

Karakterisasi Asam Lemak dan Aktivitas Antioksidan Minyak Hasil Ekstraksi Biji Kelor

Lidya Risang Ayu¹, Lienda Aliwarga¹, dan Sanggono Adisasmito¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

lidyarisang@gmail.com, lienda@itb.ac.id, sanggono@itb.ac.id

Abstrak

Keanekaragaman tumbuhan yang menjadi sumber minyak nabati tumbuh subur di Indonesia, menjadikan Indonesia berpotensi sebagai negara penghasil minyak nabati yang besar. Tanaman kelor merupakan salah satu tanaman yang digadang-gadang sebagai potensi baru sebagai tanaman penghasil minyak nabati. Biji dari tanaman kelor yang mengandung 35-40% minyak, dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti industri farmasi, kosmetik, dan otomotif. Asam lemak jenuh yang terkandung meliputi asam oleat, asam palmitat, asam stearat, asam behenat, dan asam arakidat yang bermanfaat untuk kesehatan. Minyak biji kelor juga mengandung antioksidan, anti mikroba, vitamin C, vitamin E, vitamin B1 dan B2. Pengambilan minyak dari biji kelor pada penelitian ini menggunakan metode pengepresan mekanis dengan kadar air biji kelor 8 dan 16% b/b. Temperatur pengepresan divariasikan pada 80°C, 100°C, dan 120°C. Karakterisasi komposisi asam lemak minyak biji kelor diperoleh dengan kandungan asam lemak yaitu asam oleat 74,6–79,9%, asam palmitat sebesar 5,77–7,78%, asam stearat 4,71–5,48%, asam behenat 4,83–8,71%, dan asam arakidat sebesar 2,76–6,5%. Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada kondisi temperatur pengepresan 80°C dengan kandungan kadar air biji kelor 8%, menghasilkan nilai IC₅₀ sebesar 67,4 ppm yang termasuk dalam senyawa dengan aktivitas antioksidan kuat.

Kata kunci: pres mekanik, minyak kelor, asam lemak, aktivitas antioksidan

Abstract

Diversity of plants that are sources of vegetable oil grows abundantly in Indonesia, making Indonesia have potential to become a large vegetable oil-producing country. Moringa plant is one of plants predicted to have new potential as a vegetable oil-producing plant. The seeds of Moringa plant, which contain 35–40% oil, are used for various purposes such as pharmaceutical, cosmetic, and automotive industries. Saturated fatty acids contained oleic acid, palmitic acid, stearic acid, behenic acid, and arachidic acid which are beneficial for health. Moringa seed oil also contains antioxidants, antimicrobials, and vitamins C, E, B1, and B2. Oil extraction from Moringa seeds in this study used mechanical pressing method with moisture content of Moringa seeds 8 and 16% w/w. The pressing temperature varied at 80°C, 100°C, and 120°C. Characterization of fatty acid composition of Moringa seed oil was obtained by fatty acid content of 74.6–79.9% oleic acid, 5.77–7.78% palmitic acid, 4.71–5.48% stearic acid, 4.83–8.71% behenic acid, and 2.76–6.5% arachidic acid. Highest antioxidant activity was obtained at a pressing temperature of 80°C with a moisture content of 8% Moringa seeds, resulting in an IC₅₀ value of 67.4 ppm which is included in compounds with strong antioxidant activity.

Keywords: mechanical press, moringa oil, fatty acid, antioxidant activity

1. Pendahuluan

Minyak nabati, minyak yang diperoleh dari bagian tumbuhan yang dimanfaatkan menjadi bahan baku pelumas, bahan pewangi, obat-obatan, bahan bakar, keperluan pangan, kosmetik, hingga keperluan industri. Minyak nabati kaya akan trigliserida dan mengandung asam lemak dan mikronutrien seperti tokoferol, fosfolipid, sterol, karotenoid, dan kandungan mikronutrien lainnya (Wen dkk., 2022). Tingkat pertumbuhan tahunan global permintaan minyak nabati sebesar 5,14% dari tahun 2020 hingga tahun 2025 (Wen dkk., 2022). Apabila dibandingkan dengan minyak hewani, minyak nabati lebih populer karena pemanfaatannya yang terbarukan, kualitas minyak yang lebih baik dan sehat, serta kurangnya kolesterol yang berhubungan dengan kesehatan tubuh. Tanaman kelor merupakan salah satu tanaman yang sedang gencar diperbincangkan secara meluas sebagai sumber minyak nabati yang memiliki banyak manfaat. Tanaman kelor diharapkan menjadi komoditi baru sebagai sumber minyak nabati.

Pemanfaatan biji kelor untuk berbagai keperluan, biasanya dilakukan dengan mengambil minyak yang terkandung dalam biji melalui proses pengepresan mekanik atau ekstraksi dengan bahan kimia. Menurut Widyastuti & Susilo (2013) 15.000–25.000 biji kelor mampu dihasilkan tanaman kelor setiap tahunnya. Biji kelor mengandung minyak sebesar 35–40% (Ruttarattanamongkol dkk., 2014). Proses pengambilan minyak dari biji kelor memiliki tujuan umum yaitu untuk memperoleh suatu minyak tidak rusak, mendapatkan minyak dengan hasil setinggi mungkin, ekonomis, efisien, dan untuk mendapatkan residu minyak berkualitas tinggi untuk mendapatkan nilai ekonomis yang tinggi (Avram dkk., 2014). Proses pengambilan minyak ini meliputi proses pengempaan, ekstraksi menggunakan pelarut, enzim, ekstraksi menggunakan karbon

Info Makalah:

Dikirim : 07-26-23;

Revisi 1 : 10-27-23;

Diterima : 11-27-23.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-812-2494-444

e-mail : sanggono@itb.ac.id

dioksida bertekanan tinggi, dan distilasi uap. Metode pengempaan dan ekstraksi menggunakan pelarut adalah metode yang paling efisien untuk memperoleh minyak dari biji saat ini. Kedua metode ini dapat terjadi baik dalam proses *batch* ataupun berkelanjutan. Bhutada dkk., (2016) melakukan ekstraksi dengan menggunakan pelarut campuran kloroform dan metanol dengan perbandingan 3:1 menghasilkan *yield* minyak biji kelor sebanyak 41%. Eman & Muhamad (2016) melakukan pengambilan minyak biji kelor dengan menggunakan metode mekanik dengan pengepresan dan dengan ekstraksi metode sokletasi menggunakan n-heksana sebagai pelarut. Proses ekstraksi dengan n-heksana sebagai pelarut, *yield* merata yang diperoleh adalah sebesar 41,5% dengan ukuran partikel biji kelor 500 μm . Sedangkan dengan menggunakan metode pengepresan secara mekanik memperoleh *yield* yang lebih rendah. Meskipun *yield* perolehan yang rendah, proses pengambilan minyak dari biji melalui proses pengempaan atau biasa disebut pengepresan dipilih apabila biji mengandung kadar minyak lebih dari 40%. Pengepresan merupakan metode tertua, paling sederhana untuk ekstraksi minyak dari biji-bijian, dan metode yang sering digunakan karena proses dan alat yang diperlukannya sederhana. Kelebihan lainnya adalah minyak hasil pengepresan juga tidak memerlukan proses tambahan lainnya. Tidak ada bahan kimia yang digunakan untuk memperoleh minyak dan karena hal itu residu atau ampas dari hasil pengepresan bebas dari bahan kimia (Fakayode, 2015). Biaya operasinya pun lebih rendah dibanding dengan ekstraksi menggunakan pelarut, hal ini juga metode pengepresan sering digunakan di negara-negara berkembang.

Komposisi asam lemak yang terkandung dalam minyak biji kelor mirip dengan kandungan asam lemak yang terkandung dalam minyak zaitun dengan asam lemak dominan adalah asam oleat sebesar lebih dari 70% (Aminah dkk., 2015; Dhofir dkk., 2017; Purwaniati dkk., 2019). Minyak biji kelor memiliki sifat yang lebih stabil karena mengandung antioksidan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan minyak sawit, minyak kedelai, dan minyak kanola (Bhutada dkk., 2016). Kandungan asam lemak jenuh minyak biji kelor sebesar 21,2%, yaitu asam palmitat, asam stearat, arakidat dan behenat. Kandungan asam behenat yang tinggi adalah alasan mengapa minyak ini dikenal secara komersial sebagai minyak “Ben” atau “Behen”. Asam lemak tak jenuh minyak biji kelor terdiri dari asam lemak tunggal dan ganda yang memiliki persentase sebesar 82%, dengan 76,7% asam lemak tak jenuh tunggal terdiri dari asam gadoleat dan palmitoleat, dan 1,18% asam lemak tak jenuh ganda dengan kandungan 0,76% asam linoleat dan 0,46% asam linolenat (Leone dkk., 2016).

Minyak biji kelor termasuk dalam kategori minyak oleat tinggi, dan mengandung rasio asam lemak tak jenuh terhadap asam lemak jenuh yang tinggi. Rasio asam lemak tak jenuh terhadap asam lemak jenuh merupakan karakteristik dari beberapa minyak, terutama minyak zaitun, dan telah dikaitkan dengan pengurangan risiko semua penyebab kematian, kematian karena kardiovaskular, kejadian kardiovaskular, dan stroke. Karena itu, minyak biji kelor bisa menjadi pengganti minyak zaitun yang dapat diterima sebagai lemak makanan utama.

Antioksidan dan antibakteri yang terkandung dalam minyak biji kelor bermanfaat untuk menjaga kesehatan tubuh, menjadi pengawet alami, dan dapat memperpanjang masa simpan olahan, khususnya olahan berbahan baku daging-dagingan (Adam dkk., 2020; Aminah dkk., 2015). Biji kelor juga telah dipelajari secara ekstensif untuk kandungan metabolit sekunder yang menarik penggunaan biji kelor untuk tujuan medis. Beberapa penelitian telah menemukan aktivitas antioksidan yang baik dan telah mengisolasi senyawa fitokimia karena dari sifat biologisnya yang dapat digunakan sebagai molekul *nutraceutical* yakni senyawa bioaktif dalam makanan yang diperkaya, suplemen makanan, dan produk herbal. Total kandungan fenolik, senyawa antioksidan alami pada tumbuhan dari biji kelor berada di kisaran 4,58-4,95 mg/ 100 g biji kelor (Sing dkk., 2013; Singh dkk., 2009). Kandungan flavonoid terdiri dari katekin, epikatekin, kuersetin, dan kaempferol berturut-turut sebesar 749, 81,4, 1,87, 9,58 mg/100 g hadir dalam bentuk yang terikat (Sing dkk., 2013). Menariknya alkaloid, glukosinolat, dan isotiosianat yang merupakan komponen bioaktif terkandung juga dalam biji kelor.

Antioksidan sendiri merupakan suatu komponen yang melindungi sel-sel tubuh dari pengaruh oksidasi yang dapat menyebabkan sel-sel dan jaringan lain dalam tubuh rusak. Minyak biji kelor telah dipelajari sebagai antioksidan yang baik, yang mampu mengurangi kerusakan oksidatif dalam hal penuaan dan kanker. Senyawa-senyawa bioaktif minyak biji kelor juga berpotensi sebagai pendorong anti tumor (Leone dkk., 2016). Adapun kapasitas total antioksidan yaitu 1,82 mg/100 g, total fenolik 780 mg/100 g, dan total flavonoid 133 mg/100 g dalam ekstrak fenolik bebas (Sing dkk., 2013). Untuk itu pada penelitian ini, dilakukan pengepresan biji kelor dengan melakukan variasi kadar air biji kelor dan variasi temperatur pengepresan biji kelor untuk mengetahui pengaruh kadar air biji kelor dan temperatur pengepresan pada kandungan variasi asam lemak minyak biji kelor dan aktivitas kandungan antioksidan minyak biji kelor.

2. Metode

Prosedur kerja yang akan dilakukan meliputi persiapan bahan baku, proses ekstraksi dan pemurnian minyak biji kelor, dan proses karakterisasi minyak biji kelor sebagai produk.

2.1. Perlakuan Pendahuluan

Biji kelor bersih bebas cangkang hasil persiapan bahan baku memiliki kadar air awal 8,3%. Biji kelor bahan baku diberi pemanasan melalui proses pemasakan dengan memasukkan biji ke dalam oven menggunakan temperatur 105°C

selama 30 menit untuk mengatur kadar air dalam biji kelor agar kadar air sebesar 8%. Biji kelor bahan baku juga dilakukan pengukusan menggunakan temperatur 100°C selama 20 menit untuk menaikkan kadar air hingga kadar air 16%.

2.2. Proses Ekstraksi Biji Kelor

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pres ulir. Biji kelor bersih dengan kadar air 8% dan 16% dimasukkan ke dalam wadah penampung di bagian atas alat pres ulir. Biji akan masuk barel dan dipanaskan dengan variasi temperatur 80, 100, dan 120°C melalui cincin pemanas. Kemudian tombol *on* ditekan dan ulir akan berputar dan mengepres biji kelor. Minyak yang dipres akan mengalir ke bagian bawah dan ditampung oleh wadah penampung. Sisa ampas biji akan keluar melalui aliran ampas.

2.3. Analisis Variasi dan Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Kelor

Variasi dan komposisi asam lemak yang terkandung dalam minyak biji kelor dianalisis menggunakan *Gas Chromatography-mass spectrometry* (GC-MS). Parameter yang digunakan dalam memperoleh variasi dan komposisi asam lemak mengikuti parameter yang dilakukan oleh Ibrahim dkk., (2018) yaitu suhu oven kolom 50°C, suhu injeksi 300°C, tekanan 13 kPa, laju alir 26,7 cm/s, total aliran 40,8 mL/menit, dan aliran kolom 0,54 mL/menit.

Minyak biji kelor hasil pengepresan diubah menjadi dalam bentuk *fatty acid methyl ester* atau FAME untuk menurunkan titik uap minyak yang tinggi dengan bantuan metanol dan katalis. Sampel minyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam gelas kimia 50 mL. Menambahkan NaOH metanolik sebanyak 4 mL, kemudian tutup gelas kimia dengan aluminium foil lalu aduk menggunakan stirer dan panaskan pada temperatur 60°C selama 5 menit. Kemudian, tambahkan larutan BF₃ sebanyak 5 mL, kemudian dipanaskan pada temperatur 60°C selama 30 menit. Setelah 30 menit matikan pemanas, lalu tambahkan n-heksana p.a sebanyak 4 mL, kemudian aduk selama 5 menit. Setelah itu dinginkan larutan, kemudian tambahkan NaCl jenuh sebanyak 6 mL, ambil fasa atas (metil ester) masukan ke botol vial. Kemudian timbang 0,1 gram metil ester dan tambahkan n-heksana p.a sampai 2 gram. Kemudian minyak kelor dalam bentuk FAME yang telah ditambahkan n-heksana dimasukkan ke dalam kolom GC-MS dengan menggunakan parameter yang dilakukan oleh Ibrahim dkk. (2018). Pengukuran pada GC-MS memberikan data luas area dan *retention time* dari asam lemak yang terkandung dalam minyak kelor.

2.4. Analisis Aktivitas Antioksidan Minyak Biji Kelor

Analisis aktivitas antioksidan minyak biji kelor dilakukan dengan menggunakan metode *2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH). 10 mg minyak biji kelor dilarutkan dalam etanol 100 mL untuk membentuk larutan induk 100 ppm. Kemudian larutan induk 100 mL diencerkan menjadi larutan seri 20, 40, 60, dan 80 ppm. Larutan seri minyak biji kelor diambil 2 mL kemudian ditambahkan 2 mL larutan DPPH 40 ppm, kemudian diinkubasi selama 30 menit di ruangan tertutup. Penentuan aktivitas antioksidan minyak biji kelor dilakukan dengan mengukur serapan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kandungan Asam Lemak

Analisis *Gas Chromatography-mass spectrometry* (GC-MS) dilakukan untuk menentukan komposisi asam lemak yang ada dalam minyak biji kelor. GC-MS berprinsip senyawa organik atau anorganik menghasilkan ion dengan melakukan metode yang tepat. Ion-ion dipisahkan dari senyawa berdasarkan *mass-to-charge* (*m/z*), kemudian mendeteksi secara kualitatif dan kuantitatif *m/z* dari masing-masing senyawa (Candraningrat dkk., 2021). Penggunaan GC-MS tidak hanya dapat mengetahui komponen-komponen dalam suatu senyawa, GC-MS juga dapat mengidentifikasi massa molekul relatif masing-masing komponen-komponen yang terkandung dalam senyawa tersebut (Josephus dkk., 2019).

Pada penelitian ini minyak biji kelor diderivatisasi ke dalam bentuk *fatty acid methyl ester* atau FAME sebelum diinjeksikan ke dalam GC-MS. Pembentukan FAME ini bertujuan untuk menurunkan titik uap minyak yang tinggi dengan bantuan metanol dan katalis. Hal ini dikarenakan metode GC-MS hanya dapat dilakukan untuk senyawa-senyawa yang mudah menguap, sehingga titik uap dari minyak yang tinggi harus diturunkan terlebih dahulu sebelum diinjeksikan ke dalam kromatografi gas (Candraningrat dkk., 2021).

Tabel 1 menunjukkan kandungan komposisi asam lemak dalam minyak biji kelor. Asam oleat merupakan asam lemak yang dominan dalam minyak biji kelor, diikuti oleh asam palmitat sebagai asam lemak terbesar kedua. Menurut Leone dkk. (2016), asam oleat yang terkandung pada minyak biji kelor lebih dari 70%. Kandungan asam oleat yang dalam minyak biji kelor pada penelitian ini sebesar 74,6-79,9%. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Ayerza(h), (2019); Ogunsina dkk., (2014); Özcan (2020) juga memperoleh kandungan asam oleat yang dominan lebih dari 70% kandungan asam oleat dalam minyak biji kelor. Asam oleat yang tinggi dalam minyak biji kelor membuat minyak biji kelor baik untuk kesehatan. Asam oleat merupakan asam lemak tak jenuh yang termasuk dalam asam lemak omega 9 konfigurasi *cis*.

Asam palmitat dalam minyak biji kelor sebagai asam lemak dengan kandungan terbanyak ke dua. Pada penelitian ini diperoleh kandungan asam palmitat sebesar 5,77-7,78%. Kandungan asam palmitat dalam minyak biji kelor ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Özcan (2020), kandungan asam palmitat dalam minyak biji kelor berada pada rentang 5,73-17,1%. Asam palmitat menjadi komponen penting dari transportasi lipid, membran sel, dan sekresi, dan dalam tubuh.

Tabel 1. Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Kelor.

Minyak Biji Kelor	Komposisi asam lemak (%)				
	Asam palmitat (C16:0)	Asam stearat (C18:0)	Asam oleat (C18:1)	Asam arakidat (C20:0)	Asam behenat (C22:0)
Kadar air biji 8% T = 80 °C	5,77	5,42	76,5	4,02	8,27
Kadar air biji 8% T = 100 °C	7,78	4,71	79,9	2,76	4,83
Kadar air biji 8% T = 120 °C	6,15	5,48	75,6	4,10	8,71
Kadar air biji 16% T = 80 °C	6,14	5,00	78,3	3,46	7,10
Kadar air biji 16% T = 100 °C	6,47	4,97	79,9	2,88	5,77
Kadar air biji 16% T = 120 °C	5,88	5,31	74,6	6,50	7,70
Ayerza(h), (2019)	5,73	5,40	72,4	3,14	5,56
Idris dkk. (2020)	9,20	8,46	50,7	6,41	10,5
Leone dkk. (2016)	6,25	4,97	73,6	3,23	6,02
Ogunsina dkk. (2014)	5,80	3,90	79,5	2,20	5,10
Özcan (2020)	5,73-17,1	0,8-7,6	67,9-85,0	0,6-5,0	2,52-7,24

Selanjutnya asam stearat yang terkandung dalam minyak biji kelor. Komposisi asam stearat diperoleh pada rentang 4,71-5,48%. Asam stearat dapat dimanfaatkan sebagai surfaktan. Asam stearat juga biasanya dimanfaatkan untuk kepentingan perawatan tubuh karena mampu melembapkan serta menghaluskan kulit.

Kandungan lain yang membuat minyak biji kelor menjadi spesial adalah asam behenat yang terkandung di dalamnya. Minyak biji kelor sendiri terkenal dengan *Behenic Oil* atau minyak behenat karena kandungan cukup mendominasi setelah asam oleat dan palmitat. Pada penelitian ini, kandungan asam behenat diperoleh sebesar 4,83–8,71%. Asam behenat sendiri memiliki banyak sekali manfaat. Asam behenat dimanfaatkan untuk keperluan perawatan tubuh sama seperti asam stearat. Pada keperluan perawatan tubuh, asam behenat sangat baik dimanfaatkan karena memiliki sifat yang menyejukkan dan dapat mengembalikan minyak alami kulit. Selain itu juga meningkatkan tingkat hidrasi secara keseluruhan. Asam behenat ini juga mudah larut di permukaan kulit, menjadikannya bahan yang diinginkan untuk dimasukkan ke dalam formula perawatan kulit. Selain untuk kulit, asam behenat dimanfaatkan untuk kondisioner pada rambut karena sifat yang melembutkan. Asam behenat tak hanya saja untuk keperluan kecantikan, industri otomotif juga memanfaatkan dalam minyak pelumas, dan sebagai penghambat penguapan pelarut dalam penghilang cat. Asam lemak lain dalam kandungan minyak biji kelor yang cukup tinggi juga adalah asam arakidat. Komposisi asam arakidat sebesar 2,76 – 6,50%. Penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan temperatur pada proses pengepresan minyak tidak mempengaruhi variasi dan komposisi dari asam lemak yang terkandung minyak biji kelor.

Ekstraksi mekanik biji kelor dengan menggunakan pres ulir pada penelitian menghasilkan minyak yang memiliki komposisi dan kandungan asam lemak yang hampir sama dengan ekstraksi menggunakan bantuan pelarut atau *solvent extraction*. Penelitian yang dilakukan Eman dan Muhamad, (2016) menghasilkan komposisi serta kandungan yang sama dengan penelitian ini yaitu 73,6% asam oleat, 6,04% asam palmitat, dan 6,73% asam behenat. Bhutada dkk., (2016) juga menunjukkan hasil yang sama pada ekstraksi biji kelor menggunakan metode ekstraksi pelarut. Kandungan asam lemak yaitu asam oleat 73,5%, asam stearate 7,7%, asam arakidat 4,6 %, dan asam behenat 4,9%. Hal ini menunjukkan metode dalam memperoleh minyak biji kelor tidak mempengaruhi komposisi dan kandungan asam lemak pada minyak.

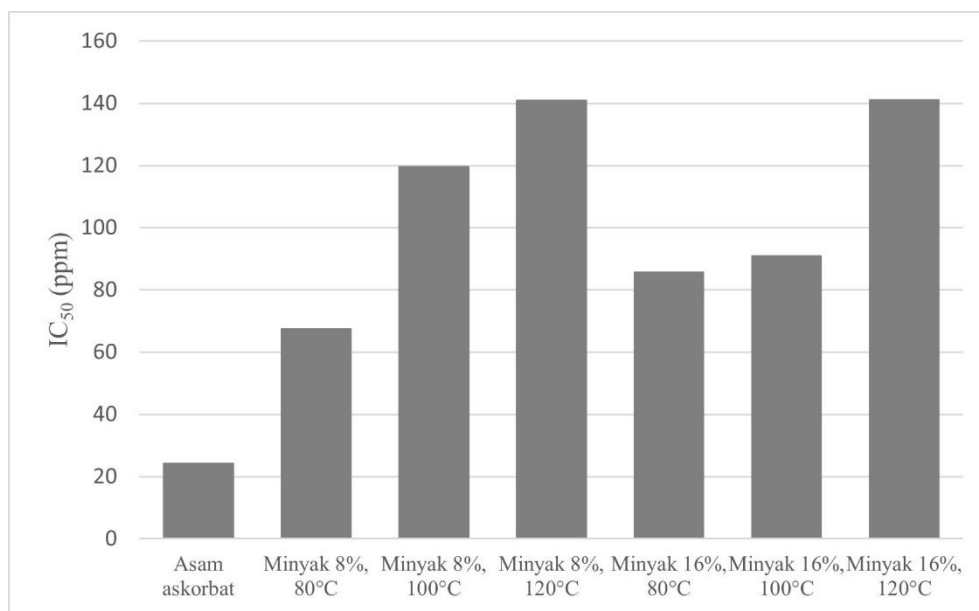
3.2. Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan minyak biji kelor ditentukan dengan menggunakan metode *2,2-Diphenyl-1 picrylhydrazyl* (DPPH). DPPH adalah radikal bebas yang digunakan sebagai model dalam mengukur penangkapan radikal bebas. DPPH sebagai radikal bebas digunakan sebagai pereaksi dalam uji penangkapan radikal bebas. Hal ini karena DPPH memiliki sifat yang stabil dan penggunaan yang mudah yaitu cukup dilarutkan saja (Tristantini dkk., 2016). Penentuan aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH itu sendiri, didasarkan pada reduksi dari larutan pelarut radikal bebas DPPH yang berwarna oleh penghambatan radikal bebas. Senyawa antioksidan memiliki atom hidrogen akan berikatan dengan elektron bebas dari senyawa radikal. Ikatan ini menyebabkan radikal bebas mengalami

perubahan menjadi senyawa non-radikal. Larutan DPPH yang berwarna ungu bertemu dengan bahan pendonor elektron menyebabkan DPPH akan tereduksi. Warna ungu pekat dari larutan DPPH akan memudar menjadi warna yang lebih terang hingga warna kuning pucat yang berasal dari gugus pikril (Sumiwi dkk., 2011; Tristantini dkk., 2016). Perubahan warna ini yang akan diukur absorbansinya untuk menentukan aktivitas antioksidan yang ada dalam minyak biji kelor dan asam askorbat menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Gambar 1 menunjukkan aktivitas antioksidan dalam nilai IC_{50} dari minyak biji kelor pada penelitian ini dan asam askorbat sebagai standar pembandingan. Penggunaan asam askorbat sebagai pembandingan dikarenakan asam askorbat merupakan vitamin C yaitu antioksidan yang cukup umum sering digunakan. Berkurangnya penyerapan DPPH menunjukkan kapasitas senyawa untuk menangkap radikal bebas. Minyak biji kelor diketahui mendorong pengurangan DPPH. Aktivitas penangkal radikal bebas atau % inhibisi meningkat dengan konsentrasi minyak biji kelor dan asam askorbat yang juga meningkat. Aktivitas antioksidan dinyatakan sebagai nilai *inhibition concentration* atau IC_{50} atau nilai konsentrasi efektif. Nilai ini menunjukkan konsentrasi ekstrak dalam satuan ppm yang dapat menghambat 50% oksidasi. Suatu senyawa dengan nilai IC_{50} kurang dari 50 termasuk dalam kategori senyawa dengan antioksidan sangat kuat, kategori kuat jika nilai IC_{50} 50–100, kategori sedang jika nilai IC_{50} 101–150, dan kategori lemah jika nilai IC_{50} 151–200 (Abdullah dkk., 2014; Setiawan dkk., 2018; Tristantini dkk., 2016).

Gambar 1 menunjukkan nilai IC_{50} dari minyak biji kelor semakin meningkat seiring dengan kenaikan temperatur pengepresan baik untuk kadar air biji kelor 8% maupun 1%. Hal ini dikarenakan terjadinya kerusakan antioksidan di dalam minyak biji kelor yang dipengaruhi oleh temperatur semakin meningkat akibat pemberian panas yang tinggi. Pada kadar air biji kelor 8% pada temperatur 80°C menghasilkan nilai IC_{50} yang paling rendah yaitu 67,4 ppm. Minyak biji kelor dengan temperatur pengepresan 80°C dengan kadar air biji kelor termasuk ke dalam senyawa dengan aktivitas antioksidan yang kuat. Sedangkan untuk temperatur 100°C dan 120°C dengan kadar air biji kelor 8% termasuk ke dalam senyawa dengan aktivitas antioksidan yang sedang.



Gambar 1. Aktivitas Antioksidan Minyak Biji Kelor, IC_{50} .

Nilai IC_{50} pada kadar air biji kelor 16% menunjukkan hasil yang sama. Pada temperatur 80°C dan 100°C, nilai IC_{50} berturut-turut sebesar 85,5 dan 90,9 ppm masuk ke dalam senyawa dengan aktivitas antioksidan yang kuat. Sedangkan saat dinaikkan temperatur menjadi 120°C, nilai IC_{50} meningkat juga menjadi 141,1 ppm sehingga termasuk dalam senyawa dengan aktivitas antioksidan yang sedang. Apabila dibandingkan dengan asam askorbat sebagai standar pembandingan. Aktivitas antioksidan minyak biji kelor pada penelitian ini dikategorikan sebagai senyawa dengan aktivitas antioksidan yang sedang hingga kuat. Pada temperatur 80°C pada kadar air 8% dan 16% termasuk dalam senyawa dengan aktivitas antioksidan yang mendekati dengan asam askorbat. Sehingga minyak biji kelor baik dimanfaatkan karena aktivitas antioksidannya yang masuk dalam kategori sedang hingga kuat.

Aktivitas antioksidan minyak biji kelor kemungkinan dihasilkan dari adanya α -tokoferol atau vitamin E dan berbagai jenis asam lemak tak jenuh dalam minyak. Aktivitas antioksidan dapat mencegah oksidasi lipid dan melindungi minyak biji kelor dari ketengikan. Tokoferol merupakan vitamin yang larut dalam lemak. α -tokoferol dikaitkan dengan pencegahan penyakit jantung dan kardiovaskular. Selain itu juga α -tokoferol dalam minyak biji kelor dapat mencegah oksidasi lipid dalam tubuh, seperti asam lemak tak jenuh ganda dan komponen seluler lainnya. Dengan demikian, aktivitas antioksidan minyak biji kelor yang sedang hingga kuat, minyak biji kelor dapat menjadi sumber alami vitamin yang larut dalam lemak dan sumber potensial untuk kepentingan industri (Wiltshire dkk., 2022).

Kesimpulan

Kandungan asam lemak minyak biji kelor meliputi asam oleat 74,6-79,9%, asam palmitat sebesar 5,77-7,78%, asam stearat 4,71-5,48%, asam behenat 4,83-8,71%, dan asam arakidat sebesar 2,76-6,50%. Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada kondisi temperatur pengepresan 80°C dengan kandungan kadar air biji kelor 8%, menghasilkan nilai IC₅₀ sebesar 67,4 ppm termasuk dalam senyawa dengan aktivitas antioksidan kuat. Asam lemak yang cukup beragam yang dikandung minyak biji kelor serta aktivitas antioksidan yang termasuk ke dalam senyawa dengan aktivitas antioksidan yang sedang hingga kuat, membuat minyak biji kelor memiliki potensi menjadi sumber minyak nabati yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

Daftar Pustaka

- Abdullah, W., Runtuwene, M. R. J., & Kamu, V. S. (2014). Phytochemical Test And Determination Inhibition Concentration 50% On Some Medicinal Plants In The Tidore Island. *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(2), 95. <https://doi.org/10.35799/jis.14.2.2014.6063>
- Adam, A., Hartono, R., Salim, A., Irwan, Z., & Imran, A. (2020). Water and Microbial Contents in Moringa Oleifera Seed Flour as Food Supplement to Prevent Stunting. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(10), 694-697.
- Aminah, S., Ramdhan, T., & Yanis, M. (2015). Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (Moringa oleifera). *Buletin Pertanian Perkotaan*, 5, 35-44.
- Avram, M., Stoica, A., Dobre, T., & Stroescu, M. (2014). Extraction of Vegetable Oils from Ground Seeds by Percolation Techniques. *UPB Scientific Bulletin, Series B: Chemistry and Materials Science*, 76(2), 13-22.
- Ayerzah, R. (2019). Seed characteristics, oil content and fatty acid composition of moringa (Moringa oleifera Lam.) seeds from three arid land locations in Ecuador. *Industrial Crops and Products*, 140(July), 111575. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111575>
- Bhutada, P. R., Jadhav, A. J., Pinjari, D. V., Nemade, P. R., & Jain, R. D. (2016). Solvent assisted extraction of oil from Moringa oleifera Lam. seeds. *Industrial Crops and Products*, 82, 74-80. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.004>
- Candraningrat, I. D. A. A. ., Santika, A. A. G. J., Dharmayanti, I. A. M. S., & Prayascita, P. W. (2021). Review Kemampuan Metode Gc-Ms Dalam Identifikasi Flunitrazepam Terkait Dengan Aspek Forensik Dan Klinik. *Jurnal Kimia*, 15(1), 12. <https://doi.org/10.24843/jchem.2021.v15.i01.p03>
- Dhofir, M., Dona, N. R., Wibawa, U., & Hasanah, N. (2017). Minyak Kelapa Beraditif Minyak Zaitun sebagai Isolasi Peralatan Tegangan Tinggi. *Eccis*, 11(2), 69-76.
- Eman, N. A., & Muhamad, K. N. S. (2016). Comparison of Moringa Oleifera seeds oil characterization produced chemically and mechanically. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 36(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/36/1/012063>
- Fakayode, O. A. (2015). *Process Optimisation of Mechanical Oil Expression from Moringa oleifera (Lam.) (Moringa Seeds)*. University of Ibadan.
- Ibrahim, Y., Salimi, Y. K., & Ischak, N. I. (2018). Karakterisasi Asam Lemak Hasil Hidrolisis pada Minyak Biji Kelor (Moringa oleifera) dengan Metode Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa. *Jurnal Entropi*, 13, 81-88. <https://doi.org/10.34312/jambchem.v1i1.2101>
- Idris, A. A., Nour, A. H., Omer Ishag, O. A., Ali, M. M., Erwa, I. Y., & Nour, A. H. (2020). Physicochemical properties and fatty acids composition of sudanese moringa oleifera seed oil. *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, 7(3), 911-920. <https://doi.org/10.18596/jotcsa.771260>
- Josephus, L. M. ., Pontoh, J., & Momuat, L. I. (2019). Kandungan Lemak dan Komposisi Asam-Asam Lemak Pada Bagian Badan Ikan Julung-Julung (Hemiramphus brasiliensis). *Chem. Prog.*, 12(2), 73-78. <https://doi.org/https://doi.org/10.35799/cp.12.2.2019.27309>
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2016). Moringa oleifera seeds and oil: Characteristics and uses for human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(12). <https://doi.org/10.3390/ijms17122141>
- Ogunsina, B. S., Indira, T. N., Bhatnagar, A. S., Radha, C., Debnath, S., & Gopala Krishna, A. G. (2014). Quality characteristics and stability of Moringa oleifera seed oil of Indian origin. *Journal of Food Science and Technology*, 51(3), 503-510. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0519-5>
- Özcan, M. M. (2020). Moringa spp: Composition and bioactive properties. *South African Journal of Botany*, 129, 25-31. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.11.017>
- Purwaniati, P.-, Umri, Z. F., & Rachmawati, W. (2019). Identifikasi Minyak Kedelai yang Ditambahkan dalam Produk Minyak Zaitun dengan Metode Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa. *ad-Dawaa' Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(2), 55-62. <https://doi.org/10.24252/djps.v2i2.11486>
- Ruttarattanamongkol, K., Siebenhandl-Ehn, S., Schreiner, M., & Petrasch, A. M. (2014). Pilot-scale supercritical carbon dioxide extraction, physico-chemical properties and profile characterization of Moringa oleifera seed oil in comparison with conventional extraction methods. *Industrial Crops and Products*, 58, 68-77. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.03.020>

- Setiawan, F., Yunita, O., & Kurniawan, A. (2018). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol kayu secang dan FRAP. *Media Pharmaceutica Indonesiana*, 2(2), 82–89.
- Sing, R. . G., Negi, P., & Radha, C. (2013). Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of *Moringa oleifera* seed flour. *Journal of Functional Foods*, 5(4), 1883–1891. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.09.009>
- Singh, B. N., Singh, B. R., Singh, R. L., Prakash, D., Dhakarey, R., Upadhyay, G., & Singh, H. B. (2009). Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and anti-quorum sensing potentials of *Moringa oleifera*. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6), 1109–1116. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.01.034>
- Sumiwi, S. A., Subarnas, A., Supriyatna, S., & Bratadiredja, M. A. (2011). Antioxidant activity of Sintoc (*Cinnamomum sintoc* Bl.) essential oil and the ethanol extract of its bark using 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). *Indonesian Journal of Applied Sciences*, 1(1), 1–7.
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., & Gabriel, J. (2016). Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan,"* 2.
- Wen, C., Shen, M., Liu, G., Liu, X., Liang, L., Li, Y., Zhang, J., & Xu, X. (2022). Edible vegetable oils from oil crops: Preparation, refining, authenticity identification and application. *Process Biochemistry*, 124, 168–179. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.11.017>
- Widyanastuti, N. A., & Susilo, B. (2013). Study of Heat Variation on Kelor Seed (*Moringa oleifera*) Oil Processing Using Hydraulic Press Extraction. In *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* (Vol. 1, Nomor 2).
- Wiltshire, F. M. S., de França Santos, A., Silva, L. K. B., Carvalho de Almeida, L., dos Santos Freitas, L., Lima, A. S., Fricks, A. T., Dariva, C., & Soares, C. M. F. (2022). Influence of seasonality on the physicochemical properties of *Moringa oleifera* Lam. Seed oil and their oleochemical potential. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 4(August 2021), 0–5. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100068>