

**PENGARUH WAKTU STABILISASI BEKATUL DAN WAKTU EKSTRAKSI  
TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINYAK BEKATUL**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ANIS ZAITUN  
NIM. 17630107**



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

**PENGARUH WAKTU STABILISASI BEKATUL DAN WAKTU EKSTRAKSI  
TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINYAK BEKATUL**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ANIS ZAITUN  
NIM. 17630107**

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

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2021**

**PENGARUH WAKTU STABILISASI BEKATUL DAN WAKTU  
EKSTRAKSI TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINYAK  
BEKATUL**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ANIS ZAITUN  
NIM. 17630107**

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

**Pembimbing I**



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

**Pembimbing II**



**Ahmad Hanapi, S.Si, M.Sc  
NIP. 19851225 20160801**

**Mengesahkan,  
Ketua Program Studi**



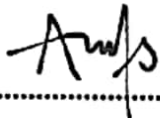
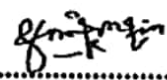


**Rachmawati Ningsih, M.Si  
NIP. 19810811 200801 2 010**

**PENGARUH WAKTU STABILISASI BEKATUL DAN WAKTU  
EKSTRAKSI TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINYAK  
BEKATUL**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ANIS ZAITUN  
NIM. 17630107**

**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**

<b>Penguji Utama</b>	<b>: Suci Amalia, M. Sc NIP. 19821104 200901 2 007</b>	(..... 
<b>Ketua Penguji</b>	<b>: Anik Maunatin, M.P NIP. 1976010520180201 2 248</b>	(..... 
<b>Sekretaris Penguji</b>	<b>: Dr. Akyunul Jannah, S. Si, M.P NIP. 19750410 200501 2 009</b>	(..... 
<b>Anggota Penguji</b>	<b>: Ahmad Hanapi, S.Si, M.Sc NIP. 19851225 20160801 1 069</b>	(..... 

**Mengesahkan,  
Ketua Program Studi**  
  
**Rachmawati Angsih, M.Si  
NIP. 19810811 200801 2 010**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya Yang Bertnda Tangan Di Bawah Ini:

Nama : Anis Zaitun  
Nim : 17630107  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Pengaruh Waktu Stabilisasi Bekatul Dan Waktu Ekstraksi  
Terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan datau pikiran orang lain yang saya akui sebagai 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 perbuatan tersebut.

Malang, 23 desember 2021

Yang membuat pernyataan,



Anis zaitun

Nim. 17630107

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah rasa syukur yang tiada batasnya atas terselesainya penulisan skripsi ini. Satu persatu tantangan sudah terlewati hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.*

*Untuk kedua orang tua,  
Terselesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari do'a dan dukungan dari kedua orang tua khususnya almarhumah ibu yang dulu selalu mendoakan aku tanpa batas waktu dan do'a yang dulu ibu lantunan kini terasa sehingga allah selalu memberikan kemudahan kepada saya dalam menyelesaikan skripsi. Tak lupa juga untuk bapak yang sudah mendoakan saya dan mengorbankan semua materi demi terselesainya pendidikan saya.*

*Dan teruntuk kakak laki-laki yang paling aku sayangi selama ini, terimakasih sudah sudah selalu melibatkan diri pada saat saya membutuhkan bantuan mulai dari awal pendaftaran saya memasuki kampus ini. Terimakasih banyak sudah sudah selalu membantu dan perhatian pada mengalami kesulitan dan kendala selama kuliah*

*Dan yang terakhir saya ucapkan terimakasih kepada lelaki yang saat ini sudah terlibat dalam perjuangan saya selama penulisan tugas akhir ini. Terimakasih karena sudah terlibat dan selalu menjadi alarm untuk segera menyelesaikan skripsi ini....*

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh*

Puji syukur kepada Allah SWT yang Maha Penyayang dan Maha Pengasih karena telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir atau skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Stabilisasi Bekatul Dan Waktu Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul” dengan sebaik mungkin. Solawat serta salam selalu penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa penerangan bagi kehidupan sehingga seperti saat ini.

Seiring dengan terselesaikannya penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini dapat terselesaikan atas bantuan orang-orang sehingga saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan almarhumah ibu saya yang telah memberikan do'a, kasih sayang, motivasi dan materi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
2. Ibu Akyunul Jannah selaku dosen pembimbing yang telah bersedia membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini
3. Seluruh dosen dan laboran Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan pengetahuan, pengalaman, dan wawasan sebagai bekal penulisan pada skripsi ini bagi penulis.
4. Kakak saya yang selama ini membantu saya saat mengalami kesulitan dan membutuhkan sesuatu yang diperlukan selama kuliah
5. Romi yang sudah menjadi alarm hidup saya sehingga saya tidak melupakan diri untuk menyelesaikan skripsi ini
6. Teman-teman seperjuangan bekatul dan teman-teman satu laboratorium yang telah berusaha keras dan terus semangat dalam menyelesaikan penelitian di masa pandemi

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan ilmu pengetahuan yang dimiliki. Maka penulis menerima kritikan dan saran yang membangun dalam penulisan skripsi ini. Dengan demikian semoga dengan penulisan skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca dan khususnya kepada penulis sendiri.

*Waalakumussalam warahmatullah wabarakatuh.*

Malang, 23 Desember 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAC</b> .....	<b>xiv</b>
<b>مستخلص البحث</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Bekatul Beras Putih .....	7
2.2 Stabilisasi Bekatul .....	8
2.3 Ekstraksi Minyak Bekatul Dengan Ultrasonik .....	9
2.4 Minyak Bekatul .....	10
2.5 Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH .....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>14</b>
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	14
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian .....	14
3.2.1 Alat .....	14
3.2.2 Bahan .....	14
3.3 Rancangan Penelitian .....	15
3.4 Tahapan Penelitian .....	16
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	16
3.5.1 Preparasi Sampel .....	16
3.5.2 Stabilisasi Bekatul .....	16
3.5.3 Ekstraksi Minyak Bekatul Dengan Metode Ultrasonik .....	17
3.5.4 Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul .....	17
3.5.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	17
3.5.4.2 Pengukuran Aktivitas Antioksidan Sampel .....	17
3.5.5 Kualitas Minyak Bekatul .....	18
3.5.5.1 Bilangan Asam .....	18
3.5.5.2 Bilangan Peroksida .....	19
3.5.5.3 Bilangan Penyabunan .....	19

3.5.6 Analisis Data .....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Preparasi Sampel .....	21
4.2 Ekstraksi Minyak Bekatul Dengan Metode Sonikasi .....	21
4.3 Uji Aktivitas Antioksidan .....	25
4.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum DPPH .....	25
4.3.2 Pengaruh Waktu Stabilisasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul .....	26
4.3.3 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul .....	33
4.4 Uji Kualitas Minyak Bekatul .....	36
4.5 Pemanfaatan Senyawa Antioksidan Dalam Perspektif Islam .....	41
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Dan Syarat Mutu Standart (ISI) Minyak Bekatul .....	11
Tabel 4.1 Komposisi asam lemak minyak bekatul yang diekstraksi dengan Etanol .....	24
Tabel 4.2 Rendemen minyak bekatul dengan perlakuan waktu stabilisasi.....	26
Tabel 4.3 Aktivitas antioksidan minyak bekatul variasi waktu stabilisasi .....	31
Tabel 4.4 Rendemen minyak bekatul dengan perlakuan waktu ekstraksi .....	33
Tabel 4.5 Aktivitas antioksidan minyak bekatul variasi waktu ekstraksi.....	35
Tabel 4.6 Kualitas Minyak Bekatul .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Beras .....	7
Gambar 2.2 Reaksi Radikal DPPH Dengan Antioksidan .....	12
Gambar 2.3 Reaksi Asam Lemak Dengan Antioksidan .....	13
Gambar 4.1 Minyak Bekatul .....	23
Gambar 4.2 Spektrum Larutan DPPH 0,2 mM.....	26
Gambar 4.3 Rendemen minyak bekatul variasi waktu stabilisasi.....	27
Gambar 4.4 Mekanisme reaksi DPPH dengan $\gamma$ -oryzanol (asam ferulat) .....	29
Gambar 4.5 Rendemen minyak bekatul variasi waktu ekstraksi .....	34
Gambar 4.6 Reaksi penyabunan .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahapan penelitian .....	53
Lampiran 2. Diagram penelitian .....	54
Lampiran 3. Pembuatan reagen .....	58
Lampiran 4. Perhitungan rendeman .....	60
Lampiran 5. Perhitungan aktivitas antioksidan .....	69
Lampiran 6. Dokumentasi penelitian .....	79
Lampiran 7. Data UV-Vis.....	82

## ABSTRAK

Zaitun, A. 2021. **Pengaruh Waktu Stabilisasi Bekatul dan Waktu Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul**. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Dr. Akyunul Jannah, S. Si, M.P., Pembimbing II: Ahmad Hanapi, S.Si, M.Sc., Konsultan: Anik Maunatin, M.P.

---

**Kata Kunci:** bekatul, minyak bekatul, antioksidan, DPPH

Bekatul merupakan salah satu limbah yang diperoleh dari penggilingan padi. Bekatul mengandung minyak bekatul yang memiliki banyak manfaat bagi tubuh. Minyak bekatul mengandung senyawa antioksidan yang berfungsi untuk menangkal radikal bebas yang ada didalam tubuh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu stabilisasi dan waktu ekstraksi minyak bekatul terhadap aktivitas antioksidan pada minyak bekatul.

Ekstraksi minyak bekatul dilakukan dengan metode ultrasonik didalam pelarut etanol dengan perbandingan pelarut dan bekatul yaitu 4:1. Minyak bekatul dengan perlakuan waktu stabilisasi 3,5,10,15 menit diekstraksi selama 51 menit dan minyak bekatul yang diberikan perlakuan variasi waktu ekstraksi 20, 40, 60, dan 80 menit dilakukan stabilisasi selama 5 menit. Stabilisasi dilakukan dengan menggunakan oven untuk menonaktifkan enzim lipase yang berada di dalam bekatul. Minyak bekatul ditentukan nilai absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui nilai aktivitas antioksidan pada minyak bekatul. Minyak bekatul yang memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi akan diuji kualitasnya yaitu uji bilangan asam, uji bilangan peroksida, dan uji bilangan penyabunan. Data yang diperoleh dari penelitian dianalisa dengan ANOVA two ways.

Pada penelitian ini minyak bekatul pada perlakuan variasi waktu stabilisasi mengalami perubahan nilai aktivitas antioksidan yang tidak stabil dan nilai aktivitas antioksidan paling tinggi diperoleh saat waktu stabilisasi 15 menit. Pada perlakuan variasi waktu ekstraksi, minyak bekatul memperoleh aktivitas antioksidan yang stabil pada pada 73% sehingga perubahannya tidak berpengaruh secara nyata terhadap aktivitas antioksidan minyak bekatul dan nilai tertinggi diperoleh saat waktu ekstraksi 80 menit. Berdasarkan hasil ANOVA waktu stabilisasi dan waktu ekstraksi memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap aktivitas antioksidan minyak bekatul.

## ABSTRACT

Zaitun, A. 2021. **Effect Of Rice Bran Stabilization Time And Extraction Time On Antioxidant Activity Of Rice Bran Oil**. Essay. Departeman Of Chemistry, Faculty Of Science And Technology, State Islamic Universty Malang Maulana Malik Ibrahim. Advisor I: Dr. Akyunul Jannah, S. Si, M.P., Advisor II: Ahmad Hanapi, S.Si, M.Sc., Consultant: Anik Maunatin, M.P.

---

**Keywords:** rice bran, rice bran oil, antioxidant, DPPH

Rice bran is one of the wastes obtained from rice milling. Rice bran contains bran oil which has many benefits for the body. Rice bran oil contains antioxidant compounds that function to ward off free radicals in the human body. This study aims to determine the effect of stabilization time and extraction time of rice bran oil on antioxidant activity in rice bran oil.

Rice bran oil extraction was carried out by ultrasonic method in ethanol solvent with a ratio of 4:1 to solvent and bran. Rice bran oil with a stabilization time treatment of 3, 5, 10, 15 minutes was extracted for 51 minutes and rice bran oil treated with variations in extractions time of 20, 40, 60, and 80 minutes was stabilized for 5 minutes. Stabilization was carried out using an oven to deactivate the lipase enzyme in the rice bran. Rice bran oil was determined by its absorbance value using a UV-Vis spectrophotometer to determine the value of antioxidant activity in rice bran oil. Rice bran oil which has the highest antioxidant activity will be tested for quality, namely the acid number test, peroxide number test, and saponification number test. The data obtained from the study were analyzed using a two-ways ANOVA.

In this study, rice bran oil in the stabilization time variation treatment experienced changes in the value of unstable antioxidant activity and the highest antioxidant activity value was obtained when the stabilization time was 15 minutes. In the extraction time variation treatment, rice bran oil obtained stable antioxidant activity at 73% so that the changes did not significantly affect the antioxidant activity of rice bran oil and the highest value was obtained at 80 minutes of extraction time. Based on the results of ANOVA stabilization time and extraction time gave no significant effect on the antioxidant activity of rice bran oil.

## مستخلص البحث

زيت، أ. 2021. أثر وقت استقرار الردة الناعمة ووقت الإستخراج لنشيطه مضادة لأكسدة بترول الردة الناعمة. البحث العلم. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة1: الدكتور أحيون الجنة الماجستير، المشرف2: أحمد حنفي الماجستير، المستشار: أنيك ماوناتين ماجستير في الزراعة.

**الكلمات المفاتيح:** الردة الناعمة، بترول الردة الناعمة، مضادة لأكسدة، (DPPH).

الردة الناعمة هي الإحدى من زيالات التي تتال من مطحنة الرز. تحتوي الردة الناعمة بترول الردة الناعمة الذي يملك المنافع للجسم. يحتوي بترول الردة الناعمة مستحضر المضادة للأكسدة الذي يسير لعلاج الجنري المستقل الذي يجد في جسم الأشخاص. يهدف هذا البحث لمعرفة أثر وقت استقرار الردة الناعمة ووقت إستخراج بترول الردة الناعمة لنشيطه مضادة لأكسدة فيها.

يفعل إستخراج بترول الردة الناعمة بطريقة فوق الصوتية في مذيب الإيثانول بمقارنة المذيبات والردة الناعمة هي 4:1. يستخرج بترول الردة الناعمة بإفعال وقت الإستقرار 15، 10، 5، 3 دقائق ويفعل بترول الردة الناعمة التي ينال إفعال لون وقت الإستخراج 60، 40، 20، و 80 دقائق الإستقرار ب 5 دقائق. يفعل الإستقرار باستخدام الفرن ليكسد الإنزيم الليياز في الردة الناعمة. يقرر بترول الردة الناعمة قيمة إمتصاصه باستخدام مقياس الطيف الضوئي (UV-Vis) لمعرفة قيمة نشيطه المضادة للأكسدة في بترول الردة الناعمة. الردة الناعمة التي تملك نشيطه المضادة للأكسدة الأعلى ستختبر جودتها هي إختبار الإعداد الحاذق، إختبار الإعداد البيروكسيد، وإختبار الإعداد الإكتناز. تحلل البيانات التي تتال من البحث ب (ANOVA two ways).

يحصل هذا البحث بترول الردة الناعمة بنشيطه المضادة للأكسدة الأقوى في إفعال الإستقرار 3 دقائق هو 37،26 % وفي لون وقت استخراج بترول الردة الناعمة يملك نشيطه المضادة للأكسدة القوة. تبنى على حصيلة (anova)، يعطي وقت الاستقرار والإستخراج أثرا الذي لا يضح لنشيطه مضادة لأكسدة بترول الردة الناعمة.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Bekatul (*rice bran*) merupakan hasil samping dari proses penggilingan padi yang telah disaring dan dipisahkan dari sekam (Luthfianto dkk, 2017). Menurut badan pusat statistik indonesia produksi padi pada tahun 2020 diperkirakan sebesar 55,16 juta ton GKG (Gabah Kering Giling). Pada proses Penggilingan padi menghasilkan 70% beras, 20% sekam dan 8-10% bekatul (Budijanto dkk, 2017). Bekatul dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan makanan (Bintoro, 2020), bahan baku kosmetik, suplemen kesehatan (Nursalim dan Razali, 2007) dan pakan ternak (Ulyah, 2019). Bekatul memiliki aroma yang kurang enak sehingga saat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan makanan kurang diminati. Sehingga kelimpahan bekatul yang masih banyak perlu dilakukan eksplorasi terhadap bekatul.

Bekatul mengandung zat gizi seperti protein 14,1 – 18,2%, lemak 1,6 – 20,9%, abu 12,8 – 15,3%, karbohidrat 43,5 – 54,3%, serat kasar 8,4 – 10,5 % (Issara & Rawdkuen, 2016), air 3,6% (Saropah dkk, 2012) dan tokoferol 149-154  $\mu$ /g (Luh, 1991). Kandungan gizi tersebut maka perlu dilakukan upaya untuk menambah daya minat masyarakat untuk mengkonsumsi produk olahan bekatul. Salah satu upaya yang dilakukan adalah mengekstraksi minyak dari bekatul.

Segala macam tumbuhan yang Allah ciptakan di muka bumi ini memiliki manfaat untuk memenuhi kebutuhan manusia sebagai nutrisi dan obat-obatan. Sebagai makhluk hidup yang berakal manusia harus mampu berfikir untuk memanfaatkan segala apa yang telah Allah ciptakan di muka bumi ini. Hal

tersebut sesuai dengan perintah Allah dalam surah al-imron ayat 191 di bawah ini:

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

*Artinya: (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka (al-imran: 191).*

Salah satu upaya dalam pemanfaatan bekatul adalah dengan mengekstrak minyak dari bekatul. Ekstraksi minyak bekatul dilakukan karena minyak bekatul mengandung senyawa aktif yang tinggi. Senyawa aktif (antioksidan) tersebut antara lain seperti  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  tokoferol, tokotrienol, fraksi oryzanol (Godber *et al.*, 2001) dan senyawa fitokimia seperti senyawa fenolik, flavonoid, triterpenoid, alkanoid, dan saponin (Jannah dkk, 2021). Senyawa aktif berperan sebagai senyawa antioksidan alami yang berfungsi untuk menangkal radikal bebas di dalam tubuh (Nasir dkk, 2009) serta berfungsi dalam pengobatan berbagai penyakit seperti penyakit jantung, kanker dan diabetes melitus (Patel and McGurk, 2017; Uchihara *et al.*, 2018).

Minyak bekatul mempunyai kandungan asam lemak yang tinggi dan enzim lipase sehingga hal tersebut dapat berpengaruh pada daya tahan minyak bekatul. Menurut Champagne (1994) ketengikan bekatul disebabkan karena adanya interaksi antara lemak bekatul dengan enzim lipase dan lipoksigenase maupun adanya kontaminasi mikroba. Sehingga permasalahan tersebut dapat diatasi dengan proses stabilisasi. Proses stabilisasi dilakukan dengan menggunakan metode pemanasan basah dan pemanasan kering. Metode ini menggunakan suhu

yang tidak terlalu tinggi dan waktunya singkat. Salah satu alat yang dapat digunakan pada metode pemanasan basah adalah autoklaf (Barber dan Barber, 1980). Proses stabilisasi dengan metode pemanasan kering dapat dilakukan dengan menggunakan oven.

Stabilisasi yang dilakukan dengan pengukusan selama 1-30 menit dan dilanjutkan dengan pengeringan. Enzim lipase dalam bekatul dapat diinaktivasi dengan tahap pengukusan selama 3 menit (Sayre *et al.*, 1982). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Swastika (2009) bekatul distabilisasi dengan pengukusan dalam waktu 5, 10, dan 15 menit dan dilanjutkan pengeringan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Husien (2009), bekatul di stabilisasi dengan autoklaf selama 5, 10, dan 15 menit. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan stabilisasi dengan variasi waktu yaitu 3, 5, 10, dan 15 menit. Pada variasi waktu yang digunakan tersebut untuk mengetahui waktu yang paling efisien saat proses stabilisasi serta mengetahui pengaruhnya terhadap aktivitas antioksidan dalam minyak bekatul. Setelah dilakukan proses stabilisasi, bekatul dilakukan proses ekstraksi.

Ekstraksi minyak bekatul pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan metode ultrasonik. Metode ultrasonik adalah metode ekstraksi yang menggunakan bantuan gelombang ultrasonik dalam proses reaksi kimianya. Metode ultrasonik memerlukan waktu yang lebih singkat dan efisien dibandingkan dengan metode yang lain. Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi proses ekstraksi adalah suhu (Panja, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Jambe dkk (2019) menyatakan bahwa ekstraksi yang dilakukan dengan ultrasonik selama 20 menit memiliki aktivitas antioksidan 89,03% dan ekstraksi selama 51 menit

menghasilkan rendemen 7,63% dan aktivitas antioksidan ( $\alpha$ -tokoferol) 31,13 ppm (Lestyadevi & Djaeni, 7). Ekstraksi minyak bekatul selama 25 menit dengan metode ultrasonik menghasilkan rendemen yaitu 9,81% dan aktivitas antioksidan 53,42% (IreneMarcella & Limanhadi, 2011). Rengga dkk, 2019 menyatakan bahwa peningkatan waktu sonikasi dapat meningkatkan nilai rendemen pada zat yang akan di ekstraksi. Sehingga pada penelitian ini mengekstraksi minyak bekatul bekatul pada variasi waktu ekstraksi yaitu 20, 40, 60, dan 80 menit. Variasi waktu ekstraksi ini untuk menentukan waktu yang efektif dalam memperoleh minyak bekatul dan mengetahui pengaruh waktu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan minyak bekatul.

Ekstraksi minyak bekatul menggunakan pelarut etanol untuk memperoleh minyak bekatul dengan rendemen yang tinggi dan memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Purwanto dkk (2014) menunjukkan bahwa ekstraksi minyak bekatul dalam pelarut etanol memperoleh rendemen 12,553%, 14,105% dan 17,43% dengan aktivitas antioksidan 46,798% dan 47,290%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pabbenteng dan Mas'ud (2016) menunjukkan bahwa ekstraksi minyak bekatul dengan pelarut etanol menghasilkan rendemen 8,49%. Setelah proses ekstraksi, minyak bekatul diuji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.

DPPH (1,1- Diphenyl-2-Picrylhidrazyl) merupakan senyawa organik yang mengandung nitrogen yang tidak stabil dan berwarna ungu gelap. Senyawa DPPH bereaksi dengan senyawa antioksidan yang terdapat di dalam bekatul sehingga tereduksi dan mengalami perubahan warna menjadi warna kuning. Perubahan yang terjadi dapat diukur dengan spektrofotometer (Reynerston, 2007

di dalam Suhaling, 2010). Metode DPPH merupakan metode kalorimetri yang efektif dan cepat untuk menentukan aktivitas antioksidan (Suhaling, 2010).

Pada ekstraksi ini diharapkan dapat menghasilkan minyak bekatul yang memiliki kualitas yang baik. Minyak bekatul yang diperoleh dari ekstraksi akan dilakukan penentuan nilai rendemennya, kemudian di uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Setelah dilakukan uji aktivitas antioksidan, ekstrak minyak bekatul yang memiliki nilai aktivitas antioksidan yang tinggi akan dilanjutkan karakterisasi yang meliputi uji kadar air, bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan peroksida, dan massa jenis. Minyak bekatul yang diperoleh juga ditentukan nilai rendemen.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh waktu stabilisasi bekatul terhadap aktivitas antioksidan
2. Bagaimana pengaruh waktu ekstraksi bekatul menggunakan ultrasonik terhadap aktivitas antioksidan

## **1.3 Tujuan**

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu stabilisasi bekatul terhadap aktivitas antioksidan
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu ekstraksi bekatul menggunakan ultrasonik mempengaruhi aktivitas antioksidan

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bekatul beras putih yang diperoleh dari penggilingan padi di Desa Durbuk Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan
2. Ekstraksi dilakukan dengan alat ultrasonik menggunakan pelarut etanol

3. Minyak bekatul di uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH

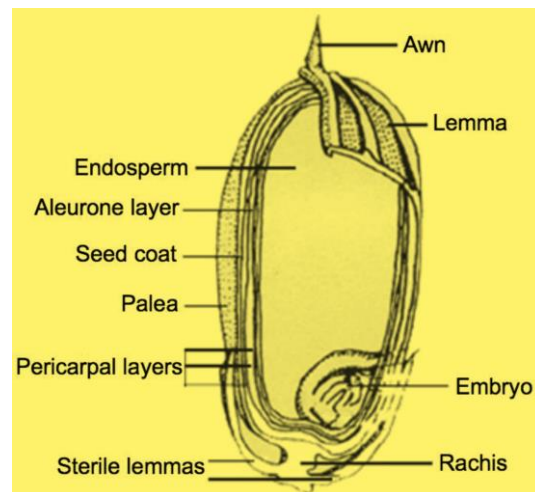
### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk pengaruh waktu stabilisasi terhadap kandungan antioksidan dan pengaruh suhu ekstraksi minyak bekatul terhadap antioksidan dan rendemen minyak bekatul yang dihasilkan. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan edukasi pada masyarakat umum mengenai manfaat dan cara memanfaatkan limbah pertanian sehingga tidak hanya terbatas sebagai pakan ternak saja.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bekatul Beras Putih

Bekatul adalah salah satu produk sampingan dari proses penggilingan beras (gabah kering). Proses penggilingan padi menghasilkan 70 % beras (*endosperm*) sebagai produk utama, serta beberapa produk sampingan seperti sekam (20 %) dan bekatul (8–10 %) (Friedman *et al.*, 2012). Bekatul terdiri atas lapisan dalam butiran beras yaitu aleuron/kulit ari beras dan sebagian kecil endosperm. Menurut Damardjati (1983) Bekatul merupakan lapisan dedak bagian dalam dan sebagian endosperm. Komponen penyusun beras dapat dilihat pada Gambar 2.1:



Gambar 2.1. Struktur Beras (Peng *et al.*, 2013)

Bekatul tersusun atas air, protein, lemak, vitamin, mineral, serat, tokoferol, tokotrienol, oryzanol, dan  $\beta$ -karoten (Mumpuni dan Ayustaningwarno, 2013). Minyak (lemak) yang terkandung di dalam bekatul sekitar 16 - 22%. Komposisi fitokimia dalam bekatul bervariasi tergantung dari varietas padi dan tingkat penyosohan. Kandungan asam lemak pada bekatul juga bergantung pada lama penyimpanannya. Bekatul mengandung enzim lipase yang berfungsi untuk

mengkatalisis reaksi hidrolisis. Enzim lipase tersebut akan menghidrolisis minyak (trigliserida) menjadi gliserol dan asam lemak bebas (Soedjanaatmadja dkk, 2002).

## **2.2 Stabilisasi Bekatul**

Stabilisasi bekatul merupakan tahap untuk menginaktifkan enzim lipase dengan mengubah struktur pada enzim (protein) sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya (Putro, 2019). Perubahan struktur tersebut terjadi karena adanya panas saat stabilisasi (Kusbiantoro, 2010). Stabilisasi dilakukan dengan tetap menjaga nutrisi di dalam bekatul (Venkatachalapathy *et al.*, 2019). Proses inaktivasi enzim dilakukan secara menyeluruh sehingga reaksinya berjalan satu arah (Putro, 2019). Stabilisasi yang tepat bergantung pada kadar air, waktu dan suhu (Venkatachalapathy *et al.*, 2019). Waktu yang digunakan pada proses stabilisasi dapat mempengaruhi nilai rendemen dan kualitas minyak bekatul yang dihasilkan (Nasir dkk., 2009).

Stabilisasi dapat dilakukan dengan metode pemanasan basah dan metode pemanasan kering. Stabilisasi dengan metode pemanasan basah dapat dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan waktu tertentu dapat menginaktivasi enzim dan membunuh mikroba (Winarno, 1992), meminimalisir kerusakan komponen bioaktif pada bekatul (Octaviane, 2014). Namun, stabilisasi bekatul dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 1 jam mengakibatkan bekatul mengalami kerusakan tokoferol (Damayanthi, 2002). Sehingga stabilisasi dapat menginaktivasi enzim lipase pada kondisi diatas suhu optimumnya dalam waktu tertentu. Enzim lipase mempunyai suhu optimum 37°C (Orthofer, 2005).



Stabilisasi dengan metode pemanasan kering dapat dilakukan dengan menggunakan oven. Stabilisasi dengan oven selain dapat menonaktifkan enzim lipase yang terdapat dalam bekatul juga dapat menurunkan kadar air yang terdapat dalam bekatul. Stabilisasi dengan menggunakan oven dapat meningkatkan umur simpan bekatul dan dapat mencegah terjadinya kerusakan yang diakibatkan oleh oksidatif (Siswanti dkk, 2018). Menurut penelitian yang dilakukan Tengah *et al* (2011) menyatakan bahwa stabilisasi bekatul terbaik dilakukan pada pengovenan 100°C selama 15 menit.

### **2.3 Ekstraksi Minyak Bekatul Dengan Ultrasonik**

Ultrasonic assisted extraction (UAE) merupakan salah satu metode ekstraksi yang menggunakan bantuan gelombang ultrasonik dalam proses reaksi kimianya. Gelombang ultrasonik merupakan gelombang suara yang memiliki frekuensi diatas pendengaran manusia yaitu  $\geq 20$  kHz. Dalam proses ekstraksi, gelombang ultrasonik merambat dalam medium padat, cair, dan gas (Trisnobudi dkk, 2012). Getaran gelombang ultrasonik ditambahkan ke dalam media cair sehingga menghasilkan gelembung kavitasi yang kemudian menabrak dinding sel (Budiastra dkk, 2017; Candani dkk, 2019) sehingga dinding sel dari bahan dipecah melalui getaran ultrasonik sehingga senyawa yang terdapat di dalam bahan tersebut keluar (Mason, 1990).

Metode ekstraksi dengan ultrasonik dapat memperoleh kandungan antioksidan yang lebih tinggi dengan waktu ekstraksi yang cepat (McClement, 1995). Metode ultrasonik memiliki keuntungan yaitu efisien (Widjanarko dan Manasika, 2015), waktu ekstraksi cepat (Castro dan Garcia, 2004), mampu meningkatkan jumlah rendemen kasar (Jambe dkk, 2019), dan membutuhkan

pelarut yang sedikit, suhu dan energi rendah, serta ramah lingkungan (Feng *et al.*, 2015). Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi proses ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik adalah suhu (Panja, 2017).

Suhu yang tinggi dapat meningkatkan nilai rendemen karena jumlah panas yang diterima saat mengekstrak meningkat (Fuadi, 2012). Sehingga suhu tinggi mengakibatkan kerusakan pada dinding sel. Dengan demikian dinding sel akan mudah ditembus oleh minyak sehingga minyak mudah keluar dan kadar minyak yang terekstraksi meningkat (Widayat dkk, 2012). Ekstraksi minyak bekatul dengan ultrasonik pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C selama 60 menit menghasilkan rendemen minyak bekatul tertinggi pada suhu 60°C dan aktivitas antioksidan tertinggi pada ekstraksi suhu 40°C selama 15 menit (Listyadevi & Djaeni, 2019). Penggunaan suhu ekstraksi harus diperhatikan karena jika suhu ekstraksi terlalu tinggi atau melewati batas maksimum dapat menyebabkan adanya reaksi oksidasi sehingga kehilangan senyawa penting yang terkandung di dalam bekatul. Namun, jika suhunya terlalu rendah maka komponen bioaktif tidak terekstrak secara maksimal (Permana dkk, 2017).

#### **2.4 Minyak Bekatul**

Minyak bekatul merupakan minyak yang dihasilkan dari proses ekstraksi bekatul padi yang mengandung asam lemak (Soedjanaatmadja dkk, 2002), komponen bioaktif, dan antioksidan (Limanhadi & IreneMarcella, 2011). Minyak bekatul mengandung 80% asam lemak tak jenuh berupa asam oleat dan linoleat (Anggara dkk, 2017) dan 20% asam lemak jenuh (Mas'ud dkk, 2018). Tiga asam lemak utama penyusun minyak bekatul adalah asam palmitat (12-18%), asam oleat (40-50%) dan asam linoleat (20- 42%) (Luh, 2005).

Minyak bekatul merupakan salah satu jenis minyak yang memiliki kualitas baik untuk kesehatan karena sebagian besar komponen minyak bekatul tersusun oleh asam lemak tak jenuh. Minyak bekatul juga memiliki aktivitas antioksidan alami seperti  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  tokoferol, tokotrianol, dan fraksi oryzanol (Godber dkk., 2001). Antioksidan tersebut berfungsi untuk menghambat oksidasi pada lemak dan mencegah stres oksidatif (Pabbenteng & Mas'ud, 2016).

Menurut Soedjanaatmadja, dkk (2002) karakteristik minyak bekatul memiliki karakteristik dan syarat mutu standart seperti pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 karakteristik dan syarat mutu standart (ISI) minyak bekatul

<b>Karakteristik</b>	<b>Nilai</b>	<b>Standart ISI</b>
Bilangan asam	3,13*	-
Kadar asam	1,45*	Maks. 10
Bilangan penyabunan	184,62* 197,17**	175-195
Bilangan iodium	104,81*	85-105
Asam lemak bebas (%)	34,49 - 49,76**	-
Titik pengasapan ( $^{\circ}$ C)	254**	-
Titik nyala ( $^{\circ}$ C)	Min. 150**	-
Densitas (g/mL)	0,89**	-

Keterangan sumber: \* (Soedjanaatmadja, dkk, 2002)

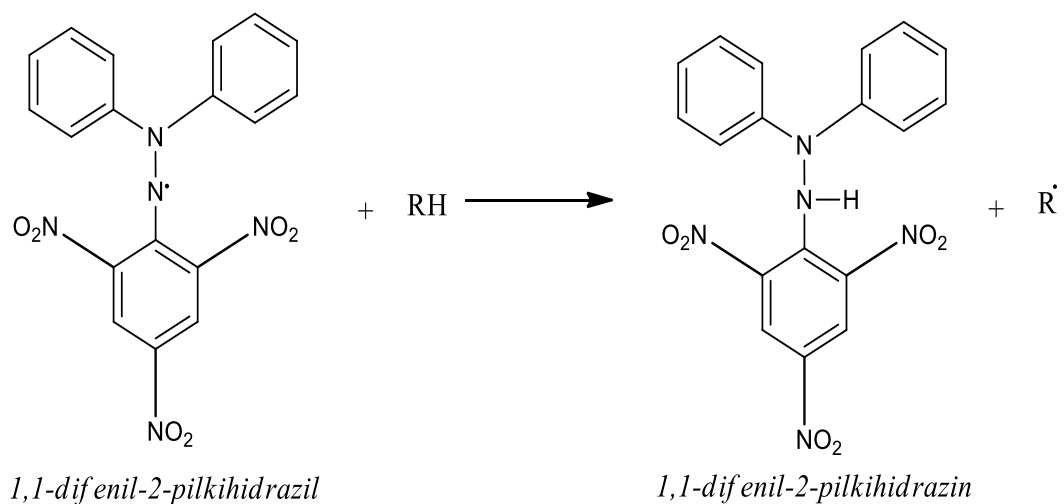
\*\* (Mardiah *et al.*, 2006)

## 2.5 Uji Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH

Metode DPPH (1,1 Diphenyl-2-picrylhidrazyl) merupakan uji penentuan aktivitas antioksidan penangkap radikal. DPPH memberikan serapan kuat pada panjang gelombang 517 nm dengan warna violet gelap. Pada uji aktivitas antioksidan terjadi perubahan warna dari violet gelap menjadi warna kuning. Perubahan warna terjadi setelah hasil reaksi antara DPPH dengan antioksidan mengalami reduksi. Perubahan warna tersebut sebanding dengan jumlah

elektron yang diambil (Sayuti & Yenrina, 2015). Metode DPPH merupakan metode yang sederhana, cepat, mudah, untuk skrening aktivitas penangkal radikal beberapa senyawa, selain itu metode DPPH juga akurat, reliable, dan praktis (Prakash *et al.*, 2001).

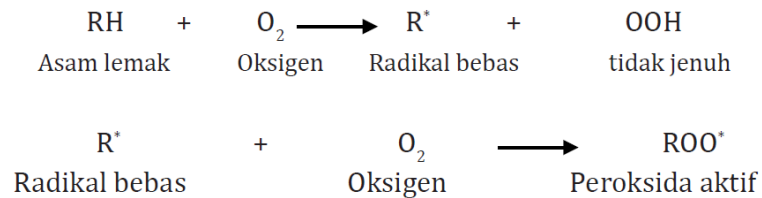
Senyawa DPPH bereaksi dengan senyawa antioksidan mengakibatkan penurunan intensitas warna yang disebabkan karena berkurangnya ikatan rangkap terkonjugasi pada senyawa DPPH. Hal tersebut terjadi karena ada penangkapan elektron oleh antioksidan sehingga elektron tidak dapat beresonansi. Peredaman warna senyawa DPPH terjadi karena radikal hidrogen dari senyawa antioksidan kepada radikal DPPH sehingga DPPH berubah menjadi DPPH-H (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin) (Sayuti & Yenrina, 2015). Reaksi radikal DPPH dengan antioksidan dapat dilihat pada Gambar 2.2 :



Gambar 2.2 Reaksi radikal DPPH dengan antioksidan (Sayuti & Yenrina, 2015)

Penggunaan metode DPPH sudah divalidasi dengan Pengukuran beberapa antiradikal bebas seperti tokoferol, vitamin C, pinocembrin, dan skualen memberikan hasil yang signifikan dengan uji antiradikal yang lain. Keaktifan

golongan senyawa yang berfungsi sebagai antiradikal bebas ditentukan oleh adanya gugus fungsi –OH (hidroksil) bebas dan ikatan rangkap C-C seperti tokoferol,  $\beta$ -karoten dan vitamin C (Parwata, 2016). Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat terjadinya reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas dan molekul yang reaktif (A Bariyyah dkk, 2013) Prinsip kerja dari antioksidan dalam menghambat otooksidan pada lemak adalah oksigen di udara akan mengoksidasi ikatan rangkap pada asam lemak yang tidak jenuh. Kemudian radikal bebas yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen sehingga menghasilkan peroksida aktif. Asam lemak yang tidak mengandung antioksidan maka peroksida aktif akan bereaksi dengan ikatan rangkap lemak (Sayuti & Yenrina, 2015). Persamaan reaksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3:



Gambar 2.3 Reaksi asam lemak dengan antioksidan

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni - Juli tahun 2021.

### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

#### **3.2.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, alat ultrasonik (sonikator), stopwatch, vortex, rotary evaporator, dan cawan. Alat-alat kaca yang digunakan adalah beaker glass 250 mL, beaker glass 500 mL 2, pipet tetes, pipet ukur 1 mL, pipet ukur 5 mL, pipet ukur 25 mL, 1 pipet tetes, gelas ukur 100 mL, erlenmeyer 250 mL, 500 mL, gelas arloji, labu alas bulat 250 ml, labu ukur 5 mL, corong pisah, statif, 6 tabung reaksi, rak tabung reaksi, spatula, corong gelas, corong buchner, bola hisap, ayakan 60 mesh, rotary evaporator vacuum, dan kuvet. Instrumen yang digunakan untuk analisis adalah spektrofotometer UV-Vis. Alat lain yang diperlukan adalah neraca analitik, magnetic stirrer, aluminium foil, plastik, kertas saring, tisu, dan sarung tangan.

#### **3.2.2 Bahan**

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bekatul beras putih variates ciherang yang diperoleh dari hasil pengilingan padi di Desa Durbuk Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan Madura. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis adalah etanol 95% dan etanol 96%, aquades, larutan DPPH (1,1-difenil-2-pikrihidrazil), KOH 0,1N, KOH 0,5N kloroform, HCl,

asam asetat glasial, KI jenuh, larutan standart  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (natrium tiosulfat) 0,1N, indikator amilum, dan indikator phenolphtalein 1%.

### **3.3 Rancangan Penelitian**

Metode penelitian ini menggunakan tahap eksperimental yang menggunakan variabel bebas yaitu waktu stabilisasi dan waktu ekstraksi. Bekatul yang digunakan pada penelitian ini adalah bekatul beras putih yang diperoleh dari penggilingan padi di Desa Durbuk Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan Madura. Bekatul yang digunakan adalah bekatul padi putih dengan variates ciherang.

Penelitian diawali dengan pengayakan bekatul dengan menggunakan ayakan 60 mesh. Bekatul yang telah diayak dimasukkan ke dalam wadah dan diberikan label. Bekatul ditimbang dengan berat yang sama dan dimasukkan ke dalam masing-masing wadah. Selanjutnya bekatul distabilisasi pada suhu  $100^\circ\text{C}$  menggunakan oven pada variasi waktu stabilisasi 3, 5, 10, dan 15 menit. Setelah proses stabilisasi bekatul diekstraksi selama 51 menit dengan metode ultrasonik dalam pelarut etanol. Minyak bekatul yang diperoleh diuji aktivitas antioksidan dan untuk minyak bekatul yang memiliki aktivitas antioksidan paling baik dilanjutkan dengan uji kualitas minyak seperti uji bilangan asam, bilangan penyabunan, dan bilangan peroksida.

Ekstraksi minyak bekatul dengan menggunakan variasi waktu ekstraksi dilakukan stabilisasi terlebih dahulu pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 5 menit (Swastika, 2009). Selanjutnya dilakukan ekstraksi dengan variasi waktu 20, 40, 60, dan 80 menit dengan metode ultrasonik dalam pelarut etanol. Minyak bekatul yang diperoleh diuji aktivitas antioksidan dan sampel yang memiliki aktivitas

antioksidan paling baik dilanjutkan uji kualitas minyak seperti uji bilangan asam, bilangan penyabunan, dan bilangan peroksida.

### **3.4 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan melalui tahapan seperti berikut ini:

1. Preparasi sampel
2. Stabilisasi bekatul
3. Ekstraksi minyak bekatul dengan metode ultrasonik
4. Uji aktivitas antioksidan minyak bekatul
5. Uji kualitas minyak bekatul
6. Analisis data

### **3.5 Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.5.1 Preparasi Sampel**

Bekatul diayak menggunakan ayakan 60 mesh dan melabeli wadah sampel sesuai variabel yang digunakan. pada tahap preparasi peneliti juga mensterilkan semua alat yang akan digunakan serta mempersiapkan semua bahan yang akan diperlukan dalam penelitian.

#### **3.5.2 Stabilisasi Bekatul**

Bekatul ditimbang dengan berat yang sama dan dimasukkan ke dalam wadah yang berlabel sesuai variasi waktu stabilisasi dan variasi waktu ekstraksi. Bekatul distabilisasi dengan oven selama 3, 5, 10, dan 15 menit pada suhu 100°C. Bekatul yang diekstraksi dengan menggunakan variasi waktu ekstraksi dilakukan stabilisasi pada suhu 100°C selama 5 menit (Swastika, 2009).



### 3.5.3 Ekstraksi Minyak Bekatul Menggunakan Metode Ultrasonik

Bekatul sebanyak 40 gram dimasukkan ke dalam masing-masing wadah, kemudian ditambahkan pelarut etanol 96% sebanyak 160 mL (Normadini dkk, 2019 & Pabbenteng, 2016). Bekatul yang menggunakan variasi waktu stabilisasi diekstraksi selama 51 menit (Listiyadevi & Djaeni, 2019). Pada bekatul yang menggunakan variasi waktu ekstraksi dilakukan ekstraksi selama 20, 40, 60, dan 80 menit. Setelah proses ekstraksi, hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring hingga filtrat dan residu terpisah. Pada masing-masing filtrat dievaporasi menggunakan alat *rotary vacuum evaporator* pada suhu 60°C (Jannah, 2020). Minyak bekatul yang diperoleh ditentukan nilai rendemen dengan menggunakan Persamaan 3.1 (Harborne, 1987):

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat ekstrak}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \quad (3.1)$$

### 3.5.4 Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul

#### 3.5.4.1 Penentuan panjang gelombang maksimum

Etanol 96% sebanyak 3 mL dimasukkan ke dalam kuvet dan ditambahkan larutan DPPH 0,2 mM sebanyak 1 mL. Selanjutnya dicari  $\lambda_{\text{maks}}$  larutan pada rentangan panjang gelombang 500-600 nm dan catat hasil pengukuran untuk digunakan pada tahap selanjutnya (Ulyah, 2019).

#### 3.5.4.2 Pengukuran aktivitas antioksidan sampel

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  $\lambda_{\text{maks}}$  yang diperoleh pada tahap sebelumnya.

Absorbansi sampel: bekatul diekstraksi menggunakan etanol 95% dengan metode ultrasonik selama 30 menit pada suhu ruang. Ekstrak bekatul sebanyak 3 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi 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 nilai absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis (Ulyah, 2019). Perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali pengulangan. Data absorbansi yang diperoleh dihitung nilai aktivitas antioksidanya. Nilai tersebut diperoleh dengan persamaan (Arindah, 2010):

$$\text{aktivitas antioksidan} = \frac{\text{absorbansi kontrol} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

### **3.5.5 Kualitas Minyak Bekatul**

Berdasarkan SNI 01-3555-1998 Karakterisasi sifat fisika-kimia minyak secara kuantitatif dapat dilakukan dengan beberapa parameter yaitu rendemen, bilangan asam, bilangan penyabunan, dan bilangan peroksida.

#### **3.5.5.1 Bilangan Asam**

Sampel ditimbang sebanyak 2 gram ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 25 mL etanol netral 95%, kemudian dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air sambil diaduk. Selanjutnya, larutan dititrasi menggunakan KOH 0,1 N dengan indikator larutan phenolphthalein 1% dalam etanol hingga terlihat

warna merah jambu. Bilangan asam dihitung menggunakan Persamaan 3.4 (Ayu & Hutami, 2015):

$$\text{Bilangan asam} = \frac{V \text{ KOH} \times N \text{ KOH} \times 56,1}{\text{berat sampel}} \quad (3.4)$$

### 3.5.5.2 Bilangan Peroksida

Sampel ditimbang sebanyak 5 gram di dalam erlenmeyer 250 mL tertutup dan ditambahkan 30 mL pelarut campuran dari 18 ml asam asetat glacial 7 dan 12 mL kloroform (3:2), dan larutan digoyangkan hingga larut sempurna. Selanjutnya, larutan ditambahkan 0,5 mL KI jenuh dan selama 1 menit campuran larutan didiamkan sambil tetap digoyang, kemudian ditambahkan 30 mL aquades (Kartina dkk, 2016). Campuran larutan ditambahkan indikator amilum 1% sebanyak 0,5 mL dan segera dititrasasi dengan larutan standart natrium tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,01 N larutan berubah warna biru hilang. Bilangan peroksida dinyatakan dalam mg-equivalen peroksida dalam setiap 1000 g sampel. Nilai peroksida ditentukan menggunakan Persamaan 3.5 (Suroso, 2013):

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000}{\text{berat sampel (gr)}} \quad (3.5)$$

### 3.5.5.3 Bilangan Penyabunan

Sampel ditimbang sebanyak 2 gram ke dalam erlenmeyer tertutup, kemudian ditambahkan 25 mL KOH 0,5 N beralkohol secara perlahan menggunakan pipet. Labu dihubungkan dengan pendingin tegak dan didinginkan secara hati-hati sampai tersabunkan dengan sempurna. Bagian dalam dari pendingin tegak dibilas dengan sedikit air. Selanjutnya larutan ditambahkan 1 mL larutan indikator phenolphthalein, kemudian dititrasasi dengan HCl 0,5 N hingga berwarna merah jambu menghilang. Titrasi juga dilakukan

pada blanko yaitu pelarut KOH 0,5 N (Ayu & Hutami, 2015). Bilangan penyabunan sampel dihitung menggunakan Persamaan 3.6:

$$\text{Bilangan penyabunan} = \frac{(\text{V HCl blanko} - \text{V HCl sampel}) \times 28,5}{\text{berat sampel}} \quad (3.6)$$

### 3.5.6 Analisis Data

Data yang diperoleh berupa nilai aktivitas antioksidan, nilai rendemen dan nilai karakterisasi minyak bekatul (bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan peroksida, massa jenis, kadar air). Nilai aktivitas antioksidan dengan pengaruh waktu stabilisasi dan suhu ekstraksi dianalisis varian *two ways* ANOVA untuk menguji adanya pengaruh variasi waktu stabilisasi dan suhu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan. Apabila terjadi perbedaan yang signifikan, maka analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf signifikansi 5%.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Preparasi Sampel**

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bekatul padi beras putih yang diperoleh dari Desa Durbuk Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan. Pada tahap preparasi ini diawali dengan proses pengayakan bekatul untuk memperoleh bekatul dengan tekstur yang halus. Menurut Ulum (2018) pengayakan bertujuan untuk menghomogenkan ukuran tepung sehingga dapat mempengaruhi nilai rendeman saat proses ekstraksi. Pengayakan bekatul dilakukan dengan menggunakan ayakan ukuran 60 mesh. Penggunaan ayakan ukuran 60 mesh merupakan salah satu upaya untuk menghasilkan rendemen yang tinggi saat proses ekstraksi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wuryani (2012) menyatakan bahwa semakin tinggi ukuran pengayakan maka rendemen minyak bekatul semakin meningkat. Semakin kecil ukuran bekatul maka semakin luas permukaannya sehingga mempermudah proses pelarutan saat ekstraksi dan dapat meningkatkan nilai rendemen saat proses ekstraksi. Tepung bekatul yang diperoleh berwarna kuning kecoklatan khas bekatul dan bertekstur sangat halus. Selanjutnya, tepung bekatul yang sudah diayak distabilisasi untuk menonaktifkan enzim lipase yang berada didalam bekatul. Setelah dilakukan stabilisasi, bekatul dilanjutkan pada proses ekstraksi.

#### **4.2 Ekstraksi Minyak Bekatul Dengan Metode Sonikasi**

Ekstraksi minyak bekatul dilakukan dengan alat Qsonika sonikator. Ekstraksi minyak bekatul dilakukan dengan metode sonikasi agar proses ekstraksi dapat berjalan lebih efektif dan cepat. Saat proses ekstraksi berlangsung gelombang ultrasonik menghasilkan getaran, getaran tersebut memberikan pengadukan

sehingga meningkatkan osmosis antara bahan dan pelarut. Getaran tersebut kemudian menghasilkan gelembung kavitasi pada dinding sehingga terjadi transfer massa (Sakinah, 2019). Saat proses ekstraksi berlangsung terjadi pemanasan lokal pada cairan yang dapat meningkatkan difusi ekstrak. Pemanasan tersebut kemudian menyebabkan terjadinya pelepasan senyawa yang akan diekstrak. Setelah dilakukan proses ekstraksi, pada larutan tersebut terlihat ada perbedaan yaitu seperti ada pemisahan antara filtrat dan residu dari bekatulnya. Setelah proses ekstraksi minyak bekatul selesai dilakukan maka larutan tersebut dilakukan pemisahan antara residu (padatan) dan filtrat (cairan).

Proses filtrasi untuk memisahkan antara filtrat dan residu dilakukan dengan menggunakan vakum. Filtrat yang dihasilkan berwarna kuning menyerupai warna minyak dan residu berwarna lebih pucat dari warna bekatul saat belum dilakukan ekstraksi. Filtrat yang dihasilkan selanjutnya dilakukan pemisahan pelarut dengan zat yang diekstrak, pemisahan ini menggunakan rotary evaporator sehingga diperoleh minyak bekatul. Prinsip dari alat rotary evaporator adalah menurunkan tekanan sehingga pelarut akan menguap terlebih dahulu sebelum mencapai titik didihnya. Pelarut menguap di bawah titik didihnya disebabkan karena adanya pompa vacuum yang berfungsi untuk menurunkan tekanan yang kemudian menyebabkan titik didih pelarut turun sehingga pelarut mudah menguap (Margarita, 2018).



Gambar 4.1 Minyak Bekatul

Pada Gambar 4.1 merupakan gambar minyak bekatul yang diperoleh dari proses ekstraksi. Minyak bekatul hasil ekstraksi berwarna coklat, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Susanti dkk, 2012) yang menghasilkan minyak bekatul yang berwarna coklat. Minyak bekatul yang diperoleh tersebut memiliki aroma khas bekatul dan bertekstur seperti minyak pada umumnya. Minyak bekatul hasil ekstraksi pada suhu ruang berwujud cair sehingga menurut Mamujaja (2017) pada bagian utama triasilgliserol terdiri dari asam lemak tidak jenuh. Minyak bekatul yang diperoleh ini tidak dapat larut dalam air, sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa pada hasil ekstraksi pada penelitian ini mengandung senyawa trigliserida.

Etanol memiliki dua gugus fungsi yang berbeda kepolarannya yaitu gugus OH (polar) dan alkil (-R) bersifat non polar (Mas'ud dkk, 2018) sehingga etanol memiliki afinitas untuk mengekstrak minyak. Etanol mampu mengekstrak minyak juga karena kemampuannya menyesuaikan saat terkena suhu, seperti pada saat ekstraksi yang dilakukan pada suhu kamar maka karena memiliki sifat polar dan non-polar maka lemak akan terekstraksi (CBG Biotech, 2021). Sehingga ekstraksi dengan pelarut etanol akan mampu mengekstrak minyak yang memiliki kandungan asam lemak yang mampu larut dalam pelarut polar dan non polar.

Minyak merupakan merupakan bahan pangan dengan komponen utama trigliserida yaitu ester gliserol dan tiga asam lemak yang berbeda. Salah satu golongan lipid yang bersifat polar adalah fosfolipid (Mamuaja, 2017). Fosfolipid mengandung basa nitrogen dan substituen lainnya seperti gliserofosfolipid yang memiliki 2 jenis asam lemak yang membentuk ester dengan karbon nomor satu dan dua pada gliserol dan pada karbon ketiga terikat dengan gugus fosfor yang memiliki kepolaran yang tinggi. Gliserofosfolipid biasanya mengandung asam lemak jenuh C16 atau C18 pada karbon nomor satu dan pada pada karbon nomor dua merupakan asam lemak tak jenuh C18 atau C20 (Chemistry, 2018). Minyak bekatul yang diekstraksi dengan etanol memiliki kandungan asam lemak seperti pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1. Komposisi asam lemak minyak bekatul yang diekstraksi dengan etanol (Mas'ud *et al.*, 2017)

Asam lemak	Nomor	Grup	Etanol (mg/L)
Asam laurat	C12:0	Asam lemak jenuh	4,78
Asam miristat	C14:0	Asam lemak jenuh	2,02
Asam palmitat	C16:0	Asam lemak jenuh	0,01
Asam pentadesiklik	C15:0	Asam lemak jenuh	0,01
Asam palmitoleat	C16:1	Asam lemak tak jenuh tunggal	0,08
Asam stearat	C18:0	Asam lemak jenuh	2,88
Asam oleat	C18:1	Asam lemak tak jenuh tunggal	0,08
Asam linoleat	C18:2	Asam lemak tak jenuh ganda	28,85
Asam arakidik	C20:0	Asam lemak jenuh	0,04
Asam behenat	C22:0	Asam lemak jenuh	0,04
Asam trikosilat	C23:0	Asam lemak jenuh	0,01
Asam lignocerat	C24:0	Asam lemak jenuh	0,01

Menurut Kataren (1986) kelarutan asam lemak pada etanol tergantung pada panjang rantai asam lemak dan tingkat kejenuhan. Asam lemak yang memiliki rantai pendek akan lebih mudah larut didalam etanol dan asam lemak yang memiliki tingkat kejenuhan yang tinggi akan lebih mudah larut dalam pelarut etanol. Berdasarkan Tabel 4.1 asam lemak yang memiliki rantai paling pendek adalah asam



laurat dengan C12, asam lemak ini tergolong asam lemak jenuh berantai sedang (Tuminah, 2010).

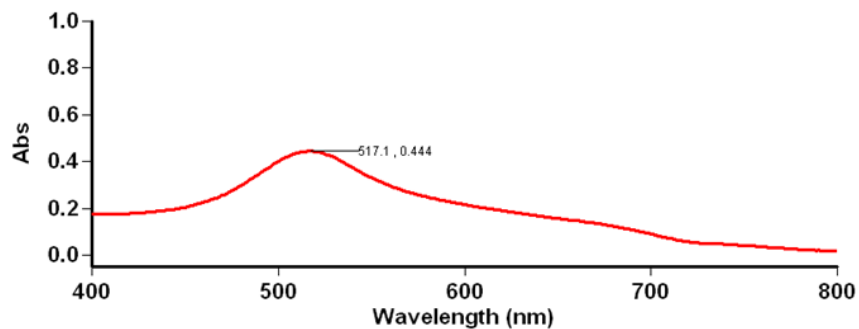
Menurut Mas'ud dkk (2018) ekstraksi minyak bekatul menggunakan pelarut etanol menghasilkan minyak dengan komposisi asam lemak tak jenuh lebih besar dibandingkan dengan asam lemak jenuh. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Julaika dkk, 2019 yang mengekstraksi minyak bekatul dengan menggunakan pelarut etanol memperoleh hasil analisa GC-MS dengan kandungan asam lemak terbanyaknya yaitu asam linoleat sebesar 53,469%. Dan menurut Mas'ud *et al.*, 2017 ekstraksi dengan etanol menghasilkan minyak yang polar dan banyak mengandung asam lemak tak jenuh ganda. Menurut Purwanto (2014) asam lemak yang bersifat polar adalah asam oleat, linoleat, linolenat, palmitat, dan stearat. Penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian yang mengekstraksi minyak bekatul menggunakan pelarut non-polar (heksana) maka pada hasil ekstraksinya mengandung asam oleat (asam lemak tak jenuh tunggal) paling banyak dan asam lemak yang lainnya adalah asam linoleat dan asam palmitat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pelarut polar seperti etanol dapat mengekstraksi minyak bekatul dengan jumlah kandungan asam lemak yang lebih kecil dibandingkan dengan ekstraksi yang menggunakan pelarut non-polar. Hal ini dapat dimungkinkan oleh adanya pengaruh gugus yang terdapat dalam etanol.

### **4.3 Uji Aktivitas Antioksidan**

#### **4.3.1 Penentuan panjang gelombang maksimum DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*)**

Panjang gelombang maksimum adalah panjang gelombang yang memiliki nilai absorbansi maksimum. Penentuan panjang gelombang maksimum pada DPPH untuk dijadikan acuan saat pengukuran pada sampel supaya memiliki kepekaan

secara maksimal dan meminimalisir terjadinya kesalahan saat pengukuran (Gandjar dan Rohman, 2007). Berdasarkan literatur DPPH memiliki nilai serapan pada panjang gelombang 515-520 nm dengan warna violet gelap (Molyneux, 2004). Berdasarkan hasil pengukuran panjang gelombang larutan DPPH 0,2 mM diperoleh sebesar 517,1 nm.



Gambar. 4.2 Spektrum larutan DPPH 0,2 mM

#### 4.3.2 Pengaruh Waktu Stabilisasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul

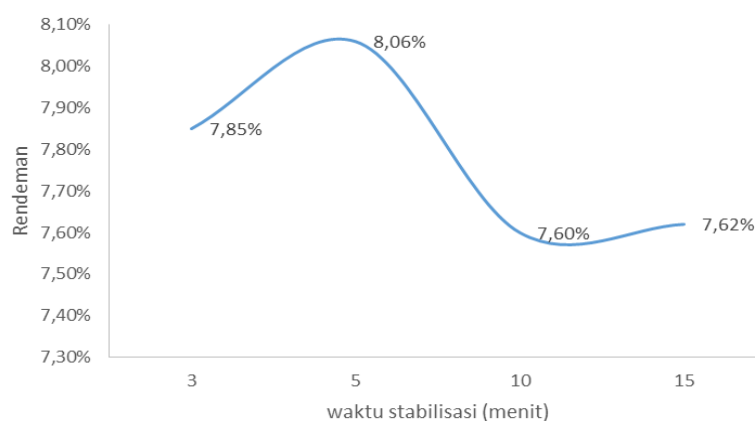
Minyak bekatul yang diekstraksi selama 51 menit dengan menggunakan variasi waktu stabilisasi bekatul 3, 5, 10, dan 15 menit memperoleh minyak bekatul dengan nilai rendemen seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Rendemen minyak bekatul dengan perlakuan waktu stabilisasi

Waktu stabilisasi (menit)	Rendemen (%)
3	7,85
5	8,06
10	7,6
15	7,62

Berdasarkan data diatas maka dapat diketahui bahwa minyak bekatul yang diberikan perlakuan variasi waktu stabilisasi memperoleh minyak bekatul dengan rendemen pada kisaran 7-8%. Berdasarkan perbedaan waktu stabilisasi tersebut

rendeman minyak bekatul mengalami perubahan yang tidak signifikan dan rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan waktu stabilisasi 5 menit yaitu 8,06%. Menurut Nasir dkk (2009) waktu stabilisasi yang lebih lama dapat mengakibatkan komponen yang terdapat didalamnya mengalami kerusakan sehingga berpengaruh pada rendemen minyak bekatul. Grafik rendeman minyak bekatul dengan perlakuan variasi waktu stabilisasi dapat dilihat pada gambar 4.3.

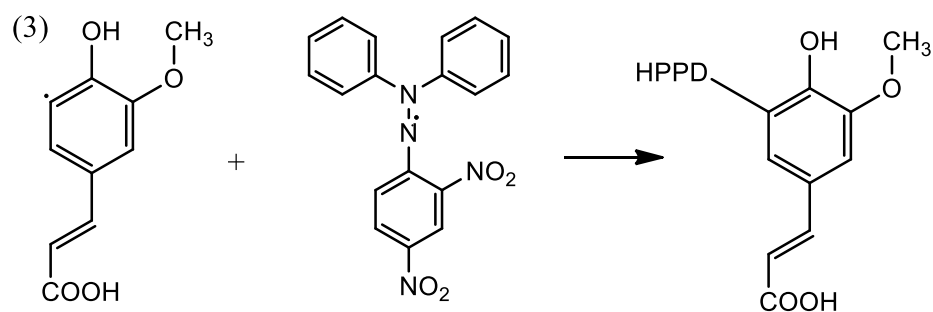
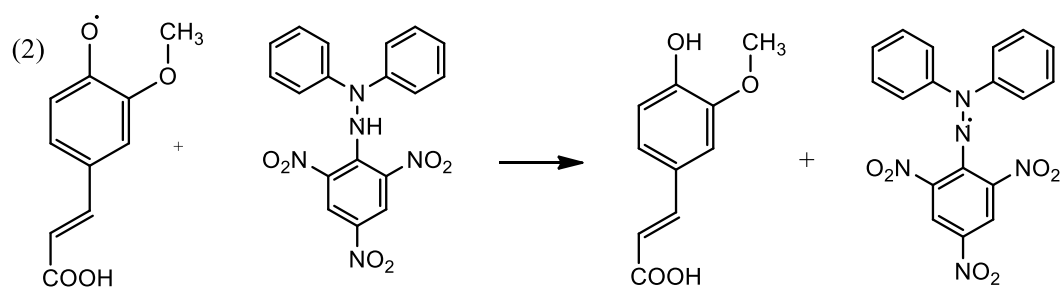
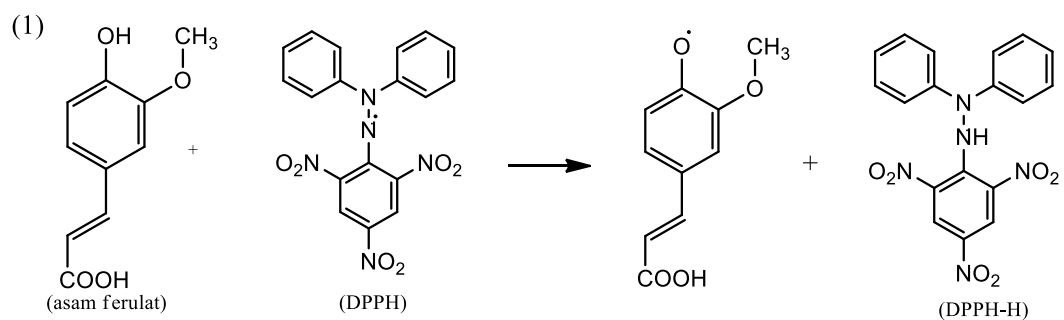


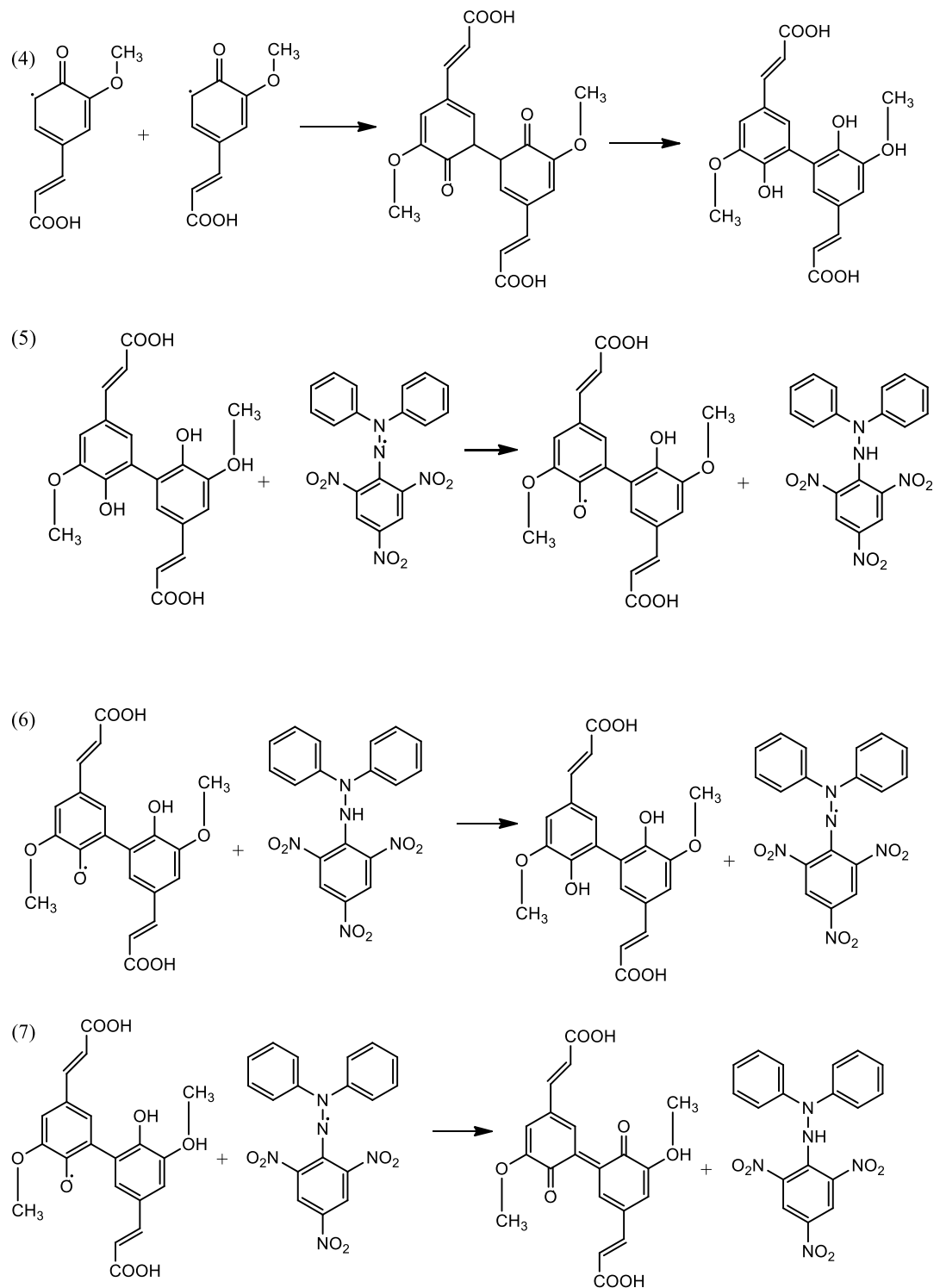
Gambar 4.3 Rendemen minyak bekatul dengan variasi waktu stabilisasi

Minyak bekatul hasil ekstraksi dengan perlakuan variasi waktu stabilisasi selanjutnya di uji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH. Uji aktivitas antioksidan pada minyak bekatul dilakukan dengan metode peredaman radikal bebas DPPH menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Senyawa DPPH dilarutkan dengan pelarut organik polar yaitu etanol. Minyak bekatul yang diduga memiliki kemampuan antioksidan akan direaksikan dengan senyawa DPPH pada panjang gelombang yang telah ditentukan yaitu 517,1 nm. Pada pengujian dengan spektrofotometer UV-Vis akan memperoleh nilai absorbansi yang kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai aktivitas antioksidan. Penurunan nilai absorbansi terjadi karena adanya perubahan warna dari ungu menjadi kuning, hal ini terjadi karena reduksi senyawa DPPH oleh senyawa antioksidan. Semakin kecil nilai absorbansi larutan DPPH maka aktivitas antioksidan meningkat dalam

meredam radikal bebas. Pada uji aktivitas antioksidan DPPH bertindak sebagai radikal bebas yang akan bereaksi dengan antioksidan yang ada didalam minyak bekatul. Antioksidan akan mendonorkan atom hidrogennya kepada radikal DPPH sehingga terbentuk radikal antioksidan yang lebih stabil. Berikut merupakan reaksi antara DPPH dengan salah satu senyawa antioksidan yang ada pada minyak bekatul :

:





Gambar 4.4 Mekanisme reaksi DPPH dengan  $\gamma$ -oryzanol (Goujot *et al.*, 2018)

Pada reaksi senyawa antioksidan yang terdapat dalam sampel yang diuji ditambahkan dengan senyawa DPPH maka terjadi donor atom hidrogen hingga terjadi reaksi reduksi yang menghasilkan senyawa difenilpikrihidrazin (Cahyono

dkk, 2021). Pada reaksi tersebut mengakibatkan adanya perubahan warna larutan dari ungu menjadi kuning. Hal tersebut terjadi karena berkurangnya ikatan rangkap terkonjugasi pada senyawa DPPH. Perubahan warna dapat mengakibatkan penurunan nilai absorbansi pada radikal bebas DPPH. Menurut Sulandi (2013) semakin rendah nilai absorbansi maka semakin akan semakin tinggi kemampuan antioksidannya.

Senyawa antioksidan yang terkandung didalam minyak bekatul adalah  $\gamma$ -oryzanol, tokoferol dan tokotrianol (Listyadevi & Djaeni, 2019). Senyawa antioksidan ini yang memiliki manfaat yang sangat besar dalam pengobatan penyakit.  $\gamma$ -oryzanol merupakan salah satu senyawa antioksidan sangat kuat dan hanya ditemukan dalam minyak bekatul (Suryadinata, 2015). Senyawa  $\gamma$ -oryzanol pada minyak bekatul merupakan senyawa antioksidan alami yang memiliki komponen utama yaitu cycloartenyl ferulat, 24-methylene cycloartenyl ferulat, dan campesterol ferulate (Patel and Naik, 2004). Senyawa  $\gamma$ -oryzanol memiliki fungsi sebagai senyawa antioksidan karena pada strukturnya yang terdapat asam ferulat (Godber *et al.*, 2001). Asam ferulat merupakan senyawa organik yang mengandung fitokimia fenol yang ada di sel tumbuhan dengan rantai samping kovalen. Sehingga asam ferulat bersifat polar dan dapat terekstrak pada minyak bekatul dengan pelarut etanol (Purwanto, 2014). Berdasarkan penelitian Haspari dkk (2013) menyatakan bahwa konsentrasi  $\gamma$ -oryzanol dalam minyak bekatul dari pelarut etanol adalah 1,258% dan 1,196%.

Persentase aktivitas antioksidan menunjukkan jumlah atom hidrogen yang didonorkan pada radikal DPPH. Semakin tinggi nilai persentase dari aktivitas antioksidan maka semakin banyak atom hidrogen yang didonorkan ke radikal DPPH sehingga terbentuk senyawa DPPH-H (Rahayu dan Hastuti, 2010). Berikut

merupakan persentase aktivitas antioksidan minyak bekatul dengan perlakuan variasi waktu stabilisasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Aktivitas antioksidan minyak bekatul variasi waktu stabilisasi

Waktu stabilisasi (menit)	Aktivitas antioksidan (%)
3	37,26
5	46,07
10	44,26
15	53,20

Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan minyak bekatul yang diekstraksi dengan perlakuan variasi waktu stabilisasi memiliki aktivitas antioksidan pada kisaran 30% - 50%. Pada persentase nilai aktivitas antioksidan ini tidak stabil dimana pada waktu stabilisasi 3 ke 5 menit mengalami kenaikan yang berarti yaitu 8,81%. Pada waktu stabilisasi 5 ke 10 menit mengalami penurunan nilai aktivitas antioksidan sekitar 1,81% dan pada waktu stabilisasi 15 menit mengalami kenaikan nilai aktivitas antioksidan kembali yaitu dengan kenaikan sekitar 8,94%. Pada variasi waktu stabilisasi memperoleh minyak bekatul dengan aktivitas antioksidan tertinggi pada perlakuan waktu stabilisasi 15 menit yaitu 53,20%. Sehingga stabilisasi selama waktu 15 menit ini lebih efektif karena minyak bekatul yang diperoleh memiliki aktivitas antioksidan di atas 50% sehingga pada kondisi tersebut minyak bekatul berpotensi sebagai antioksidan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Siswanti *et al* (2019) menyatakan bahwa peningkatan waktu pemanasan dapat mempengaruhi nilai aktivitas antioksidan. Pada penelitian tersebut bekatul diberikan perlakuan pemanasan dengan microwave pada suhu maksimum dalam waktu yang berbeda mengalami kenaikan aktivitas antioksidan sekitar 0,95%. Pada bekatul yang menggunakan oven pada suhu 80°C dan 100°C

selama 1 jam mengalami penurunan aktivitas antioksidan. Dan pada saat menggunakan autoklaf pada suhu 105°C pada waktu yang berbeda mengalami penurunan aktivitas antioksidan sekitar 2,28%. Menurut Kim *et al* (2014) menyatakan bahwa perlakuan pemanasan dapat meningkatkan konsentrasi senyawa tokol (tocoferol dan tokotrianol), hal tersebut terjadi karena senyawa yang bertindak sebagai antioksidan tersebut relatif stabil terhadap panas. Penelitian ini pada variasi waktu stabilisasi dapat mengalami peningkatan aktivitas antioksidan karena pengaruh pemanasan yang dapat memecah atau membuka jaringan sehingga komponen aktif yang terdapat dalam bekatul terekstrak (Aisyah dkk, 2015) dan aktivitas antioksidannya dapat meningkat dengan bertambahnya waktu pemanasan pada bekatul. Sehingga dapat dimungkinkan bahwa perubahan nilai aktivitas antioksidan dapat dipengaruhi suhu dan waktu saat proses pemanasan berlangsung. Sehingga kenaikan nilai aktivitas antioksidan pada penelitian ini terjadi karena kondisinya masih stabil saat stabilisasi pada suhu 100°C.

Nilai aktivitas antioksidan pada minyak bekatul dianalisis dengan varian *two ways* ANOVA. Berdasarkan Hasil ANOVA menunjukkan bahwa waktu stabilisasi menghasilkan statistik uji F sebesar 0,343 dengan probabilitas (sig.) sebesar 0,795 (probabilitas > alpha ( $\alpha = 5\%$ )) sehingga H<sub>0</sub> di terima. Dengan demikian dinyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pengaruh waktu stabilisasi terhadap aktivitas antioksidan. Hal tersebut sesuai dengan yang dilaporkan oleh Tengah (2011) yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada aktivitas antioksidan bekatul beras merah yang distabilisasi pada suhu 100-140°C selama 5-15 menit.



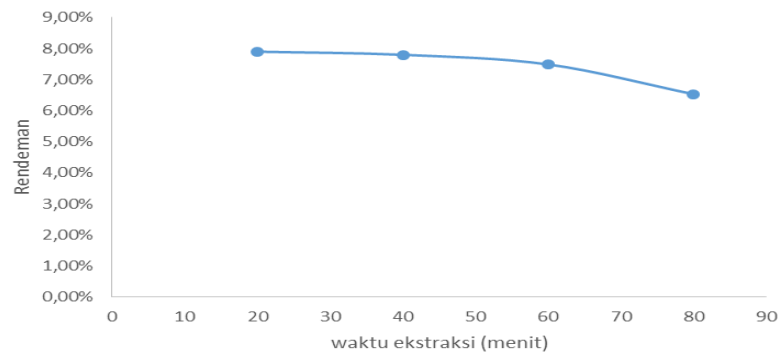
### 4.3.3 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul

Ekstraksi minyak bekatul menggunakan metode sonikasi, dimana pada metode ini proses ekstraksi berjalan lebih cepat dibandingkan dengan proses ekstraksi yang dilakukan dengan menggunakan metode konvensional. Waktu ekstraksi mempengaruhi lama kontak antara padatan dengan pelarut yang digunakan saat proses ekstraksi sehingga akan memaksimalkan proses pelarutan senyawa atau zat yang akan diekstraksi (Julaika dkk, 2019). Ekstraksi minyak bekatul ini dilakukan pada waktu 20, 40, 60, dan 80 menit diperoleh minyak bekatul dengan nilai rendemen seperti pada Tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4. Rendemen minyak bekatul dengan perlakuan waktu ekstraksi

<b>Waktu ekstraksi (menit)</b>	<b>Rendemen (%)</b>
	7,9
20	7,8
40	7,49
60	6,53
80	

Berdasarkan nilai rendemen pada tabel 4.4 maka dapat diketahui bahwa nilai rendemen minyak bekatul yang diekstraksi pada waktu 20, 40, 60, dan 80 menit berada pada kisaran 6-7%. Ekstraksi minyak dari menit ke-20 hingga menit ke-80 terus mengalami penurunan nilai rendemen, sehingga rendemen terbesar diperoleh pada saat minyak bekatul diekstraksi selama 20 menit seperti yang terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rendemen minyak bekatul dengan variasi waktu ekstraksi

Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai rendemen pada hasil ekstraksi adalah lama waktu ekstraksi yang digunakan, semakin lama waktu ekstraksi maka semakin tinggi nilai rendemen yang diperoleh. Berdasarkan hasil penelitian ini waktu ekstraksi yang semakin lama menghasilkan minyak bekatul dengan nilai rendemen yang semakin menurun. Hal tersebut dapat dimungkinkan karena proses ekstraksi yang semakin lama dapat memicu terjadinya pemanasan yang semakin lama pada minyak sehingga minyak yang akan diekstrak mengalami kerusakan saat proses ekstraksi. Menurut Ibrahim dkk (2015) penurunan nilai rendemen ini terjadi karena ada senyawa yang hilang yang tidak tahan terhadap panas akibat oksidasi.

Minyak bekatul yang diekstraksi dengan variasi waktu ekstraksi menghasilkan minyak bekatul yang memiliki nilai aktivitas antioksidan yang cukup tinggi. Waktu ekstraksi yang semakin lama tidak mengakibatkan perubahan yang signifikan pada aktivitas antioksidan minyak bekatul. Berdasarkan persentase aktivitas antioksidan pada perlakuan variasi waktu ekstraksi menghasilkan minyak bekatul dengan kemampuan aktivitas antioksidan yang cukup tinggi sehingga atom hidrogen dari senyawa antioksidan ke radikal DPPH cukup besar sehingga minyak bekatul yang diperoleh cukup berpotensi sebagai penangkal radikal bebas. Persentase aktivitas antioksidan minyak bekatul yang diekstraksi pada waktu 20, 40, 60, dan 80 menit dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini:

Tabel 4.5. Aktivitas antioksidan minyak bekatul variasi waktu ekstraksi

Waktu ekstraksi (menit)	Aktivitas antioksidan (%)
20	73,44
40	73,86
60	73,04
80	73,92

Berdasarkan data aktivitas antioksidan diatas maka dapat diketahui bahwa dari waktu ekstraksi 20 menit hingga waktu ekstraksi 80 menit mengalami perubahan yang tidak berarti dan hampir konstan pada nilai 73%. Sehingga pada penelitian ini dapat diduga bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka tidak berpengaruh secara nyata terhadap akitvitas antioksidan minyak bekatul. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Peanparkdee *et al* (2019) yang menunjukkan bahwa meningkatnya waktu ekstraksi tidak menunjukkan perubahan yang berarti terhadap aktivitas antioksidan. Hal tersebut terjadi karena pada proses ekstraksi menggunakan teknik ekstraksi berbantuan ultrasonik. Pada penelitian ini pada saat proses ekstraksi berlangsung dapat dimungkinkan adanya peningkatan suhu yang dapat meningkatkan gelembung kavitasi pada permukaannya. Menurut Teh and Birch (2014) menyatakan bahwa walaupun peningkatan suhu dapat mengakibatkan gelembung kavitasi namun dapat menurunkan senyawa bioaktif untuk lepas ke dalam pelarut.

Menurut Andrianto (2017) ekstraksi dengan metode sonikasi dapat mengekstrak senyawa yang mengandung antioksidan secara efektif. Sehingga dapat dimungkinkan pada penelitian ini waktu ekstraksi tidak perngaruh secara nyata pada aktivitas antioksidan karena partikelnya sudah cenderung homogen dan mengecil pada waktu ekstraksi 20 menit sehingga saat terjadi peningkatan waktu

ekstraksi minyak bekatul yang diperoleh memiliki aktivitas antioksidan yang stabil. Menurut Rengga dkk (2019) semakin lama waktu sonikasi maka gelombang kejutnya akan mempermudah pengecilan ukuran partikel sehingga dapat memisahkan penggumpalan partikel dan terjadi dispersi secara sempurna. Jika partikelnya mengecil maka luas permukaannya semakin besar sehingga dapat mempercepat terjadinya penetrasi bahan aktif yang terkandung didalamnya. Pada penelitian ini dengan meingkatnya waktu ekstraksi tidak mengakibatkan aktivitas antioksidannya tidak mengalami kenaikan maupun penurunan secara nyata mungkin juga dapat dimungkinkan karena tidak melibatkan penggunaan suhu pada saat ekstraksi berlangsung (suhu ruang). Sehingga pada saat waktu ekstraksi semakin lama tidak mengakibatkan penurunan aktivitas antioksidan.

Waktu ekstraksi atau lama ekstraksi pada uji analisis varian *two ways* ANOVA menghasilkan statistik uji F sebesar 1,208 dengan probabilitas (sig.) sebesar 0,346 (probabilitas > alpha ( $\alpha = 5\%$ )) sehingga  $H_0$  diterima. Dengan demikian dinyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pengaruh waktu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Diantika dkk (2014) yang menyatakan bahwa berdasarkan hasil ANOVA lama ekstraksi memberikan pengaruh tidak nyata terhadap aktivitas antioksidan.

#### **4.4 Uji Kualitas Minyak Bekatul**

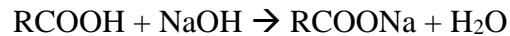
Minyak bekatul yang memiliki nilai aktivitas antioksidan yang paling tinggi pada masing-masing perlakuan akan diuji kualitasnya yaitu uji bilangan asam, angka peroksida, dan angka penyabunan. Pengujian kualitas pada minyak ini untuk mengetahui kualitas minyak bekatul yang telah disimpan selama beberapa hari. Berdasarkan hasil uji kualitas minyak bekatul maka diperoleh data seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Kualitas Minyak Bekatul

<b>Kualitas Minyak Bekatul</b>		
Bilangan Asam (mg KOH/gr)	Bilangan Peroksida (mg O <sub>2</sub> /100 gr)	Bilangan Penyabunan (mg KOH/ gr)
196,35	220	161,5
305,75	250	171

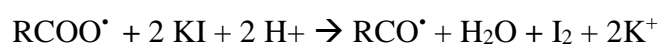
Berdasarkan data diatas maka diketahui bahwa minyak bekatul memiliki bilangan asam, bilangan peroksida, dan bilangan penyabunan yang sangat tinggi. Minyak bekatul yang diperoleh dengan menggunakan perlakuan waktu stabilisasi memperoleh bilangan asam 196,35 mg KOH/gr dan pada perlakuan variasi waktu ekstraksi memperoleh minyak bekatul dengan bilangan asam 305,5 mg KOH/gr. Menurut SNI 0610-1989-A bilangan asam pada minyak bekatul adalah 0,6 mg KOH/g minyak. Sehingga minyak bekatul yang dihasilkan pada penelitian ini tidak memenuhi SNI. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hartono dkk (2017) pada ekstraksi minyak bekatul yang diperoleh memiliki bilangan asam sekitar 116-118 mg NaOH/g sehingga jika dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Hartono dkk (2017) maka minyak bekatul yang diperoleh sama-sama tidak memenuhi nilai SNI. Hal ini dapat dimungkinkan terjadi karena dilakukannya pemanasan secara berulang pada suhu tinggi (Widayat dkk, 2006) sebelum dilakukan uji bilangan asam pada minyak bekatul yang diperoleh. Sehingga dapat dimungkinkan trigliserda yang terkandung didalam minyak sudah banyak yang terurai menjadi asam lemak bebas akibat reaksi hidrolisis.

Pada penentuan bilangan asam terjadi reaksi antara asam lemak bebas dengan natrium hidroksida hingga terjadi perubahan warna menjadi merah jambu dengan menggunakan larutan indikator phenolftalein. Berikut reaksi yang terjadi pada uji bilangan asam (Prastiwi, 2004):

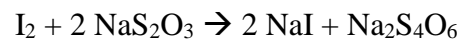


Natrium hidroksida bereaksi dengan asam lemak bebas hasil dari hidrolisis lemak atau minyak. Semakin banyak jumlah asam lemak bebas pada sampel yang diuji maka semakin tinggi sehingga kualitas minyak bekatul yang diperoleh semakin rendah. Pembentukan asam lemak bebas ini terjadi karena adanya pemanasan, oksidasi, dan kadar air dalam minyak sehingga memicu terjadinya reaksi hidrolisis (Hartono, 2017). Tingginya bilangan asam juga saarah dengan bilangan peroksida yang juga bernilai tinggi sehingga dari nilai tersebut dapat diperkirakan bahwa minyak bekatul yang dihasilkan tidak dapat bertahan lama atau akan mengalami ketengikan. Tingginya bilangan asam pada minyak bekatul dapat dimungkinkan terjadi karena bahan baku yang digunakan sudah mengalami hidrolisis (Soedjanaatmadja dkk, 2002).

Bilangan peroksida dapat menentukan tingkat kerusakan yang terjadi pada minyak. Senyawa peroksida terbentuk karena adanya asam lemak tak jenuh yang mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya (Hartono, 2017). Pembentukan senyawa peroksida menjadi pertanda awal terjadinya reaksi oksidasi pada minyak bekatul. Pada reaksi lanjut akan terbentuk senyawa keton dan aldehid yang mengakibatkan minyak memiliki aroma dan rasa yang tengik (Suroso, 2013). Pada penentuan bilangan peroksida minyak dilarutkan kedalam campuran asam asetat kloroform (3:2) yang mengandung senyawa KI. Berikut reaksi antara radikal asam lemak dengan senyawa KI (Prastiwi, 2004):

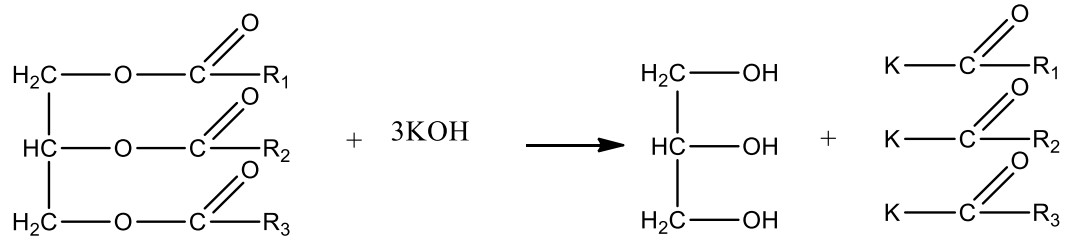


Selanjutnya senyawa iod yang dilepaskan dititrasi dengan natrium thiosulfat dengan menggunakan indikator amilum hingga warna biru hilang. Senyawa hasil dari oksidasi lemak adalah peroksida, asam lemak, aldehyd, dan keton. Berikut reaksi yang terjadi antara iod dengan natrium tiosulfat:



Minyak bekatul yang diperoleh dengan menggunakanin perlakuan waktu stabilisasi memperoleh bilangan peroksida 220 mg O<sub>2</sub>/100 gr dan pada perlakuan variasi waktu ekstraksi memperoleh minyak bekatul dengan bilangan peroksida 250 mg O<sub>2</sub>/100 gr. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Susanti dkk, 2012 minyak bekatul kasar yang diperoleh memiliki nilai bilangan peroksida pada kisaran 34-43 mgrek/kg. Sehingga jika dibandingkan dengan penelitian ini maka minyak bekatul yang diperoleh sama-sama tidak memenuhi standart SNI. Bilangan peroksida maksimum yang diperbolehkan menurut SNI 0610-1989-A adalah 10 mgrek/kg atau menurut SNI 01-3741-1995 adalah 1,00 mg O<sub>2</sub>/100 g. Tingginya nilai peroksida pada minyak bekatul dapat terjadi karena reaksi oksdasi yang dapat terjadi secara spontan antara asam lemak tak jenuh dengan udara. Selain itu juga dapat dimungkinkan karena terjadi dekomposisi lemak oleh mikroba, dekomposisi lemak ini dapat dipicu oleh kandungan air yang terdapat dalam pelaut maupun pada bekatul (Susanti dkk, 2012).

Minyak yang terhidrolisis dengan basa alkali akan menghasilkan senyawa gliserol dan garam dari asam lemak (sabun). Dalam penentuan bilangan penyabunan menggunakan teknik titrasi asidimetri setelah penyabunan sempurna. Pada tahap ini minyak merefluks campuran minyak dengan KOH berlebih dan mentitrasi kelebihan senyawa KOH (Sunarya dan Agus, 2007).



Gambar 4.6 Reaksi penyabunan

Minyak bekatul yang diperoleh dengan menggunakan perlakuan waktu stabilisasi memiliki bilangan penyabunan 161,5 mg KOH/ gr dan pada perlakuan variasi waktu ekstraksi memperoleh 171 mg KOH/ gr. pada penelitian yang dilakukan oleh Susanti dkk (2012) bilangan penyabunan pada minyak bekatul kasar yang diperoleh adalah berkisar antara 117-150 mg KOH/gr. Menurut standart ISI minyak bekatul yang memenuhi standart adalah yang memiliki bilangan penyabunan sekitar 175-195 mg KOH/g. Sehingga jika penelitian ini dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Susanti dkk, 2012 tidak memenuhi standart ISI. Namun, pada penelitian ini yang menggunakan perlakuan variasi waktu ekstraksi sudah hampir mendekati nilai standart ISI. Menurut Hartono di dalam skripsinya yang berjudul Ekstraksi Dan Identifikasi Komponen Kimia Minyak Bekatul Beras Merah Dengan Metode Kromatografi Gas – Spektroskopi Massa (Gc-Ms) menyatakan bahwa tingginya bilangan penyabunan terjadi karena asam lemak berantai pendek memiliki berat molekul yang relatif kecil. Sehingga bilangan penyabunan yang tinggi menunjukkan bahwa minyak bekatul yang diperoleh dari proses ekstraksi memiliki berat molekul yang kecil.

Sehingga dari data kualitas minyak bekatul diatas dapat diketahui bahwa minyak bekatul yang diperoleh dari proses ekstraksi memiliki kualitas yang belum memenuhi standart mutu minyak bekatul. hal ini terjadi karena minyak bekatul yang diperoleh masih dalam keadaan ekstrak kasar sehingga untuk memperoleh



minyak bekatul memiliki kualitas yang lebih baik harus dilakukan tahap pemurnian pada minyak bekatul tersebut.

#### 4.5 Pemanfaatan Senyawa Antioksidan Dalam Perspektif Islam

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menangkal dan melindungi tubuh dari serangan radikal bebas. Sehingga senyawa antioksidan sangat diperlukan tubuh untuk menghindari tubuh dari segala dampak negatif dari adanya radikal bebas tersebut. Senyawa antioksidan dapat ditemukan di tumbuhan yang sangat mudah ditemui di lingkungan sekitar. Allah swt maha kuasa atas semua penciptaannya, kuasa allah sangatlah luas bagi semua makhluk ciptaannya. Allah swt menciptakan semua yang ada di bumi ini dengan segala tujuan dan manfaatnya baik tumbuhan, hewan, dan manusia. Seperti yang diterangkan dalam surat al-luqman ayat 10 yang berbunyi:

خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَالْأَرْضَ فِي أَرْوَاسٍ أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَأَنْزَلْنَا  
مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “*Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung di permukaan bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik*”.

Setelah penelitian ini dilakukan maka dapat dibuktikan bahwa bekatul memiliki aktivitas antioksidan. Bekatul merupakan produk samping hasil penggilingan padi. Selain senyawa antioksidan yang terdapat di dalam bekatul, bekatul juga mengandung beberapa senyawa penting lainnya. Allah swt menciptakan sesuatu di muka bumi ini dengan tidak sia-sia sehingga sebagai manusia yang memiliki kebutuhan terhadap senyawa antioksidan maka salah satu caranya adalah dengan memanfaatkan bekatul dengan sebaik mungkin supaya dapat

menikmati manfaat dan khasiat dari senyawa antioksidan yang ada didalam bekatul sehingga dapat menjadi obat bagi tubuh manusia. Seperti hadist nabi rosulullah saw yang diriwayatkan oleh imam muslim yang berbunyi:

عن جابر بن عبد الله لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أَصَابَ الدَّوَاءُ الدَّاءَ، بَرَءَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

Artinya: *“Setiap penyakit pasti memiliki obat. Bila sebuah obat sesuai dengan penyakitnya maka dia akan sembuh dengan seizin Allah SWT.” (HR. Muslim).*

Berdasarkan hadist tersebut maka setiap penyakit ada obatnya, jika obat yang digunakan tepat mengenai pada sumber penyakitnya maka atas izin allah swt penyakit tersebut dapat sembuh. Sehingga obat akan menjadi jalan kesembuhan pada setiap penyakit yang telah allah turunkan kepada manusianya maupun makhluk hidup yang lainnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan tujuan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Minyak bekatul dengan perlakuan variasi waktu stabilisasi mengalami perubahan nilai aktivitas antioksidan yang tidak stabil dan aktivitas antioksidan paling tinggi diperoleh saat waktu stabilisasi 15 menit.
2. Pada perlakuan variasi waktu ekstraksi, minyak bekatul memperoleh aktivitas antioksidan yang hampir konstan pada 73% dan mengalami perubahan tidak berpengaruh secara nyata terhadap aktivitas antioksidan minyak bekatul dan nilai tertinggi diperoleh saat waktu ekstraksi 80 menit.

#### **5.2 Saran**

1. Penggunaan pelarut pada proses ekstraksi minyak bekatul sebaiknya dipertimbangkan untuk menghasilkan minyak bekatul dengan nilai rendeman yang cukup tinggi dan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat.
2. Pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode DPPH disarankan untuk dilakukan di tempat yang gelap untuk menjaga kondisi larutan DPPH.
3. Ekstraksi minyak bekatul untuk menghasilkan minyak bekatul dengan kualitas yang lebih baik sebaiknya dilakukan proses ekstraksi yang dilanjutkan dengan tahap pemurnian.

## DAFTAR PUSTAKA

- A, Bariyyah, S.K., Fasya., A.G., Abidin, M., dan Hanapi, A. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Terhadap Dpph Dan Identifikasi Golongan Senyawa Aktif Ekstrak Kasar Mikroalga *Chorella Sp.* Hasil Kultivasi Dalam Medium Ekstrak Tauge. *Alchemy*. Vol.2. No.3
- Aisyah, Y., Rasdiansyah., dan Muhaimin. 2015. Pengaruh Pemanasan Terhadap Aktivitas Antioksidan Pada Beberapa Jenis Sayuran. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*. Vol.06. No.02
- Andrianto, Y. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun *Bruguiera gymnorhiza* Dengan Pelarut dan Lama Ekstraksi yang Berbeda Menggunakan Metode Sonikasi [Skripsi]. Malang: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
- Anggara, R., Nugroho, R dan Putrawan, I.D.G.A. 2017. Ekstraksi Asam Lemak Bebasdari Minyak Dedak Padi Menggunakan Etanol-Air Dalam Tangki Pengaduk. *Reaktor*. Vol.17. No.3
- Arindah, D. 2010. Fraksinasi dan Identifikasi Golongan Senyawa Antioksidan pada Daging Buah Pepino (*Solonum Muricatum aiton*) yang Berpotensi sebagai Antioksidan [Skripsi]. Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
- Ayu, F.D dan Hutami, R. 2015. Pembuatan Dan Karakterisasi Metil Ester Dari Minyak Goreng Kelapa Sawit Komersial. *Jurnal Agroindustri Halal*. Vol 1. No 2
- Maghsoudi, V., Alemzadeh, L and Arab, F. 2011. Determination of Antioxidant Component and Activity of Rice Bran Extract. *Scientia Iranica, Transactions C: Chemistry and Chemical Engineering*. Vol. 18(6) : 1402–1406
- Ayustaningwarno, F dan Mumpuni D.P. 2013. Analisis Kadar Tokoferol,  $\gamma$ -Oryzanol dan  $\beta$ -Karoten Serta Aktivitas Antioksidan Minyak Bekatul Kasar. *Journal Of Nutrition College*. Vol 2. No.3
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia, SNI 01-3555-1998: *Cara Uji Lemak dan Minyak*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia
- Badan Standardisasi Nasional. Standar Minyak Goreng: SNI 01-3741-1995. Jakarta: 1995
- Barber. S and C.Benedito De Barber. 1980. *Rice Bran: Chemistry and Tecnology In Rice: Production and Utilization*. Westport, NY: AVI Publishing Co. Westport, NY

- Budiastra, W., Ahmad, U dan Sholihah, M. 2017. Aplikasi Gelombang Ultrasonik Untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi Dan Efektivitas Antoksi Dan Kulit Manggis. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. Vol 5. No 2
- Budijanto, S., Yuliana, N.D., Sukarno., Sadek, N.F, dan Tuarita, M.Z. 2017. Pengembangan Bekatul Sebagai Pangan Fungsional Peluang, Hambatan, Dan Tantangan. *ARTIKEL*
- Cahyono, B., Prihartini, C.S., Suzery, M., dan Bima, D.N. 2020. Penentuan Aktivitas Antioksidan Senyawa Kuersetin Dan Ekstrak Lengkuas Menggunakan Hplc Dan Uv-Vis. *Alchemy: Journal Of Chemistry*. 8(2): 24-32
- Candani, D., Ulfah, M., Noviana, W., dan Zainul, R. 2019. *A Riview: Pemanfaatan Teknologi Sonikasi* (Issue 26)
- Castro, D.L.D.M and Garcia, L.J.L. 2004. Ultrasound Assisted Soxlet Extraction: An Expeditive Approach For Solid Sample Treatment App; Ication To The Extraction Of Total Fat From Oleagnous Seeds. *Journal Of Chromatography A*. 1034. 237-242
- CBG Biotech. 2021. Benefits of Ethanol Extraction Systems for Extracting Cannabis Oil <https://www.cbgbiochem.com/blog/benefits-of-ethanol-extraction-systems>
- Champagne, E.T. 1994. *Rice Chemistry And Techology*. America Association Of Cereal Chemists. Inc, St. Paul
- Chemistry. 2018. Modul lipid. Universitas islam indonesia <https://diploma.chemistry.uin.ac.id/wp-content/uploads/2018/01/4.-Lipid.pdf>
- Damardjati, D.S. 1983. Physical And Chemical Properties And Protein Characteristics Of Some Indonesia Rice Varieties. Bogor: Agricultural University
- Damayanthi E. 2002. Karakteristik Bekatul Padi (*Oryza sativa*) Awet serta Sifat Antioksidan dan Penghambat Proliferasi Sel Kanker secara In Vitro dari minyak dan Fraksinya [Disertasi]. Bogor: Pasca Sarjana IPB
- Diantika, F., Sutan, S.M., dan Yulianingsih, R. 2014. Pengaruh Lama Ekstraksi Dan Konsentrasi Pelarut Etanol Terhadap Ekstraksi Antioksidan Biji Kakao (*Theobroma Cacao L.*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 15 No. 3
- Mas'ud, F., Fajar., Todingbuo, A. 2018. Ekstraksi Minyak Bekatul Padi Metode Meserasi Dengan Pelarut Etanol. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*. 978-602-60766-4-9
- Feng, S., Luo, Z., Tao, B., and Chen, C. 2015. Ultrasonic Assisted Extraction And Purification Of Phenolic Compounds From Sugarcane (*Saccharum Officinarum L.*) Rinds. *LWT-Food Science And Tecnology*. 60(2): 970-976

- Fuadi, A. 2012. Ultrasonik Sebagai Alat Bantu Ekstraksi Oleoresin Jahe. *Jurnal Teknologi*. Vol.12. No.1
- Friedman, M., Kim, J.H., Kozukue, N., Choi, H.S., and Chen, H.M. 2012. Growth-Inhibitory Effects Of Pigmented Rice Bran Extracts And Three Red Bran Fractions Against Human Cancer Cells: Relationships With Composition And Antioxidative Activies. *Journal Of Agricultur And Food Chemistry*. 60. 1951-9161
- Gandjar, .G. dan Rohman, A. 2007. Kimia Farmasi Analisis. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Godber, S.J., Hua, N and Xu, Z. 2001. Antioxidant Activity Of Tocopherols, Tocotrienols, and  $\gamma$ -Oryzanol Components From Rice Bran Against Cholesterol Oxidation Accelerated By 2,2'-Azobis (2-Methylpropionamidine) Dihydrochloride. *J. Agric. Food Chem.* Vol.49. No.4
- Goujot, D., Cuvelier, M.E., Soto, P., and Courtois, F. 2018. A Stoichio-Kinetic Model For A DPPH – Ferulic Acid Reaction. *The International Journal Of Pure And Applied Analytical Chemistry*
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia, Edisi ke dua*. ITB. Bandung
- Hartono, H.S.O. 2017. Ekstraksi Dan Identifikasi Komponen Kimia Minyak Bekatul Beras Merah Dengan Metode Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (GC-MS) [Skripsi]. Jawa Tengah: Program Studi Kimia Fakultas Sains Dan Matematika Unversitas Kristen Satya Wacana Salatiga
- Haspari, R.K., Y Fikri, A., Zulaikah, S., Dan Rachimoellah. H. M.2013. Solasi Dan Karakterisasi Oryzanol Dari Minyak Dedak Padi. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol.1. No.1;1-7
- Husien, H.S. 2009. Pengeringan Bekatul Terstabilisasi Menggunakan Pengeringan Drum Dryer Dan Perubahan Mutunya Selama Penyimpanan. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Ibrahim, A.M., Yunita, H.S. Feronika. 2015. Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Ekstraksi Terhadap Sifat Kimia Dan Fisik Pada Pembuatan Minuman Sari Jahe Merah Dengan Kombinasi Penambahan Madu Sebagai Pemanis. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 3 (2):530-541
- Issara, U., Rawdkuen, S. 2016. Rice Bran A Potential Of Main Ingredient In Healthy Beverage. *International Food Reaserch Journal* 23(6): 2306-2318
- Jambe, A.A.G.N.A., Sekarsari S dan Widarta W.R. 2019. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Dengan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava L.*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*. Vol. 8 No.3

- Jannah, D.W. 2020. Identifikasi Dan Uji Toksisitas Terhadap Larva Udang (*Artemia Salina Leach*) Ekstrak Bekatul Menggunakan Variasi Pelarut Dan Lama Ekstraksi [Skripsi]. Malang. Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Jannah, D.W., Maunatin, A., Dan Jannah, A. 2021. Identifikasi Dan Uji Toksisitas Terhadap Larva Udang (*Artemia Salina Leach*) Ekstrak Bekatul Menggunakan Variasi Pelarut Dan Lama Ekstraksi. *Alchemy: Journal Of Chemistry*. 8(2):16-23
- Julaika, S., ikrimah, L., dan Normadini, B.H. 2019. Penggunaan Gelombang Mikro Pada Pembuatan Minyak Bekatul Padi Dengan Pelarut Etanol. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan Vii. 2685-687
- Kartina, D., Rasyid, R dan Azizah, Z. 2016. Pengaruh Pengulangan Dan Lama Penyimpanan Terhadap Ketengikan Minyak Kelapa Dengan Metode Asam Thiobarbiturat (TBA). *Jurnal Farmasi Higea*. Vol. 8. No. 2
- Kataren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia: Salemba
- Kim, S.M., Chung, H.J. and Lim, S.T. 2014. Effect Of Various Heat Treatments On Rancidity And Some Bioactive Compounds Of Rice Bran. *Journal Of Cereal Science* 60. 243-248
- Kusbiantoro, B., Sitanggang, B.A dan Budijanto, S. 2010. Inaktivasi Enzim Lipase Untuk Stabilisasi Bekatul Sebagai Bahan Ingredient Pangan Fungsional
- Limanhadi, IreneMarcella. 2011. Pengaruh Jenis Campuran Pelarut dan Lama Ekstraksi Menggunakan Ultrasonik Bath Terhadap Karakteristik Minyak Bekatul Kaya Antioksidan [Thesis]. Malang. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
- Lestyadevi, L.Y dan Djaeni, M. 2019. Peningkatan Kecepatan Proses Dan Mutu Minyak Bekatul Melalui Proses Ekstraksi Berbantuan Ultrasonik. *Teknik*. Vol 4(1)
- Luh, B. 1991. *Rice Utilization Vol II*. New York: Van Nostrand Reinhold
- Luh, B.S. 2005. Rice: Production and Utilization, AVI Publishing Company, Inc., Usa, 1980
- Luthfianto, D., Noviyanti, R.D., dan Kurniawati, I. 2017. Karakterisasi Kandungan Zat Gizi Bekatul Pada Berbagai Variates Beras Di Surakarta. University Research Colloquium. ISSN: 2407-9189
- Mamuaja, F Christine. 2017. *Lipida*. Manado: Unsrat Press
- Mardiah, dkk. 2006. Pengaruh Asam Lemak. Dan Konsentrasi Katalis Asam Terhadap Karakteristik dan Konversi Biodiesel Pada Transesterifikasi Dedak Padi. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya.

- Margarita, H. 2018. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Bekatul Dan Dedak [Skripsi]. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Mas'ud, F. 2017. Minyak Bekatul Padi: Kandungan Gamma Oryzanol, Vitamin E, dan Potensinya Sebagai Pangan Fungsional. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*. PP 65-70
- Mason, J Timothy. 1990. *Sonochemistry: The Use Of Ultrasound In Chemistry*. Cambridge (UK): Royal Society Chemistry
- McClements, D.J. 1995. Physical Properties Of Cold-Setting Gels Formed From Heat-Denatured Whey Protein Isolate. *J Set Food Agric 1995*. (69): 7-4
- Molyneux, P. 2004. The Use Of The Stable Free Radical Diphenylpicryl-Hydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity. *Songklamakar J. Sc. Technol.*, 26(2): 211-21
- Nasir, S., Fitriyanti, dan Kamila, H. 2009. Ekstraksi Dedak Padi Menjadi Minyak Mentah Dedak Padi (Crude Bran Oil) Dengan Menggunakan Pelarut N-Hexane Dan Ethanol. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*. No.1. Vol.18
- Nursalim. Y dan Razali. Z.Y. 2007. *Bekatul Makanan Yang Menyehatkan*. Jakarta: Agro Media Pustaka
- Octaviane, R. 2014. Pengaruh Perlakuan Stabilisasi Dan Tingkat Penambahan Tepung Bekatul Padi (Rice Bran) Terhadap Sifat Fisik, Kimia, Dan Organoleptik Bolu Kukus [Skripsi]. Malang: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
- Orthofer, F.T. 2005. Rice Bran Oil. Di Dalam Widarta, R.W.I; Suter, K.I Dan Dewi, P.A.M.N. Stabilisasi Bekatul Dalam Upaya Pemanfaatannya Sebagai Pangan Fungsional
- Pabbenteng dan Ms'ud, F. 2016. Rasio Bekatul Padi Dengan Pelarut Pada Ekstraksi Minyak Bekatul Padi. *Journal INTEK*. Vol 3(2): 82-86
- Panja, P. 2017. Green Extraction Methods of Food Polyphenols From Vegetable Materials. *Current Opinion In Food Science*
- Peng, S.D., Ling B.T and Esa, M.N. 2013. By-Products Of Rice Processing: An Overview Of Health Benefits And Applications. *Journal Rice Research*. Vol.1 Issue.1
- Permana, M.G.D.I., Widarta, R.W.I D dan Yuliantari, A.W.N. 2017. Pengaruh Suhu Dan Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid Dan Aktivitas Daun Sirsak (*Annona Muricata L.*) Menggunakan Ultrasonik. *Scientific. Journal Of Food Technology*. Vol.4 No.1: 35-42
- Parwata, I.M.O.A. 2016. Bahan Ajar Antioksidan. Bukit Jimbaran: Kimia Terapan Program Pascasarjana Universitas Udayana



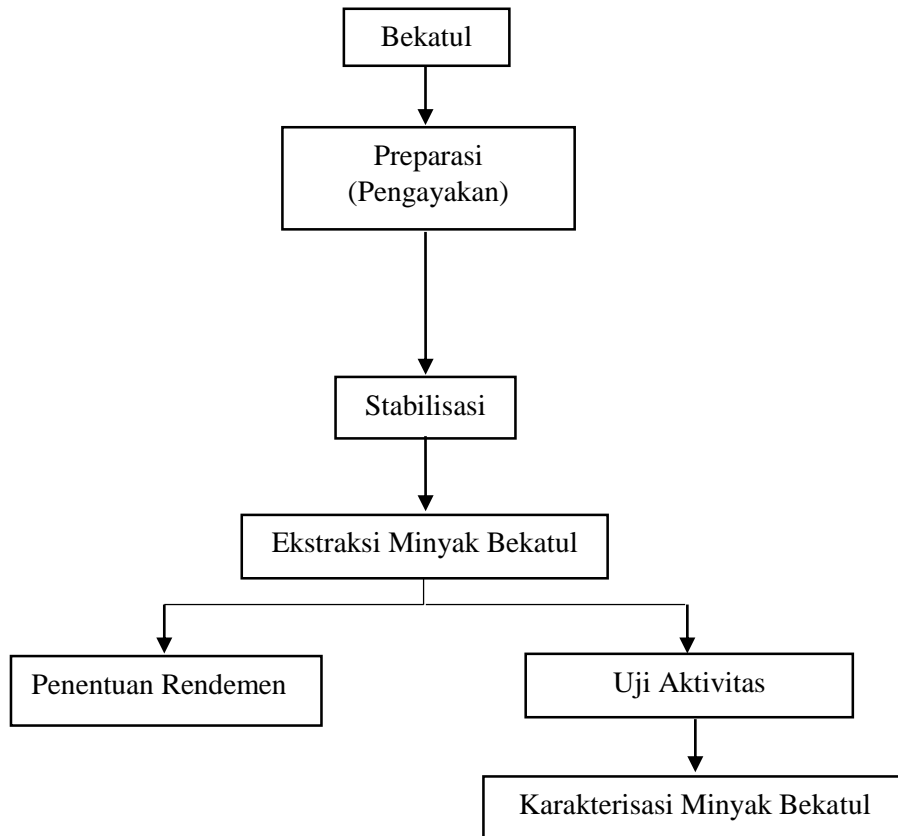
- Patel, M., and Naik, S. N. 2004. Gamma-Oryzanol From Rice Bran Oil - Review. *Journal of Scientific and Industrial*, 569
- Patel, V., and Mcgurk, M. 2017. Use Of Pentoxifylline And Tocopherol In Radiation-Induced Fibrosis And Fibroatrophy. *British Journal Of Oral And Maxillofacial Surgery*. 55(3):235-241
- Peanparkdeea, M., Patrawartb, J., and Iwamoto, S. 2019. Effect Of Extraction Conditions On Phenolic Content, Anthocyanin Content And Antioxidant Activity Of Bran Extracts From Thai Rice Cultivars. *Journal of Cereal Science*. 86-91
- Prakash, A; Rigelhof, F And Miller, E. 2001. Antioxidant Activity. *Medallion Laboratories Analytical Progress*. Vol.10 No.2
- Prastiwi, Y. 2004. Pengaruh Penambahan Bentonit Terhadap Bilangan Asam, Bilangan Peroksid A Dan Bilangan Tba Pada Minyak Goreng Bekas Pakai [Skripsi]. Jogjakarta: Jurusan Farmasi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta
- Purwanto, A., Wahyuningtyas, D., dan Astri, N.F. 2014. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Rendemen Dan Aktivitas Antioksidan Dalam Ekstrak Minyak Bekatul Padi (Rice Brand Oil). *Ekulibrium*. Vol.13. No.1
- Putro, Y.D.A. 2019. Karakterisasi Flakes Pati Jagung Dengan Substitusi Tepung Bekatul Stabilisasi Dan Tanpa Stabilisasi Pada Berbagai Variasi Konsentrasi [Skripsi]. Jember: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- Rahayu, D. dan Hastuti, S.D. 2010. Stabilitas Saponin Sebagai Antioksidan Alami Hasil Isolasi Gel Daun Aloe Barbadensis Miller Pada Variasi Suhu Dan Lama Simpan. *Jurnal Farmasi*. Vol:1(1):1-5
- Rengga, W.D.P., Prayoga, A.D., Asnafi, A., dan Triwibowo. 2019. Ekstraksi Minyak Mikro-Algae Skeletonema Costatum Dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*. Vol. 3, No. 1
- Reynertson, K. A. 2007. Phytochemical Analysis of Bioactive Constituents from Edible Myrtaceae Fruit [Dissertation]. New York: The City University of New York
- Sakinah. 2019. Penggunaan Metode Sonikasi Dalam Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*) Dengan Konsentrasi Pelarut Asam Asetat Dan Lama Waktu Ekstraksi [Skripsi]. Jember: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- Saropah, D.A., Jannah, A., Dan Maunatin, A. 2012. Kinetika Reaksi Enzimatik Ekstrak Kasar Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi Dari Bekatul. *Alchemy*. Vol,2. No,1

- Sayre, R., R. N. Saunders, R. V. Enochian, dan Schultz. 1982. Review Of Rice Bran Stabilization Systems With Emphasis On Extrusion Cooking. *Cereal Food World*. 27:317-322
- Sayuti, K dan Yenrina, R. 2015. Antioksidan Alami dan Sintetik. Padang: Anndalas University Press
- Siswanti, Nurhartadi, E., Anandto, 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. Vol.2. No.1
- Siswanti., Anandito, R.B.K., and Iskandar, B.D. 2019. Effect Of Various Heat Treatment On Physical And Chemical Characteristics Of Red Rice Bran (*Oryza Nivara L.*) Rojolele. *International Conference On Food Science And Engineering*. 633:012046
- Soedjanaatmadja, Ms.U., Hidayat,T.A dan Suprijana, O. 2002. Bekatul Padi Sebagai Sumber Produksi Minyak Dan Isolat Protein. *Jurnal Bionatura*. Vol. 4 No. 2
- Suhaling, S. 2010. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris L.*) Dengan Metode DPPH [Skripsi]. Makassar: Jurusan Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
- Sulandi, A. 2013. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kloroform Buah Lakum (*Cayratia Trifolia*) Dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil) [Naskah Publikasi]. Pontianak: Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura
- Sunarya, Y. dan Agus, S. 2007. Mudah dan Aktif Belajar Kimia. Bandung: Setia Purna Inves
- Suroso, A.S. 2013. Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau Dari Bilangan Peroksida, Bilangan Asam dan Kadar Air. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. Vol.3 No.2
- Suryadinata, A. 2015. Oil Extraction From Rice Bran With Various Solvent And Concentration Of Crude Extract To Antioxidant Activity. *Alchemy*. Vol.4. No.1
- Susanti, A.D., Ardiana, D., P Gumaler G., dan G Bening, Y. 2012. Polaritas Pelarut Sebagai Pertimbangan Dalam Pemilihan Pelarut Untuk Ekstraksi Minyak Bekatul Dari Bekatul Variates Ketan (*Oriza Sativa Glatinosa*). *Simposium Nasional RAPI X FT UMS*. 1412-9612
- Swastika, D.N. 2009. Stabilisasi Tepung Bekatul Melalui Metode Pengukusan dan Pengeringan Rak Serta Pendugaan Umur Simpannya [Skripsi]. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor

- Teh, S.S., and Birch, E.J. 2014. Effect Of Ultrasonic Treatment On The Polyphenol Content And Antioxidant Capacity Of Extract From Defatted Hemp, Flax And Canola Seed Cakes. *Ultrasonics Sonochemistry*. 346-353
- Tengah, IGP., IK.R. Widarta, IW. Anarta, 2011. Aktivitas Antioksidan Bekatul Beras Merah Dari Kabupaten Tabanan, Bali. Laporan Hibah Penelitian Unggulan Udayana. Unpublished. Denpasar
- Trisnobudi, A; Kurniadi, D dan Ryaumariastni, D.M.N. 2012. Simulasi Perambatan Gelombang Ultrasonik Dengan Model Berkas Multi Gaussian Dan Model Pengukuran Thompson Grey. *J.Oto.Ktrl Inst*. Vol 14(2)
- Tuminah, S. 2010. Efek Perbedaan Sumber Dan Struktur Kimia Asam Lemak Jenuh Terhadap Kesehatan. *Bul. Penelit. Kesehat*. Vol.38. No.1:43-51
- Uchihara, Y., Kidokoro, T., Tago, K., Mashino, T., Tamura, H., and Fuakoshi-Tago, M. 2018. A Major Component Of Vitamin E, A-Tocopherol Inhibits The Anti-Tumor Activity Of Crizotinib Against Cells Transformed By EML4-ALK. *European Journal Of Pharmacology*. 825:1-9
- Ulum, M.B. 2018. Pengaruh Ukuran Partikel (Mesh) Tepung Terhadap Karakteristik Tepung Buah Mulberry (*Morus Nigra*. L) [Skripsi]. Bandung: Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung
- Ulyah, K. 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
- Venkatachalapathy, N., Saikiran, S. CH. K and Lavanya, N.M. 2019. Stabilization Of Rice Bran Milling Fractions Using Microwave Heating And Its Effect On Storage. *J Food Sci Technol*
- Widayat, Suherman, dan Aryani, K.H. 2006. Optimasi proses adsorpsi minyak goreng bekas dengan adsorbent zeolit alam: Studi pengurangan bilangan-asam. *Jurnal Teknik Gelagar*. 17(01):77-82
- Wuryani, S. 2012. Pengujian Kandungan Skualen Dalam Minyak Bekatul Padi Var. R-64 [Laporan Penelitian]. Yogyakarta: Fakultas Pertanian Universitas Pembanguna Nasional Veteran
- Widjanarko, S.B dan Anggraini, F.R. 2018. Pengaruh Penambahan Ekstrak Bekatul Terhadap Aktivitas Antioksidan, Total Fenol, Dan Kadar Flavonoid Minuman Fungsional Sari Jagung-Ekstrak Bekatul. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol.6. No.1:53-63
- Widayat., Hartati, I., Ingrid, A.I., dan Wildan, A. 2012. Optimasi Pengambilan Minyak Dari Limbah Padat Biji Karet Dengan Metode Soxhletasi. *Momentum*. Vol.8. No.2

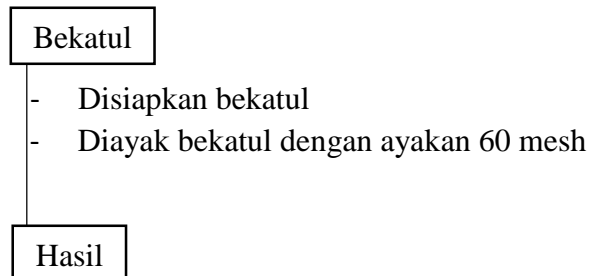
Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Jakarta: Gramedia

Winarsi H. 2007. *Antioksidan Alami Dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius

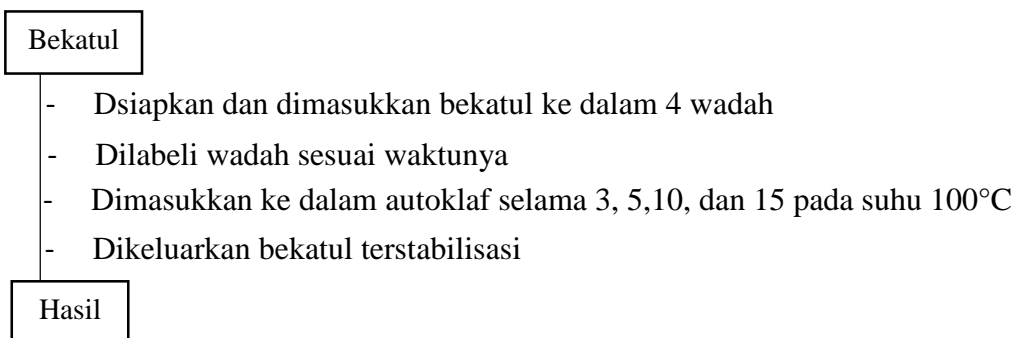
**LAMPIRAN****Lampiran 1. Tahap penelitian**

## Lampiran 2. Diagram penelitian

### 1. Preparasi sampel

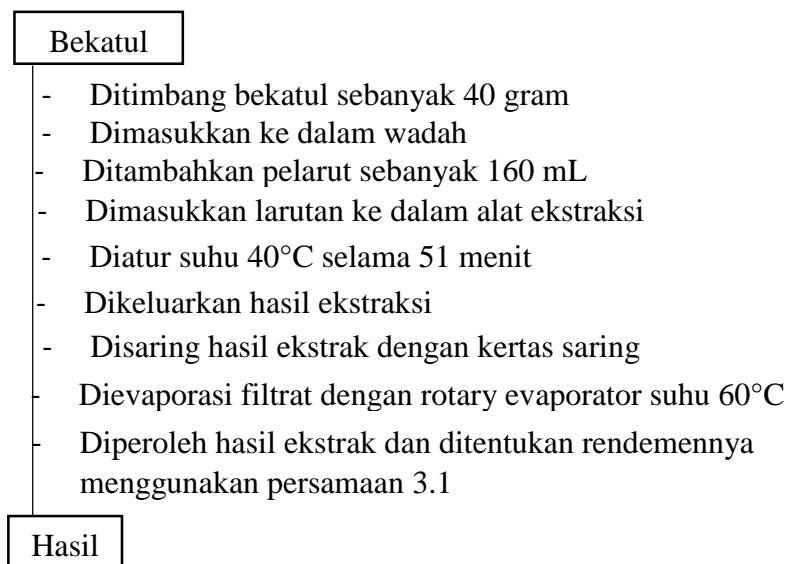


### 2. Stabilisasi bekatul

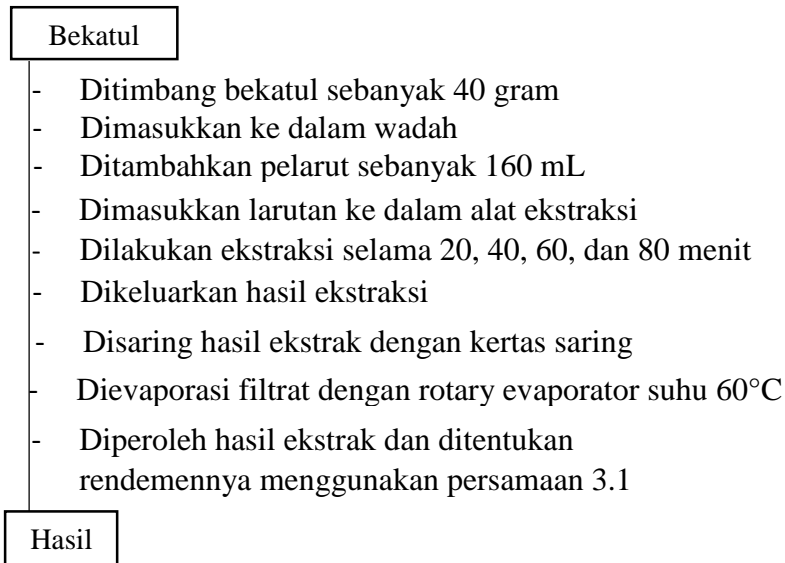


### 3. Ekstraksi minyak bekatul

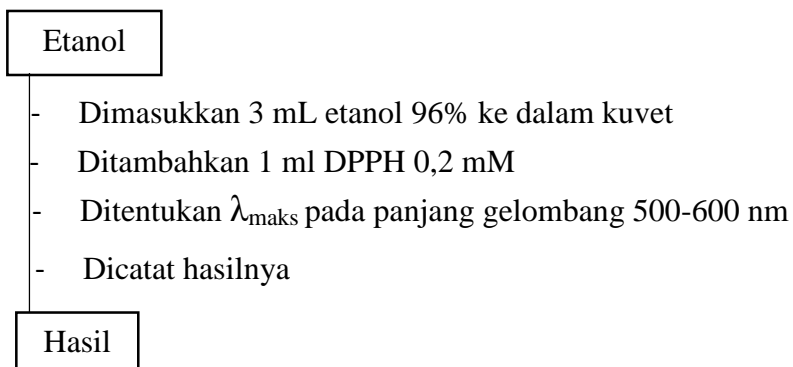
- Pengaruh waktu stabilisasi terhadap aktivitas antioksidan



- Pengaruh waktu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan

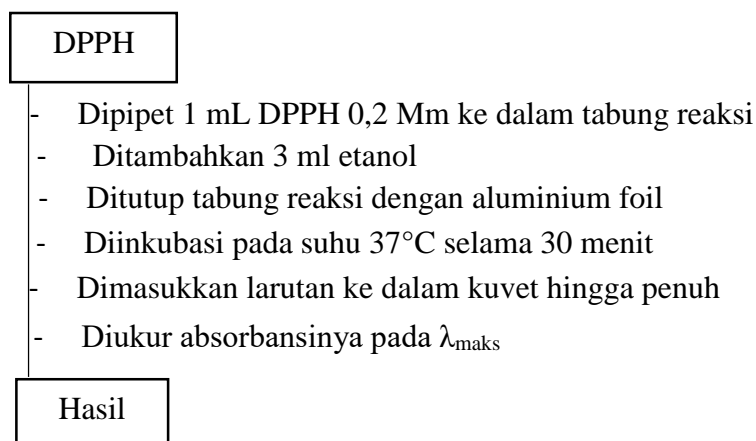


4. Uji aktivitas antioksidan
  - a. Penentuan panjang maksimum



- b. Penentuan aktivitas antioksidan

- Absorbansi kontrol



- Absorbansi sampel

Sampel

- Disiapkan tabung reaksi
- Dimasukkan 3 ml ekstrak minyak bekatul ke dalam tabung reaksi
- Ditambahkan 1ml DPPH 0,2mM
- Diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit
- Dimasukkan ke dalam kuvet hingga penuh
- Diukur absorbansinya pada  $\lambda_{maks}$

Hasil

## 5. Kualitas minyak bekatul

### 5.1 Bilangan asam

Sampel

- Ditimbang 2 gram minyak bekatul
- Dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml
- Ditambahkan 25 ml etanol 95%
- Dipanaskan hingga mendidih ( $\pm 10$  menit) di penangas air sambil diaduk
- Ditambahkan indikator phenolftalein
- Dititrasi KOH 0,1 N
- Diamati hingga terjadi perubahan warna merah muda
- Ditentukan bilangan asam menggunakan persamaan 3.4

Hasil



## 5.2 Bilangan peroksida

### Sampel

- Ditimbang 5 gram sampel dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml
- Ditambahkan 30 ml pelarut campuran (18 ml asam asetat glacial & 12 ml kloroform)
- Digoyangkan larutan hingga larut sempurna
- Ditambahkan 0,5 ml KI jenuh
- Didiamkan selama 1 menit dan tetap di goyangkan
- Ditambahkan 30 ml aquades
- Ditambahkan indikator amilum 1% sebanyak 0,5 ml
- Dititrasi dengan larutan standart ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,1000 N hingga warna biru hilang
- Dihitung nilai bilangan peroksida menggunakan persamaan

### Hasil

## 5.3 Bilangan penyabunan

### Sampel

- Ditimbang 2 gram sampel di dalam erlenmeyer 250 ml tertutup
- Ditambahkan 25 ml KOH 0,5 N beralkohol secara perlahan dengan
- Dihubungkan labu dengan pendingin tegak dan didinginkan hingga tersabunkan dengan sempurna
- Dibagian dalam pendingin tegak dibilas dengan sedikit
- Ditambah 1 ml larutan indikator phenolftalein
- Dititrasi dengan HCl 0,5 N hingga warna merah jambu hilang
- Dilakukan perlakuan yang sama pada blanko (pelarut KOH 0,5 N)
- Dihitung nilai bilangan penyabunan menggunakan persamaan 3.6

### Hasil

### Lampiran 3. Pembuatan reagent

1. DPPH 0,2mM

DPPH 0,2mM dalam 10 mL etanol 95%

Mr DPPH = 394,33 g/mol

Mol DPPH = 10 ml x 0,2 mM

$$= 10 \times \frac{0,2 M}{1000 mL}$$

$$= 0,002 mmol$$

Mg DPPH = 0,002 mmol x Mr DPPH

$$= 0,002 mmol \times 394,33 g/mol$$

$$= 0,7866 mg$$

DPPH sebanyak 0,7866 mg dilarutkan ke dalam etanol 95% di dalam labu takar 10 mL dan ditandabatkan, kemudian dihomogenkan.

2. Pembuatan larutan minyak 1 gr/5mL

Konsentrasi larutan = 0,2 gr/ mL

$$= 0,2 \times (1000 mg : 0,0001 L)$$

$$= 200.000 ppm$$

$$= 20 \%$$

3. Etanol 95%

Etanol 95% dibuat dari etanol 96% (untuk abs. Sampel)

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$96\% \times V1 = 95\% \times 30 mL$$

$$V1 = 2850 mL / 96$$

$$V1 = 29,6875 mL$$

4. KOH

- KOH 0,1N dibuat 25 mL (0,025L)

$$N = ek/v$$

$$0,1N = ek/0,025 L$$

$$ek = 0,025$$

$$ek = n \times a$$

$$0,025 = n \times 1$$

$$n = 0,025$$

$$n \text{ NaOH} = \text{gr} / \text{Mr}$$

$$0,025 \text{ mol} = \text{gr} / 56$$

$$\text{gr} = 1,4 \text{ gr}$$

- KOH 0,5N dibuat 25 mL (0,025 L)

$$N = ek/v$$

$$0,5N = ek/0,025 \text{ L}$$

$$ek = 0,0125$$

$$ek = n \times a$$

$$0,0125 = n \times 1$$

$$n = 0,0125$$

$$n \text{ NaOH} = \text{gr} / \text{Mr}$$

$$0,0125 \text{ mol} = \text{gr} / 56$$

$$\text{gr} = 0,7 \text{ gr}$$

#### Lampiran 4. Perhitungan rendeman

##### L.4.1 Minyak bekatul (waktu stabilisasi)

Waktu stabilisasi 3 menit

- Ulangan 1:

Berat ekstrak = 3,1 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,1 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,75 \%\end{aligned}$$

- Ulangan 2:

Berat ekstrak = 3,2 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,2 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8 \%\end{aligned}$$

- Ulangan 3:

$$\text{Berat ekstrak} = 3,12 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,12 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,8 \% \end{aligned}$$

Waktu stabilisasi 5 menit

- Ulangan 1:

$$\text{Berat ekstrak} = 3,21 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,21 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8,025 \% \end{aligned}$$

- Ulangan 2:

$$\text{Berat ekstrak} = 3,16 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,16 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,9 \% \end{aligned}$$

- Ulangan 3:

Berat ekstrak = 3,3 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,3 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8,25 \%\end{aligned}$$

Waktu stabilisasi 10 menit

- Ulangan 1:

Berat ekstrak = 3,3 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,3 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8,25 \%\end{aligned}$$

- Ulangan 2:

Berat ekstrak = 2,74 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{2,74 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 6,85 \%\end{aligned}$$

Waktu stabilisasi 15 menit

- Ulangan 1:

Berat ekstrak = 3,47 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,47 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8,675 \% \end{aligned}$$

- Ulangan 2:

Berat ekstrak = 2,84 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{2,84 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,1 \% \end{aligned}$$

- Ulangan 3:

Berat ekstrak = 2,84 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{2,84 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,1 \% \end{aligned}$$

#### L.4.2 Minyak bekatul (variasi waktu ekstraksi)

Waktu ekstraksi 20 menit

- Ulangan 1:

Berat ekstrak = 3,2 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,2 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8 \%\end{aligned}$$

- Ulangan 2:

Berat ekstrak = 3,22 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,22 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8,05 \%\end{aligned}$$



- Ulangan 3:

$$\text{Berat ekstrak} = 3,06 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,06 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,65 \% \end{aligned}$$

Waktu ekstraksi 40 menit

- Ulangan 1:

$$\text{Berat ekstrak} = 3,06 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,06 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,65 \% \end{aligned}$$

- Ulangan 2:

$$\text{Berat ekstrak} = 3,16 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,16 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,9 \% \end{aligned}$$

- Ulangan 3:

$$\text{Berat ekstrak} = 3,14 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,14 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,85\% \end{aligned}$$

Waktu ekstraksi 60 menit

- Ulangan 1:

$$\text{Berat ekstrak} = 3,15 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,15 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,875\% \end{aligned}$$

- Ulangan 2:

$$\text{Berat ekstrak} = 3,24 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{3,24 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 8,1\% \end{aligned}$$

- Ulangan 3:

Berat ekstrak = 2,61 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{2,61 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 6,525 \% \end{aligned}$$

Waktu ekstraksi 80 menit

- Ulangan 1:

Berat ekstrak = 2,8 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{2,8 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7 \% \end{aligned}$$

- Ulangan 2:

Berat ekstrak = 2,37 gram

Berat sampel = 40 gram

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{2,37 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 5,925 \% \end{aligned}$$

- Ulangan 3:

$$\text{Berat ekstrak} = 2,67 \text{ gram}$$

$$\text{Berat sampel} = 40 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{2,67 \text{ gram}}{40 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 6,675 \% \end{aligned}$$

## Lampiran 5. Perhitungan aktivitas antioksidan

### L.5.1 Minyak bekatul (variasi waktu stabilisasi)

Waktu Stabilisasi (Menit)	Abs. Kontrol			Mean	Abs. Sampel			Mean
	Ulangan Ke -				Ulangan Ke -			
	1	2	3		1	2	3	
3	0,2734	0,3603	0,6037	0,4124	0,1811	0,3384	0,1693	0,2296
5	0,2728	0,3615	0,6023	0,4122	0,2162	0,1994	0,1648	0,1934
10	0,2729	0,3612	0,6019	0,412	0,2234	0,1963	0,1867	0,2021
15	0,4432	0,3621	0,6019	0,4690	0,2583	0,2032	0,1565	0,206

Waktu Stabilisasi (Menit)	Aktivitas Antioksidan			Mean
	Ulangan Ke -			
	1	2	3	
3	33,76%	6,07%	71,95%	37,26%
5	20,74%	44,84%	72,63%	46,07%
10	18,13%	45,65%	68,981%	44,26%
15	41,71%	43,88%	73,99%	53,20%

Waktu stabilisasi 3 menit

- Ulangan 1

Abs. Kontrol = 0,2734

Abs. Sampel = 0,1811

$$\begin{aligned}
 \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\
 &= \frac{(0,2734 - 0,1811) \times 100\%}{0,2734} \\
 &= 33,76\%
 \end{aligned}$$

- Ulangan 2

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,3603$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,3384$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,3603 - 0,3384) \times 100\%}{0,3603} \\ &= 6,078\% \end{aligned}$$

- Ulangan 3

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,6037$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1693$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,6037 - 0,1693) \times 100\%}{0,6037} \\ &= 71,95\% \end{aligned}$$

Waktu stabilisasi 5 menit

- Ulangan 1

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,2728$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,2162$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,2728 - 0,2162) \times 100\%}{0,2728} \\ &= 20,74\% \end{aligned}$$

- Ulangan 2

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,3615$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1994$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,3615 - 0,1994) \times 100\%}{0,3615} \\ &= 44,84\% \end{aligned}$$

- Ulangan 3

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,6023$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1648$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,6023 - 0,1648) \times 100\%}{0,6023} \\ &= 72,63\% \end{aligned}$$

Waktu stabilisasi 10 menit

- Ulangan 1

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,2729$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,2234$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,2729 - 0,2234) \times 100\%}{0,2729} \\ &= 18,138\% \end{aligned}$$

- Ulangan 2

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,3612$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1963$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,3612 - 0,1963) \times 100\%}{0,3612} \\ &= 44,65\% \end{aligned}$$

- Ulangan 3

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,6019$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1867$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,6019 - 0,1867) \times 100\%}{0,6019} \\ &= 68,98\% \end{aligned}$$

Waktu stabilisasi 15 menit

- Ulangan 1

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,4432$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,2583$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,4432 - 0,2583) \times 100\%}{0,4432} \\ &= 41,71\% \end{aligned}$$



- Ulangan 2

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,3621$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,2032$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,3621 - 0,2032) \times 100\%}{0,3621} \\ &= 43,88\% \end{aligned}$$

- Ulangan 3

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,6019$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1565$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,6019 - 0,1565) \times 100\%}{0,6019} \\ &= 73,99\% \end{aligned}$$

## 2. Minyak bekatul (variasi waktu ekstraksi)

Waktu ekstraksi (Menit)	Abs. Kontrol			Mean	Abs. Sampel			Mean	Aktivitas Antioksidan
	Ulangan Ke -				Ulangan Ke -				
	1	2	3		1	2	3		
<b>20</b>	0,4323	0,4367	0,5545	0,4745	0,0863	0,1545	0,135	0,1253	73,44%
<b>40</b>	0,4361	0,4382	0,5549	0,4764	0,1233	0,1119	0,1365	0,1239	73,86%
<b>60</b>	0,4342	0,6026	0,5532	0,53	0,085	0,2201	0,1371	0,1474	73,04%
<b>80</b>	0,433	0,4375	0,5523	0,4742	0,0963	0,0767	0,2124	0,1285	73,92%

Waktu ekstraksi (Menit)	Aktivitas Antioksidan			Mean
	Ulangan Ke -			
	1	2	3	
20	80,03%	64,62%	75,65%	73,44%
40	71,72%	74,46%	75,40%	73,86%
60	80,42%	63,47%	75,21%	73,04%
80	77,75%	82,46%	61,54%	73,92%

Waktu ekstraksi 20 menit

- Ulangan 1

Abs. Kontrol = 0,4323

Abs. Sampel = 0,0863

$$\begin{aligned}
 \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\
 &= \frac{(0,4323 - 0,0863) \times 100\%}{0,4323} \\
 &= 80,03\%
 \end{aligned}$$

- Ulangan 2

Abs. Kontrol = 0,4367

Abs. Sampel = 0,1545

$$\begin{aligned}
 \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\
 &= \frac{(0,4367 - 0,1545) \times 100\%}{0,4367} \\
 &= 64,62\%
 \end{aligned}$$

- Ulangan 3

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,5545$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1350$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,5545 - 0,1350) \times 100\%}{0,5545} \\ &= 75,65\% \end{aligned}$$

Waktu ekstraksi 40 menit

- Ulangan 1

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,4361$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1233$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,4361 - 0,1233) \times 100\%}{0,4361} \\ &= 71,72\% \end{aligned}$$

- Ulangan 2

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,4382$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1119$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,4382 - 0,1119) \times 100\%}{0,4382} \\ &= 74,46\% \end{aligned}$$

- Ulangan 3

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,5549$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1365$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,5549 - 0,1365) \times 100\%}{0,5549} \\ &= 75,40\% \end{aligned}$$

Waktu ekstraksi 60 menit

- Ulangan 1

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,4342$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,0850$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,4342 - 0,0850) \times 100\%}{0,4342} \\ &= 80,42\% \end{aligned}$$

- Ulangan 2

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,6026$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,2201$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,6026 - 0,2201) \times 100\%}{0,6026} \\ &= 63,47\% \end{aligned}$$

- Ulangan 3

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,5532$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,1371$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,5532 - 0,1371) \times 100\%}{0,5532} \\ &= 75,21\% \end{aligned}$$

Waktu ekstraksi 80 menit

- Ulangan 1

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,4330$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,0963$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,4330 - 0,0963) \times 100\%}{0,4330} \\ &= 77,75\% \end{aligned}$$

- Ulangan 2

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,4375$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,0767$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,4375 - 0,0767) \times 100\%}{0,4375} \\ &= 82,46\% \end{aligned}$$

- Ulangan 3

$$\text{Abs. Kontrol} = 0,5523$$

$$\text{Abs. Sampel} = 0,2124$$

$$\begin{aligned} \text{aktivitas antioksidan} &= \frac{(\text{abs. Kontrol} - \text{abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Abs. kontrol}} \\ &= \frac{(0,5523 - 0,2124) \times 100\%}{0,5523} \\ &= 61,54\% \end{aligned}$$

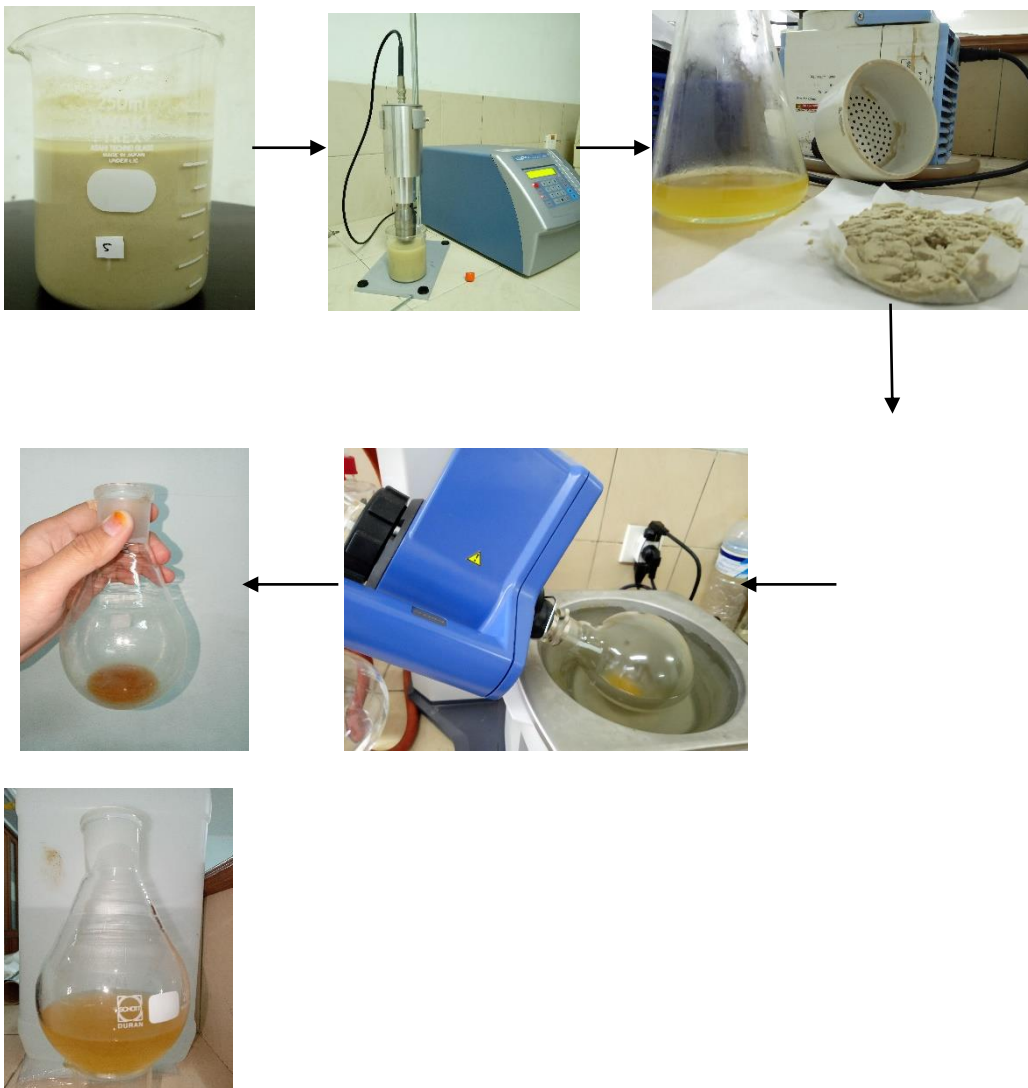
## Lampiran 6. Dokumentasi penelitian

### L.6.1 Preparasi sampel



Hasil bekatul yang telah diayak

### L.6.2 ekstraksi minyak bekatul





### L.6.3 uji aktivitas antioksidan metode DPPH



(Larutan sampel setelah ditambahkan larutan DPPH)

### L.6.3 uji kualitas minyak



(Uji bilangan asam)



(Uji bilangan peroksida)



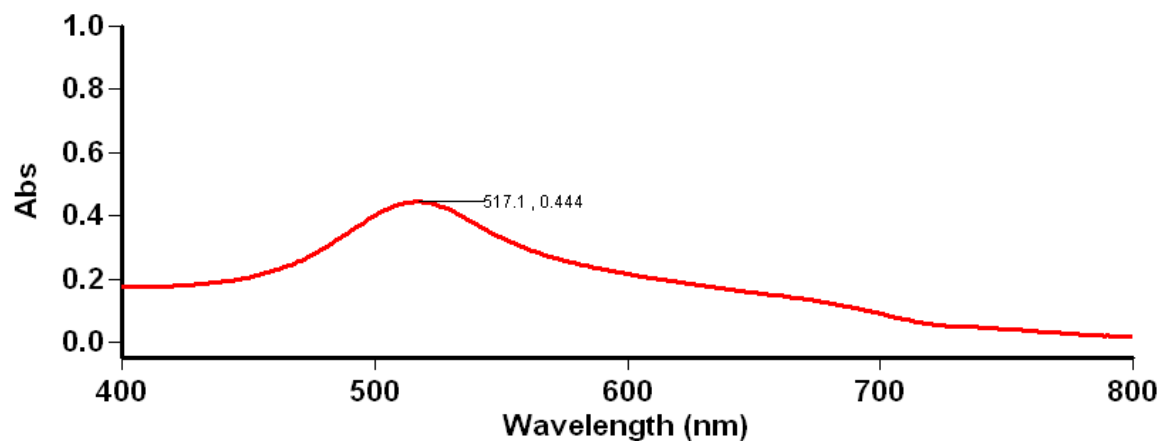


(Uji bilangan penyabunan)

## Lampiran 7. Data uv-vis

# Lamdha Maks DPPH

Tanggal Analisa : 01 Juli 2021



## Scan Analysis Report

Report Time : Thu 01 Jul 03:10:07 PM 2021

Method:

Batch: D:\Anis Zaitun\Lamdha Maks DPPH (01-07-2021).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

### Sample Name: DPPH

Collection Time 7/1/2021 3:10:21 PM

Peak Table

Peak Style Peaks

Peak Threshold 0.0100

Range 800.0nm to 400.0nm

Wavelength (nm)	Abs
-----------------	-----

517.1	0.444
-------	-------

# Absorbansi DPPH Sampel Minyak

Tanggal Analisa : 09 Juli 2021

## Advanced Reads Report

Report time 7/9/2021 12:46:06 PM  
 Method  
 Batch name D:\Anis Zaitun\Absorbansi DPPH Sampel Minyak  
 (09-07-2021).BAB  
 Application Advanced Reads 3.00 (339)  
 Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 517.1  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Sample averaging OFF  
 Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1060)	517.1

### Analysis

Collection time 7/9/2021 12:46:06 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.2733

				0.2735
	0.2734	0.0001	0.05	0.2734
3a				0.1820
				0.1813
	0.1811	0.0010	0.57	0.1800
Kontrol				0.2729
				0.2727
	0.2728	0.0001	0.04	0.2728
5a				0.2120
				0.2203
	0.2162	0.0042	1.92	0.2163
Kontrol				0.2728
				0.2732
	0.2729	0.0003	0.10	0.2727
10a				0.2221
				0.2238
	0.2234	0.0011	0.50	0.2242
Kontrol				0.4429
				0.4432
	0.4432	0.0003	0.07	0.4435
15a				0.2548
				0.2572
	0.2583	0.0042	1.64	0.2631

### Results Flags Legend

R = Repeat reading

# Absorbansi DPPH Sampel Minyak

Tanggal Analisa : 14 Juli 2021

## Advanced Reads Report

Report time 7/14/2021 12:20:00 PM  
Method  
Batch name D:\Anis Zaitun\Absorbansi DPPH Sampel Minyak  
(14-07-2021).BAB  
Application Advanced Reads 3.00 (339)  
Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
Instrument version no. 3.00  
Wavelength (nm) 517.1  
Ordinate Mode Abs  
Ave Time (sec) 0.1000  
Replicates 3  
Sample averaging OFF  
Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1131)	517.1

### Analysis

Collection time 7/14/2021 12:20:00 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.3598
					0.3601
		0.3603	0.0007	0.20	0.3611
3b					0.3370
					0.3392
		0.3384	0.0013	0.38	0.3391
Kontrol					0.3613
					0.3615
		0.3615	0.0002	0.07	0.3618
5b					0.1997
					0.2002
		0.1994	0.0009	0.43	0.1985
Kontrol					0.3614
					0.3611
		0.3612	0.0002	0.05	0.3610
10b					0.1957
					0.1974
		0.1963	0.0009	0.46	0.1960
Kontrol					0.3621
					0.3623
		0.3621	0.0002	0.06	0.3619
15b					0.2038
					0.2029
		0.2032	0.0005	0.25	0.2029

### Results Flags Legend

R = Repeat reading

# Absorbansi DPPH Sampel Minyak

Tanggal Analisa : 23 Juli 2021

## Advanced Reads Report

Report time 7/23/2021 11:32:48 AM  
Method  
Batch name D:\Anis Zaitun\Absorbansi DPPH Sampel Minyak  
(23-07-2021).BAB  
Application Advanced Reads 3.00 (339)  
Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
Instrument version no. 3.00  
Wavelength (nm) 517.1  
Ordinate Mode Abs  
Ave Time (sec) 0.1000  
Replicates 3  
Sample averaging OFF

Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1080)	517.1

### Analysis

Collection time 7/23/2021 11:32:48 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.6036
					0.6041
		0.6037	0.0004	0.06	0.6034
3C					0.1690
					0.1704
		0.1693	0.0010	0.59	0.1684
Kontrol					0.6027
					0.6021
		0.6023	0.0004	0.07	0.6019
5C					0.1645
					0.1650
		0.1648	0.0002	0.13	0.1649
Kontrol					0.6022
					0.6018
		0.6019	0.0002	0.04	0.6017
10C					0.1866
					0.1864
		0.1867	0.0004	0.23	0.1872
Kontrol					0.6019
					0.6021
		0.6019	0.0003	0.05	0.6016
15C					0.1547
					0.1567
		0.1565	0.0016	1.03	0.1579

### Results Flags Legend

R = Repeat reading



# Absorbansi DPPH Sampel Minyak

Tanggal Analisa : 01 Juli 2021

## Advanced Reads Report

Report time 7/1/2021 3:13:10 PM  
 Method  
 Batch name D:\Anis Zaitun\Absorbansi DPPH Sampel Minyak  
 (01-07-2021).BAB  
 Application Advanced Reads 3.00 (339)  
 Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 517.1  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Sample averaging OFF  
 Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1111)	517.1

### Analysis

Collection time 7/1/2021 3:13:10 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.4325

				0.4324
	0.4323	0.0002	0.05	0.4321
20 A				0.0865
				0.0859
	0.0863	0.0004	0.46	0.0866
Kontrol				0.4362
				0.4359
	0.4361	0.0002	0.04	0.4361
40 A				0.1230
				0.1235
	0.1233	0.0002	0.19	0.1233
Kontrol				0.4340
				0.4341
	0.4342	0.0003	0.07	0.4346
60 A				0.0854
				0.0850
	0.0850	0.0004	0.45	0.0846
Kontrol				0.4323
				0.4325
	0.4330	0.0011	0.25	0.4342
80 A				0.0966
				0.0962
	0.0963	0.0002	0.22	0.0963

### Results Flags Legend

R = Repeat reading

# Absorbansi DPPH Sampel Minyak

Tanggal Analisa : 02 Juli 2021

## Advanced Reads Report

Report time 7/2/2021 1:54:54 PM  
 Method  
 Batch name D:\Anis Zaitun\Absorbansi DPPH Sampel Minyak  
 (02-07-2021).BAB  
 Application Advanced Reads 3.00 (339)  
 Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 517.1  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Sample averaging OFF  
 Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1148)	517.1

### Analysis

Collection time 7/2/2021 1:54:54 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol					0.4368

				0.4362
	0.4367	0.0005	0.11	0.4372
20 B				0.1544
				0.1537
	0.1545	0.0009	0.59	0.1555
Kontrol				0.4381
				0.4383
	0.4382	0.0001	0.03	0.4382
40 B				0.1109
				0.1117
	0.1119	0.0010	0.90	0.1129
Kontrol				0.6028
				0.6027
	0.6026	0.0003	0.05	0.6022
60B				0.2181
				0.2227
	0.2201	0.0023	1.06	0.2197
Kontrol				0.4378
				0.4376
	0.4375	0.0003	0.08	0.4371
80 B				0.0773
				0.0759
	0.0767	0.0007	0.91	0.0768

### Results Flags Legend

R = Repeat reading

# Absorbansi DPPH Sampel Minyak

Tanggal Analisa : 07 Juli 2021

## Advanced Reads Report

Report time 7/7/2021 11:57:43 AM  
 Method  
 Batch name D:\Anis Zaitun\Absorbansi DPPH Sampel Minyak  
 (07-07-2021).BAB  
 Application Advanced Reads 3.00 (339)  
 Operator Rika

### Instrument Settings

Instrument Cary 50  
 Instrument version no. 3.00  
 Wavelength (nm) 517.1  
 Ordinate Mode Abs  
 Ave Time (sec) 0.1000  
 Replicates 3  
 Sample averaging OFF  
 Comments:

### Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1063)	517.1

### Analysis

Collection time 7/7/2021 11:57:43 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
--------	---	------	----	------	----------

---

Kontrol				0.5550
				0.5540
	0.5545	0.0005	0.09	0.5545
20 c				0.1342
				0.1351
	0.1350	0.0007	0.51	0.1356
Kontrol				0.5550
				0.5547
	0.5549	0.0002	0.03	0.5550
40 c				0.1378
				0.1364
	0.1365	0.0013	0.93	0.1353
Kontrol				0.5524
				0.5537
	0.5532	0.0007	0.12	0.5534
60 c				0.1380
				0.1366
	0.1371	0.0008	0.58	0.1367
Kontrol				0.5531
				0.5521
	0.5523	0.0007	0.13	0.5517
80 c				0.2116
				0.2132
	0.2124	0.0008	0.37	0.2125

### Results Flags Legend

R = Repeat reading

