

## Pengaruh Pra-perlakuan Microwave terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Kemiri dengan Menggunakan Metode DPPH

Lathifah Ramadhaningtyas<sup>1\*</sup>, Aldi Budi Riyanta<sup>1</sup>, Akhmad Aniq Barlian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Harapan Bersama, Tegal, Indonesia

\*E-mail: [lathbalk@gmail.com](mailto:lathbalk@gmail.com)

Diterima : November 2022

Disetujui : Desember 2022

### ABSTRAK

Kemiri merupakan salah satu komoditas tanaman industri yang dapat diekstraksi agar biji kemiri menghasilkan minyak dengan kadar 55-65% dari berat bijinya. Komponen utama penyusun minyak kemiri adalah asam lemak jenuh dan tidak jenuh seperti asam oleat yang bersifat antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor waktu penggunaan *microwave* terhadap hasil rendemen minyak kemiri serta terhadap aktivitas antioksidan. Metode penelitian ini menggunakan intensitas daya *microwave* 100 watt dengan variasi waktu *microwave* 60, 90 dan 120 detik. Penentuan aktivitas antioksidan minyak kemiri dengan menggunakan pereaksi 2,2-difenil-1-pikrihidrazil atau DPPH. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya aktivitas antioksidan pada minyak kemiri yang diberi pra-perlakuan *microwave*. Hasil aktivitas antioksidan pada ekstrak biji kemiri yang diberi pra-perlakuan *microwave* selama 60, 90 dan 120 detik dengan nilai  $IC_{50}$  berturut-turut sebesar 979489,985  $\mu\text{g/ml}$ ; 12141,652  $\mu\text{g/ml}$ ; dan 70,307  $\mu\text{g/ml}$ . Sedangkan rendemennya sebesar 49,76%; 55,7%; dan 48,47% yang menunjukkan adanya penurunan di sampel ketiga. Rendemen dipengaruhi oleh lama pemaparan *microwave*, kondisi biji, intensitas daya dan alat press minyak. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh *microwave* terhadap aktivitas antioksidan.

**Kata kunci:** antioksidan, DPPH, pra-perlakuan Microwave, Rendemen.

## *The Effect Of Microwave Pre-treatment On The Antioxidant Activity Of Candlenut Oil Using The DPPH Method*

### ABSTRACT

Candlenut is one of the industrial plant commodities that can be extracted so that the candlenut seeds produce oil with levels of 55-65% of the weight of the seeds. The main components of candlenut oil are saturated and unsaturated fatty acids such as oleic acid which are antioxidants. This study aims to determine the effect of the time factor of using the microwave on the yield of candlenut oil and its antioxidant activity. This research method uses a microwave power intensity of 100 watts with a variation of the microwave time for 60, 90 and 120 seconds. Determination of the antioxidant activity of candlenut oil using reagents 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl or DPPH. The results of this study indicate that there is an antioxidant activity in candlenut oil given microwave pre-treatment. The results of the antioxidant activity of the candlenut seed extract which were pre-treated with microwave 60, 90, and 120 seconds with  $IC_{50}$  values were 979489.985 g/ml, respectively; 1241,652 g/ml; and 70.307 g/ml. While the yield is 49,75%; 55,7%; and 48,47% which indicates there is a decrease in the yield of third sample. The yield is influenced by the length of microware irradiation, seed condition, power intensity and oil press. Based on these results, it can be concluded that there is an effect of microwaves on the antioxidant activity of candlenut oil.

**Keywords:** antioxidant, DPPH, microwave pre-treatment, yield.

### 1. PENDAHULUAN

Kemiri (*Aleurites moluccana* (L) Willd.) merupakan salah satu komoditas tanaman industri perkebunan yang memiliki nilai ekonomi sangat tinggi bagi masyarakat [1]. Cara pengolahan biji kemiri untuk dimanfaatkan dengan salah satunya diekstraksi agar biji kemiri menghasilkan minyak kemiri. Kadar minyak kemiri yang dapat dihasilkan

oleh biji kemiri cukup tinggi yaitu sekitar 55-65% dari berat bijinya [2]. Manfaat minyak kemiri dalam kehidupan masyarakat diantaranya dapat digunakan untuk menyuburkan rambut, mengobati diare dan sakit gigi [3]. Komponen utama penyusun minyak kemiri adalah asam lemak tak jenuh, namun mengandung juga asam lemak jenuh dengan

presentase yang relatif kecil [4]. Jenis asam lemak dalam minyak biji kemiri diantaranya asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat [5].

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat dan mencegah terjadinya proses oksidasi dengan cara bereaksi dengan radikal bebas reaktif yang membentuk radikal bebas tidak aktif yang relative stabil [6]. Sifat antioksidan asam oleat dapat memperlambat kerontokan dan mempercepat pertumbuhan rambut [7]. Menurut penelitian Gultom (2017) didalam minyak kemiri terkandung vitamin E yang tergolong sebagai antioksidan alami yang alrut lemak [8].

Pengepressan mekanis merupakan salah satu cara untuk mengekstraksi minyak kemiri. Kelebihan menggunakan proses pengepressan mekanis antara lain prosesnya sederhana, waktu ekstraksi yang cepat, rendemen yang dihasilkan tinggi dan warna minyaknya lebih cerah [2]. Pada pengepressan mekanis ini diperlukan perlakuan awal atau pra-perlakuan sebelum minyak dipisahkan dari bijinya. Selama ini yang sering dilakukan oleh masyarakat untuk memperoleh minyak kemiri dengan perlakuan awal seperti memanaskan biji kemiri secara langsung dibawah sinar matahari atau dengan metode sangrai. Pada penelitian ini penulis mencoba memodifikasi cara pemanasan yang berbeda dengan memanfaatkan gelombang radiasi dan pengaruh variasi waktu *microwave* untuk mendapatkan hasil rendemen minyak kemiri dan pengaruhnya terhadap aktivitas antioksidan ekstrak minyak kemiri.

*Microwave* adalah sebuah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi antara 300 MGz (0,3 GHz) dan 300 GHz yang berada diantara sinar X dan sinar inframerah dalam spektrum elektromagnetik. Pemanasan menggunakan gelombang mikro melibatkan dua kali konversi energi, yaitu konversi energi listrik menjadi energi elektromagnetik, konversi energi elektromagnetik menjadi energi kinetik yang berupa panas [9]. Radiasi *microwave* telah terbukti sebagai sumber pemanasan yang sangat efektif dalam rekasi kimia. *microwave* dapat mempercepat kecepatan reaksi, mengasilkan rendemen produk yang lebih baik karena pemanasan *microwave* bersifat langsung kedalam bahan [10].

Perbandingan pengeringan atau pemanasan metode *microwave* dan oven diterapkan pada penelitian Dewi et al., (2019) dengan sampel daun Torbangun (*Coileus amboinicus L.*) memiliki

aktivitas antioksidan tertinggi pada *microwave* dibandingkan Daun Torbangun yang dikeringkan dengan oven [11]. Penelitian pra-perlakuan gelombang mikro juga diterapkan pada penelitian Argo & Amaliyah, (2021) dengan sampel Jahe (*Zingiber officinale*). Pada penelitian menggunakan 2 faktor perlakuan yaitu daya 100 watt dan 180 watt. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pra-perlakuan dengan gelombang mikro 100 watt dalam durasi 2 menit adalah perlakuan terbaik menghasilkan kualitas dan kuantitas minyak atsiri jahe yang baik [12].

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang lebih lanjut terhadap biji kemiri dengan menerapkan pra-perlakuan biji kemiri sebelum dilakukan ekstraksi minyak kemiri dengan metode press mekanik. Pra-perlakuan yang diterapkan yaitu menggunakan intensitas daya dan variasi waktu pemaparan gelombang mikro dengan *microwave*. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh faktor lamanya waktu penggunaan *microwave* terhadap hasil rendemen minyak kemiri serta pengaruhnya terhadap aktivitas antioksidan. Penentuan pengaruh intensitas daya dan waktu dengan *microwave* terhadap biji kemiri diharapkan dapat menjadi dasar variasi baru untuk pemanasan biji kemiri selain menggunakan metode-metode yang sudah sering digunakan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam sebagai sampel yaitu biji kemiri yang berasal dari daerah Jatinegara, Kabupaten Tegal. Bahan penelitian yang lain adalah metanol (*E. Merck*), etanol 95% (*Bratachem*), DPPH (*E. Merck*).

### 2.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat press minyak (*Oil Press Machine MKS-J03*), beaker glass (*Iwaki pyrex*), cawan porselen, gelas ukur 10 ml (*pyrex*), labu ukur 50 ml (*pyrex*), labu ukur 100 ml (*pyrex*), *microwave* (*Sharp*), pipet tetes, pipet volume, tabung reaksi (*pyrex*), rak tabung rekasi, timbangan analitik (*Ohaus*), kuvet, *stopwatch*, spatel, dan spektrofotometri Uv-Vis (*Genesys 10 S UV-Vis*).

### 2.3. Pengumpulan Bahan dan Pembuatan Ekstrak Minyak Kemiri

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini-

adalah biji kemiri yang diperoleh dari daerah Jatinegara, Kabupaten Tegal. Kemiri diberikan pra-perlakuan *microwave* sebelum diekstraksi. Penelitian ini menggunakan intensitas daya *microwave* 100 watt. Variasi waktu berdasarkan penelitian dari Arifin et.al., (2016) yang dilakukan dalam *microwave* selama 60, 90 dan 120 detik [13].

#### 2.4. Pengepressan Biji Kemiri menjadi Minyak Kemiri

#### 2.5. Uji Aktivitas Antioksidan

##### a. Pembuatan Larutan DPPH

Ditimbang sebanyak 10 mg DPPH dilarutkan dengan Metanol dalam labu ukur 10 mL, dikocok hingga homogen. Dari larutan tersebut dipipet 4 mL dan dimasukkan ke labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan metanol sampai batas dan didapatkan larutan pereaksi dengan konsentrasi 40µg/mL[15].

##### b. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mengukur absorbansi 1,5 ml larutan DPPH 40 µg/mL kemudian ditambahkan 1 ml metanol kemudian dibiarkan selama 30 menit ditempat gelap kemudian serapan larutan diukur menggunakan spektrofotometri Uv-Vis dengan panjang gelombang 400 – 600 nm[16]. Panjang gelombang maksimum diperoleh sebesar 520 nm.

##### c. Pembuatan Larutan Induk Minyak Kemiri (2000 Ppm)

Minyak kemiri ditimbang sebanyak 0,1 gram, dilarutkan dalam metanol lalu dimasukkan dalam labu ukur 50 ml, kemudian volume dicukupkan dengan metanol sampai tanda batas[17].

##### d. Pembuatan Larutan Uji Seri Minyak Kemiri (50, 100, 200 dan 400 ppm)

Larutan induk minyak kemiri dipipet masing-masing 0,25; 0,5; 1; 2 mL dimasukkan kedalam labu ukur 10 ml, kemudian volume dicukupkan hingga tanda batas [17].

##### e. Penentuan Aktiivtas Antioksidan dengan Metode DPPH

Larutan uji seri minyak kemiri sebanyak 1 ml dari masing-masing konsentrasi dipipet dan dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan larutan DPPH 40µg/mL sebanyak 1,5 ml dikocok hingga homogen. Kemudian larutan inkubasi selama 30 menit ditempat yang terlindung dari cahaya. Selanjutnya dibaca absorbansi sampel pada panjang gelombang 520 nm [17].

#### 2.6. Analisis Data

Penentuan aktivitas antioksidan dengan menggunakan perendaman DPPH dinyatakan Penentuan aktivitas antioksidan dengan menggunakan peredaman DPPH dinyatakan dengan nilai perendaman DPPH (IC<sub>50</sub>), semakin besar nilai perendaman maka akan semakin besar juga nilai aktivitas antioksidannya. Presentase aktivitas penghambatan DPPH dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = 1 - \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

Nilai IC<sub>50</sub> diperoleh dari beberapa tahapan yaitu dengan menghitung nilai log konsentrasi dan nilai probit untuk masing-masing presentase aktivitas penghambat radikal bebas DPPH. Kemudian dari kedua data perhitungan dihubungkan dalam 1 grafik utuh, dengan persamaan regresi linear sederhana yaitu  $y=ax+b$ , dimana nilai log konsentrasi dijadikan sebagai sumbu x dan nilai probit digunakan sebagai sumbu y [18].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi minyak kemiri diperoleh dari proses pengepressan mekanik yang sebelumnya diberi perlakuan awal pemanasan dengan *microwave*. Minyak kemiri yang diperoleh pada metode pengepressan juga dipengaruhi oleh ukuran partikel yang digunakan dan perlakuan awal sebelum pengepressan [4]. *Microwave* pada prinsipnya ketika panas diterapkan melalui gelombang mikro kekelembaban (air) didalam sel bahan tanaman, terjadi penguapan, ekspansi dan selanjutnya menghasilkan tekanan tinggi pada dinding sel kelenjar minyak. Tekanan internal yang dihasilkan mendorong keluar dinding sel kelenjar minyak dan secara intensif merenggangkan dinding hingga bisa pecah [19].

Pada pemanasan dengan gelombang mikro, menurut Mughtadi dan sugiyono (2013) panas yang diperoleh dihasilkan dibagian dalam bahan pada saat molekul polar mengalami *osilasi* akibat

pancaran gelombang mikro. Panas tersebut selanjutnya merambat ke seluruh bagian bahan. Mekanisme ini, maka bagian permukaan bahan

tidak mengalami pemanasan yang intensif sehingga pemanasan yang dilakukan dapat terjadi secara merata keseluruhan bagian bahan pangan.

**Tabel 1. Intensitas daya, waktu *microwave*, rendemen, aktivitas antioksidan**

No.	Intensitas daya (watt)	Waktu (detik)	Rendemen (%)	Aktivitas Antioksidan
1.	100	60	49,76	IC <sub>50</sub> = 979489,985
2.	100	90	55,7	IC <sub>50</sub> = 1241,652
3.	100	120	48,46	IC <sub>50</sub> = 70,307

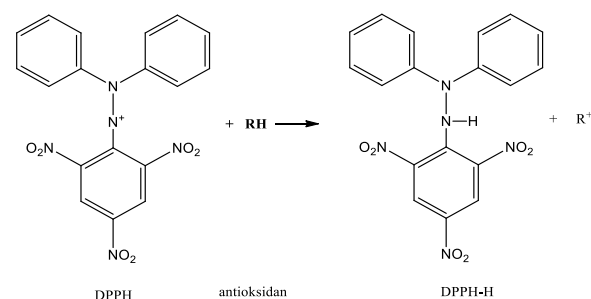
Analisa rendemen dihitung dengan membandingkan perolehan minyak keseluruhan yang diperoleh dari proses ekstraksi penekanan mekanik terhadap berat bahan yang dimasukkan kedalam alat press [20]. Menurut Susilowati (2012) kandungan minyak kemiri sebesar 55-65%. Hasil rendemen minyak kemiri yang diperoleh pada penelitian ini menghasilkan rendemen ada yang lebih rendah dari literatur. Minyak kemiri yang dihasilkan dari metode pengepressan ditentukan oleh beberapa faktor seperti, ukuran biji dan suhu yang digunakan saat perlakuan awal. Ukuran biji yang digunakan berkaitan dengan banyak sedikitnya rendemen minyak kemiri yang diperoleh. Biji kemiri yang berukuran besar relatif susah di press sehingga minyak yang dihasilkan sedikit, sedangkan biji kemiri yang berukuran kecil lebih mudah di press sehingga dapat meningkatkan perolehan minyak kemiri. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Arlene dkk., (2010), biji kemiri dalam bentuk serbuk menghasilkan rendemen yang lebih banyak dibandingkan dengan biji kemiri yang utuh. Selain ukuran biji kemiri variasi suhu sebelum pengepressan juga mempengaruhi hasil dari minyak kemiri. Selain itu bisa disebabkan karena faktor kondisi alat pengepressan berulir (*oil press*) seperti kondisi *silinder press* dan kondisi ulir pada alat. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi waktu yang digunakan maka rende men akan semakin tinggi dengan memperhatikan kondisi biji dan intensitas daya yang digunakan.

### 3.1 Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan cara kuantitatif menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH untuk mengetahui potensi minyak kemiri sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan suatu senyawa ekstrak untuk menghambat reaksi oksidasi yang

dapat dinyatakan dengan persen penghambatan. Metode DPPH merupakan suatu metode yang dapat mengukur aktivitas antioksidan secara sederhana, cepat dan tidak membutuhkan biaya yang mahal. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) merupakan uji untuk menentukan aktivitas antioksidan dengan kemampuannya menangkal radikal bebas.

Uji aktivitas antioksidan secara kuantitatif dapat dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometri Uv-vis yang akan didapatkan data berupa absorbansi yang akan dihitung dengan menggunakan regresi linear sehingga akan didapatkan nilai IC<sub>50</sub> [21]. Penangkalan radikal bebas DPPH dapat ditunjukkan dengan penurunan absorbansi. Absorbansi yang terbaca adalah molekul DPPH yang tersisa dan tidak bereaksi dengan senyawa antioksidan [22]. Larutan yang awalnya berwarna ungu akan berubah menjadi warna kuning. Perubahan ini terjadi karena saat radikal bebas DPPH ditangkap oleh antioksidan yang melepas atom hidrogen untuk menangkap DPPH-H stabil [23]. Reaksi antara antioksidan dengan molekul DPPH dapat dilihat sebagai berikut.



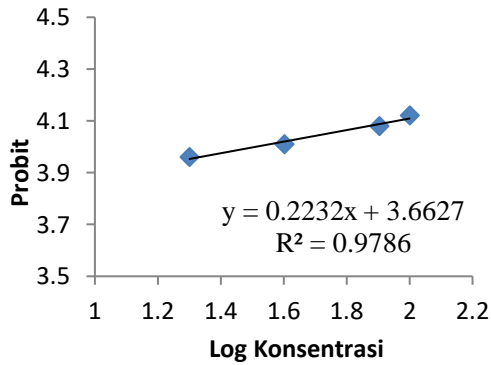
**Gambar 1. Reaksi antara antioksidan dan molekul DPPH [23]**

Parameter yang digunakan untuk menyatakan aktivitas antioksidan adalah harga konsentrasi efisien atau *efficient concentration* (EC<sub>50</sub>) atau *Inhibition concentration* (IC<sub>50</sub>) yaitu konsentrasi suatu zat

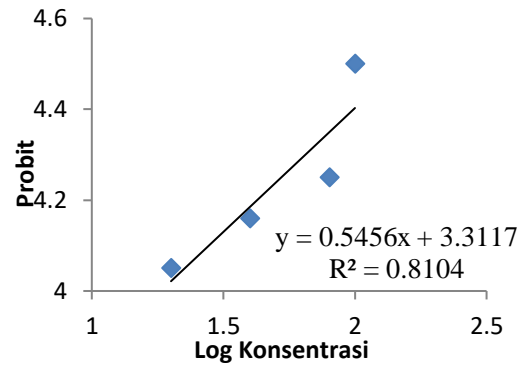


antioksidan yang memberikan % penghambatan 50%. Zat dengan aktivitas antioksidan tinggi akan

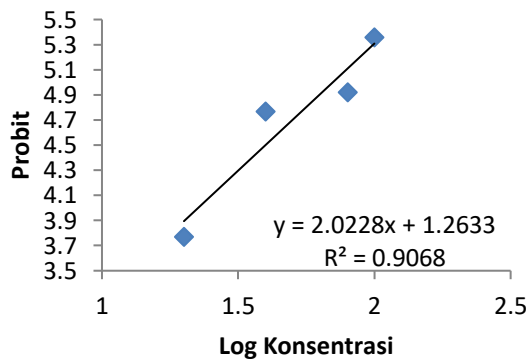
mempunyai  $EC_{50}$  atau  $IC_{50}$  yang rendah [24].



(a) waktu *microwave* 60 detik



(b) waktu *microwave* 90 detik



(c) waktu *microwave* 120 detik

**Gambar 2. Hubungan antara log konsentrasi dengan probit**

Hasil persamaan regresi linear sampel 1 dan 2 dapat dilihat pada gambar 1(a) dan gambar 2(b) untuk sampel ekstrak biji kemiri yang diberikan pra-perlakuan *microwave* dengan daya 100 watt dalam waktu 60 dan 90 detik. Persamaan regresi linear menunjukkan bahwa persamaan regresi antara log konsentrasi dengan probit ekstrak dan diperoleh persamaan kurva baku  $y = bx + a$  dimana pada sampel 1  $y = 0,2232x + 3,6627$ ; serta nilai  $R^2 = 0,9786$ . Sedangkan pada sampel 2 diperoleh nilai  $y = 0,5456x + 3,3117$  dan nilai  $R^2 = 0,8104$ . Nilai  $r$  yang mendekati 1 menggambarkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak semakin besar aktivitas antioksidannya. Hal ini dapat dilihat dari kurva hubungan konsentrasi ekstrak minyak kemiri terhadap probit % inhibisi. Dari tabel 1 diketahui bahwa nilai  $IC_{50}$  dari kedua sampel berturut-turut sebesar  $IC_{50} = 979489,985 \mu\text{g/ml}$  dan  $IC_{50} = 1241,652 \mu\text{g/ml}$ . Hal ini menunjukkan

kedua sampel yang diberi pra-perlakuan *microwave* selama 60 dan 90 detik memiliki aktivitas antioksidan minyak kemiri yang tidak aktif.

Pada sampel 3 nilai  $IC_{50}$  ekstrak minyak biji kemiri didapat dari hasil persamaan regresi linear pada gambar 2(c) dimana persamaan regresi dari minyak kemiri yang didapat adalah  $y = 2,0228x + 1,2633$  dan  $R^2 = 0,9068$ . Dari tabel 1 diketahui bahwa nilai  $IC_{50}$  minyak kemiri sampel 3 adalah  $70,307 \mu\text{g/ml}$ . Hal ini menunjukkan sampel 3 yang diberi pra-perlakuan *microwave* selama 120 detik memiliki aktivitas antioksidan yang aktif. Menurut Molyneux (2004) antioksidan dikatakan sangat kuat jika nilai  $IC_{50}$  kurang dari 50 ppm, aktif jika  $IC_{50}$  bernilai 50-100 ppm, sedang jika  $IC_{50}$  bernilai 100-150 ppm, lemah jika  $IC_{50}$  bernilai 150 ppm. Semakin kecil nilai  $IC_{50}$  semakin tinggi aktivitas antioksidan [25]. Perbedaan aktivitas antioksidan

yang diperoleh tersebut kemungkinan disebabkan adanya perbedaan kandungan dan jumlah senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak sehingga dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan yang diperoleh juga berbeda. Selain itu dapat dikarenakan hasil yang didapatkan dari proses ekstraksi berupa minyak. Minyak yang mengandung senyawa-senyawa kimia seperti asam lemak sehingga senyawa antioksidan yang terdapat pada biji kemiri larut dalam minyak.

#### 4. KESIMPULAN

Ekstrak minyak kemiri yang diberikan pra-perlakuan radiasi *microwave* 100 watt selama 120 detik memiliki daya aktioksidan aktif dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 70,307  $\mu\text{g/ml}$ . Sedangkan pada sampel yang diberi pra-perlakuan *microwave* selama 60 dan 90 detik aktivitas antioksidannya tidak aktif sehingga dapat disimpulkan bahwa radiasi *microwave* memberi pengaruh terhadap perolehan rendemen dan daya aktioksidan minyak kemiri.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini terutama laboran laboratorium serta Program Studi Diploma III Farmasi Politeknik Harapan Bersama Tegal yang telah memfasilitasi dan membiayai untuk menyelesaikan penelitian ini.

#### 6. PENDANAAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini terutama laboran laboratorium serta Program Studi Diploma III Farmasi Politeknik Harapan Bersama Tegal yang telah memfasilitasi dan membiayai untuk menyelesaikan penelitian ini.

#### 5. KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat potensi konflik kepentingan dengan penelitian, kepenulisan (*authorship*), dan atau publikasi artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Obe FL, Lalang D, Lakapeni V, Fatin D. Pengaruh Jumlah Anak Terhadap Pendapatan Hasil Perkebunan Kemiri di Desa Maikang Kecamatan Alor Selatan Tahun 2020 Menggunakan Metode Chi Kuadrat. *J Ilm Wahana Pendidik* [Internet]. 2021;7(6):378–84. Available from: <http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/23921>
2. Susilowati N, Primaswari R. Pengambilan Minyak Biji Kemiri (*Aleurites moluccana*, Willd) Melalui Ekstraksi Dengan Menggunakan Soxhlet. *Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta*; 2012.
3. Izemi, Rahardjo BS, Yanuartono. Potensi Sediaan Cair Ekstrak Campuran Kemiri (*Aleurites moluccana* L.) dan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) sebagai Penumbuh Rambut The Potential of Liquid Extract from Candlenut (*Aleurites moluccana* L.) and Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Mixtures as H. *Univ Atmajaya*. 2015;1–11.
4. Arlene A, Suharto I, Jessica NR. Pengaruh Temperatur dan Ukuran Biji Terhadap Perolehan Minyak Kemiri pada Ekstraksi Biji Kemiri dengan Penekanan Mekanis. *Pros Semin Nas Tek Kim “Kejuangan.”* 2010;1–6.
5. Putri EM. Uji Kualitas Minyak Kemiri (*Aleurites moluccana* (L.) Willd) dengan Metode Pengepressan Menggunakan Variasi Temperatur dan Ukuran Biji. *Skripsi*. 2019.
6. Simanjuntak K. Peran Antioksidan Flavonoid dalam Meningkatkan Kesehatan. *Bina Widya*. 2012;23(3):135–40.
7. Sari DK, Wibowo A. Perawatan Herbal pada Rambut Rontok Herbal Treatment for Hair Loss. *Vol. 5, Majority*. 2016.
8. Gultom R. Karakterisasi Minyak Biji Kemiri (Candlenut Oil) Terhadap Pengaruh Penambahan Antioksidan Butil Hidroksi Toluene (BHT). *Vol. 1, Jurnal Ilmiah Farmasi Imelda*. 2017.
9. Kusyanto, Rahayu IE, Bimantara J, Adhiksana A. Pengaruh Daya Microwave Terhadap Peningkatan Rendemen Minyak Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) Dengan Destilasi Steam – Air. *Pros Semin Has Penelit*. 2017;2017:87–92.
10. Adhiksana A, Kusyanto. Pengaruh Jumlah Pelarut Pada Proses Ekstraksi Minyak Kayu Cengkeh Menggunakan Microwave. *J Res Technol*. 2015;1.
11. Dewi S, Sumarni N, Izza N, Putranto A, Susilo B. Studi Variasi Kuat Medan Listrik PEF dan Metode Pengeringan Bahan Terhadap Senyawa Antioksidan Ekstrak Daun Torbangun (*Coleus amboinicus* L.) Study. *J Chem Inf Model*. 2019;53(9):1689–99.
12. Argo BD, Amaliyah FA. Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kualitas Hasil Minyak Atsiri Jahe (*Zingiber officinale*) dengan Hidrodistilasi. *agriTECH*. 2021;40(4):332.
13. Arifin N, Dan H, Wijayati N. Indonesian Journal of Chemical Science. *J Chem Sci* [Internet]. 2016;5(3). Available from: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
14. Bahadi SK, Riyanta AB, Purgiyanti. Pengaruh Penggunaan Media Sangrai Pasir Hitam Dan Pasir Putih Terhadap Rendemen Dan Bilangan Asam Minyak Kemiri Dari Daerah Ntt. *J Ilm Manuntung*. 2021;7(1):6–11.
15. Purgiyanti, Purba AV, Winarno H. Penentuan kadar fenol total dan uji aktivitas antioksidan kombinasi ekstrak herba pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) dan buah mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*(Scheff.) Boerl.). *J Ilm Farm*. 2019;8(2):40–5.
16. Muhammad Nur Fauzi, Joko Santoso, Aldi Budi Riyanta. Uji Kualitatif dan Uji Aktivitas

- Antioksidan Ekstrak Etanolik Buah Maja (Aegle Marmelos (L.)Correa) dengan Metode DPPH. J Ris Farm. 2021;1(1):1-8.
17. Purgiyanti, Nurcahyo H, Muldiyana T. Uji Aktivitas Antioksidan Serum Anti Aging Dari Ekstrak Pegagan (Centella asiatica L Urban). 2021.
  18. Mariani S, Rahman N, Supriadi S. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Semangka (Citrullus lanatus). Vol. 7, Jurnal Akademika Kimia. 2018.
  19. Nitthiyah J, Nour AH, Kantasamy R, Akindoyo JO. Microwave Assisted Hydrodistillation-An Overview of Mechanism and Heating Properties. Aust J Basic Appl Sci [Internet]. 2017;11(3):22-9. Available from: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
  20. Chynintya, R.P. G, Paramita V. Pengaruh Temperatur, Kecepatan Putar Ulir Dan Waktu Pemanasan Awal terhadap Perolehan Minyak Kemiri dari Biji Kemiri dengan Metode Penekanan Mekanis (Screw Press). Metana. 2016;12(1):17-8.
  21. Noviardi H, Ratu AP, Safitri AF. Isolasi Senyawa Antioksidan Ekstrak Etanol 96% Buah Bisbul (Diospyros discolor Willd.). J Farmamedika. 2018;3(2):82-9.
  22. Nurhasnawati H, Handayani F, Sukarmi. Sokletasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol (*Syzygium malaccense* L.). J Ilm Manuntung. 2017;3(1):91-5.
  23. Rizkayanti R, Diah AWM, Jura MR. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* LAM). J Akad Kim. 2017;6(2):125.
  24. Purwanto A, Fajriyati AN, Wahyuningtyas D. Dan Aktivitas Antioksidan Dalam Ekstrak Minyak Bekatul Padi. Ekuilibrium. 2014;13(1):29-34.
  25. Molyneux P. The Use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J Sci Technol. 2004;26:211-9