, Imroatul. 2021. Extraction of Rice Bran Oil with Solvent Fractionation Using the Sonication Method and Testing its Antioxidant Activity. Essay. Chemistry Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang.

Department Advisor: Dr. Akyunul Jannah, S.Si, MP ; Religious Advisor: Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.Si

Rice bran is a by-product of the milling process into rice. As much as 25% of the oil in rice bran depends on the rice variety, milling process, and stabilization system. Rice bran oil can be consumed because it contains vitamins, antioxidants and nutrients that the human body needs. The purpose of this study was to obtain the optimal yield of white rice bran oil through the sonication method with solvent fractionation and determine the best antioxidant activity. The solvent used is a polar solvent; ethanol, and non-polar; n-hexane. The oil from rice bran was extracted using the sonication method with a ratio of 1:5 w/v. The antioxidant activity analysis test used the DPPH method with UV-Vis spectrophotometry. The highest bran oil extract was identified by fatty acid compounds using KG-SM (Gas Chromatography –Mass Spectrophotometry). The results showed that the highest yield of rice bran oil was in ethanol solvent of 27.37%, and the % antioxidant activity of the ethanol solvent extract was 85.91% while n-hexane was 29.65%. The results of the identification of fatty acid compounds using Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC) instrumentation were n-hexadecanoic acid, tridecanoic acid ethyl ester, 9,12-octadecanoic acid, 9-octadecanoic acid, and linoleic acid ethyl ester.

Keywords: Rice bran oil, Solvent Fractionation, Sonication, Antioxidants, Fatty acids.

ملخص

إسلامي، امرأة 2021. ويستعمل استخراج زيت النخالة مع تجزئة المذيات التصوير بالموجات الصوتية واختبارات لأنشطته المضادة للأكسدة. أطروحة. برنامج الدراسة الكيميائية، قسم العلوم والتكنولوجيا، جامعة البلاد الإسلامية مولانا مالك إبراهيم.

مستشار في الإدارة: الدكتور أكينول جنة، الماجستير مستشار ديني: مخلص فهد الدين، الماجستير

النخالة هي منتج ثانوي لعملية طحن الأرز. ما يصل إلى 25 ٪ من الزيوت في النخالة تعتمد على أصناف الأرز، وعملية الطحن، وأنظمة الاستقرار. ويمكن استهلاك زيت بران لأنه يحتوي على الفيتامينات، المواد المضادة للأكسدة، والمواد المغذية التي يحتاج إليها الجسم البشري. الغرض من هذه الدراسة هو الحصول على الراقصات المختارة، لب الأرز الأبيض عن طريق الموجات فوق الصوتية مع تجزئة المذيات وتحديد أفضل نشاط مضاد للأكسدة. والمذيب المستخدم هو مذيات قطبية ؛ الإيثانول، وغير القطبي ؛ هو مذيات قطبية ؛ الإيثانول، وغير القطبيالسيلاج. يستخدم زيت إزالة التجمد في الاستخراج الطريقة الصوتية لمقارنة المواد بالمذيات على النحو 1:5. اختبار تحليل النشاط المضاد للأكسدة باستخدام مقياس الطيف الضوئي ثم تحديد مركب الزيت بيكاتول باستخدام الغاز الكروماتوغرافي -الطيف كتلة

الكلمات الرئيسية: زيت بيول، تكسير المذيات ، هندسة الصوت، مضادات الأكسدة، الأحماض الدهنية

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki produktivitas padi yang relatif besar dan meningkat setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistik produksi padi dalam tahun 2018 sebanyak 83 juta ton Gabah Kering Giling (GKG) yang mengalami kenaikan sebanyak 7,64 juta ton (9,7 persen) dibandingkan 2016 (BPS., 2018). Hasil pengolahan padi diperoleh beras 70%, sekam 20%, dan dedak padi 8-10%. Padi adalah sumber bahan makanan pokok utama di Indonesia. Dalam proses pemanfaatan padi menjadi beras yang dikonsumsi, padi harus dibersihkan dari kulitnya sehingga menghasilkan limbah padat berupa bekatul. Bekatul ini biasanya hanya digunakan sebagai komponen pakan ternak dan unggas, dan juga belum dimanfaatkan secara optimal, baik dari segi daya guna maupun nilai ekonomisnya (Latifah., 2018).

Bekatul berasal dari lapisan dalam kulit padi (*bran*) yang terpisah dari beras saat penyosohan selama penggilingan, memiliki warna kuning kecoklatan dengan aroma sama seperti aroma berasnya (Mas'ud dan Pabbenteng., 2016). Bekatul memiliki kandungan minyak 12-22%, protein 11-17%, serat 6-14%, kelembaban 10-15%, abu 8-17%, mineral, vitamin dan komponen fenolik. Vitamin di dalam bekatul antara lain, vitamin E, thiamin, niacin, dan mineral antara lain aluminium, kalsium, klorin, besi, magnesium, mangan, fosfor, potassium, sodium dan zink. (Pourali *et al*, 2010; Srikaeo., 2014).

Minyak bekatul atau lebih dikenal dengan *rice bran oil* merupakan minyak berbahan dasar bekatul padi, yang dapat dikonsumsi dimana mengandung vitamin, antioksidan dan nutrisi yang diperlukan untuk tubuh manusia. Minyak bekatul terdiri dari lemak tak jenuh ganda 33% (mengandung asam lemak esensial), lemak jenuh 20% dan lemak tak jenuh tunggal 47%. Formulasi ini sangat mirip dengan pedoman *American Heart Association* (AHA) rekomendasi untuk minyak nabati yang kaya sumber asam linoleat (asam lemak omega-6) dan asam linolenat tingkat tinggi (asam lemak omega-3). Asam lemak esensial bertindak sebagai pengatur internal vital dalam tubuh yang dapat meningkatkan kekebalan tubuh manusia karena kaya akan antioksidan dan juga menghilangkan radikal bebas. (Suryati, dkk., 2015). Minyak bekatul mengandung beberapa jenis lemak, antara lain 47% lemak *monounsaturated*, 33% *polyunsaturated*, dan 20% *saturated*, serta asam lemak yaitu asam oleat 38,4%, linoleat 34,4%, linolenat 2,2%, palmitat 21,5%, dan stearat 2,9%. (Hadipernata., 2007).

Minyak bekatul memiliki aroma dan tampilan yang baik serta nilai titik asap yang cukup tinggi yaitu sekitar 254°C. Nilai titik asap ini paling tinggi dibandingkan minyak nabati lainnya, minyak bekatul merupakan minyak goreng terbaik dibandingkan minyak kelapa, minyak sawit, maupun minyak jagung. (Mas'ud, dkk. 2018). Minyak bekatul juga mengandung lemak tidak jenuh yang tinggi, sehingga aman dikonsumsi oleh penderita kolesterol dan penyakit jantung. Oleh karena itu, minyak bekatul dapat dimanfaatkan sebagai suplemen pangan untuk meningkatkan kualitas kesehatan manusia (Cahyanine dkk, 2008 ; Ovani., 2013).

Sebagai hamba Allah Swt yang beriman, kita seharusnya senantiasa sadar bahwa diperintahkan untuk berfikir dan mencari manfaat dari apa-apa yang diciptakan oleh Allah di muka bumi terutama untuk pengobatan karena penciptaan-Nya tidak ada yang sia-sia. Sebagaimana Allah Swt berfirman dalam Al-Qur'an pada surat Shaad (38) : 27 dibawah ini :

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۗ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ

Artinya : “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang yang kafir itu karena mereka akan masuk neraka”.

Hikmah dari ayat ini kita dapat berpikir potensi akal yang diberikan Allah kepada manusia sehingga potensi ini benar-benar membuat manusia menjadi makhluk sempurna dan membedakannya dengan binatang dan tidak menyia-nyiakan sesuatu yang telah Allah berikan. Banyak hal-hal yang abstrak, baik dalam menganalisa, membandingkan, maupun membuat kesimpulan dari sesuatu yang baik atau buruk untuk dimanfaatkan. Manusia dengan kemampuan akalnya ini mampu menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi, mengubah serta merencanakan lingkungannya, menuju situasi kehidupan yang lebih baik, dan cerdas dalam memanfaatkannya.

Beberapa penelitian sebelumnya pada ekstraksi minyak bekatul banyak menggunakan metode ekstraksi soxhlet yang memiliki kekurangan yaitu membutuhkan waktu ekstraksi yang lama, menggunakan banyak pelarut dan hasil ekstrak yang didapatkan kurang maksimal. Maka dari itu, dalam penelitian ini menggunakan optimasi ekstraksi minyak bekatul dengan metode ekstraksi sonikasi.

Metode sonikasi menggunakan gelombang akustik dengan frekuensi 16-20 kHz. Sonikasi bersifat non destruktif dan non invasif, sehingga dapat dengan mudah diadaptasikan ke berbagai aplikasi. Salah satu kelebihan metode ekstraksi sonikasi adalah untuk mempercepat proses ekstraksi, dibandingkan dengan ekstraksi termal atau ekstraksi konvensional, metode sonikasi ini lebih aman, lebih singkat, dan meningkatkan jumlah rendemen kasar. Sonikasi juga dapat menurunkan suhu operasi pada ekstrak yang tidak tahan panas, sehingga cocok untuk diterapkan pada ekstraksi senyawa bioaktif tidak tahan panas (Zou TB, 2014). Efisiensi dari proses ekstraksi menggunakan sonikasi dipengaruhi oleh ukuran partikel, suhu, waktu ekstraksi, jenis pelarut, dan pengadukan. (Djaeni, dan Yuniar, 2019).

Menurut penelitian Purwanto, dkk (2014) minyak bekatul padi yang diperoleh dari proses ekstraksi tiga macam pelarut organik berbeda kepolarannya dengan metode Soxhlet didapatkan % rendemen etanol lebih besar daripada pelarut n-heksana dan etil asetat dengan dengan rendemen etanol paling tinggi yaitu 12,553 %, 14,105 %, dan 17,431 %. Hasil perbandingan sampel dengan menggunakan metode Soxhlet ini dapat dilihat jika menggunakan metode sonikasi akan mendapatkan % rendemen lebih besar, memberikan hasil yang lebih tinggi, dan telah dipelajari oleh berbagai kelompok penelitian yang dapat dikaitkan dengan pembentukan kavitas di mana rongga membesar dan timbul setelah beberapa siklus (biasanya dalam mikrodetik) yang disebut sebagai kavitas sementara.

Pemilihan pelarut pada umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: selektivitas, titik didih pelarut, pelarut tidak larut dalam air, pelarut bersifat inert sehingga tidak bereaksi dengan komponen lain, harga pelarut semurah mungkin,

pelarut mudah terbakar (Guenther, 1987, dalam Ari dkk., 2012). Pada dasarnya suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya. Karena polaritas lemak berbeda-beda maka tidak ada bahan pelarut umum untuk semua jenis lemak. Lipid merupakan senyawa organik yang tidak larut dalam air, tetapi larut pada pelarut organik polar, seperti aseton, alkohol, eter, benzena, kloroform dan sebagainya (Sahriawati dan Daud., 2016).

Uji identifikasi aktivitas antioksidan minyak bekatul salah satunya dengan uji DPPH (*1,1-difenil 2-pikrilhidrazil*). DPPH merupakan radikal bebas yang apabila direaksikan dengan ekstrak tanaman yang mengandung antioksidan, maka akan terjadi reaksi penangkapan radikal bebas DPPH yang diubah menjadi *1,1-difenil 2-pikrilhidrazin* (kuning). (Yen dan Chen., 1995). Keuntungan menggunakan metode DPPH yaitu merupakan metode yang sederhana, cepat dan mudah untuk screening aktivitas penangkap radikal beberapa senyawa. Pengukuran DPPH diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm (Kurniawan, 2013; Hanani., 2010). DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*) banyak digunakan untuk mengidentifikasi senyawa antioksidan. Metode DPPH dalam uji aktivitas antioksidan mempunyai kemampuan mereduksi yang digunakan untuk menentukan antioksidan total pada sampel (Simanjuntak., 2004).

Hasil penelitian Daud, dkk (2015) menjelaskan bahwa aktivitas DPPH dari berbagai jenis minyak bekatul diekstraksi menggunakan pelarut yang berbeda, yaitu menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi pada hampir semua ekstrak pelarut dengan etanol (92,96%), diikuti oleh tipe bario dengan pelarut metanol (84,25%) dan dedak padi gogo dengan ekstraksi pelarut etanol (80,13%). Kecenderungan umum

ekstrak etanol > metanol > heksana ditemukan untuk aktivitas pencarian DPPH pada *p-value* lebih kecil dari 0,05. Djaeni, dan Yuniar (2019) mengemukakan *yield* minyak bekatul tertinggi didapatkan pada kondisi operasi suhu 60°C, rasio bahan/pelarut 1:5 waktu ekstraksi 60 menit yaitu 11.34%. Hasil rendemen bekatul dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya derajat penyosohan, tingkat masak padi, kadar air gabah, jenis alat penyosoh, dan lubang alat pemisah. (Soemardi., 1975).

Kandungan antioksidan utama dalam bekatul yaitu tokoferol, tokotrienol, dan orizanol. Vitamin E (tokoferol dan tokotrienol) merupakan antioksidan larut dalam lemak yang sangat penting, karena dapat menetralkan radikal bebas dan lipid peroksidasi. Dilakukan uji aktivitas antioksidan untuk mengetahui senyawa yang dapat menetralkan atau meredam radikal bebas melalui mekanisme penambahan gugus elektron kepada gugus elektron radikal bebas yang tidak berpasangan sehingga menjadi stabil sehingga mampu menghambat atau memperlambat kerusakan lemak dan minyak akibat proses oksidasi. (Susanto, dkk., 2011). Asam lemak tak jenuh dalam minyak bekatul terbagi menjadi dua yaitu asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA), dan asam lemak tak jenuh jamak (PUFA). Salah satu contoh MUFA yaitu asam oleat yang Asam lemak tak jenuh efektif untuk menurunkan kadar kolesterol darah. Sedangkan yang termasuk PUFA antara lain asam linoleat, linolenat dan arakhidonat yang berperan penting dalam transpor dan metabolisme lemak, fungsi imun, mempertahankan fungsi dan integritas membran sel. (Mayes., 2003).

Berdasarkan beberapa uraian diatas, urgensi dan kebaruan dari riset ini yaitu untuk memperoleh rendemen optimal minyak bekatul beras putih melalui metode sonikasi dengan fraksinasi pelarut dan mengidentifikasi senyawa asam lemak dalam

minyak bekatul yang memiliki aktifitas antioksidan terbaik. Fraksinasi pelarut yang akan digunakan yaitu pelarut polar ;etanol, dan non polar; n-heksana. Ekstraksi yang digunakan adalah metode sonikasi. Penggunaan metode sonikasi untuk meningkatkan hasil ekstraksi antioksidan dalam suatu bahan alam agar mendapatkan hasil lebih tinggi dengan waktu yang relatif singkat (Peres dkk., 2006). Aktivitas antioksidan minyak bekatul akan dilakukan dengan uji DPPH. Kemudian minyak bekatul akan diidentifikasi menggunakan spektrofotometer KG-SM (Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa) untuk mengetahui senyawa asam-asam lemak terkandung dalam minyak bekatul.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana rendemen hasil ekstraksi dan aktivitas antioksidan minyak bekatul menggunakan fraksinasi pelarut dengan metode sonikasi ?
2. Bagaimana hasil identifikasi senyawa asam lemak pada minyak bekatul menggunakan spektrofotometer KG-SM (Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa) ?

1.3 Tujuan Masalah

1. Untuk mengetahui rendemen hasil ekstraksi dan aktivitas antioksidan minyak bekatul menggunakan fraksinasi pelarut dengan metode sonikasi.
2. Untuk mengetahui hasil identifikasi senyawa asam lemak pada minyak bekatul menggunakan spektrofotometer KG-SM (Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa).

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan adalah bekatul beras putih dari penggilingan padi di desa Meteng kabupaten Sampang Madura dengan varietas pertiwi.
2. Metode ekstraksi menggunakan metode sonikasi.
3. Fraksinasi pelarut yang digunakan yaitu pelarut polar; etanol, dan non polar; n-heksana.
4. Metode pengujian antioksidan menggunakan DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*).
5. Aktivitas antioksidan mengarah pada senyawa asam lemak yang ada dalam minyak bekatul.
6. Identifikasi senyawa asam lemak pada minyak bekatul menggunakan instrumen KG-SM (Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Agar masyarakat mengetahui potensi minyak bekatul sebagai antioksidan alami yang mampu mencegah oksidasi dan radikal bebas.
2. Dapat mengetahui senyawa asam-asam lemak yang memiliki aktivitas antioksidan pada ekstrak minyak bekatul.
3. Dapat mengetahui cara fraksinasi pelarut minyak bekatul menggunakan senyawa polar; etanol dan non polar; n-heksana.
4. Meningkatkan manfaat bekatul dalam segi ekonomi yang mudah didapatkan.

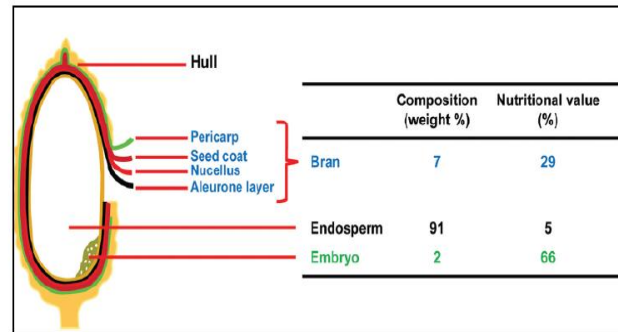
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki produktivitas padi yang relatif besar dan meningkat setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistik produksi padi dalam tahun 2018 sebanyak 83 juta ton Gabah Kering Giling (GKG) yang mengalami kenaikan sebanyak 7,64 juta ton (9,7 persen) dibandingkan 2016 (BPS., 2018). Hasil pengolahan padi diperoleh beras 70%, sekam 20%, dan dedak padi 8-10%. Padi adalah sumber bahan makanan pokok utama di Indonesia. Dalam proses pemanfaatan padi menjadi beras yang dikonsumsi, padi harus dibersihkan dari kulitnya sehingga menghasilkan limbah padat berupa bekatul. Bekatul ini biasanya hanya digunakan sebagai komponen pakan ternak dan unggas, dan juga belum dimanfaatkan secara optimal, baik dari segi daya guna maupun nilai ekonomisnya (Latifah., 2018).

Bekatul berasal dari lapisan dalam kulit padi (*bran*) yang terpisah dari beras saat penyosohan selama penggilingan, memiliki warna kuning kecoklatan dengan aroma sama seperti aroma berasnya (Mas'ud dan Pabbenteng., 2016). Bekatul memiliki kandungan minyak 12-22%, protein 11-17%, serat 6-14%, kelembaban 10-15%, abu 8-17%, mineral, vitamin dan komponen fenolik. Vitamin di dalam bekatul antara lain, vitamin E, thiamin, niacin, dan mineral antara lain aluminium, kalsium, klorin, besi, magnesium, mangan, fosfor, potassium, sodium dan zink. (Pourali *et al*, 2010; Srikaeo., 2014).



Gambar 2.1 Struktur Bekatul didalam Padi (Park, dkk., 2017)

Secara morfologi, bekatul terdiri atas lapisan perikarp, testa dan lapisan aleuron. Lapisan-lapisan ini mengandung sejumlah nutrisi seperti protein, lemak dan serat pangan serta sejumlah vitamin dan mineral. Kandungan asam amino esensial, antara lain dalam bekatul antara lain: triptofan, histidin, sistein, dan arginin. Jenis serat pangan terdiri atas selulosa, hemiselulosa, pektin, arabinosilan, lignin, dan β -glukan. Selain itu, bekatul juga mengandung beberapa komponen bioaktif, seperti γ -oryzanol, asam ferulat, asam kafeat, tricine, asam kumarat, asam fitat, isoform vitamin E (α -tokoferol, γ -tokoferol, tokotrienol), fitosterol (β -sitosterol, stigmasterol, kampesterol), dan karotenoid (α -karoten, β -karoten, lutein, likopen). (Henderson, dkk., 2012). Berbeda dengan serealia, seperti jagung, gandum, dan oat, fraksi lipid bekatul beras mengandung rasio isoform vitamin E, γ -oryzanol, dan β -sitosterol yang unik. Damayanti, dkk (2007) menyebutkan bahwa komposisi kimia bekatul bervariasi tergantung pada varietas padi, lingkungan tanam padi, derajat penggilingan gabah dan kontaminasi sekam pada proses penggilingan.

2.2 Minyak Bekatul

Minyak bekatul atau *Rice Bran Oil* (RBO) adalah minyak nabati unik yang dihasilkan dari lapisan luar beras coklat yang dihilangkan dalam bentuk bekatul selama proses pemolesan di industri penggilingan padi. Ekstraksi minyak dari bekatul saat ini merupakan proses yang paling luas dan penting secara ekonomis dalam memulihkan komponen bekatul. Sebagian besar minyak dalam bulir padi dari bekatul mengandung sekitar 15-22% berat minyak dan diperoleh selama proses penggilingan yang digunakan untuk menghasilkan beras putih. (Krishnan, dkk., 2015)

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), *American Heart Association* (AHA), dan organisasi kesehatan makanan internasional lainnya telah mengakui minyak bekatul sebagai minyak sehat karena kandungan asam lemaknya yang seimbang, yang terdiri dari 47% lemak tak jenuh tunggal (MUFAs), 33% asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), dan 20% asam lemak jenuh (SFA). Asam lemak tak jenuh utama adalah asam oleat, dan asam linolenat. Primer asam lemak jenuh adalah asam palmitat, miristat, dan stearat, seperti yang dilaporkan pada Tabel 2.1 (Lai, dkk., 2019).

Tabel 2.1 Persentase asam lemak dalam minyak bekatul (Lai, dkk., 2019)

Asam lemak	Persen
Asam myristik C14:0	0,4-1,0
Asam Palmitic C16:0	17,0-21,5
Asam Stearic C18:0	1,0-3,0
Asam oleat C18:1	38,4-42,3
Asam linoleat	33,1-37,0
Asam Linolenic C18:3	0,5-2,2
Asam lemak jenuh (SFA)	18,4-25,5

Minyak bekatul padi mengandung asam oleat 36-38%, linoleat 35-38% dan α -linolenat 1,8-2,4% yang merupakan asam lemak tak jenuh, serta asam palmitat 21-25% dan stearat 2,7-3,0% yang merupakan asam lemak jenuh. Komponen utamanya adalah triasilgliserol berjumlah sekitar 80% dari minyak bekatul padi kasar. Tiga asam lemak utama terdiri dari palmitat, oleat dan linoleat dengan kisaran kandungan asam lemak berturut-turut adalah 12-18%, 40-50%, dan 20-42%. Komponen lainnya adalah digliserida 2-3%, monogliserida 5-6%, asam lemak bebas 2-3%, wax 0,3%, glikolipid 0,8%, pospolipid 1,6%, dan senyawa tak tersabunkan 4%. (Mas'ud, dan Pabbenteng., 2016).

γ -oryzanol, tokotrienol, tokoferol, dan fitosterol lain yang terkandung dalam minyak bekatul merupakan mikronutrien utama yang bertanggung jawab atas aktivitas antioksidan minyak bekatul. Kandungan ester asam ferulik dalam γ -oryzanol dikenal sebagai antioksidan kuat, antiradikal bebas, dan pemulung radikal kuat. Dapat menurunkan kolesterol plasma dan serum, berkat struktur beberapa fitosterol yang dapat menghambat penyerapannya. γ -oryzanol dan tokotrienol memoderasi respons hiperinsulinemik, dan tingkat antioksidan yang tinggi ini dapat meningkatkan aktivitas metabolik, sehingga mendukung penurunan berat badan. Selain itu, minyak bekatul juga sangat stabil pada suhu tinggi dan ditandai dengan titik asap 254°C. Semua fitur ini menjadi kandidat yang sangat baik untuk makanan, *nutraceutical*, farmasi, kosmetik, dan aplikasi makanan. (Silvia,dkk., 2020).

2.3 Manfaat Minyak Bekatul

Berbagai hasil penelitian telah menunjukkan bahwa bekatul memiliki nilai gizi yang tinggi. (Auliana., 2011). Bekatul biasanya hanya digunakan sebagai komponen pakan ternak dan unggas. Di samping sebagai pakan ternak sebenarnya bekatul padi mempunyai beberapa kegunaan lain. Bekatul mempunyai kemampuan untuk menurunkan kadar trigliserida (sifat hipolipemik) dan kolesterol (sifat hipokolesterolemik) darah. (Suprijana, dkk., 2002). Bekatul juga bermanfaat baik bagi kesehatan, yaitu dapat menurunkan kolesterol dalam darah, pencegahan penyakit kardiovaskular, kanker, serta menghambat waktu menopause. Bekatul mengandung lemak tidak jenuh yang tinggi, sehingga aman dikonsumsi oleh penderita kolesterol dan penyakit jantung. Oleh karena itu, bekatul dapat dimanfaatkan sebagai suplemen pangan untuk meningkatkan kualitas kesehatan manusia (Cahyanine, dkk., 2008; Ovani., 2013).

Parrado, dkk (2006) menunjukkan bahwa minyak bekatul dikategorikan sebagai asam lemak tak jenuh. Kandungan nutrisi dedak padi yang tinggi, maka pemanfaatannya tidak hanya sebatas minyak goreng saja namun dapat dikembangkan menjadi produk kesehatan dan kosmetik. Minyak dedak padi mengandung oryzanol merupakan sumber antioksidan alami yang dibutuhkan manusia. Adanya berbagai kandungan dan nutrisi dedak padi yang besar ini, maka potensi pemanfaatannya menjadi cukup besar pula. (Sari, dkk., 2019).

Diketahui bahwa kualitas minyak goreng sebagian ditentukan oleh titik asap, semakin tinggi titik asap minyak goreng semakin baik. Minyak dedak padi memiliki titik asap 260 °C, dibandingkan dengan titik asap kelapa sawit yaitu 176°C, artinya

jika digunakan sebagai minyak goreng, minyak sawit lebih cepat mendidih dari minyak dedak. Faktanya, secara tradisional di Jepang, dedak murni digunakan sebagai masker karena kandungan gamma oryzanolnya dapat melembutkan dan mencerahkan kulit. Minyak dedak padi memiliki sejumlah manfaat bagi kesehatan manusia. Negara maju dan beberapa negara Asia orang sadar akan pentingnya kesehatan beralih menggunakan minyak dedak padi daripada menggunakan minyak nabati lainnya, tetapi meskipun Indonesia merupakan salah satu lumbung padi, ternyata minyak yang diekstrak dari dedak padi masih harus didatangkan dari Thailand jadi harganya relatif mahal.(Yunardi, dkk., 2020).

2.4 Metode Ekstraksi Minyak Bekatul dengan Sonikasi

Metode sonikasi atau disebut juga *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE) adalah salah satu metode ekstraksi berbantu ultrasonik. Gelombang sonikasi adalah gelombang suara yang memiliki frekuensi diatas pendengaran manusia (≥ 20 kHz). Metode ekstraksi ini digunakan untuk memperoleh yang lebih tinggi dengan waktu yang relatif singkat. Dengan bantuan ultrasonik, proses ekstraksi senyawa organik pada tanaman dan biji-bijian dengan menggunakan pelarut organik dapat berlangsung lebih cepat. Dinding sel dari bahan dipecah dengan getaran sonikasi sehingga kandungan yang ada di dalamnya dapat keluar dengan mudah. (Sholihah, dkk., 2017).

Prinsip ekstraksi ultrasonik ialah tegangan mekanik dan kavitasi. Tegangan mekanik terjadi akibat perambatan gelombang ultrasonik mengenai sampel, sehingga sampel menjadi partikel dengan ruang yang kecil dan gelombang ini menimbulkan efek kavitasi yang akan memecah dinding sel dan pelarut akan terdifusi dalam sel

menyebabkan senyawa aktif dalam sel akan keluar dan terekstraksi (Torres, dkk., 2017).

Pemilihan metode ekstraksi sangat penting dilakukan karena hasil ekstraksi akan mencerminkan tingkat keberhasilan metode tersebut. Metode konvensional memiliki kekurangan karena membutuhkan waktu ekstraksi yang lama, membutuhkan banyak pelarut serta hasil ekstrak yang didapatkan kurang maksimal. Salah satu kelebihan metode ekstraksi sonikasi adalah untuk mempercepat proses ekstraksi, dibandingkan dengan ekstraksi termal atau ekstraksi konvensional, metode sonikasi ini lebih aman, lebih singkat, dan meningkatkan jumlah rendemen kasar. Proses ekstraksi dipengaruhi oleh metode, pelarut, suhu, serta waktu ekstraksi yang akan berpengaruh terhadap konsentrasi serta kualitas ekstrak minyak yang dihasilkan. Sonikasi juga dapat menurunkan suhu operasi pada ekstrak yang tidak tahan panas, sehingga cocok untuk diterapkan pada ekstraksi senyawa bioaktif tidak tahan panas. (Handayani, ddk., 2016).

Beberapa faktor dapat mempengaruhi proses ekstraksi, antara lain adalah jenis dan jumlah pelarut. Semakin banyak jumlah pelarut semakin banyak pula jumlah produk yang akan diperoleh, hal ini dikarenakan distribusi partikel dalam pelarut semakin menyebar, sehingga memperluas permukaan kontak, dan perbedaan konsentrasi solut dalam pelarut dan padatan semakin besar. (Mas'ud, dan Pabbenteng., 2016).

2.5 Fraksinasi

Fraksinasi pada prinsipnya adalah proses penarikan senyawa pada suatu ekstrak dengan menggunakan dua macam pelarut yang tidak saling bercampur. Pelarut yang umumnya dipakai untuk fraksinasi adalah n-heksan, etil asetat, dan metanol. Untuk menarik lemak dan senyawa non polar digunakan n-heksan, etil asetat untuk menarik senyawa semi polar, sedangkan metanol untuk menarik senyawa-senyawa polar. Dari proses ini dapat diduga sifat kepolaran dari senyawa yang akan dipisahkan. Sebagaimana diketahui bahwa senyawa-senyawa yang bersifat non polar akan larut dalam pelarut yang non polar sedangkan senyawa-senyawa yang bersifat polar akan larut dalam pelarut yang bersifat polar juga. (Mutiasari., 2012).

Dalam penelitian Carolina (2014) proses fraksinasi menurut Winarno (1997) terjadi karena pendinginan lemak akan menyebabkan hilangnya panas dan memperlambat gerakan molekul. Jarak antar molekul yang lebih kecil akan menimbulkan gaya tarik menarik antara molekul yang disebut gaya van der Waals. Akibat adanya gaya ini radikal-radikal asam lemak saling bertumpuk membentuk kristal dan terjadilah pemisahan. Faktor utama dalam fraksinasi pada suhu rendah adalah perbedaan titik leleh dan kelarutan komponen lemak yang akan dipisahkan. Hamilton (1995) mengungkapkan proses fraksinasi dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pertama proses kristalisasi dengan cara mengatur suhu dan tahap kedua yaitu pemisahan fraksi cair dan padat.

2.6 Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa donor elektron atau reduktan. Senyawa antioksidan memiliki berat molekul kecil, tetapi mampu menghambat dan menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif sehingga mencegah terbentuknya radikal (Winarsi, 2007).

Vitamin E (tokoferol) merupakan antioksidan golongan steroid yang terkandung dalam bekatul. Vitamin E adalah suatu zat penyapu radikal bebas yang lipofilik. Vitamin ini berfungsi sebagai pelindung terhadap peroksidasi lemak di dalam membran. Dari tiga vitamin yang memiliki kemampuan berfungsi sebagai antioksidan dan menghentikan reaksi berantai radikal bebas (vitamin E, vitamin C, dan karotenoid), vitamin E adalah satu-satunya yang berperan fisiologis semata-mata untuk menyingkirkan radikal bebas (Marsk., 2000).

Minyak bekatul mempunyai aktivitas antioksidan 39,33%. Zigoneanu (2006) menyebutkan aktivitas antioksidan pada minyak bekatul sebesar $41,64 \pm 5,04\%$. Hal tersebut karena komposisi kimia bekatul tergantung dari faktor varietas padi dan metode ekstraksi, sehingga jumlah antioksidan berbeda-beda.

Antioksidan yang terdapat pada minyak bekatul di dominasi oleh oryzanol dan tokoferol. Hasil analisis kadar asam lemak bebas pada minyak diperoleh rata-rata 12,73%. Aryusuk (2008) menyebutkan bahwa minyak bekatul mengandung 3-20% asam lemak bebas. Hasil analisis bilangan peroksida pada minyak bekatul diperoleh rata-rata 20,702 mek/kg, sedangkan peroksida dari penelitian Tahira (2007) sebesar 0,92 mek/kg. Diduga hal tersebut terjadi karena adanya perlakuan pemanasan suhu 121°C . Berikut tabel karakteristik minyak bekatul : (Cahyanine., 2008).

Tabel 2.2 Karakteristik minyak bekatul

Analisis	Hasil Analisis	Referensi
Tokoferol (mg/g)	3,89	10-14 ^a
Asam lemak bebas (%)	12,73	3-20 ^b
Aktivitas antioksidan	39,33	41,64 ± 5,04 ^c
Bil. Peroksida (mek/kg)	20,70	0,92 ^c
Rendemen (%)	21,01	10-26 ^a
Warna	75	-

2.7 Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul Menggunakan Metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*)

Analisis aktivitas antioksidan dapat diukur berdasarkan kemampuannya untuk menangkap radikal bebas. Salah satu metode yang digunakan untuk pengukuran yaitu metode DPPH, karena merupakan metode yang sederhana, mudah, cepat dan membutuhkan sedikit sampel. DPPH merupakan radikal bebas sintetik berwarna ungu. Aktivitas peredaman DPPH dari zat antioksidan didasarkan pada kemampuan zat antioksidan dalam menetralkan radikal DPPH dengan cara menyumbangkan protonnya sehingga membentuk radikal yang lebih stabil. Penambahan zat yang bersifat antioksidan akan menyebabkan berkurangnya warna ungu dari larutan DPPH dan semakin aktif zat yang ditambahkan maka larutan DPPH akan berubah menjadi warna semakin kuning (Muharni, dkk., 2013).

Pemilihan metode DPPH dikarenakan metode DPPH merupakan metode yang sederhana, mudah, cepat dan peka serta hanya memerlukan sedikit sampel. Senyawa antioksidan akan bereaksi dengan radikal DPPH melalui mekanisme donasi atom hidrogen dan menyebabkan terjadinya perubahan warna DPPH dari ungu ke kuning yang diukur pada panjang gelombang 517 nm (Hanani., 2005).

$$\% \text{ Aktivitas Antioksidan} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \%$$

Keterangan = A_0 = Abs kontrol
 A_1 = Abs Perlakuan

2.8 Kromatografi Gas-Spektrofotometer Massa (KG-SM)

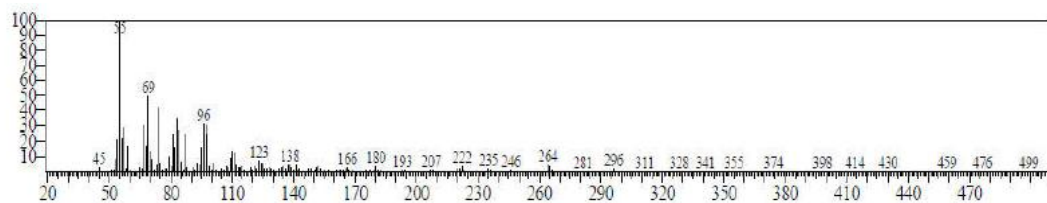
Teknik KG pertama kali diperkenalkan oleh James dan Martin pada tahun 1952. KG merupakan salah satu teknik kromatografi yang hanya dapat digunakan untuk mendeteksi senyawa-senyawa yang mudah menguap. Kriteria menguap adalah dapat menguap pada kondisi vakum tinggi dan tekanan rendah serta dapat dipanaskan (Darmapatni., 2014). Kromatografi gas merupakan metode yang tepat dan cepat untuk memisahkan campuran yang sangat rumit. Waktu yang dibutuhkan beragam, mulai dari beberapa detik untuk campuran sederhana sampai berjam-jam untuk campuran yang mengandung 500-1000 komponen. (Gritter.,1991).

Seiring dengan perkembangan teknologi maka instrument KG digunakan secara bersama-sama dengan instrumen lain seperti Spektrofotometri Massa (SM). Spektrometer massa diperlukan untuk identifikasi senyawa sebagai penentu bobot molekul dan penentuan rumus molekul. Prinsip dari SM adalah pengionan senyawa-senyawa kimia untuk menghasilkan molekul bermuatan atau fragmen molekul dan mengukur rasio massa/muatan. Terdapat 4 (empat) proses dalam spektrometri massa yaitu ionisasi, percepatan, pembelokkan dan pendeteksian. (Darmapatni., 2014).

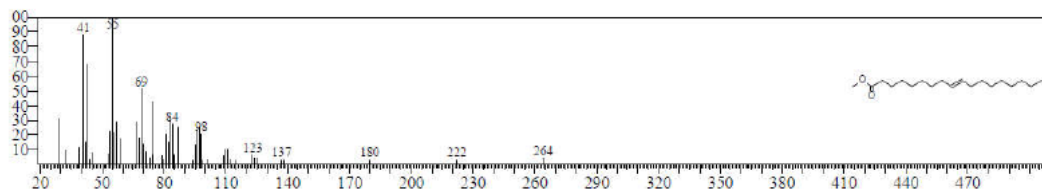
Kadar suatu senyawa dalam sampel dapat diketahui dengan membandingkan antara luas senyawa dengan jumlah luas sampel, kadar senyawa diberikan dalam bentuk persentase dengan persamaan 2.2 (Gandjar dan Rohman., 2012):

$$\text{Persen (\%)} \text{ Komponen} = \frac{\text{Luas komponen}}{\text{Jumlah luas semua sampel}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Spektra massa menunjukkan grafik perbandingan massa fragmen (m/z) dengan kelimpahan relatif pada masing-masing fragmen tersebut berdasarkan kestabilannya. Kestabilan fragmen dipengaruhi oleh kemampuannya untuk beresonansi. Semakin stabil suatu fragmen maka kelimpahan relatifnya akan semakin tinggi (Supratman., 2010).



Gambar 2.2 Kromatogram KG-SM Minyak Bekatul Beras Merah (Hartono, dkk., 2017)



Gambar 2.3 Spektrum *9-Octadecenoic acid, methyl ester* sesuai *Data Base Wiley* (Hartono, dkk., 2017)

Gambar 2.2 adalah spektra minyak bekatul beras merah sedangkan gambar 2.3 merupakan spektrum referensi *data base Wiley* yaitu *9-Octadecenoic acid methyl ester* yang memiliki BM pada m/z 264. Bila dilihat fragmentasinya, maka spektrum 2.4 merupakan puncak yang mengacu pada senyawa *9-Octadecenoic acid methyl ester* dan senyawa ini memiliki BM pada m/z 296 dengan rumus molekul $C_{19}H_{36}O_2$.

Selanjutnya terjadi pelepasan senyawa CH_3OH yang ditunjukkan pada puncak $[\text{M}-32]^+$ (m/z 264) yang merupakan puncak massa ion molekul senyawa *9-Octadecenoic acid methyl ester* pada spektrum referensi *data base* Wiley. Puncak-puncak yang muncul pada fragmentasi senyawa tersebut adalah m/z 296, 264, 222, 180, 166, 138, 123, 96, 69, 55, dan 45. (Hartono, dkk., 2017).

2.8 Tumbuh-tumbuhan dan Pemanfaatannya dalam Perspektif Islam

Tumbuh-tumbuhan sering dijelaskan dalam Al-Qur'an sebagai bukti kekuasaan Allah dalam perumpamaan untuk menyampaikan suatu hikmah. Selain itu, ada beberapa tumbuh-tumbuhan dan juga buah-buahan yang disebutkan secara jelas namanya dalam Al-Qur'an. Penyebutan nama tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan dalam Al-Qur'an tentu bukan tanpa maksud, pasti ada sebab dan tujuan dalam penyebutan tersebut. (Rossidy., 2008). Bahkan tidak hanya sekedar disebutkan, melainkan Allah juga menjelaskan fungsi dan manfaat dari tumbuhan-tumbuhan yang berguna bagi manusia seperti halnya tumbuhan sebagai *ṣifa'* (obat). (Mafatikah., 2019). Allah Swt telah memberikan petunjuk tentang penggunaan tumbuh-tumbuhan yang bermanfaat sebagaimana yang terungkap dalam surat Al-Isra'(17): 82

وَنُنَزِّلُ مِنَ الْقُرْآنِ مَا هُوَ شِفَاءٌ وَرَحْمَةٌ لِّلْمُؤْمِنِينَ ۖ وَلَا يَزِيدُ الظَّالِمِينَ إِلَّا خَسَارًا

Artinya : “Dan Kami turunkan dari Al-Quran suatu yang menjadi penawar dan rahmat bagi orang-orang yang beriman dan Al Quran itu tidaklah menambah kepada orang-orang yang zalim selain kerugian.”

Ayat tersebut menjelaskan bahwa manfaat penyebutan tumbuhan tersebut juga berimplikasi pada pengetahuan manusia dalam memperhatikan serta menjaga kesehatan jiwa dan raganya. Penyebutan tumbuhan disini mempunyai posisi sebagai obat dapat diketahui identitas dan zat yang terkandung didalamnya sehingga manusia dapat memanfaatkannya secara cerdas. Hal tersebut tentu sangat berguna bagi keberlangsungan hidup manusia dengan berbagai manfaat baik bagi kesehatan pada umumnya. Dikuatkan lagi dalam Al-Qur'an surat 'Abasa ayat 27-28 yang berbunyi :

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا وَعِنَبًا وَقَضْبًا

Artinya : “Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu anggur dan sayur-sayuran. ('Abasa: 27-28)”

Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa *al-habb* artinya biji-bijian, *al-inab* artinya anggur. sedangkan *al-qadb* artinya sejenis sayuran yang dimakan oleh ternak dengan mentah-mentah. Demikianlah menurut Ibnu Abbas, Qatadah, Ad-Dahhak, dan As-Saddi, Al-Hasan Al-Basri mengatakan bahwa *al-qadb* artinya makanan ternak. Tafsir tersebut bisa dilihat manfaat dari biji-bijian dibumi yang seharusnya digunakan sebaik mungkin. Penelitian ini mengambil bekatul selain sebagai makanan hewan ternak, dapat dikembangkan lagi sebagai minyak bekatul yang mengandung aktivitas antioksidan tinggi. Pemanfaatan bahan alam sebagai yang berasal dari tumbuhan dapat dijadikan obat tradisional yang memiliki efek samping lebih sedikit dibandingkan dengan obat kimia dipasaran, Pemanfaatan inilah yang harus dilakukan kami sebagai mahasiswa, agar bisa memberikan inovasi terbaru dan mendapatkan banyak manfaat dengan cara mengembangkan akal yang sudah diberikan Allah.

Menurut tafsir Al-Maraghi (1986) mendefinisikan orang-orang yang berakal yaitu orang yang mau menggunakan pikirannya, mengambil faedah, hidayah, dan menggambarkan keagungan Allah. Sebagai manusia yang berakal, merupakan bentuk petunjuk bagi manusia untuk terus mengkaji segala ciptaan Nya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-Oktober 2021, di Laboratorium Biokimia dan Laboratorium Organik 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 dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, ayakan 60 mesh, pipet ukur, bola hisap, neraca analitik, kertas saring, batang pengaduk, cawan porselen, oven, cawan penguap, aluminium foil, lemari asam, penyaring buchner, rotary evaporator, spatula, rak tabung reaksi, penjepit kayu, desikator, hot plate, seperangkat alat sonikasi *water bath*, Spektrofotometri UV-Vis Varian *Carry 50* di Jurusan Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, dan Instrumen Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa (KG-SM) *High Efficiency Source* (HES) di Primkoppol Puslabfor Polri Bogor.

3.2.2 Bahan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul dengan jenis beras varietas pertiwi hasil penggilingan padi di Desa Meteng Kab. Sampang Madura.

Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah aquades, etanol 96%, n-heksana teknis 95%, DPPH (*1,1-difenil-2-pikril hidrazil*), H₂SO₄ p.a, dan NaOH.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian eksperimental di laboratorium. Sampel bekatul disaring dengan ayakan 60 mesh dan diuji kadar airnya. Serbuk yang diperoleh diekstrak dengan metode ultrasonik bath menggunakan fraksinasi pelarut. Tahap pertama, sampel bekatul diekstraksi dengan pelarut polar; etanol, dengan rasio bahan/pelarut 1:5 dan waktu ekstraksi sonikasi yaitu 30 menit. Kemudian disaring menggunakan corong buchner untuk mendapat minyak bekatul. Selanjutnya filtrat dievaporasi menggunakan rotary evaporator pada suhu 60°C untuk mendapatkan minyak yang lebih pekat. Kemudian dihitung randemennya. Tahap kedua ampas bekatul sisa etanol ditambahkan pelarut non polar; n-heksana, kemudian diekstraksi dengan sonikasi kembali dan mengikuti prosedur yang sama dengan ekstraksi etanol. Kemudian dihitung randemennya.

Hasil ekstraksi minyak bekatul dengan fraksinasi pelarut diuji aktivitas antioksidan dengan DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*). Kemudian diidentifikasi senyawa asam lemak pada minyak bekatul menggunakan instrumen KG-SM (Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa).

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut :

- 1) Preparasi sampel,

- 2) Penentuan kadar air secara thermogravimetri,
- 3) Ekstraksi bekatul menggunakan metode sonikasi,
- 4) Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*),
- 5) Identifikasi senyawa asam lemak pada minyak bekatul menggunakan KG-SM (Kromatografi Gas–Spektrofotometri Massa),
- 6) Analisis Data.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Preparasi Sampel

Bekatul yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul dari jenis beras putih hasil penggilingan padi desa Meteng kabupaten Sampang Madura dengan varietas pertiwi. Bekatul sebanyak 250 gram diayak dengan ayakan ukuran 60 mesh dan dibungkus dengan aluminium foil. Setelah itu, sampel diinkubasi menggunakan oven selama 15 menit pada suhu 102°C, kemudian didinginkan pada suhu ruang. Sampel kering disimpan pada suhu 4°C untuk analisis lebih lanjut (Moko, dkk., 2014).

3.5.2 Penentuan Kadar Air secara Thermogravimetri

Sampel yang telah dipreparasi, selanjutnya dilakukan penetapan kadar air pada sampel bekatul. Disiapkan cawan porselen kemudian di oven pada suhu 100-105°C sekitar 15 menit untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada cawan porselen. Kemudian, cawan porselen kering disimpan dalam desikator selama 10

menit, kemudian ditimbang berat cawan porselen kosong hingga diperoleh berat cawan yang konstan. Selanjutnya, ditimbang dan dimasukkan 5 gram sampel bekatul ke dalam cawan porselen dan di oven pada suhu 100-105°C sekitar 15 menit untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada sampel. Kemudian sampel didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang. Selanjutnya sampel dipanaskan kembali dalam oven sekitar 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang kembali hingga diperoleh berat konstan. Diulang perlakuan ini hingga diperoleh berat konstan. Kadar air dalam bekatul dapat dihitung menggunakan persamaan (3.1) (AOAC., 1984) :

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{b-a} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan : a = bobot cawan kosong
 b = bobot sampel + cawan sebelum dikeringkan
 c = bobot cawan + sampel setelah dikeringkan

3.5.3 Ekstraksi Bekatul Menggunakan Metode Sonikasi

Proses ekstraksi dilakukan mengacu pada metode yang telah dilakukan oleh Li, dkk (2015) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 90 gram bekatul dimasukkan kedalam labu erlenmeyer kemudian ditambahkan pelarut etanol 450 ml dengan perbandingan berat : volume sebesar 1:5. Proses ekstraksi dilakukan selama 30 menit pada suhu 60°C. Setelah proses ekstraksi, ekstrak disaring menggunakan corong buchner. Filtrat yang didapatkan dipisahkan kembali dengan pelarutnya menggunakan alat *rotary evaporator*. Kemudian dihitung randemennya. Tahap selanjutnya ampas/residu sampel bekatul sisa etanol ditambahkan pelarut non polar;

n-heksana kemudian ekstraksi sonikasi kembali dan mengikuti prosedur yang sama dengan ekstraksi etanol dan kembali dihitung randemennya. Minyak bekatul yang didapat disimpan didalam kulkas dengan suhu 5°C untuk menghilangkan *wax* (lilin).

Persentase perolehan minyak (b/b) dapat diketahui menggunakan rumus: kemudian dihitung randemen dengan persamaan 3.2 (Mas'uda dan Pabbenteng., 2016)

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat minyak (gr)}}{\text{berat sampel (gr)}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

3.6 Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul Menggunakan Metode DPPH (1,1-difenil-2 pikrilhidrazil)

Absorbansi kontrol: larutan DPPH 0,2 mM dipipet 1 ml dan masukkan kedalam tabung reaksi dan ditambah larutan etanol 96% sebanyak 3 ml. Tabung reaksi ditutup dengan aluminium foil dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit (Ulyah., 2019). Kemudian larutan dimasukkan kedalam kuvet hingga penuh dan diukur absorbansinya pada λ maks yang diperoleh pada tahap sebelumnya.

Absorbansi sampel: minyak bekatul dilarutkan dalam etanol 96%. Disiapkan tabung reaksi untuk bekatul dan diisi dengan 3 ml ekstrak dan ditambahkan DPPH 0,2 mM sebanyak 1 ml (perbandingan larutan DPPH : ekstrak yang dilarutkan dengan konsentrasi tertentu 1:3). Setelah itu larutan ditutup dengan aluminium foil dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit, kemudian dimasukkan kedalam kuvet hingga penuh dan diukur absorbansinya pada λ mak yang telah ditentukan (Ulyah., 2019). Data absorbansi yang diperoleh dihitung nilai aktivitas antioksidanya. Nilai dapat diperoleh dari Persamaan 3.3 (Damayanthi., 2010).

$$\% \text{ Aktivitas Antioksidan} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan : A_0 = Absorbansi kontrol
 A_1 = Absorbansi sampel

3.7 Identifikasi Senyawa Asam Lemak pada Minyak Bekatul Menggunakan KG-SM (Kromatografi Gas– Spektrofotometri Massa)

Analisis komposisi kimiawi minyak bekatul dilakukan dengan menggunakan kromatografi gas spektroskopi massa. Sebelum diinjeksikan, sampel minyak di transesterifikasi basa terlebih dahulu. Sebanyak 2 mL n-heksana ditambahkan dalam 0,1 g RBO kocok hingga bercampur. Tambahkan metanolik NaOH sebanyak 0,4 mL ke dalam RBO kemudian dikocok selama 10 detik. Kemudian campuran larutan ditempatkan dalam water bath yang telah diukur suhunya yaitu 50°C selama 1 menit dan kocok selama 10 detik. Campuran larutan akan terbentuk dua lapisan, lapisan metil ester asam lemak dipisahkan kemudian dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas. (Pontoh dan Makasoe., 2011).

3.8 Analisis Data

Metode analisis yang digunakan adalah dengan menginterpretasikan data yang berupa bentuk gambar, tabel dan grafik. Data analisis yang diperoleh ini berupa absorbansi-absorbansi dari kontrol, sampel. Setelah didapatkan persen (%) aktivitas antioksidan pada sampel. Selanjutnya, dihitung % aktivitas antioksidan yang terbaik kemudian diidentifikasi senyawa asam lemak pada minyak bekatul menggunakan GC-MS.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Bekatul

Proses preparasi sampel bekatul menggunakan ayakan bertujuan untuk memperluas permukaan sampel sehingga interaksi antara sampel dan pelarut menjadi lebih efektif serta meningkatkan rendemen dari ekstraksi yang dilakukan. Kemudian sampel diinkubasi didalam oven sebagai proses stabilisasi bekatul yang bertujuan untuk menghentikan kerja enzim lipase pada bekatul agar tidak mengalami kerusakan, menurunkan kadar air dan dapat bertahan lama. Menurut Siswanti, dkk (2018) Stabilisasi dengan oven menyebabkan meningkatnya umur simpan bekatul dan mencegah kerusakan akibat kerusakan oksidatif. Bekatul kering yang diperoleh memiliki karakteristik warna coklat kekuning-kuningan.



Gambar 4.1 Sampel bekatul setelah proses preparasi

4.2 Penentuan Kadar Air Secara Thermogravimetri

Penentuan kadar air secara thermogravimetri dikenal dengan metode pengeringan dan penimbangan yang mengacu pada SNI 01-2354.2-2006. Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air pada sampel bekatul yang sudah

dilakukan preparasi. Berdasarkan hasil penelitian, kadar air sampel bekatul diperoleh sebesar 1,385% (b/v). Berikut hasil pengujian kadar air pada simplisia bekatul pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil pengujian kadar air pada simplisia bekatul

Pengujian	Sampel	Kadar (%)			Rerata (%)	Syarat Mutu (%) (MENKES., 1994)
		I	II	III		
Kadar Air	Simplisia Bekatul	1,39	1,357	1,4	1,385 ± 0,02	< 10

Nilai kadar air tersebut juga sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dengan nomer surat 661/MENKES/SK/VII/1994, yang menyatakan bahwa nilai kadar air yang terkandung dalam simplisia berupa serbuk harus kurang dari 10%. Kadar air yang terlalu tinggi (>10%) menyebabkan tumbuhnya mikroba yang akan menurunkan stabilitas ekstrak. Semakin rendah kandungan kadar air maka semakin tinggi nilai rendemen ekstrak yang berarti bahwa interaksi pelarut dan sampel bekerja maksimal. Sedangkan menurut Fauziyah (2011) kadar air umumnya berbanding lurus dengan aktivitas air, yaitu semakin kecil kadar air, maka semakin kecil aktivitas air sehingga semakin awet bahan pangan tersebut.

4.3 Ekstraksi Minyak Bekatul Menggunakan Metode Sonikasi dengan Fraksinasi Pelarut

Ekstraksi minyak bekatul dengan metode sonikasi digunakan karena dapat mempercepat terekstraksinya suatu bahan alam. Ekstraksi dilakukan dengan

fraksinasi menggunakan pelarut etanol 96% karena senyawa polar yang mudah menguap sehingga baik digunakan sebagai pelarut ekstrak. Selanjutnya menggunakan n-heksana 95% karena bersifat inert dari sifat non polarnya. Efisiensi sonikasi dipengaruhi oleh ukuran partikel, suhu, waktu ekstraksi, jenis pelarut, dan pengadukan. Menurut Mas'ud dan Pabbenteng (2016) pelarut ini dipilih karena mudah dipisahkan dari zat terlarut dan memiliki titik didih yang rendah.

Proses ekstraksi sonikasi dilakukan dalam *water bath* dengan suhu 60°C agar hasil ekstraksi minyak yang didapatkan mencapai tingkat optimal. Sesuai dengan penelitian Djaeni, dkk (2019) dalam penelitian Capellini *et al* (2017) yang menjelaskan bahwa proses ekstraksi material bahan pangan akan berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Peningkatan suhu mempengaruhi proses sekresi minyak dari bekatul, viskositas, tegangan permukaan dan solubilitas dari pelarut. Selain itu solubilitas pelarut dan difusivitas minyak meningkat dengan seiringnya peningkatan suhu.

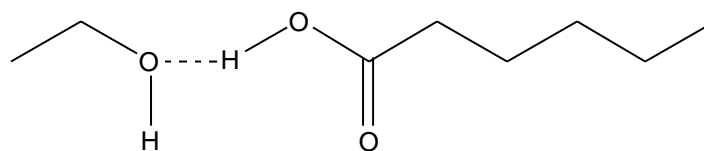
Hasil ekstraksi minyak bekatul kemudian disaring dengan corong *buchner* agar proses penyaringan lebih cepat, dan mendapatkan filtrat yang maksimal. Filtrat yang didapatkan berwarna kuning kecoklatan. Kemudian masing-masing filtrat dari proses ekstraksi minyak bekatul dipekatkan dengan *rotary evaporator vacuum* pada suhu 50°C berdasarkan pada titik didih pelarut dan memanfaatkan tekanan yang dapat menyebabkan uap dari pelarut terkumpul pada kondensor, mengakibatkan uap mengembun dan jatuh pada tabung penampung, hasil ekstrak berupa cairan. Hasil minyak bekatul pelarut etanol diperoleh berwarna kuning kecoklatan sedangkan

ekstraksi fraksi kedua dengan n-heksana berwarna kuning kehijauan. Rendemen ekstrak minyak bekatul dengan etanol dan n-heksana ditunjukkan pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Rendemen minyak bekatul beras putih secara fraksinasi dengan sonikasi

Pelarut	Rendemen (%)	Warna Ekstrak Pekat
Etanol	27,37	Kuning Kecoklatan
n-heksana	2,16	Kuning Kehijauan

Berdasarkan tabel 4.2 persentase rendemen minyak bekatul menggunakan perbedaan ekstraksi fraksinasi, diperoleh hasil rendemen dari pelarut etanol lebih besar daripada pelarut n-heksana yaitu sebesar 27,37%, dimana selisih nilai rendemen keduanya juga tinggi mencapai 25,21%, sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa asam lemak yang terkandung dalam sampel bekatul memiliki sifat kepolaran yang sama dengan pelarut etanol dan dihasilkan rendemen lebih tinggi daripada pelarut n-heksana. Perbedaan hasil rendemen ini juga dikarenakan perlakuan pada proses ekstraksi sonikasi yang dilakukan secara fraksinasi atau bertingkat. Berikut gambar 4.2 interaksi yang terjadi antara pelarut etanol dengan senyawa asam lemak yang terdapat dalam minyak bekatul :



Gambar 4.2 Interaksi pelarut etanol dengan senyawa asam lemak

Interaksi pelarut etanol dengan senyawa asam lemak terjadi melalui ikatan hidrogen intramolekuler antara O pada etanol dengan H pada asam lemak. Pada

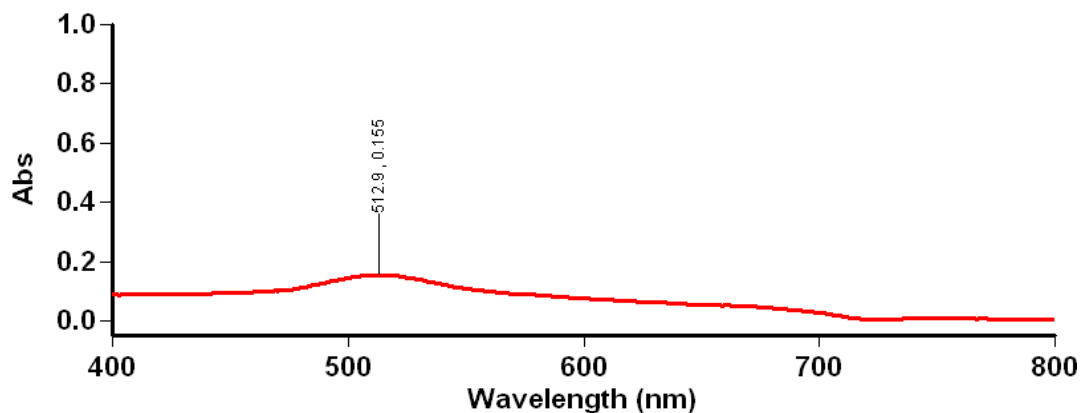
ikatan hidrogen terjadi gaya tarik menarik antara atom H dengan atom O yang mempunyai keelektronegatifan lebih besar sehingga dapat menyebabkan atom O pada etanol dan atom H pada asam lemak terjadi muatan listrik parsial dengan polaritas yang berlawanan maka interaksi ini menyebabkan senyawa asam lemak yang ada pada etanol terektaksi lebih banyak daripada n-heksana.

Perbandingan hasil ini juga sesuai dengan penelitian Mas'ud dan Pabbenteng (2016) hasil ekstraksi minyak bekatul padi dengan etanol dan n-heksana yang dilakukan secara bertingkat tetapi menggunakan metode maserasi didapatkan persentase minyak hasil ekstraksi etanol lebih tinggi dibanding hasil ekstraksi dengan n-heksana yaitu dengan persentase perolehan minyak 8,49% dan 7,25% karena disebutkan secara umum bahwa pada minyak bekatul padi terdapat komponen polar yang lebih banyak dibandingkan komponen non-polar, sehingga etanol dapat mengekstrak senyawa bekatul lebih tinggi. Pada dasarnya suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya, karena polaritas lemak berbeda-beda maka tidak ada bahan pelarut umum untuk semua jenis lemak. Lipid merupakan senyawa organik yang tidak larut dalam air, tetapi larut pada pelarut organik polar, seperti aseton, alkohol, eter, benzena, kloroform dan sebagainya. (Sahriawati dan Daud., 2016). Menurut Purwanto, dkk (2016) hal ini juga menunjukkan bahwa kandungan dalam minyak bekatul merupakan senyawa-senyawa polar seperti asam lemak berupa asam oleat, linoleat, linolenat, palmitat, dan stearat.

4.4 Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul Menggunakan Metode DPPH (1,1 difenil-2 pikrilhidrazil)

4.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan pada sebelum uji aktivitas antioksidan. Bertujuan untuk mengetahui besarnya panjang gelombang yang dibutuhkan oleh larutan DPPH 0,2mM mencapai serapan maksimalnya. Menurut Rohman dan Gandjar (2007) pengukuran sampel harus dilakukan pada gelombang maksimum agar kepekaannya lebih baik dan meminimalkan kesalahan. Berikut hasil pengukuran panjang gelombang maksimum larutan DPPH 0,2 mM pada Gambar 4.3

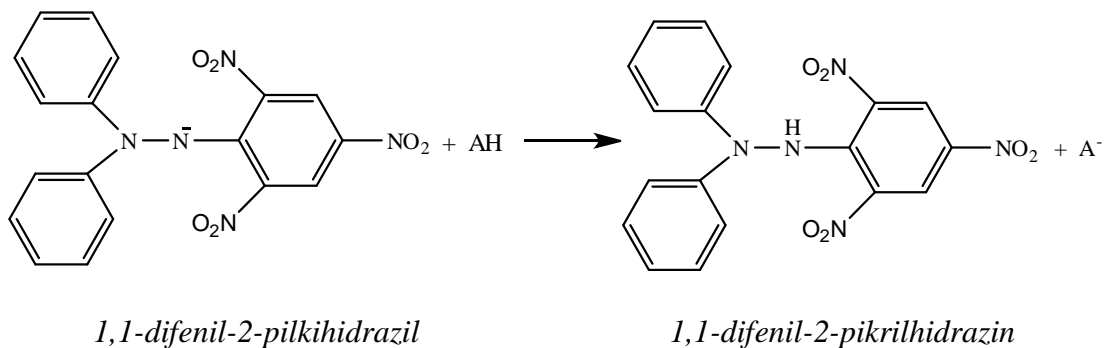


Gambar 4.3 Spektra UV-Vis larutan DPPH 0,2 mM

Berdasarkan spektra pada gambar 4.2, pengukuran panjang gelombang λ_{maks} DPPH 0,2 mM didapatkan yaitu 512,9 nm dan berwarna ungu. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Suwarni (2016) yaitu λ maksimum DPPH pada rentang panjang gelombang 400-800 nm.

4.4.2 Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Minyak Bekatul

Pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan pada masing-masing ekstrak minyak bekatul pada panjang gelombang 512,9 nm sesuai hasil penentuan panjang gelombang sebelumnya. Uji aktivitas antioksidan diukur pada masing-masing sampel dengan metode DPPH. Metode ini menggunakan radikal DPPH yang akan bereaksi dengan senyawa antioksidan. Kontrol sebagai pembanding saat pengujian senyawa antioksidan pada sampel sehingga didapatkan nilai absorbansinya untuk mengetahui radikal DPPH sebelum direduksi oleh sampel. DPPH memiliki komplementer ungu karena memiliki elektron yang tidak berpasangan. Berikut ini gambar 4.4 reaksi reduksi DPPH dari senyawa peredam radikal bebas :



Gambar 4.4 Reduksi DPPH dari senyawa peredam radikal bebas (Prakash dkk., 2001)

Terjadinya reduksi DPPH menjadi DPPH-H ini disebabkan karena adanya donor atom hidrogen dari senyawa hidroksil yang terdapat didalam sampel minyak. Senyawa hidroksil akan terpisah menjadi bagian-bagian kecil. Semakin banyak gugus hidroksil bebas, semakin banyak reduksi yang dilakukan terhadap DPPH. Perubahan

warna yang terjadi pada saat reaksi yaitu dari ungu menjadi kuning. (Hanani., 2005). Perubahan warna ini menandakan bahwa masing-masing ekstrak memiliki kemampuan potensi sebagai antioksidan. Perubahan intensitas warna yang terjadi berhubungan dengan jumlah elektron DPPH yang menangkap atom hidrogen dari senyawa antioksidan. Menurut Molyneux (2004), DPPH berwarna ungu karena mempunyai satu atom N yang elektronnya tidak berpasangan. Apabila DPPH bereaksi dengan senyawa yang dapat meredam radikal bebas, maka akan terjadi pengikatan satu elektron dengan atom yang dapat mendonorkan elektronnya (atom H) membentuk *diphenilpicrylhydrazine* yang stabil. Persentase aktivitas antioksidan dengan fraksinasi pelarut ditunjukkan pada tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Persentase aktivitas antioksidan dengan fraksinasi pelarut

Sampel	% antioksidan			% rerata
Etanol 95%	87,44	87,16	83,15	85,91±2
n-heksana 96%	23,74	30,70	34,52	29,65±4

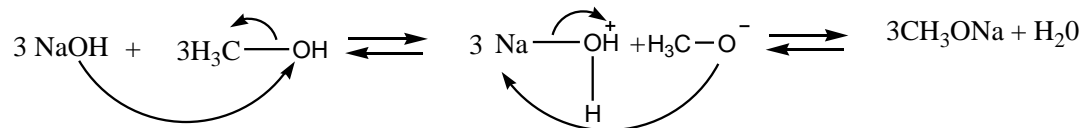
Berdasarkan tabel 4.3 ekstrak minyak bekatul dengan etanol 95%, didapatkan rata-rata % aktivitas antioksidan yaitu sebesar 85,91%. Sedangkan pada ekstrak fraksinasi minyak bekatul dengan n-heksana didapatkan rata-rata % aktivitas antioksidan yaitu sebesar 29,65%, sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak fraksi senyawa etanol lebih efektif untuk meredam radikal bebas DPPH daripada n-heksana dimana semakin besar persentase aktivitas antioksidan sampel maka semakin berpotensi sebagai antioksidan. Sesuai dengan penelitian Romadanu, dkk (2014), fraksi etanol memiliki gugus polar yang lebih kuat daripada gugus nonpolar, dan dapat terlihat dari struktur kimia etanol yang mengandung gugus hidroksil (polar) dan

gugus karbon (non polar). Diperkuat dengan tingginya (%) antioksidan yang terdapat pada pelarut etanol menunjukkan pelarut tersebut mampu mengekstrak lebih banyak komponen bioaktif dengan sifat kepolaran yang lebih tinggi. Nilai standar deviasi menunjukkan nilai yang lebih besar dari nilai rata-ratanya, artinya data tidak baik atau kurang valid karena terdapat data yang terlalu ekstrim.

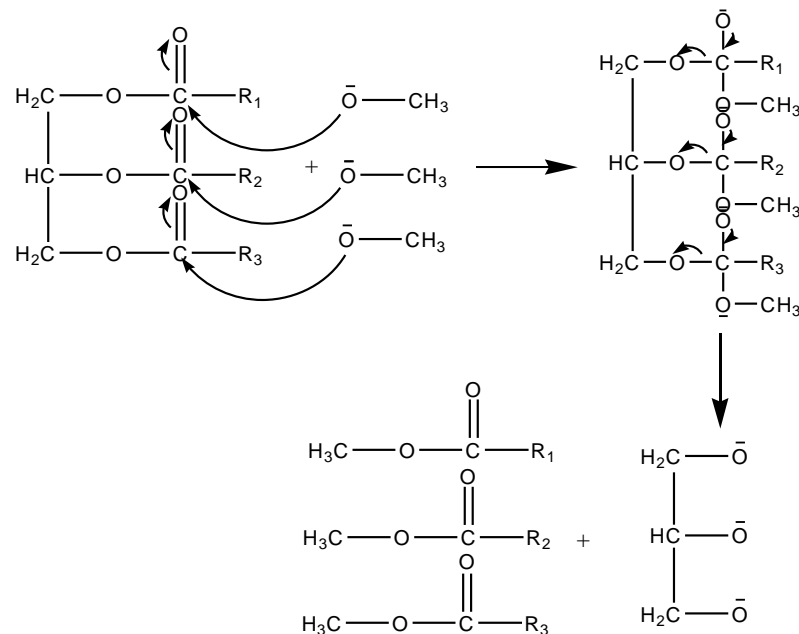
4.5 Identifikasi Senyawa Asam Lemak Menggunakan KG-SM (Kromatografi Gas– Spektrofotometri Massa)

4.5.1 Transesterifikasi Asam Lemak Minyak Bekatul

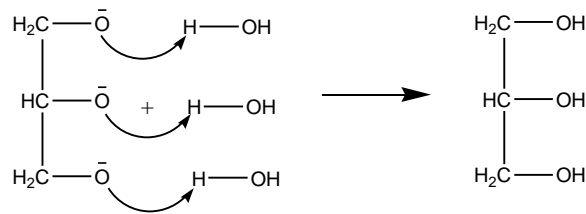
Metode transesterifikasi dalam penelitian ini menggunakan katalis basa (NaOH) untuk mempercepat proses reaksi. Reaksi transesterifikasi berlanjut sampai dihasilkan tiga molekul metil ester dan terbentuk 1 molekul gliserol. Mekanisme reaksi transesterifikasi asam lemak dengan dengan katalis basa (NaOH) ditunjukkan pada gambar 4.5 dan 4.6



Gambar 4.5 Mekanisme Reaksi NaOH dengan metanol



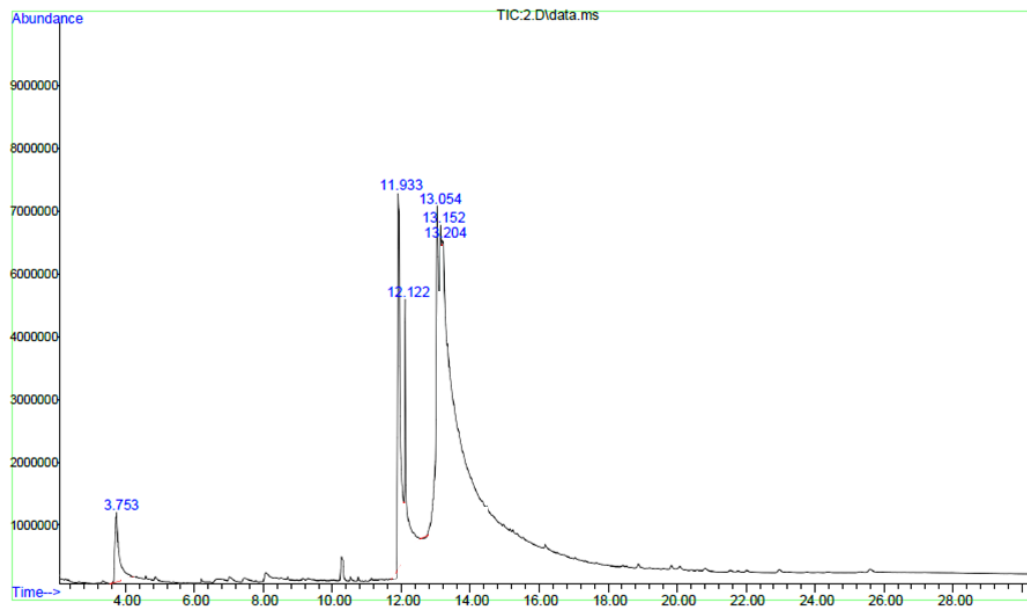
- Pembentukan Gliserol



Gambar 4.6 Mekanisme Reaksi Transesterifikasi dengan katalis NaOH

4.5.2 Identifikasi Senyawa Asam Lemak Pada Minyak Bekatul Menggunakan Instrumen Kromatografi Gas Spektrofotometer Massa (KG-SM)

Identifikasi senyawa asam lemak dikhususkan untuk ekstrak minyak bekatul beras putih yang memiliki nilai antioksidan yang tertinggi yaitu ekstrak dari etanol 96%. Kromatogram dari sampel minyak bekatul yang dihasilkan dari instrumen KG-SM diperoleh 5 puncak (*peak*) senyawa ester dan 1 puncak produk samping yaitu gliserol seperti pada Gambar 4.7 berikut ini:

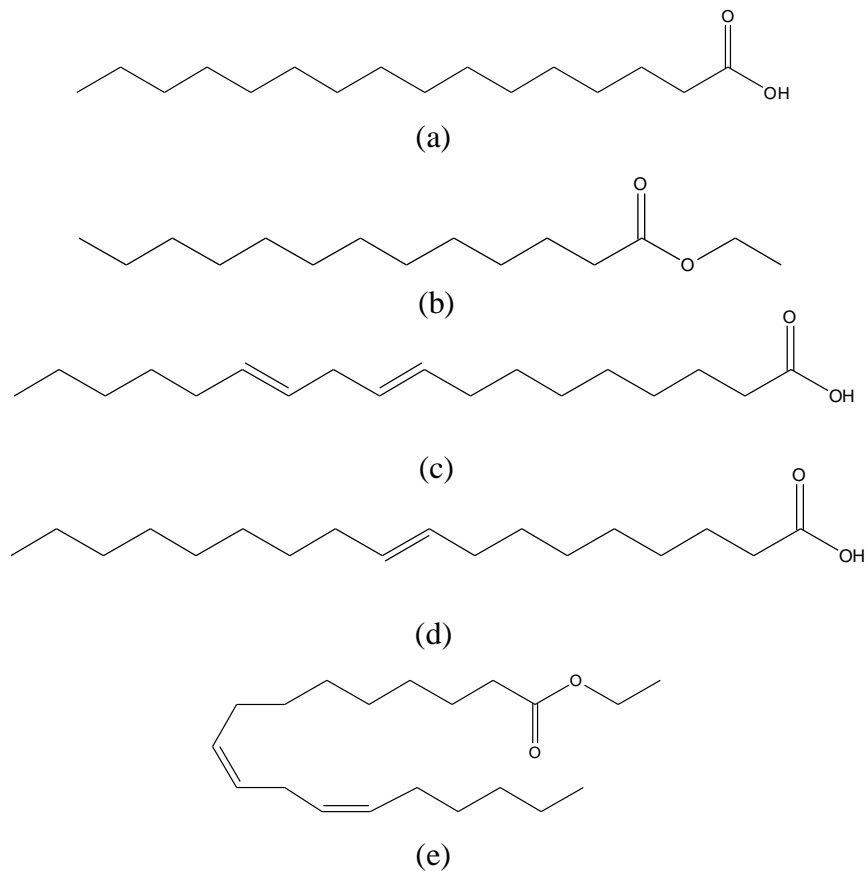


Gambar 4.7 Kromatogram Minyak Bekatul

Tabel 4.4 Hasil Komponen Asam Lemak yang terdapat dalam Minyak Bekatul

No	Rt (menit)	Nama Senyawa	Rumus Molekul	% Area
1	3,753	Gliserol	$C_3H_8O_3$	4,59
2	11,933	Asam n-heksadekanoat	$C_{17}H_{34}O_2$	14,49
3	12,122	Asam tridekanoat etil ester	$C_{13}H_{26}O_2$	8,13
4	13,054	Asam 9,12-oktadekanoat	$C_{19}H_{34}O_2$	14,71
5	13,152	Asam 9-oktadekanoat	$C_{18}H_{36}O_2$	7,83
6	13,204	Asam linoleat etil ester	$C_{18}H_{32}O_2$	50,24

Berikut rumus struktur dari senyawa asam lemak yang terdapat dalam sampel minyak bekatul dapat dilihat pada gambar 4.8 :

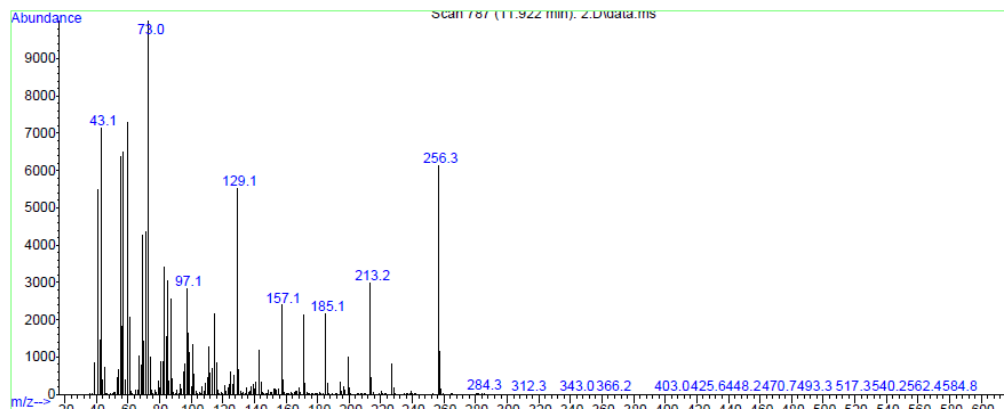


Gambar 4.8 Struktur asam lemak minyak bekatul (a) Asam n-heksadekanoat (b) Asam tridekanoat etil ester (c) Asam 9,12-oktadekanoat (d) Asam 9-oktadekanoat (e) Asam Linoleat etil ester

Senyawa asam lemak yang teridentifikasi oleh kromatografi gas terdapat 5 puncak (*peak*). Hasil diatas menunjukkan komponen asam lemak dalam bentuk etil ester dan menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi yang dilakukan dengan katalisator NaOH menunjukkan hasil yang baik. Dari nilai persen area dapat diketahui bahwa puncak keenam merupakan senyawa dengan konsentrasi terbanyak dalam minyak bekatul yaitu senyawa asam linoleat pada puncak yang memiliki waktu retensi 13,204 menit dengan luas area 50,24%. Hasil dari identifikasi komponen asam lemak, dipilih tiga puncak utama untuk fragmentasi hasil spektrofotometri. Tiga

puncak tersebut adalah senyawa asam heksadekanoat (asam palmitat), asam 9,12-oktadekanoat, dan asam linoleat etil ester.

Puncak 1 (asam heksadekanoat) dengan Rt 11,933 menit memberikan puncak-puncak m/z sebagai berikut: 263.3, 213.2, 185.1, 157.1, 129.1, 97.1, 73, dan 43.1. Berdasarkan perbandingan antara spektrum MS *unknown* dengan data *library*, maka senyawa ini disimpulkan sebagai asam heksadekanoat (asam palmitat), dengan tingkat kemiripan (*similarity index*) = 96% dan rumus molekul $C_{17}H_{34}O_2$, dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut:

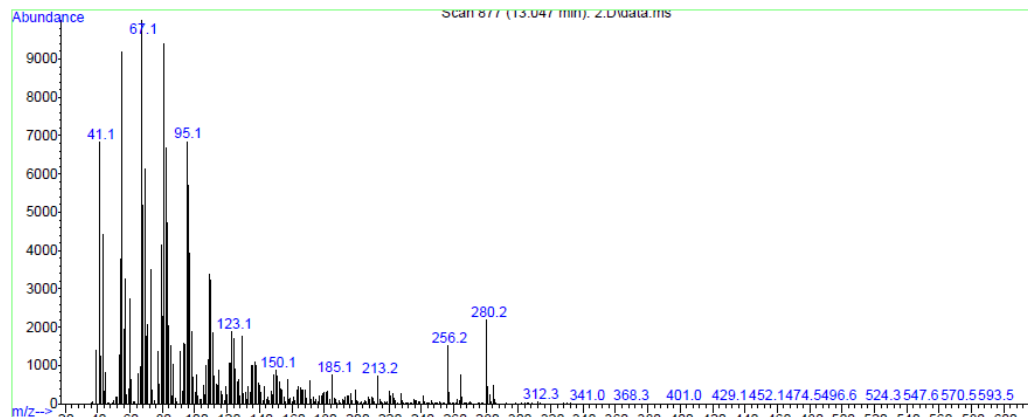


Gambar 4.9 Data Spektrometri Massa Puncak ke-1

Hasil spektra massa puncak 1 mempunyai ion molekuler M^+ sebesar 256 yang nilainya hampir sama dengan berat molekul dari $C_{17}H_{34}O_2$. *Base peak* pada spektra MS puncak 1 berada pada m/z 73 yang mirip dengan base peak senyawa asam heksadekanoat yaitu m/z 74. Ion molekuler dengan m/z 256 yang berasal dari $[C_{17}H_{34}O_2]^+$.

Puncak 2 asam 9,12-oktadekanoat dengan Rt 13,054 menit memberikan puncak-puncak m/z sebagai berikut: 280.2, 256.2, 213.2, 185.1, 150.1, 123.1, 95.1, 67.1, 41.1. Berdasarkan perbandingan antara spektrum MS *unknown* dengan data

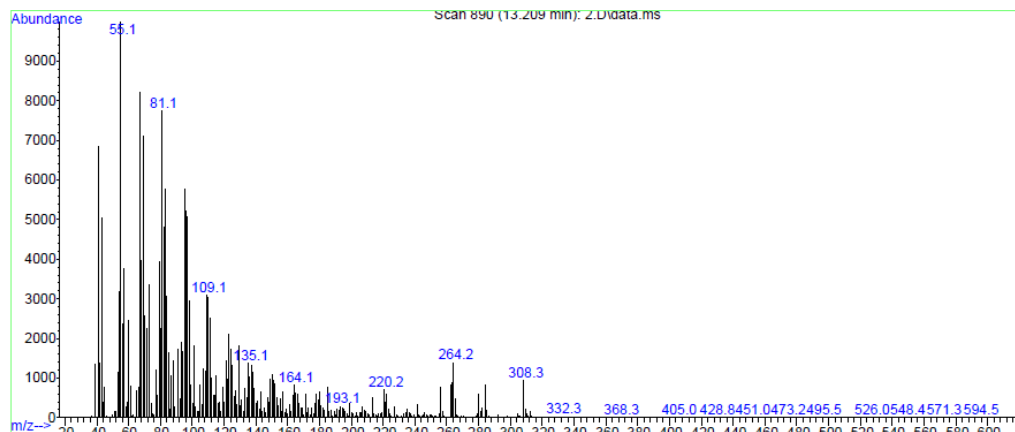
library, maka senyawa ini disimpulkan sebagai Asam 9,12-octadecadienoat dengan tingkat kemiripan (*similarity index*) = 96% dan rumus molekul $C_{19}H_{34}O_2$, dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut:



Gambar 4.10 Data Spektrometri Massa Puncak ke-2

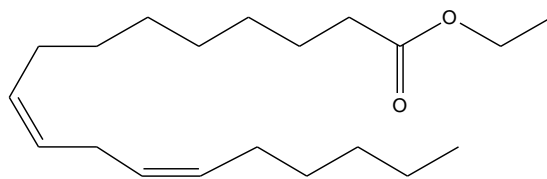
Hasil spektra massa puncak 2 mempunyai ion molekuler M^+ sebesar 280.2 yang nilainya hampir sama dengan berat molekul dari $C_{19}H_{34}O_2$. *Base peak* pada spektra MS puncak 2 berada pada m/z 67.1 yang mirip dengan *base peak* senyawa asam heksadekanoat yaitu m/z 67. Ion molekuler dengan m/z 280.2 yang berasal dari $[C_{19}H_{34}O_2]^+$.

Puncak 3 Asam linoleat etil ester dengan R_t 13.204 menit memberikan puncak-puncak m/z sebagai berikut: 308.3, 264.2, 202.2, 193.1, 164.1, 135.2, 109.1, 81.1, dan 56.1. Berdasarkan perbandingan antara spektrum MS *unkown* dengan data *library*, maka senyawa ini disimpulkan sebagai asam linoleat etil ester dengan tingkat kemiripan (*similarity index*) = 96% dan rumus molekul $C_{18}H_{32}O_2$, dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut:



Gambar 4.11 Data Spektrometri Massa Puncak ke-3

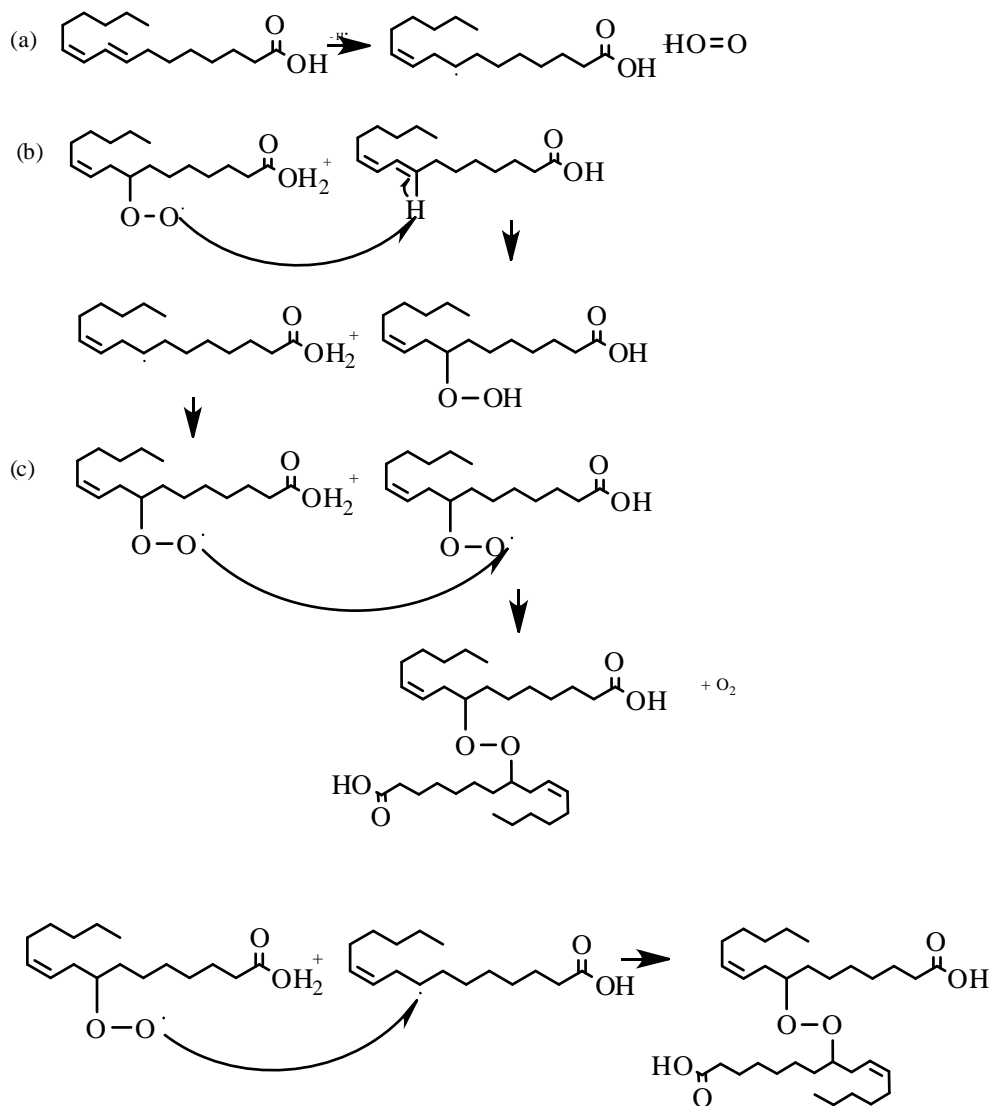
Hasil spektra massa puncak 3 mempunyai ion molekuler M^+ sebesar 308.3 yang nilainya hampir sama dengan berat molekul dari $C_{18}H_{32}O_2$. *Base peak* pada spektra MS puncak 3 berada pada m/z 56.1 yang mirip dengan base peak senyawa asam asam linoleat etil ester yaitu m/z 57. Ion molekuler dengan m/z 308.3 yang berasal dari $[C_{18}H_{32}O_2]^+$. Adapun dugaan struktur asam linoleat dapat dilihat dari gambar 4.12 dibawah ini :



Gambar 4.12 Struktur asam linoleat

Senyawa asam lemak sebagai antioksidan paling mendominasi adalah asam linoleat dan jika dilihat dari strukturnya bersifat polar karena memiliki gugus OH. Senyawa asam lemak yang mengandung antioksidan akan menyumbangkan radikal H

ke radikal bebas yang ada didalam tubuh. Proses terjadi di sekitar ikatan rangkap (tidak jenuh) dalam molekul gliserida penyusun lemak dan minyak. Proses oksidasi lemak disebut mekanisme radikal bebas. Tahap pertama disebut inisiasi, kemudian tahap propagasi (perkembangan reaksi) dan tahap terminasi atau berhentinya reaksi. (Sayuti, dan Yenrina., 2015). Ketiga tahap reaksi dapat dilihat dari mekanisme radikal bebas pada gambar 4.13 dibawah ini :



Gambar 4.13 Mekanisme radikal bebas dari tahap (a) inisiasi, (b) propagasi, dan (c) terminasi

Tahap inisiasi terjadi pembentukan radikal bebas lemak (proton) meninggalkan karbon α -metilena pada gugus asam lemak tak jenuh dari molekul lemak (RH). Hasilnya yang berupa radikal bebas (R') menjadi sangat peka terhadap serangan oksigen atmosfer dan membentuk radikal peroksi tak stabil (ROO). Radikal bebas berperan sebagai inisiator dan pemacu kuat oksidasi berikutnya sehingga pemecahan oksidatif lemak dan minyak menjadi proses yang dipacu oleh dirinya sendiri (autokatalitik), maka terjadi reaksi berantai karena reaksi antara peroksi radikal (ROO') dengan lemak (RH) menghasilkan hidroperoksida (ROOH) dan radikal hidrokarbon (R') baru. Radikal baru itu kemudian berperan dalam reaksi berantai karena reaksinya dengan molekul oksigen lain. Hidroperoksida itu kemudian dapat mengalami pemecahan menjadi senyawa organik yang lebih kecil, seperti berbagai aldehid, keton, dan asam yang memberikan bau dan cita rasa tak enak yang dikenal dengan nama tengik. Bila dua radikal bergabung maka terjadi terminasi. (Sayuti, dan Yenrina., 2015).

Perbandingan kandungan asam lemak yang diperoleh dari penelitian ini lebih banyak senyawa yang muncul daripada penelitian Sukma dkk (2010) perbedaan hasil tersebut dimungkinkan karena terdapat perbedaan sensitivitas instrumen. Dapat dilihat bahwa senyawa-senyawa dengan konsentrasi kecil seperti asam eikosenoat, dan asam eikosenoat tidak muncul dalam penelitian ini. Instrumen yang dipakai pada penelitian ini tidak mampu mendeteksi senyawa-senyawa dengan konsentrasi kecil. (Mayes, 2013). Hasil tertinggi yang didapatkan yaitu asam linoleat, hasil ini membuktikan bahwa senyawa asam lemak yang terdapat dalam minyak bekatul memang berpotensi sebagai antioksidan. Hal ini juga sesuai dengan penelitian

Pangaribuan (2018) yang menunjukkan bahwa Asam linoleat dari minyak nabati memiliki aktivitas antioksidan sehingga cukup efektif untuk menangkal radikal bebas. Penelitian tersebut dilakukan dengan pengujian terhadap aktivitas antioksidan asam linoleat hasil sintesa minyak jarak secara *in vitro* menggunakan metode DPPH (*2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil*).

4.6 Manfaat Senyawa Asam Lemak dalam Minyak Bekatul Menurut Pandangan Islam

Senyawa asam lemak dalam minyak bekatul memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang terutama kesehatan. Salah satu yang paling bermanfaat yaitu senyawa antioksidan yang terkandung didalamnya. Senyawa antioksidan bermanfaat sebagai senyawa yang membantu mencegah dan memperbaiki kerusakan sel-sel dalam tubuh, terutama yang disebabkan oleh paparan radikal bebas. Antioksidan ditemukan dalam berbagai makanan, minuman dan suplemen.

Radikal bebas tidak terlalu berbahaya bagi kesehatan dalam jumlah normal. Sedangkan penggunaan radikal bebas secara berlebihan dapat meningkatkan risiko berbagai masalah kesehatan seperti penuaan dini, penyakit jantung, diabetes, dan demensia. Telah kita ketahui bahwasanya setiap tanaman memiliki manfaatnya sendiri sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur'an surah Abasa ayat 24-32 :

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ﴿٢٤﴾ أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا
 حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفُكْهَةً وَأَبَا ﴿٣١﴾ مَتَّعًا لَكُمْ
 وَلَا نَعْمِيكُمْ ﴿٣٢﴾

Artinya : “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit). Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya. Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu. Anggur dan sayur-sayuran. Zaitun dan kurma. Kebun-kebun (yang) lebat. Dan buah-buahan serta rumput-rumputan. Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu”.

Penjelasan ayat 24-32 QS. Abasa diatas secara tidak langsung memberikan Pemahaman bagi kita bahwa tumbuhan itu sangat penting, memiliki manfaat yang melimpah bagi manusia, dan keduanya saling membutuhkan. Bagian ini menyatakan bahwa Allah menciptakan tumbuhan sebagai sumber makanan bagi manusia dan hewan. Tumbuhan menyediakan semua elemen yang diperlukan untuk kebutuhan biologis mereka. Semua jenis tumbuhan diciptakan oleh Allah Swt. dan mencakup semua kemungkinan manfaatnya yang selali dicari dalam ruang lingkup penelitian dan perkembangan sains dan teknologi.

Senyawa asam lemak yang terkandung dalam minyak bekatul disini lebih mengarah pada aktivitas antioksidan didalamnya. Antioksidan dari tumbuhan (alami) membuat kekhawatiran akan kemungkinan efek samping yang belum diketahui dari antioksidan sintetik menjadi salah satu alternatif yang sangat dibutuhkan. Di Indonesia, terdapat banyak bahan pangan lokal yang dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan alami. Namun, kurangnya publikasi membuat hanya sebagian kecil masyarakat yang mengetahui pangan lokal apa saja yang mengandung antioksidan (Ingrid dkk., 2014). Al-Qur'an juga memberikan tantangan terhadap ilmu

pengetahuan tentang adanya pasangan dan ketidakberpasangan itu dalam tubuh manusia. Sebagaimana firman Allah dalam surat Yasiin ayat 36:

سُبْحَانَ الَّذِي خَلَقَ الْأَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنْبِتُ الْأَرْضُ وَمِنْ أَنْفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا يَعْلَمُونَ

Artinya : “Maha Suci Tuhan yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang tidak mereka ketahui”. (QS. Yasiin (36):36)

Ayat ini mengenai keseimbangan alam dimana siklus alam yang dapat kita pahami disini bahwa kita memiliki interaksi dengan alam, dan akhlak kita kepada alam dan Allah dari bekatul ini kita dapat lebih memperhatikan kemanfaatan yang ada dalam kehidupan kita. Baik dari senyawa radikal yang ada dalam didalam tubuh kita, dari ilmu pengetahuan menemukan bahwa dalam tubuh manusia banyak mengandung asam lemak tak jenuh yaitu lipid membrane, dan dapat terjadi mekanisme radikal bebas dengan parsial yang berlawanan. Proses oksidasi asam lemak tak jenuh ini menjadi sumber utama produksi radikal bebas. (Zenrif., 2014).

Berdasarkan hasil penelitian ini dengan ayat yang telah disebutkan bekatul beras putih memiliki kapasitas antioksidan tertinggi menggunakan proses ekstraksi pelarut dan fraksinasi sebesar 85,91%, dimana dapat digunakan untuk tujuan yang lebih luas dan pemanfaatan sebagai pengobatan. Hal ini bertujuan pemanfaatan tanaman, tidak hanya sebagai pakan ternak, namun minyak bekatul dari penelitian memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi, sehingga dapat diperluas untuk meningkatkan kualitas minyak yang baik dan meningkatkan nilai jual dari sesuatu yang biasa menjadi luar biasa dan memiliki banyak manfaat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Randemen tertinggi dari hasil fraksinasi pelarut menggunakan metode sonikasi diperoleh dengan menggunakan pelarut etanol dan lapisan ekstraksi yang pertama yaitu sebesar 27,36%. Hasil % aktivitas antioksidan yang didapat yaitu untuk etanol sebesar 85,91% dan untuk n-heksana yaitu 29,65%.
2. Minyak bekatul dengan % antioksidan terbesar mengandung 6 senyawa asam lemak, diantaranya; gliserol, asam n-heksadekanat, asam tridekanat etil ester, asam 9,12-oktadekanat, asam 9-oktadekanat, dan asam linoleat etil ester, dengan kadar masing-masing asam lemak berurutan yaitu 4,59%, 14,49%, 8,13%, 14,71%, 7,83%, dan 50,24%.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pemisahan lebih lanjut terhadap senyawa mayor pada ekstrak etanol minyak bekatul yaitu senyawa asam linoleatnya dan menguji nilai IC_{50} aktivitas antioksidannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubecker, M.N. and T. Deepalakshami. 2013. In Vitro Antifungal Potentials of Bioactive Compound Methyl Ester of Hexadecanonic Acid Isolated from *Annona muricata* Linn. Leaves. *Journal of Biosciences Biotechnology Research Asia* 10 (2): 879-884.
- Afriani, S., Idiawati, N., Destianti, L. Arianie, L. 2014. Uji Aktivitas Antioksidan Daging Buah Asam Paya (*Eleiodoxa conferta* Burret) dengan Metode DPPH dan Tiosianat. *JKK*. 3 (1): 49 –56.
- Astawan, M. 2009. Bekatul, Gizinya Kaya Bekatul, (online) Kemenkes. Diakses tanggal 30 April 2013.
- Astuti, M.S. 2012. Skrining Fitokimia dan Uji Aktifitas Antibiotika Ekstrak Etanol Daun, Batang, Bunga dan Umbi Tanaman Binahong (*Anrederacordifolia* (Ten) Steenis). *Jurnal Balai Besar Pengujian Mutu dan Sertifikasi Obat Hewan (BBPMSOH) dan Fakultas Kejuteraan Kimia dan Sumber Asli (Bioproses)*. Indonesia-Malaysia, 1-13.
- Auliana, R. 2011. *Manfaat Bekatul*. Kegiatan Dharma Wanita. FT UNY.
- Bawa, A., Putra, B., dan Laila, I. 2009. Penentuan pH Optimum Isolasi Karaginan dari Rumput Laut Jenis *Eucheuma cottoni*. *Skripsi*. Bali: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan dan Alam Universitas Udayana.
- BPS. 2018. Statistik Indonesia. BPS. Jakarta.
- Cahyanine, M. Estiasih, T. Nisa, F. C. 2008. Fraksi Kaya Tokoferol dari Bekatul Beras (*Oryza sativa*) dengan Teknik Rekristalisasi Pelarut Suhu Rendah. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 9 No. 3 165-172.
- Carolina Maria Susanti et al. 2014. Pengaruh Jumlah Pelarut Etanol Dan Suhu Fraksinasi Terhadap Karakteristik Lemak Kakao Hasil Ekstraksi Non Alkalized Cocoa Powder. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* Volume 19 No.2, Juli 2014
- Chen, M.H. dan Bergman, C.J. 2005. A Rapid Procedure for Analysing Rice Bran Tocopherol, Tocotrienol and γ -Oryzanol Contents. *Journal Food Compos Analisys*. Vol.18:139–151.
- Damayanthi, E. Kustiyah, L. Khalid, M. Farizal, H. 2010. Aktivitas Antioksidan Bekatul Lebih Tinggi Daripada Jus Tomat dan Penurunan Aktivitas Antioksidan Serum Setelah Interferensi Minuman Kaya Antioksidan. *Journal of Nutrition and Food*: 5 (3).

- Darmapatni, K A Gunapria , dkk. 2014. Analisis Kualitatif Senyawa Parasetamol (Acetaminophen) Pada Urin Dan Rambut Menggunakan Kromatografi Gas – Spektrometri Massa (Gc-Ms). *Jurnal Kimia*. 8 (2), Juli 2014: 257-262.
- Daud, A., Suriati, S., & Nuzulyanti, N. (2019). Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Lutjanus*, 24(2), 11-16.
- Dermawan, R. 2012. Metode Analisis Uji Warna Senyawa Metabolit Sekunder. *Makalah Kimia Organik Analisis*. Makassar: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
- Depkes RI. 1995. Persyaratan Obat Tradisional: Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 661-MENKES/SK/VII-1994. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dewi J. R. Estiasih Teti, dan Murtini E. S. 2007. Aktivitas Antioksidan Dedak Sorgum Lokal Varietas Coklat (Shorgum bicolor) Hasil Ekstraksi Berbagai Pelarut. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 8 No. 2.
- Djaeni, Mohamad Dan Yuniar Luthfia Listyadevi. 2019. Peningkatan Kecepatan Proses Dan Mutu Minyak Bekatul Melalui Proses Ekstraksi Berbantuan Ultrasonik. *Teknik*, 40 (1), 2019, 18-25.
- Gandjar, I.G dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gandjar, I.G., dan Rohman, A., 2012. *Analisis Obat Secara Spektrofotometri dan Kromatografi*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Garba, Umar, Riantong Singanusong, Sudarat J, and Tipawan T. 2017. Extraction and utilization of rice bran oil: A review. *Rice Bran Oil Application: Pharma-Cosmetics, Nutraceuticals and Foods*. Naresuan University, Muang District, Phitsanulok 65000 Thailand
- Gritter, R.J., Bobbit, J.M., dan Swharting, A.E. 1991. *Pengantar Kromatografi. Edisi Kedua*. Penerbit ITB. Bandung
- Hanani, E., Abdul, M dan Ryany, S. 2005. Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Spons Callyspongiasp dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. ISSN: 1693-9883. Vol. 2(3) :127-133.
- Handayani, Hana. dkk. 2016. Ekstraksi Antioksidan Daun Sirsak Metode Ultrasonic Bath (Kajian Rasio Bahan : Pelarut Dan Lama Ekstraksi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 4 No 1 p.262-272.

- Harborne, J.B., 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan, terbitan ke-2*, terjemahan K. Padmawinata dan I. Soediro, Penerbit ITB, Bandung, 8-9, 13-14, 85.
- Hartono, HSO, Hartati Soetjipto, dan A. Ign. Kristijanto. 2017. Extraction and Chemical Compounds Identification of Red Rice Bran Oil Using Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS) Method. *Eksakta: Jurnal Ilmu-ilmu MIPA* p. ISSN: 1411-1047 e. ISSN: 2503-2364
- Henderson A.J., Ollila C.A., Kumar A., Borreses E.C., Raina K., Agarwal R., Ryan E.P. 2012. Chemopreventive Properties of Dietary Rice Bran: Current Status and Future Prospects. *Advances in Nutrition*. Vol. 3 : 643–653.
- Hadipernata, M. 2007. *Mengolah Dedak menjadi Minyak (Rice Bran Oil)*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian Bogor. 29 (4).
- Indranila dan Ulfah, M. 2015. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Karika (*Carica Pubescens*) Dengan Metode DPPH Beserta Identifikasi Senyawa Alkaloid, Fenol dan Flavonoid. *Prosiding seminar nasional peluang sebagai alternatif medicine*.
- Kemenkes RI. 1994. RI (201). *Persyaratan Obat Tradisional*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan.
- Kurniawan J. C., Suryanto Edi, dan Yudistira A. 2013. Analisis Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Dari Getah Kulit Buah Pisang Gorocho (*Musa acuminata* (L.)). *Jurnal Ilmiah Farmasi*. UNSRAT Vol 2 No. 3.
- Khopkar. 2008. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Terjemahan A. Saptohardjo. Jakarta: UI Press.
- Krishnan VCA, Kuriakose S, Rawson A (2015) Ultrasound Assisted Extraction of Oil from Rice Bran: A Response Surface Methodology Approach. *J Food Process Technol* 6: 454. doi:10.4172/2157-7110.1000454.
- Lai OM, Jacoby JJ, LeongWF, LaiWT (2019) Nutritional studies of Rice bran oil. In: Rice Bran and Rice Bran Oil. *AOCS Press*, pp 19–54
- Latifah, Umi. 2018. Pengaruh Jenis Pelarut Dan Suhu Terhadap Ekstrak Minyak Bekatul Padi (*Oryza Sativa*). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lenny, S. 2006. Isolasi dan Uji Bioaktifitas Kandungan Kimia Utama Puding Merah dengan Metode Uji Shrimp. *Jurnal Kimia*. Sumatra: Universitas Sumatra.
- Lestiani, Lanny. 2008. *Vitamin Larut Air*. Universitas Indonesia.

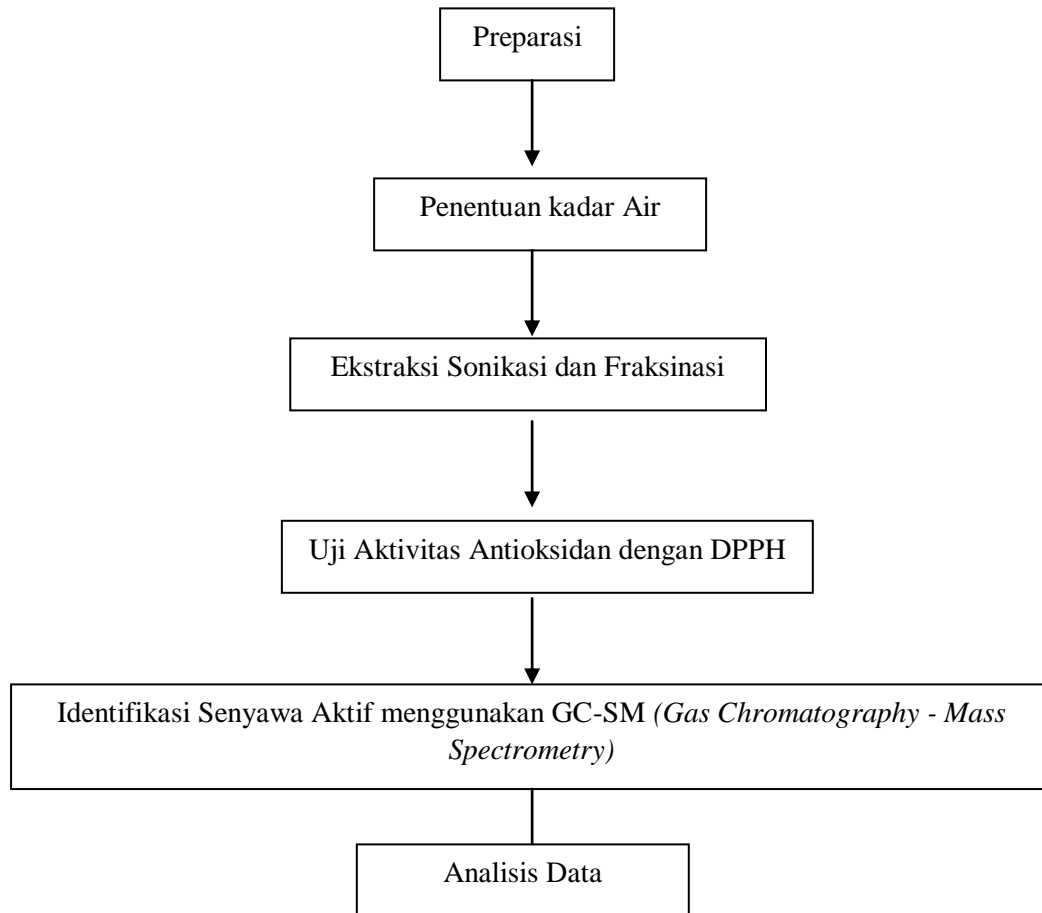
- Mardiah., A. Widodo., E. Trisningwati., A. Purijatmiko. 2004. Pengaruh Asam Lemak Dan Konsentrasi Katalis Asam Terhadap Karakteristik Dan Konversi Biodiesel Pada Transesterifikasi Minyak Mentah Dedak Padi. ITS.
- Marsk, D. 2000. *Biokimia Kedokteran Dasar*. Jakarta: EGC.
- Mas'ud, Fajriyati Dan Pabbenteng. 2016. Rasio Bekatul Padi Dengan Pelarut Pada Ekstraksi Minyak Bekatul Padi. *Journal Intek*. Volume 3 (2): 82-86 82.
- Mas'ud, Fajriyati; Sri Indriati; Abigael Todingbua', Dan Fajar. 2018. Ekstraksi Minyak Bekatul Padi Metode Maserasi Dengan Pelarut Etanol. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2018* (Pp.10-15) 978-602-60766-4-9
- Mayes, P.A. 2003. Biosintesis Asam Lemak. *Biokimia*. Jakarta Matsjeh, S. 1993. *Kimia Organik Dasar I*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Yogyakarta: UGM Most, M.
- Moko, E. M., Purnomo, H., Kusnadi, J. Dan ijong, F.G. 2014. Phytochemical Content And Antioxidant Properties of Colored and non Colored Varieties ff Rice Bran Form Minahasa, North Sulawesi, Indonesia. *International Food Research Journal* 21(3): 1053-1059.
- Muftikah, Dewi M. 2019. Tumbuhan Obat Perspektif Al-Qur'an (*Kajian Tafsir Sains Al-Jawāhir Fī Tafsir Al-Qur'an Al-Karīm*). *Skripsi*. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Salatiga.
- Muharni, Elfita dan Amanda. 2013. Aktivitas Antioksidan Senyawa (+) Morelloflavon dari Kulit Batang Tumbuhan Gamboge (*Garcinia Xanthochymus*). *Prosiding Semirata FMIPA*. Universitas Lampung.
- Mumpuni, P.D. dan Ayustaningwarno, F. 2013. Analisis Kadar Tokoferol, γ -Oryzanol dan B-Karoten Serta Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul Kasar. *Journal Of Nutrition College*. Vol.2(3):350-357.
- Mutiasari, IR. Identifikasi Golongan Senyawa Kimia Fraksi Aktif, *Journal*. Jakarta: FMIPA-UI, 2012.
- Oliveira, R., Oliveira, V., Aracava, K.K., and Rodrigues, C.E.D.C. 2012. Effects of the extraction conditions on the yield and composition of rice bran oil extracted with ethanol - A response surface approach. *Food and Bioproducts Processing*. 90(1): 22–31.
- Ovani, I. 2013. Pengembangan Minuman Emulsi Minyak Bekatul Berflavor Kaya Antioksidan Untuk Pencegahan Penyakit Tidak Menular. *Skripsi tidak diterbitkan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Pangaribuan, R. N. (2018). Isolasi, Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Piperin Dari Ekstrak Metanol Buah Cabe Jawa (*Piper Retrofractum*) Asal Jawa Barat (Doctoral Dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Park H, Lee K, Choi H. 2017. Rice bran constituents: immunomodulatory and therapeutic activities. *Food Funct.* 22(8): 935-43.
- Parwata, I M Oka Adi. 2016. *Diktat/Bahan Ajar Kimia Organik Bahan Alam*. Denpasar : Universitas Udayana.
- Peres, V.L., Saffia, J., Melecchi, M.I.S., Abadc, F.C., Jacques, R.A., Martinez, M.M., Oliveira, E.C. & Caramao, E.B. 2006. Comparison of soxhlet, ultrasound-assisted and pressurized liquid extraction of terpenes, fatty acids and vitamin e from piper *Gaudichaudianum kunth*. *Journal of Chromatography.* 1105(1-2), 115-118.
- Poedjiadi, A. Dan F. M. T. Supriyanti. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Pontoh, J., & Makasoe, L. (2011). Perbandingan beberapa metode pembuatan metil ester dalam analisa asam lemak dari virgin coconut oil (VCO). *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), 241-247.
- Pourali, O., Asghari, F. S., & Yoshida, H. (2010). Production of phenolic compounds from rice bran biomass under subcritical water conditions. *Chemical Engineering Journal*, 160(1), 259–266.
- Purwanto, Agus.dkk. 2014. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Rendemen Dan Aktivitas Antioksidan Dalam Ekstrak Minyak Bekatul Padi (*Rice Bran Oil*). *Ekuilbrium*. ISSN : 1412-9124. Vol. 13. No. 1. Halaman: 29 – 34.
- Rahayu, D.S, Kusriani, D., dan Fachriyah, E. 2010. *Penentuan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Etanol Daun Ketapang (Terminalia catappa L.) dengan Metode 1,1 difenil 2 Pikrihidrazil (DPPH)*. Semarang: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro
- Robbinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Bandung: Penertbit ITB.
- Rohman A (2014) Rice bran oil's role in health and cooking. In: Wheat and Rice in Disease Prevention and Health. *Academic Press*, pp 481–490
- Romadanu., S.H. Rachmawati, dan S.D. Lestari. 2014. Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak bunga lotus (*Nelumbo nucifera*). *J. Fishtech.* 3(1): 1-7
- Rossidy, Imron. *Fenomena Flora dan Fauna dalam Perspektif al-Qur'an*. Malang: UIN Malang Press. 2008.

- Sari, F., Nugrahani, R. A., Susanty, S., Redjeki, A. S., & Hendrawati, T. Y. (2019). Pelatihan Pemanfaatan Dedak Padi (*Rice Bran*) Sebagai Bahan Tambahan Pangan Dan Produk Perawatan Tubuh Bagi Masyarakat. *In Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*.
- Sayuti, K dan Yenrina, R. 2015. *Antioksidan, Alami dan Sintetik*. Padang: Andalas University Press.
- Sahriawati, S., & Daud, A. (2016). Optimasi Proses Ekstraksi Minyak Ikan Metode Soxhletasi Dengan Variasi Jenis Pelarut Dan Suhu Berbeda. *Jurnal Galung Tropika*, 5(3), 164-170.
- Sharma R, Srivastava T, Saxena DC. 2015. Studies on rice bran and its benefits- a review. *International journal of engineering research and applications*. 5(5): 107–112.
- Sholihah, Mar'atus, dkk. 2017. Aplikasi Gelombang Sonikasi untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksi dan Kulit Manggis. *Jurnal Keteknikaan Pertanian*. Vol. 5 No. 2, p 161-168.
- Sirait, M. 2007. *Penuntun Fitokimia dalam Farmasi*. Bandung: ITB.
- Soemardi. 1975. *Pendayagunaan Dedak*. Seminar Teknologi Pangan II BPK, Bogor.
- Supratman, U. 2010. *Elusidasi Struktur Molekul Organik*. Bandung: Widya Pajajaran.
- Susanto Dwi dan Fitriyono Ayustaningwarno. 2011. Potensi Bekatul Sebagai Sumber Antioksidan Dalam Produk Selai kacang. *Artikel Penelitian*. Universitas Diponegoro.
- Siswanti., Nurhartadi, E., Anandito, R.B.K dan Setyaningrum, E.A. 2018. *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, 02 (01).
- Soematmadji, D.W. 1998. Peran Stress Oksidatif dalam Patogenesis Angiopati Mikro dan Makro DM. *Medica*. 5 (24): 318-325.
- Sofiandari, A. 2015. Ekstraksi Dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawaan Oryzanol Dalam Bekatul. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Suprijana, O., Hidayat, A. T., & Soedjanaatmadja, U. M. (2002). Bekatul padi sebagai sumber produksi minyak dan isolat protein. *Bionatura*, 4(2), 218312.

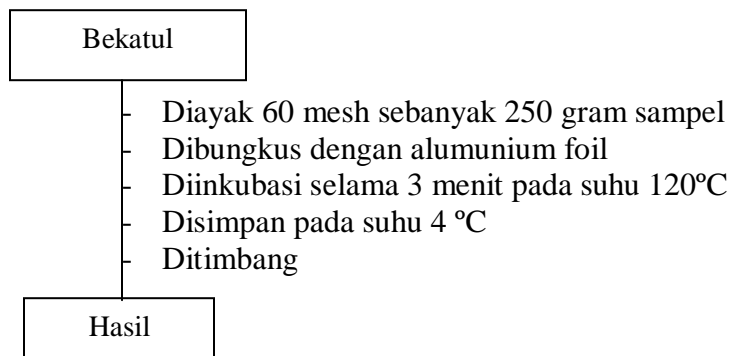
- Suryati,dkk. 2015. Proses Pembuatan Minyak Dedak Padi (Rice Brain Oil) Menggunakan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 4 : 1 (Mei 2015) 37 - 45
- Susanti, A.D., Ardiana, D. Gumelar, G dan Bening, Y. 2012. Polaritas Pelarut Sebagai Pertimbangan Dalam Pemilihan Pelarut Untuk Ekstraksi Minyak Bekatul Dari Bekatul Varietas Ketan (*Oriza Sativa Glatinosa*). *Simposium Nasional Rapi Xi Ft USM* : 1412-9612.
- Srikaeo, K. (2014). Organic Rice Bran Oils in Health. Wheat and Rice in Disease Prevention and Health. *Elsevier*. B978-0-12- 401716-0.00035-0
- Torres, Nelly Medina, dkk. 2017. Ultrasound Assisted Extraction for the Recovery of Phenolic Compounds from Vegetable Sources. *Agronomy*, 7, 47; doi:10.3390
- Tjitrosoepomo, G. 2010. *Taksonomi tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tristantini, Dewi, dkk. 2016. Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* . ISSN 1693-4393
- Ulfa, S.M. 2016. Identifikasi Dan Uji Aktivitas Senyawa Antioksidan Dalam Bekatul Dengan Menggunakan Variasi Pelarut. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.
- Ulyah, khalimatul. 2019. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol 96% bekatul (rice bran) dan Pengaruh Terapinya Terhadap Gambaran Histologi Pankreas Mencit (*Mus Musculus*) Diabetes Melitus. *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Widarta, I.W.R, 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).
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Yen, G.C. dan Chen, H.Y. 1995. *Antioxidant Activity of Various Tea Extract in Relation to Their Antimutagenicity*. *J. Agric.Food.Chem.*
- Yuliani, D. 2011. Kajian Aktivitas Antioksidan Fraksi Etanol Jintan Hitam (*Nigella sativa*, L.). *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Yunardi, Y., Meilina, H., Fathanah, U., Mahadina, R., Rinaldi, A., & Jauharlina, J. (2020, Mei). Potensi Produksi Minyak Goreng dari Dedak Padi di Indonesia: Sebuah Tinjauan. *Dalam Seri Konferensi IOP: Ilmu dan Teknik Material (Vol. 845, No. 1, hal. 012030)*. Penerbitan IOP.
- Zenrif, MF, & Susanti, E. (2014). Al-Qur'an dan sains: bukti kebenaran dalam kasus propolis madu. *Khazanah: Jurnal Studi Islam dan Humaniora* , 12 (2).
- Zou TB, En-Qin Xia, Tai-Ping He, Ming-Yuan Huang, Qing Jia, and Hua-Wen Li. 2014. Ultrasound-Assisted Extraction of Manganiferin from Mango Leaves Using Response Surface Methodology. *Molecules* 19, 1411-1421.

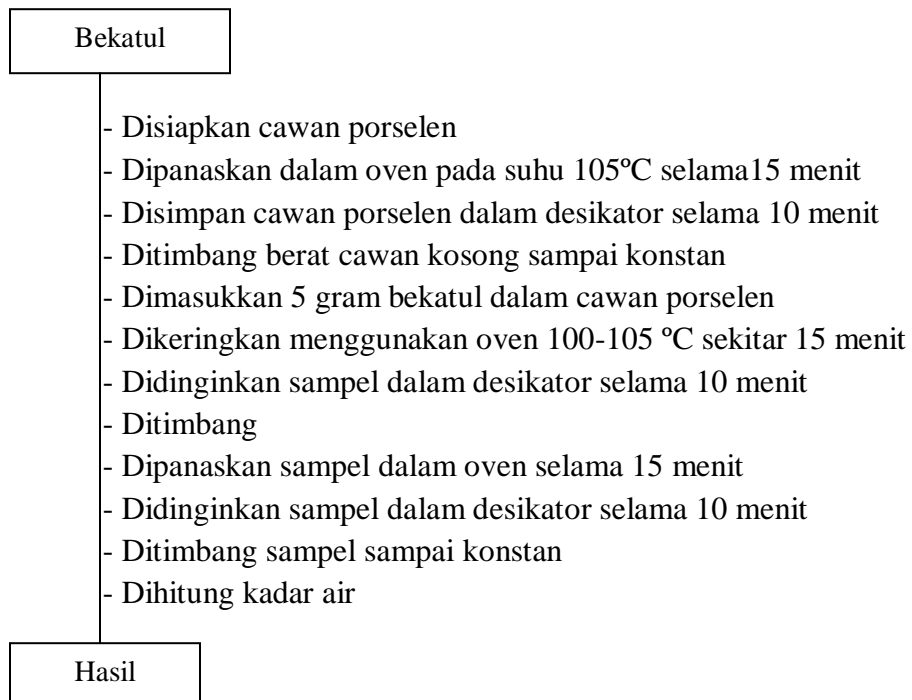
Lampiran 1 Rancangan Penelitian

Lampiran 2 Diagram Alir Penelitian

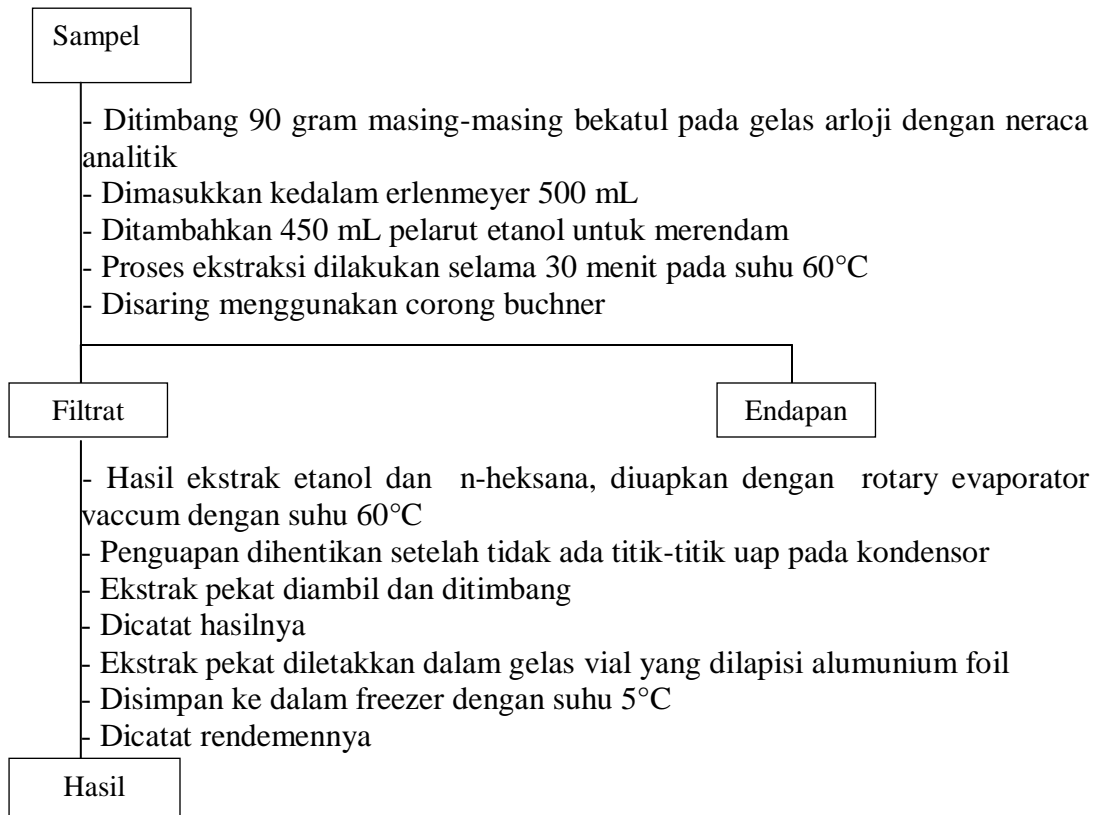
Lampiran 2.1 Preparasi Sampel



Lampiran 2.2 Penentuan Kadar Air



Lampiran 2.3 Ekstraksi Sonikasi

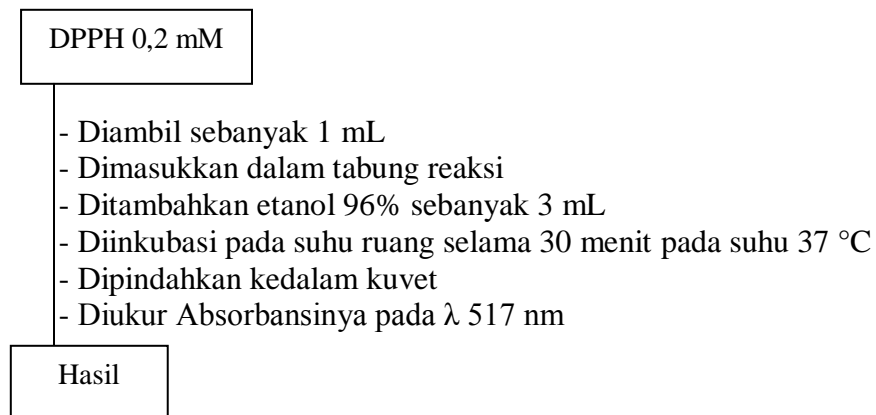


Ket. Tahap kedua endapan/ampas sampel bekatul sisa etanol ditambahkan pelarut non polar; n-heksana kemudian ekstraksi sonikasi kembali dan mengikuti prosedur yang sama dengan ekstraksi etanol.

Lampiran 2.4 Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

Pengukuran aktivitas Antioksidan pada sampel

a. Absorbansi Kontrol



b. Absorbansi Sampel

Minyak Bekatul

- Dilarutkan pada etanol 96%
- Diambil 3 ml ekstraks minyak bekatul
- Ditambahkan 0,2 mM DPPH sebanyak 1 ml
- Diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit
- Dimasukkan kedalam kuvet absorbansi pada λ 517 nm

Hasil

Lampiran 2.5 Identifikasi Senyawa dengan Menggunakan GC-MS

Sampel minyak Bekatul

- Minyak di transesterifikasi basa terlebih dahulu
- Sebanyak 2 mL n-heksana ditambahkan dalam 0,1 g RBO kocok hingga bercampur
- Tambahkan metanolik NaOH sebanyak 0,4 mL ke dalam RBO
- Dikocok selama 10 detik
- Campuran larutan ditempatkan dalam water bath dengan suhu 50°C selama 1 menit
- Kocok selama 10 detik
- Campuran larutan akan terbentuk dua lapisan, lapisan metil ester asam lemak dipisahkan
- Sampel lapisan metil ester dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas

Hasil

Lampiran 3 Perhitungan Uji Kadar Air

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

Keterangan: a = berat cawan kosong
 b = berat cawan + sampel sebelum di oven
 c = berat cawan + sampel setelah dikeringkan

Tabel L3.1 Perhitungan Kadar Air

Data Pengukuran Kadar Air Sampel Bekatul

1. Pengukuran berat cawan Kosong (a)

Cawan	Berat cawan kosong (gram)			Rata-rata (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
1	58,858	58,852	58,856	58,855
2	50,822	50,823	50,822	50,822
3	52,259	52,259	52,259	52,259

2. Pengukuran berat cawan + sampel sebelum dioven (b)

Cawan	Berat cawan + sampel sebelum dioven (gram)			Rata-rata (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
1	63,858	63,853	63,857	63,862
2	55,763	55,754	55,761	55,759
3	57,259	57,260	57,257	57,258

3. Pengukuran berat cawan + sampel setelah dioven (c)

Cawan	Berat cawan + sampel setelah dioven (gram)			Rata-rata (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
1	63,794	63,790	63,793	63,792
2	55,690	55,695	55,692	55,692
3	57,189	57,190	57,187	57,188

Keterangan

Kadar air ulangan 1

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

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{(63,862 - 63,792)}{(63,862 - 58,855)} \times 100 \% \\ &= \frac{(0,070)}{(5,007)} \times 100 \% \\ &= 1,398 \% \end{aligned}$$

Kadar air ulangan 2

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

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{(55,759 - 55,692)}{(55,759 - 50,822)} \times 100 \% \\ &= \frac{(0,067)}{(4,937)} \times 100 \% \\ &= 1,357 \%\end{aligned}$$

Kadar air ulangan 3

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

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{(57,258 - 57,188)}{(57,258 - 52,259)} \times 100 \% \\ &= \frac{(0,070)}{(4,999)} \times 100 \% \\ &= 1,4 \%\end{aligned}$$

Kadar air rata-rata dari ulangan ke 1 hingga ulangan ke 3 yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata kadar air} &= \frac{1,398 \% + 1,357 \% + 1,4 \%}{3} \\ &= 1,385 \%\end{aligned}$$

Lampiran 4 Perhitungan Randemen

$$\text{Randemen} = \frac{\text{berat ekstrak pekat}}{\text{berat Sampel}} \times 100\%$$

L.4.1 Ekstraks minyak bekatul dengan etanol 95%

$$\text{Berat ekstrak pekat} = 24,63 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 90 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Randemen} &= \frac{\text{berat ekstrak pekat}}{\text{berat Sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{24,63 \text{ gram}}{90 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 27,36\% \end{aligned}$$

L.4.2 Ekstrak minyak bekatul dengan n-heksana 96%

$$\text{Berat ekstrak pekat} = 1,94 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 90 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Randemen} &= \frac{\text{berat ekstrak pekat}}{\text{berat Sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{1,94 \text{ gram}}{90 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 2,16\% \end{aligned}$$

Lampiran 5 Perhitungan Aktivitas Antioksidan

$$\% \text{ Aktivitas Antioksidan} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \%$$

Keterangan : A_0 = Absorbansi kontrol

A_1 = Absorbansi sampel

Sampel	% antioksidan			% rerata
Etanol 95%	87,44%	87,16%	83,15%	85,91%
n-heksana 96%	23,74%	30,70%	34,52%	29,65%

Perhitungan % Aktivitas antioksidan ekstrak minyak bekatul dengan etanol 95% dan n-heksana 96%

1) Etanol ke -1

$$\begin{aligned} \% \text{ Aktivitas Antioksidan} &= \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \% \\ &= \frac{0,5130 - 0,0644}{0,5130} \times 100 \% \\ &= 87,44\% \end{aligned}$$

2) Etanol ke -2

$$\begin{aligned} \% \text{ Aktivitas Antioksidan} &= \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \% \\ &= \frac{0,5118 - 0,0657}{0,5118} \times 100 \% \\ &= 87,16\% \end{aligned}$$

3) Etanol ke -3

$$\begin{aligned} \% \text{ Aktivitas Antioksidan} &= \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \% \\ &= \frac{0,5111 - 0,0861}{0,5111} \times 100 \% \\ &= 83,15\% \end{aligned}$$

4) N-heksana ke -1

$$\begin{aligned} \% \text{ Aktivitas Antioksidan} &= \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \% \\ &= \frac{0,5113 - 0,3899}{0,5113} \times 100 \% \\ &= 23,74\% \end{aligned}$$

5) N-heksana ke -2

$$\begin{aligned} \% \text{ Aktivitas Antioksidan} &= \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \% \\ &= \frac{0,5081 - 0,3521}{0,5081} \times 100 \% \\ &= 30,70\% \end{aligned}$$

6) N-heksana ke -3

$$\% \text{ Aktivitas Antioksidan} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,5077 - 0,3324}{0,5077} \times 100 \%$$

$$= 34,52\%$$

Rata-rata % aktivitas antioksidan dari etanol 95% dengan triplo yaitu :

$$\text{Rata-rata \% aktivitas antioksidan} = \frac{87,44\% + 87,16\% + 83,15\%}{3}$$

$$= 85,91\%$$

Rata-rata % aktivitas antioksidan dari n-heksana 96% dengan triplo yaitu :

$$\text{Rata-rata \% aktivitas antioksidan} = \frac{23,74\% + 30,70\% + 34,52\%}{3}$$








$$= 29,65\%$$

Lampiran 6 Dokumentasi










L.6.1 Preparasi sampel


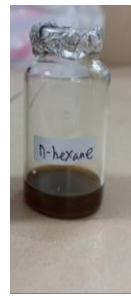


L.6.2 Analisis kadar air secara thermogravimetri

 <p>Penimbangan cawan kosong</p>	 <p>Penimbangan cawan kosong</p>	 <p>Penimbangan cawan kosong</p>	 <p>Penimbangan sampel</p>
 <p>Pengovenan sampel</p>	 <p>Pendinginan sampel</p>	 <p>Penimbangan sampel setelah di oven</p>	

L.6.3 Ekstraksi Sonikasi dan Fraksinasi pelarut pada Sampel

 <p>Penimbangan sampel 90 gram kedalam erlenmeyer 250 ml, masing-masing 45 gram</p>	 <p>Ditambahkan pelarut etanol kedalam masing-masing erlenmeyer 225 ml</p>	 <p>Proses ekstraksi ultrasonik <i>water bath</i> selama 30 menit pada suhu 60°C</p>
 <p>Penyaringan filtrat ekstrak minyak bekatul menggunakan corong buchner</p>	 <p>Filtrat dipisahkan kembali menggunakan <i>rotary evaporator</i></p>	 <p>Hasil filtrat minyak bekatul dengan etanol 95%</p>
 <p>Ampas/residu sampel bekatul sisa etanol digunakan kembali</p>	 <p>Ditambahkan n-heksana 225 ml pada setiap erlenmeyer</p>	 <p>Diekstraksi dengan sonikasi kembali selama 30 menit dengan suhu 60°C</p>

			
<p>Penyaringan filtrat ekstrak minyak bekatul menggunakan corong buchner</p>	<p>Filtrat dipisahkan kembali menggunakan <i>rotary evaporator</i></p>	<p>Filtrat minyak bekatul dengan n-heksana</p>	

L.6.4 Uji Aktivitas Antioksidan minyak bekatul menggunakan metode DPPH

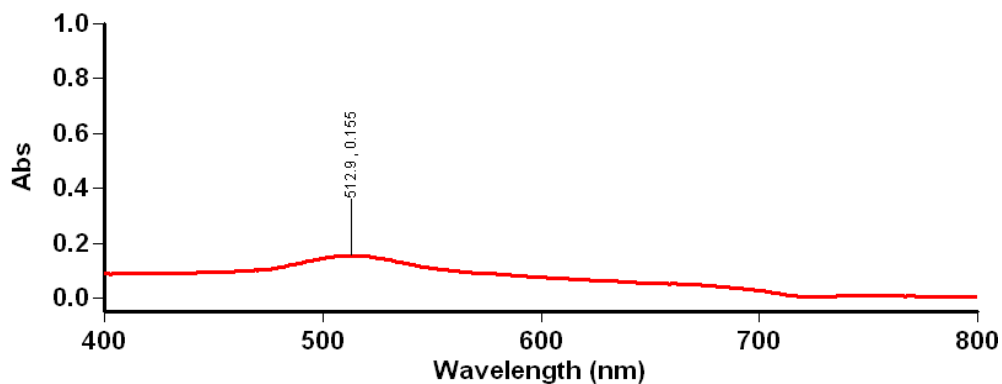
		
<p>Tabung reaksi absorbansi kontrol dan absorbansi sampel sebelum uji yang sudah berisi sampel minyak dengan perlakuan triplo</p>	<p>Sampel minyak setelah ditambahkan DPPH</p>	<p>Sampel minyak setelah uji uv-vis</p>

Lampiran 7 Data Hasil Absorbansi Uji Antioksidan Menggunakan UV-Vis

L.7.1 Spektra UV-Vis larutan DPPH 0.2 mM

Lamdha Maks DPPH

Tanggal Analisa : 08 September 2021



Scan Analysis Report

Report Time : Wed 08 Sep 02:04:54 PM 2021

Method:

Batch: D:\Mahasiswa On Going\Imroatul Islami\Lamdha Maks DPPH (08-09-2021).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: DPPH

Collection Time 9/8/2021 2:05:01 PM

Peak Table

Peak Style

Peaks

Peak Threshold

0.0100

Range

800.0nm to 400.0nm

Wavelength (nm)	Abs
512.9	0.155

L.7.2 Absorbansi DPPH Sampel Minyak Bekatul

Tanggal Analisa : 21 September 2021

Advanced Reads Report

Report time

9/21/2021 2:01:58 PM

Method

Batch name

D:\Mahasiswa On Going\Imroatul Islami\Absorbansi
DPPH Sampel Minyak Bekatul (21-09-2021).BAB

Application

Advanced Reads 3.00(339)

Operator

Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 512.9
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1077)	512.9

Analysis

Collection time 9/21/2021 2:01:58 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.5127 0.5131 0.5131
		0.5130	0.0002	0.04	
Etanol 1					0.0644 0.0645 0.0642
		0.0644	0.0001	0.21	
Kontrol					0.5121 0.5117 0.5116
		0.5118	0.0003	0.05	
Etanol 2					0.0656 0.0657 0.0656
		0.0657	0.0000	0.07	
Kontrol					0.5112 0.5112 0.5111
		0.5111	0.0000	0.01	
Etanol 3					0.0844 0.0865 0.0875
		0.0861	0.0016	1.83	
Kontrol					0.5112 0.5112 0.5115
		0.5113	0.0002	0.04	
n-heksana 1					0.3974 0.3914 0.3808
		0.3899	0.0084	2.16	
Kontrol					0.5082 0.5080 0.5080
		0.5081	0.0001	0.02	
n-heksana 2					0.3486 0.3527 0.3550
		0.3521	0.0033	0.92	
Kontrol					0.5079 0.5077 0.5076
		0.5077	0.0002	0.04	
n-heksana 3					0.3320 0.3353

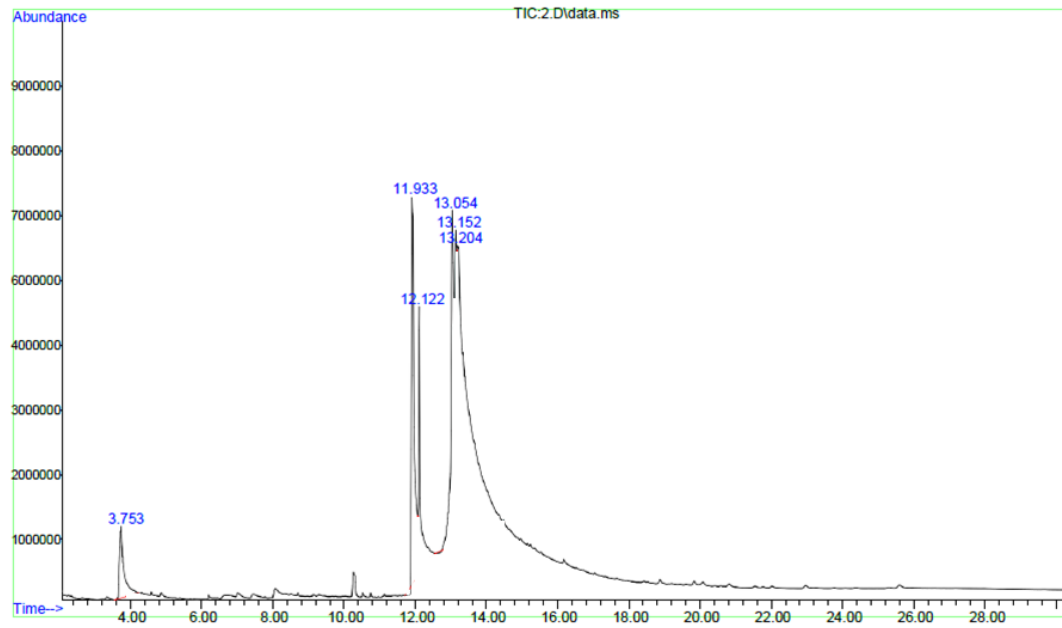
0.3324 0.0028 0.83 0.3298

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Lampiran 8 Data Analisis KG-SM

L.8.1 Hasil Kromatogram Gas Minyak Bekatul dengan etanol 95%



LibrarySearchReport

DataPath:C:\Users\admin\Documents\MAHASISWA\IMROATULISLAMI\Data
 File : 2.D
 Acq :12Oct202109:40
 OnOperat :IMROATULISLAMI
 orSample :ASAM LEMAK
 Misc :
 ALSVial :1 Sample Multiplier:1

SearchLibraries: D:\MassHunter\Library\wiley7n.1 Minimum Quality: 0

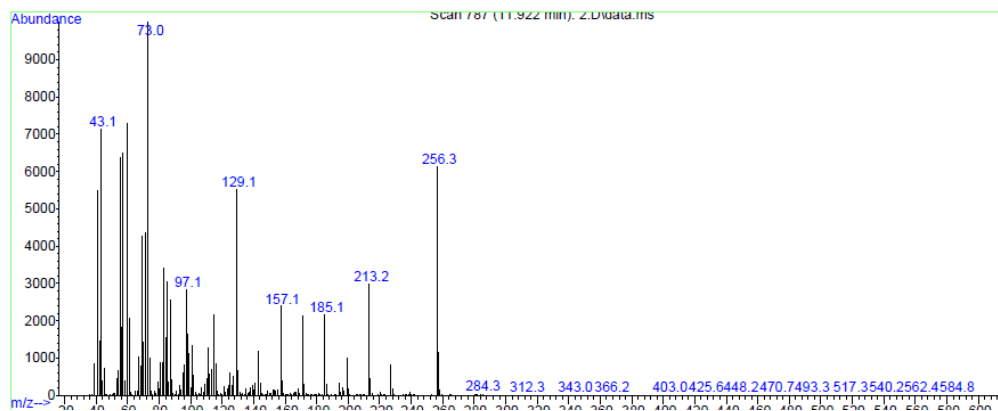
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events:Chem Station Integrator-autoint1.e

Pk#	RT Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	3.7534.59D:	\MassHunter\Library\wiley7n.1			
		Glycerin	546000056-81-583		
		Glycerin	546100056-81-583		
		Glycerin\$\$1,2,3-Propanetriol\$\$	545900056-81-		
		583Glycerol \$\$ Glycerine \$\$Glycerito			
		l \$\$ Glycyl alcohol \$\$ Glyrol \$\$			
		Glysanin \$\$ Osmoglyn \$\$			
		Propanetriol \$\$ Trihydroxypropane			
		\$\$ Synthetic glycerin \$\$ 90			
		Technical glycerin \$\$ Dagralex \$\$			
		Glycerin, anhydrous \$\$ Glycerin, s			
2	11.93314.49D:	\MassHunter\Library\wiley7n.1			
		n-Hexadecanoicacid	19543200057-10-399		
		Hexadecanoic acid (CAS) \$\$ Palmiti	195439	000057-10-3	
		99c acid \$\$Palmitinic acid \$\$n-Hex			
		adecoic acid \$\$ n-Hexadecanoic			
		acid \$\$ Pentadecanecarboxylic acid			
		\$\$1-Pentadecanecarboxylic acid \$\$			
		Prifrac 2960 \$\$ Coconut oil fatty			
		acids\$\$Cetylicacid\$\$Emersol14			
		0\$\$Emersol143			
		Hexadecanoic acid (CAS) \$\$ Palmiti	195444	000057-10-3	
		99c acid \$\$Palmitinic acid \$\$n-Hex			
		adecoic acid \$\$ n-Hexadecanoic			
		acid \$\$ Pentadecanecarboxylic acid			
		\$\$1-Pentadecanecarboxylic acid \$\$			
		Prifrac 2960 \$\$ Coconut oil fatty			
		acids\$\$Cetylicacid\$\$Emersol14			
		0\$\$Emersol143			
3	12.1228.13D:	\MassHunter\Library\wiley7n.1			
		Ethyl tridecanoate \$\$ Tridecanoic	176829	028267-29-0	
		96acid ethyl ester \$\$n-Tridecanoic			
		acidethylester\$\$TRIDECANOICACID,			
		ETHYL ESTER			
		Hexadecanoicacid,ethylester(CA231384000628-97-795S) \$\$			
		Ethyl palmitate\$\$ HEXADECAN			
		OICACIDETHYLESTER\$\$Palmiticacidethy			
		lester\$\$Palmiticacid,ethylester\$\$Et			
		hylhexadecanoate			
		\$\$ETHYLCETYLATE			
		Undecanoicacid,ethylester(CAS)136190000627-90-795			
		\$\$Ethylundecylate\$\$Ethylundecanoat			
		e\$\$ETHYLHENDECANOATE\$\$n			
		-Undecanoicacidethylester			
4	13.05414.71D:	\MassHunter\Library\wiley7n.1			
		9,12-Octadecadienoicacid(Z,Z)-(226103000060-33-399CAS) \$\$			
		Linoleic acid\$\$ Linoleic			
		\$\$Unifac6550\$\$Linolicacid\$\$Telfairi			
		acid\$\$Grapeseedoil\$			
		\$PolylinNo.515\$\$cis,cis-			
		Linoleicacid\$\$9,12-Octadecadienoic			

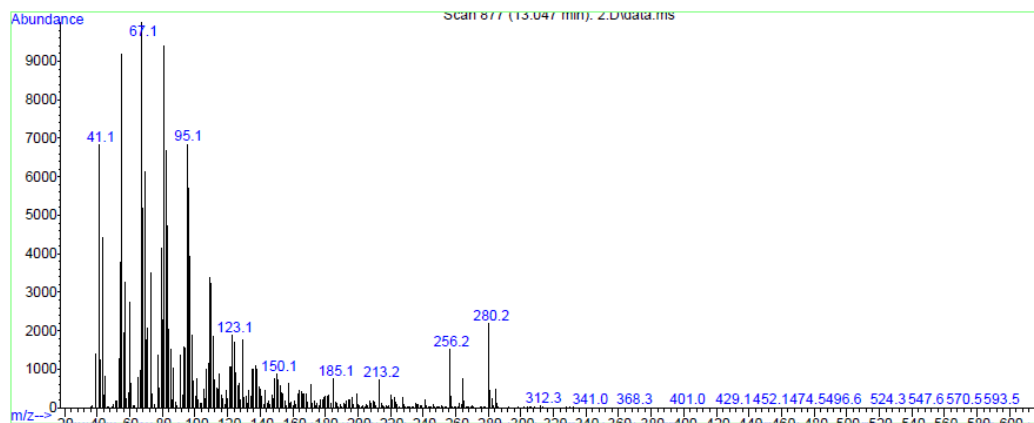
Pk#	RT Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
		acid\$\$cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid \$\$ 9,12-0 9,12-Octadecadienoicacid(Z,Z)- 9,12-Octadecadienoicacid(Z,Z)-\$226097000060-33-399 \$ cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid \$\$ cis,cis-Linoleic acid \$\$ Grape seed oil \$\$ Linoleic Linoleicacid\$\$Linolicacid\$\$PolylinN o. 515 \$\$ Telfairic acid \$\$ Unifac6550\$\$9,12-Octadecadienoicacid \$\$Leinoleicaci	226097000060-33-399		
5	13.1527.83D:\MassHunter\Library\wiley7n.1	Octadec-9-enoicacid 9-Octadecenoicacid(Z)- (CAS)\$22869800112-80-1970leic acid \$\$Red oil \$\$Oelsauere \$\$Oleine7503\$\$Pamol yn100\$\$Emersol211\$\$V opcolene27\$\$cis -Oleic acid \$\$ Wecoline 00 \$\$ Z-9- Octadecenoic acid \$\$ cis-9- Octadecenoic acid \$\$.delta.9-cis- Oleic acid \$\$ 9- Octadece 9-Octadecenoic acid,(E)-	228692000000-00-098		
6	13.20450.24D:\MassHunter\Library\wiley7n.1	Linoleic acidethylster Ethyl linoleate \$\$ LINOLEIC ACID,258925 000544-35-4 99ETHYL ESTER \$\$ ETHYL9,12-OCTADECA DIENOATE \$\$ Linoleic acid ethyl ester \$\$ 9,12- Octadecadienoic acid (Z,Z)-, ethyl ester \$\$ Ethyl cis,cis-9,12- octadecadienoate \$\$ Ethyl linolate\$\$Mandenol\$ \$LINOLSAEURE ,ETHYLESTER 9,12- Octadecadienoicacid,ethyle258969007619- 08-199ster	258929000544-35-4 99		

L.8.2 Hasil Spektrum KG-SM Minyak Bekatul

L.8.2.1 Puncak 1



L.8.2.1 Puncak 2



L.8.2.1 Puncak 3

