

KARAKTERISTIK MINYAK BELUT (*Monopterus albus*) ASAP DARI DESA BARANIA, KABUPATEN SINJAI DENGAN METODE PENGASAPAN BERBEDA

Tri Widayati Putri*, Harianti Mansur, Iramayosopa

Institut Teknologi dan Bisnis Maritim (ITBM) Balik Diwa
Jalan Perintis Kemerdekaan VIII No 8, Makassar, Sulawesi Selatan 90245, Indonesia

Diterima: 1 Februari 2023/Disetujui: 3 Mei 2023

*Korespondensi: triwidayatiputri06@gmail.com

Cara sitasi (APA Style 7th): Putri, T. W., Mansur, H., & Iramayosopa. (2023). Karakteristik minyak belut (*Monopterus albus*) asap dari Desa Barania, Kabupaten Sinjai dengan metode pengasapan berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(3), 174-185. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i3.45910>

Abstrak

Belut (*Monopterus albus*) merupakan sumber protein dan mineral penting bagi manusia. Belut mengandung asam lemak omega-3 dan omega-6 yang bermanfaat untuk kesehatan otak, jantung, dan respon imun. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rendemen dan komposisi asam lemak dari minyak belut asap dingin dan cair. Minyak belut diekstraksi dengan metode *dry rendering* menggunakan panas dari pengasapan. Ekstraksi minyak belut asap dilakukan menggunakan dua metode pengasapan, yaitu metode pengasapan dingin (*cold smoked*) dengan suhu 30-60°C selama ±4 jam dan metode pengasapan cair (*liquid smoked*) dengan suhu 120-150°C selama ±2 jam. Analisis komposisi asam lemak menggunakan gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen tertinggi (8%) terdapat pada minyak belut asap cair. Komposisi asam lemak pada minyak belut asap dingin terdiri atas 17 jenis asam lemak, dengan asam lemak linoleat 22,96% menjadi yang paling dominan, sedangkan, pada minyak belut asap cair terdiri atas 15 jenis asam lemak, dengan asam lemak palmitat 36,56% menjadi yang paling dominan.

Kata kunci: asam lemak, GC-MS, linoleat, palmitat, pengasapan

Characteristics of Smoked Eel (*Monopterus albus*) Oil from Barania Village, Sinjai Regency by Different Smoking Methods

Abstract

Eels, specifically the species *Monopterus albus*, hold significant nutritional value for human consumption, as they are rich in protein and minerals. Eel is a rich source of omega-3 and omega-6 fatty acids, which are essential for maintaining optimal brain, heart, and immune system function. The objective of this study is to investigate the quantity and chemical structure of smoked eel oil that has been prepared using a cold and liquid smoking process. The extraction of eel oil involves the application of the dry rendering technique, which employs heat sourced from smoked materials. The extraction of smoked eel oil involves two methods: the cold smoked method, which involves a temperature of 30-60°C for approximately 4 hours, and the liquid smoke method, which involves a temperature of 120-150°C for approximately 2 hours. The application of gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) for the examination of fatty acid makeup. The findings of the study revealed that the greatest yield (8%) was obtained from liquid smoked eel oil. Cold-smoked eel oil primarily comprises linoleic acid, which constitutes 22.96% of its overall composition. A total of 17 different fatty acids make up the remaining percentage of the oil. Meanwhile, the composition of liquid smoked eel oil is comprised of 15 different fatty acids, with palmitic acid being the most prevalent at 36.56%.

Keyword: fatty acid, GC-MS, linoleic, palmitic, smoking

PENDAHULUAN

Desa Barania merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Mayoritas penduduk desa ini menggantungkan hidupnya dari sektor pertanian. Petani sering mengalami masalah dengan keberadaan belut (*Monopterus albus*) yang dianggap sebagai hama yang merusak pematang sawah namun di sisi lain juga memanfaatkan belut sebagai bahan makanan dengan cara menangkap dan mengolahnya. Belut memiliki kandungan protein tinggi dan lemak omega-3 yang besar, sehingga berpotensi sebagai minyak ikan. Kandungan kalori belut 303 kkal, 27 % lemak dengan kandungan omega-3 (asam lemak tak jenuh ganda) sekitar 4,48-11,80 %, 18,4 % protein dengan jenis asam aminonya antara lain leusina, asam aspartat, lisina, dan asam glutamat (Andini *et al.*, 2017).

Pengolahan minyak belut sebagai minyak ikan dapat menjadi salah satu sumber penyedia asam lemak tak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acid*/PUFA) selain minyak ikan dari salmon. Konsumsi rutin asam lemak omega-3 (EPA dan DHA), baik untuk kesehatan jantung, perkembangan otak, dan penderita hipertensi. PUFA dari belut dapat menjadi salah satu cara dalam pencegahan *stunting* (tengkes) pada anak. Kurangnya asupan gizi pada makanan yang sesuai dengan kebutuhan menjadi salah satu penyebab terjadinya *stunting* (Sutarto *et al.*, 2018).

Minyak belut mengandung berbagai komponen aktif seperti asam lemak omega-3, termasuk *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *dokosaheksaenoat acid* (DHA) yang penting untuk kesehatan manusia. Asam lemak ini telah terbukti memiliki efek antiinflamasi, antitrombotik, dan antiaterosklerotik, yang bermanfaat untuk kesehatan kardiovaskular (Siahaan & Pangestuti, 2017). Selain asam lemak omega-3, minyak belut juga mengandung skualena, yang memiliki sifat antikanker (Purwakanthi *et al.*, 2018). Teknologi yang telah dikembangkan untuk ekstraksi dan pemurnian minyak belut, salah satunya yaitu ekstraksi fluida superkritis, yang menggunakan karbon dioksida sebagai pelarut untuk mengekstraksi minyak. Metode

ini telah ditemukan menghasilkan minyak belut berkualitas tinggi dengan kadar cemaran yang rendah (Dewi & Puspitasari, 2017). Metode lainnya adalah hidrolisis enzimatis yang menggunakan enzim untuk memecah minyak menjadi komponen-komponen yang lebih kecil, sehingga lebih mudah diekstraksi (Raharja *et al.*, 2011)

Minyak belut telah digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk suplemen makanan, farmasi, dan kosmetik. Minyak ini juga digunakan sebagai agen pelembap dalam kosmetik karena kandungan skualena yang tinggi (Sasongko *et al.*, 2017). Selain itu, minyak belut telah dieksplorasi sebagai sumber potensial biodiesel karena kandungan energinya yang tinggi (Wijayanti & Setiyorini, 2018). Proses ekstraksi minyak belut pada penelitian ini menggunakan bahan belut asap yang telah diasapi dengan pengasapan dingin (*smoke cold*) dan pengasapan cair (*liquid acid*) (Swastawati, 2018). Ekstraksi minyak belut dengan bahan belut asap merupakan metode ekstraksi minyak ikan yang tidak menggunakan penambahan air selama proses berlangsung (*dry rendering*) yang dimodifikasi sehingga mudah diterapkan di masyarakat (Eka *et al.*, 2016).

Sifat antioksidan komponen asap cair menghambat proses oksidasi udara dari lemak ikan sehingga mengurangi kerusakan pada bahan makanan yang diasapi. Oksidasi lemak bahan pangan yang mengalami proses pengeringan suhu tinggi lebih tinggi dari pada suhu rendah. Rendahnya kadar lemak dari pengasapan dingin dapat disebabkan karena jarak sumber panas yang jauh. Makin dekat sumber panas, suhu makin meningkat dan kadar air makin berkurang sehingga total padatan dalam sampel meningkat yang menyebabkan kadar lemak meningkat seiring dengan meningkatnya total padatan (Hartanto *et al.*, 2019).

Penelitian terbaru tentang potensi penggunaan belut asap sebagai bahan baku untuk produksi minyak belut melalui proses *dry rendering*. *Dry rendering* melibatkan pemanasan untuk melepaskan minyak tanpa penambahan air, yang menghasilkan rendemen lebih tinggi dibandingkan dengan metode tradisional *wet rendering* (Kamini *et al.*, 2016).

Eksplorasi berbagai metode pengasapan untuk mengoptimalkan proses produksi minyak belut, seperti pengasapan dingin dan penggunaan asap cair dapat menghasilkan minyak belut dengan karakteristik dan sifat yang berbeda. Pengasapan cair juga ditemukan memiliki sifat antioksidan yang dapat membantu menghambat oksidasi lemak dan mengurangi kerusakan pada produk makanan yang diasapi. Selain meningkatkan efisiensi produksi minyak belut, kemajuan dalam teknologi pengasapan juga membantu memastikan kualitas dan keamanan pangan.

Berdasarkan uraian di atas, pemanfaatan belut sebagai minyak belut dengan mengetahui karakteristiknya melalui pengasapan berbeda dapat memberikan manfaat berupa adanya produk baru yang dapat diterima masyarakat, memberikan umur simpan yang lebih lama, meningkatkan nilai ekonomis, dan lebih fleksibel dalam pemanfaatannya (Anggraeni *et al.*, 2020). Minyak ikan umumnya dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri di antaranya industri makanan, industri farmasi (Dari *et al.*, 2017), kosmetik, sabun, biodiesel, industri cat dan lain-lain (Kusmiyati, 2008). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan rendemen dan komposisi asam lemak dari minyak belut asap dingin dan cair.

BAHAN DAN METODE

Preparasi Belut

Belut berasal dari Desa Barania, Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. Sampel belut yang digunakan masing-masing seberat 1 kg. Preparasi sampel dimulai dengan cara memotong belut, kemudian belut utuh dicuci bersih dan ditiriskan tanpa membuang isi perut.

Pengasapan Belut (Ismawati, 2019)

Garam diperoleh dari PT Ekasari Lestari dan asap cair produksi CV Prima Rosandries. Ekstraksi minyak belut asap dilakukan menggunakan dua metode pengasapan, yaitu metode pengasapan dingin (*cold smoked*) dengan suhu 30-60°C selama ±4 jam dan metode pengasapan cair (*liquid smoke*) dengan suhu 120-150°C selama ±2 jam. Metode pengasapan dingin, alat

yang digunakan adalah drum pengasapan, sedangkan pada metode pengasapan cair, alat yang digunakan adalah oven listrik.

Proses pengasapan dingin dimulai dengan merendam sampel belut dalam larutan garam dengan perbandingan 150 g garam dalam 1 L air selama ±30 menit. Setelah direndam, sampel ditiriskan selama ±15 menit sebelum dilakukan pengasapan. Kemudian, sampel belut disusun dalam ruang pengasapan dan diproses dengan suhu antara 30-60°C selama ±4 jam. Sementara itu, pada metode pengasapan cair, sampel belut yang telah dipreparasi direndam dalam larutan asap cair dengan perbandingan 50 mL asap cair dalam 1 L air selama 15 menit. Setelah direndam, sampel ditiriskan dan disusun dalam oven untuk dipanaskan pada suhu 120-150°C selama ±2 jam hingga minyak keluar dari belut.

Ekstraksi Minyak Belut (Febrianto & Sudarno, 2020).

Minyak belut dihasilkan melalui proses pengepresan (*pressing*) menggunakan alat *pressing* manual dari sampel belut yang telah diasapi dengan metode pengasapan dingin dan cair. Sampel belut yang telah diasapi dipotong kecil dan dihaluskan dengan blender, kemudian dimasukkan ke dalam kain saring sebagai alat penyaring untuk memisahkan minyak belut dari bagian kasar. Bahan kemudian diperas hingga tidak ada lagi minyak yang tersisa. Analisis kualitas minyak belut dilakukan meliputi analisis jenis asam lemak dengan GC-MS serta rendemen minyak yang diperoleh dari bahan.

Perhitungan Rendemen

Rendemen merupakan persentase bahan yang bisa dijadikan produk akhir atau perbandingan produk akhir dengan bahan baku utamanya, dan dapat dinyatakan dalam bentuk persen atau desimal (Aditia *et al.*, 2014). Rendemen minyak belut dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = massa minyak belut (mL)

B = massa belut (g)

Pengujian GC-MS (*Gas Chromatography - Mass Spectrometry*) (Putri *et al.*, 2018)

Kromatografi gas (GC) berfungsi menganalisis secara kualitatif jumlah senyawa dan spektrometri massa (MS) berfungsi untuk menganalisis struktur molekul dari senyawa analit. Senyawa yang telah dipisahkan dengan alat kromatografi gas, selanjutnya diinjeksikan ke spektroskopi massa (LPPT-UGM, 2017). GC-MS merupakan instrumen untuk mengetahui kandungan asam lemak pada sampel. Minyak diketahui memiliki titik uap cukup tinggi dikarenakan substansi penyusunnya yang berupa triasilgliserol. Oleh karena itu, sebelum dianalisis dengan GC-MS terlebih dahulu setiap sampel minyak ditransesterifikasi asam lemak metil ester atau dikenal sebagai *fatty acid methyl ester* (FAME) menggunakan boron trifluorida (BF_3) serta katalis basa (Maulana, 2014).

Sampel 20-30 mg pada tabung yang ditutup teflon, kemudian 1 mL NaOH 0,5 N ditambahkan pada metanol kemudian didorong menggunakan nitrogen. Sampel dipanaskan selama 20 menit pada alat penangas air lalu larutan BF_3 20% sebanyak 2 mL ditambahkan kemudian dipanaskan selama 20 menit. Sampel kemudian didinginkan, lalu ditambahkan NaCl jenuh sebanyak 2 mL dan 1 mL heksan kemudian dihomogenkan. Lapisan heksana dipipet kemudian dimasukkan ke dalam tabung yang sudah berisi Na_2SO_4 anhidrat sekitar 0,1 g lalu didiamkan selama 15 menit, kemudian dipisahkan fase cairnya. Fase organik diinjeksikan ke dalam alat GC-MS untuk kemudian dilakukan analisis.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari perhitungan rendemen dan pengujian GC-MS dianalisis secara deskriptif dengan memaparkan atau mendeskripsikan data yang diperoleh secara terperinci sebagaimana adanya berdasarkan data yang didapatkan. Data diolah menggunakan aplikasi Microsoft Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN Rendemen Minyak Belut Asap

Perhitungan rendemen digunakan untuk mengetahui perbedaan jumlah

rendemen yang diperoleh pada sampel minyak belut asap dingin dan minyak belut asap cair. Faktor yang memengaruhi jumlah rendemen minyak dari suatu bahan, antara lain proses pengeluaran minyak, karakter lemak atau minyak, dan komposisi bahan baku (Efendi *et al.*, 2020).

Jumlah rendemen dari minyak belut asap cair lebih besar dari jumlah rendemen dari minyak belut asap dingin. Jumlah minyak yang dihasilkan dari minyak belut asap dingin 50 mL sehingga rendemen yang dihasilkan 5%, sedangkan minyak belut asap cair 8% dari 80 mL minyak belut yang dihasilkan. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap tinggi rendahnya rendemen minyak ikan dari suatu bahan yaitu kadar lemak yang terkandung pada bahan tersebut. Jumlah rendemen minyak ikan kasar akan meningkat apabila kadar lemaknya juga tinggi (Aditia *et al.*, 2014).

Faktor lain yang berpengaruh terhadap rendemen dari minyak belut asap adalah suhu yang digunakan pada ekstraksi minyak belut. Suhu pemanasan bahan yang rendah membuat protein yang terdenaturasi hanya sedikit karena tingkat kerusakan pada membran sel jaringan lemak dipengaruhi suhu. Suhu rendah menyebabkan dinding sel sulit untuk ditembus minyak (Suseno *et al.*, 2020). Suhu pengasapan minyak belut asap dingin 30-40°C lebih rendah dari suhu yang digunakan pada pengasapan cair 120-150°C.

Metode ekstraksi yang dapat digunakan untuk menghasilkan minyak belut di antaranya, yaitu ekstraksi menggunakan pelarut (*solvent extraction*), panas, tekanan tinggi (*supercritical fluid extraction*) (Dewi & Puspitasari, 2017), dan ekstraksi menggunakan enzim (*enzymatic extraction*). Metode ekstraksi yang tepat dapat meningkatkan rendemen minyak belut (Wirajana *et al.*, 2019). Ukuran bahan yang digunakan dalam ekstraksi minyak belut juga dapat memengaruhi rendemen. Penggunaan bahan yang lebih kecil dapat meningkatkan area permukaan yang terkena pengasapan, sehingga minyak belut dapat diekstraksi dengan lebih efektif (Naiu *et al.*, 2018).

Waktu pengasapan memengaruhi rendemen minyak belut. Waktu pengasapan

yang lebih lama dapat meningkatkan rendemen, namun terlalu lama juga dapat menyebabkan minyak belut mengalami oksidasi dan kerusakan kualitasnya (Darianto *et al.*, 2018). Faktor-faktor lain yang berpengaruh pada kondisi pengasapan adalah kelembapan dan kadar asap yang digunakan. Kondisi pengasapan yang optimal dapat meningkatkan rendemen dan kualitas minyak belut. Setiap jenis ikan memiliki kadar lemak yang berbeda-beda, sehingga rendemen minyak ikan juga dapat dipengaruhi oleh jenis ikan yang digunakan. Kualitas bahan baku yang digunakan juga berpengaruh pada rendemen minyak ikan. Penggunaan bahan baku yang berkualitas rendah dapat menyebabkan rendemen yang rendah (Martins *et al.*, 2021).

Sensori Visualisasi Ketampakan dan Warna

Karakteristik warna dari minyak belut asap dingin coklat pekat agak kemerahan dan kental karena terdapat endapan pada minyak dengan bau amis belut lemah. Warna minyak ikan dipengaruhi oleh bahan baku, misalnya kepala serta isi perut akan secara alami menghasilkan warna merah sampai coklat karena adanya kandungan hemoglobin (Suseno *et al.*, 2016). Proses pengeluaran minyak ikan juga akan memengaruhi warna yang dihasilkan. Minyak ikan akan makin berwarna gelap jika proses pengeluaran menggunakan waktu yang makin lama (Andhikawati *et al.*, 2020).



Figure 1 Eel oil in different smoking methods A (liquid smoked eel oil); B (cold smoked eel oil)

Gambar 1 Minyak belut pada metode pengasapan berbeda; A (minyak belut asap cair); B (minyak belut asap dingin)

Karakteristik warna minyak belut asap cair memiliki warna minyak kuning keemasan dan lebih jernih dari minyak belut asap dingin, serta lebih encer karena tidak terdapat endapan serta bau khas belut lemah. Warna minyak ikan juga dipengaruhi oleh degradasi zat warna alami yang akan membuat minyak ikan mempunyai warna kuning atau kuning kecokelatan. Zat pigmen alami di antaranya, xantofil, karoten, dan antosianin juga akan memengaruhi warna dari minyak ikan (Andhikawati *et al.*, 2020).

Minyak ikan yang memiliki warna yang lebih gelap dapat menunjukkan adanya oksidasi dan penurunan kualitas dari minyak ikan tersebut. Selain itu, warna minyak ikan juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu dan cahaya selama proses pengolahan dan penyimpanan. Penelitian sejenis menunjukkan bahwa warna minyak ikan dapat berbeda-beda tergantung pada jenis ikan yang digunakan sebagai bahan baku. Minyak ikan dari ikan salmon cenderung memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan dengan minyak ikan dari ikan od (Ratih *et al.*, 2016). Warna minyak ikan merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pengolahan dan penyimpanan minyak ikan. Perkembangan informasi terkait warna minyak ikan masih terus dilakukan oleh para peneliti untuk meningkatkan kualitas dan daya tarik bagi konsumen (Firmansyah *et al.*, 2019).

GC-MS Asam Lemak Minyak Belut Asap

Titik uap minyak cukup tinggi karena memiliki substansi penyusun berupa triasilgliserol atau trigliserida berupa gugus hidroksil gliserol dan tiga asam lemak sehingga sampel minyak yang akan dianalisis dengan instrumen GS-MS ditransesterifikasi terlebih dahulu membentuk asam lemak metil ester *fatty acid methylester* (FAME) dengan bantuan katalis basa dan boron trifluorida (Maulana *et al.*, 2014).

Asam lemak adalah rantai karbon alifatik yang panjang dan memiliki gugus karboksilat dengan rantai hidrokarbon yang panjang asam lemaknya bervariasi (10-30 atom karbon). Rantai hidrokarbon

asam lemak jenuh memiliki ikatan tunggal, sedangkan rantai hidrokarbon asam lemak tak jenuh memiliki satu atau lebih ikatan rangkap (Rozi *et al.*, 2019). Minyak ikan mempunyai komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuh yang sangat bervariasi yang dipengaruhi oleh beberapa faktor meliputi fase hidup, jenis kelamin, jenis ikan, tingkat kematangan/ umur, lokasi geografis, jenis makanan, dan musim (Lestari *et al.*, 2008). Hasil uji GC-MS terhadap kandungan senyawa setiap sampel minyak belut dapat dilihat pada *Table 1*.

Jenis asam lemak yang terdapat pada minyak belut asap terdiri dari asam lemak jenuh (SFA), asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) dan asam lemak tak jenuh jamak (PUFA). Asam lemak dari SFA, yaitu (kaporat, kaprilat, kaprat, laurat, miristat, pentadekanoat, palmitat, heptadekanoat, stearat, arakidat, lignokerat), MUFA (palmitoleat, elaidat, oleat) dan PUFA

(linoleat, linolenat, arakidonat). Jenis asam lemak yang mendominasi dari pengasapan dingin adalah asam lemak linoleat sebesar 22,96% yang merupakan kelompok lemak tidak jenuh jamak (PUFA). Sedangkan, asam lemak yang mendominasi pada pengasapan cair, yaitu jenis asam lemak palmitat sebesar 36,56%, asam palmitat adalah golongan asam lemak jenuh (SFA).

Proses pengeluaran minyak ikan dari bahan belut asap baik dari minyak belut asap dingin maupun minyak belut asap cair tidak sempurna. Kandungan asam lemak masih banyak yang belum berhasil dipecah (terlepas dari gliserol) misalnya lemak omega-3 (EPA dan DHA) karena hanya asam lemak linolenat dari omega-3 yang teridentifikasi. Namun, masih banyak terkandung asam lemak lain yang bersifat esensial yang diperlukan tubuh dari kedua minyak belut asap misalnya asam lemak omega-6. Asam lemak esensial merupakan

Table 1 Profile of fatty acids in eel oil under different smoked methods
Tabel 1 Profil asam lemak dalam minyak belut pada metode pengasapan berbeda

Fatty acid composition	Fatty acid content (%)	
	Liquid smoke	Cold smoke
Caproic acid, C6:0	-	0.0515
Caprilic acid, C8:0	0.0852	0.0945
Capric acid, C10:0	0.0688	0.0708
Lauric acid, C12:0	0.8401	0.8320
Myristic acid, C14:0	3.4937	3.7352
Saturated Fatty Acid (SFA)		
Pentadecanoic acid, C15:0	0.2716	0.8030
Palmitic acid, C16:0	36.5603	21.8386
Heptadecanoic acid, C17:0	0.5816	0.7748
Stearic acid, C18:0	15.1582	16.1122
Arachidic acid, C20:0	1.5013	1.4669
Lignoceric acid, C24:0	0.3632	0.4240
Mono Unsaturated Fatty Acid (MUFA)		
Palmitoleic acid, C16:1	1.4102	4.3067
Oleic acid, C18:1	8.4412	0.0928
Elaidic acid, C18:1 t9	0.6802	11.7174
Unsaturated Fatty Acid (PUFA)		
Linoleic acid, C18:2	20.7678	22.9679
Linolenic acid, C18:3	0.2647	0.4127
Arachidonic acid, C20:2	-	2.7697

asam lemak yang tidak bisa diproduksi oleh tubuh sehingga harus diperoleh dari luar tubuh (makanan). Lemak esensial ini sangat dibutuhkan dalam mendukung pertumbuhan serta perkembangan bayi dan janin, serta mendukung perkembangan penglihatan dan otak (Diana, 2013). Asam lemak esensial merupakan kelompok senyawa yang bekerja mirip seperti hormon prostaglandin, tromboksan, prostasikilin dan leukotriena yang mengatur denyut jantung, fungsi kekebalan, rangsangan sistem saraf, tekanan darah, kontraksi otot dan penyembuhan luka (Jamaluddin *et al.*, 2018).

Asam lemak tak jenuh tertinggi yang teridentifikasi pada belut asap adalah asam lemak oleat, linoleat, dan EPA. Minyak belut asap baik asap dingin maupun asap cair kurang sempurna dalam proses melepaskan asam-asam lemak dari gliserol. Hal ini terjadi karena sifat lemak omega-3 yang sangat peka terhadap proses oksidasi. Perbedaan komposisi asam lemak yang diperoleh dipengaruhi oleh metode ekstraksi ekstraksi minyak ikan (Widiyanto *et al.*, 2015). Asam lemak tak jenuh dari minyak belut asap terdiri dari asam lemak tak jenuh tunggal dan tak jenuh majemuk.

Minyak belut asap dingin didominasi oleh asam elaidat dan pada minyak belut asap cair mendominasi adalah asam lemak oleat. Asam elaidat merupakan isomer asam oleat yang berkonfigurasi trans. Kadar lemak trans di dalam minyak berdasarkan persyaratan BPOM maksimal sebanyak 2% (Maulana *et al.*, 2014) sehingga minyak belut asap cair sesuai dengan standar tersebut.

Kadar asam lemak oleat dari minyak belut asap cair lebih besar dibandingkan dengan minyak belut asap dingin. Asam oleat atau dikenal juga asam lemak omega-9 adalah asam lemak yang banyak terkandung dalam lemak tak jenuh tunggal sekitar 52-79% (Astiana *et al.*, 2015) yang memberikan daya perlindungan bagi tubuh dengan cara meningkatkan kadar HDL sedangkan kadar kolesterol LDL diturunkan (Jamaluddin *et al.*, 2018). Asam oleat juga berperan sebagai penghambat kanker karena bersifat antioksidan serta sebagai media pelarut untuk melarutkan vitamin A, D, E, dan K.

Kekurangan asam oleat akan menyebabkan gangguan pertumbuhan sel otak janin dan juga bayi, menurunnya daya ingat, dan gangguan penglihatan (Jacob *et al.*, 2014). Asam oleat digunakan dalam pembuatan biodiesel baik dari bahan baku minyak nabati maupun lemak hewan (Kusmiyati, 2008).

Asam lemak palmitoleat pada minyak belut asap dingin lebih tinggi (4,30%) dibandingkan dengan minyak belut asap cair (1,41%). Asam lemak palmitoleat adalah asam lemak yang memiliki rantai karbon panjang. Manfaat dari asam palmitoleat di antaranya adalah berperan dalam penyakit kardiovaskular dengan menurunkan kolesterol LDL dan trigliserida, serta mampu meningkatkan HDL dalam darah. Asam palmitoleat ini juga mampu menurunkan risiko penyakit *non alcoholic fatty liver disease* (NAFLD) dengan cara menurunkan lipogenesis di hati (Aisyah *et al.*, 2019). Hasil dari penelitian ini menunjukkan komponen asap baik pada pengasapan cair maupun dingin mampu mempertahankan asam lemak palmitoleat selama proses pengolahan dengan panas.

Komposisi asam lemak tak jenuh jamak minyak belut asap menunjukkan jumlah lemak tak jenuh jamak dari minyak belut asap dingin 26,13% sedangkan dari minyak belut asap cair 21,02%. Asam lemak linoleat paling dominan yaitu pada minyak belut asap dingin 22,96% dan minyak belut asap cair 20,76%.

Asam linoleat merupakan salah satu jenis asam lemak omega-6 yang termasuk dalam asam lemak esensial yang memiliki beberapa fungsi di antaranya, mengontrol kadar kolesterol darah dengan membantu metabolisme dan transportasi kolesterol, mencegah kerusakan jaringan kulit, prekursor prostaglandin yang dibutuhkan dalam jaringan tubuh karena aktivitasnya berpengaruh terhadap pembekuan darah serta fungsi jantung (Aisyah *et al.*, 2019). Asam lemak linoleat merupakan bahan pembuatan krim wajah antijerawat karena sifat asam linoleat sebagai antiinflamasi yang dapat mengatasi peradangan (Ariani *et al.*, 2020).

Linoleic acid (LA) adalah asam lemak esensial omega-6 yang penting bagi kesehatan tubuh manusia. Asam lemak ini tidak dapat

diproduksi oleh tubuh manusia, sehingga harus diperoleh dari sumber makanan. Minyak ikan mengandung asam lemak omega-3 dan omega-6 dalam proporsi yang seimbang. Kandungan LA pada minyak ikan berkisar antara 15-30%, tergantung pada jenis ikan dan asalnya (Ayu *et al.*, 2019). Studi menunjukkan bahwa konsumsi minyak ikan dapat memberikan manfaat bagi kesehatan, termasuk menurunkan risiko penyakit jantung, meningkatkan fungsi otak, dan mengurangi peradangan (Wahjuni, 2016).

Asupan LA dalam jumlah yang cukup dapat membantu mengurangi risiko penyakit kardiovaskular. Studi yang diterbitkan dalam *Journal of the American College of Cardiology* menemukan bahwa konsumsi LA dalam jumlah yang tepat dapat membantu menurunkan kadar trigliserida dan meningkatkan profil lipid darah pada individu dengan risiko kardiovaskular yang tinggi (Setiawan & Halim, 2022).

Proses pemanasan pada ekstraksi minyak ikan akan membuat keadaan kaya oksigen dan adanya uap air sehingga lemak tak jenuh seperti asam linoleat mudah mengalami proses autooksidasi (Hermanto *et al.*, 2010). Kadar lemak linolenat dari minyak belut asap dingin lebih tinggi (0,41%) dibandingkan minyak belut asap cair (0,26%). Asam lemak linolenat adalah salah satu jenis dari asam omega-3. Manfaat dari asam linolenat adalah mencegah terjadinya kerusakan membran sel, berperan dalam pembentukan dan pertumbuhan fungsi otak, serta membantu dalam mencegah penyakit jantung dan artritis.

Asam lemak arakidonat minyak belut asap cair tidak teridentifikasi, sedangkan asam lemak arakidonat hanya terdapat pada minyak belut asap dingin sebesar 2,76%. Hal ini dapat disebabkan karena dekomposisi oksidatif asam lemak tak jenuh selama proses pemanasan suhu tinggi yang menyebabkan ikatan rangkapnya lebih mudah diserang oleh oksigen. Asam lemak arakidonat termasuk dalam salah satu kelompok lemak omega-6 yang berfungsi seperti hormon yang mengatur komunikasi antar sel dalam mengantarkan perintah dari sel saraf satu ke sel saraf yang lain termasuk otak. Omega-6 memiliki peran

penting pada proses pertumbuhan bayi untuk yang merupakan salah satu bahan utama dalam proses terbentuknya prostaglandin dan serabut saraf yang diperlukan tubuh dalam mendukung pembekuan darah serta menjaga kekebalan tubuh. Asam arakidonat juga berperan penting dalam menjaga kekencangan kulit tubuh manusia (Aptitley *et al.*, 2014).

Asam lemak jenuh dari kedua jenis minyak belut asap didominasi oleh asam lemak palmitat. Asam palmitat dari minyak belut asap dingin sebesar 21,83% sedangkan minyak belut asap cair sebesar 36,56%. Asam lemak palmitat adalah asam lemak jenuh yang mendominasi dan paling sering ditemukan pada bahan makanan dengan kadar sekitar 15- 50% dari keseluruhan asam lemak yang ada pada bahan makanan (Sogandi *et al.*, 2019).

Kandungan asam lemak palmitat dapat disebabkan karena pada proses pendinginan setelah perebusan kembali terbentuk kristal lemak yang akan menempel pada bagian luar belut. Minyak belut asap dingin menggunakan suhu yang lebih rendah yang membuat asam palmitat juga rendah dibanding dengan suhu yang digunakan pada minyak belut pada pengasapan cair (Jacoeb *et al.*, 2014). Asam palmitat sering dimanfaatkan dalam bidang industri untuk produksi kosmetik, sabun, dan industri cetakan. Asam palmitat berfungsi untuk menyembunyikan noda dan sebagai agen pembersih pada kosmetik (Putri, 2023).

Lemak jenuh tertinggi kedua yaitu asam lemak stearat, asam lemak stearat pada minyak belut asap dingin sebesar (16,11%) sedangkan pada pengasapan cair lebih rendah (15,15%). Asam lemak stearat merupakan lemak jenuh dengan rantai panjang dan digunakan secara luas dalam bidang farmasetika. Asam stearat dimanfaatkan dalam kosmetik sebagai emolien, pengemulsi, serta sebagai pelicin yang melembutkan kulit, serta membuat produk kosmetik tidak terpisah. Emolien bekerja dengan menghaluskan kulit dengan cara mengisi ruang antara serpihan kulit dan droplet minyak apabila dikombinasikan dengan agen pengemulsi. Kisaran konsentrasi penggunaan asam stearat dalam kosmetika yang biasa dipakai dalam sediaan krim dan salep berkisar antara 1-20%.

Asupan minyak ikan kaya asam palmitat dapat membantu meningkatkan kesehatan tulang pada wanita menopause (Alves et al., 2022). Minyak ikan yang kaya akan asam palmitat juga dapat membantu meningkatkan kesehatan kulit (Kim et al., 2021). Efek samping terlalu banyak mengonsumsi minyak ikan dapat mengakibatkan mual, diare, dan sakit kepala. Minyak ikan juga dapat memperburuk kondisi orang yang memiliki alergi terhadap ikan atau gangguan kesehatan tertentu misalnya hipertensi atau diabetes (Putri & Wirawanni, 2013).

Asam miristat minyak belut asap cair (3,49%) lebih besar dibanding minyak belut asap pada pengasapan dingin (3,75%). Asam lemak miristat atau asam tetradekanoat adalah salah satu jenis dari asam lemak jenuh dengan rantai panjang. Asam miristat juga memiliki sifat emollien atau melembapkan sehingga banyak dimanfaatkan penggunaannya sebagai bahan pembuatan sabun dan detergen. Asam miristat juga biasanya banyak dimanfaatkan sebagai bahan dalam pembuatan kosmetik seperti lipstik, losion, pencuci rambut, dan lain-lain. Sedangkan untuk bidang farmasi asam miristat dimanfaatkan sebagai bahan untuk aromaterapi (Hartanto & Silitonga, 2018).

KESIMPULAN

Rendemen tertinggi dari minyak belut (*Monopterus albus*) asap terdapat pada minyak belut asap cair. Minyak belut asap dingin memiliki komposisi asam lemak yang lebih tinggi dibandingkan minyak belut asap cair. Komposisi asam lemak terbanyak pada minyak belut asap dingin adalah asam lemak linoleat, sedangkan pada minyak belut asap cair adalah asam lemak palmitat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditia, R.P., Darmanto, Y.S., & Romadhon. (2014). Perbandingan mutu minyak ikan kasar yang diekstrak dari berbagai jenis ikan yang berbeda. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3), 55-60.
- Aisyah, N.F., Aisyah, N., Kusuma, T.S., & Widyanto R.M. (2019). Profil asam lemak jenuh dan tak jenuh serta kandungan kolesterol nugget daging kelinci *New Zealand White (Oryctolagus cuniculus)*. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(2), 92-100. <https://doi.org/10.37905/jfpj.v3i2.11051>
- Alves, N.M.C., Pfrimer, K., Santos, P.C., Freitas, E.C., Neves, T., Pessini, R.A., Junqueira-Franco, M.V.M., Nogueira-Barbosa, M.H., Carolyn Anne Greig, C. A., & Ferriolli, E. (2022). Randomised controlled trial of fish oil supplementation on responsiveness to resistance exercise training in sarcopenic older women. *Nutrients*, 14(14), 13-20. <https://doi.org/10.3390/nu14142844>
- Andhikawati, A., Permana, R., Akbarsyah, N., & Putra, P.K. (2020). Karakteristik minyak ikan lemuru yang disimpan selama 30 hari pada suhu rendah (5°C). *Jurnal Akuatek*, 1(1), 46 – 52. doi :<https://doi.org/10.24198/akuatek.v1i1.28046>
- Andini, S., Virginia, G., & Hartini, S. (2017). Peningkatan kadar protein, lemak, dan asam lemak tak jenuh pada tempe akibat penambahan tepung belut (*Monopterus albus zuiewu*) dan uji sensoris tempe belut. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 12(1), 32-43. <https://doi.org/10.26623/JTPHP.V12I1.480>
- Anggraeni, N., Hakim, L., & Fadhillah, F.W. (2020). Pemanfaatan belut *Monopterus albus* pada pembuatan cendol kaya protein. *Jurnal Agercolere*, 2(2), 45-50. <http://dx.doi.org/10.37195/jac.v2i2.118>
- Annissa, S., Musfiroh, I., & Indriati, L. (2020). Perbandingan metode analisis instrumen HPLC dan UHPLC. *Farmaka*, 17(3), 189-197.
- Apituley D.A.N., Leiwakabessy J., & Nanlohy E.E.E.M. (2014). Pemanfaatan asap cair kayu putih (*Malaleuca cajuputi*) sebagai antioksidan dalam pengolahan ikan tuna asap. *Jurnal Chimica et Natura Acta*, 2(2), 145-151. <http://dx.doi.org/10.24198/cna.v2.n2.9159>
- Ariani, L., Miftahurrohman, N., & Kartiningsih, Ang M. (2020). Formulasi krim minyak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dengan variasi konsentrasi setil alkohol sebagai anti jerawat. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 18(2), 235-240.
- Astiana, I., Nurjanah, Suwandi, R., Suryani,

- A.A., & Hidayat, T. (2015). Pengaruh penggorengan belut sawah (*Monopterus albus*) terhadap komposisi asam amino, asam lemak, kolesterol dan mineral. *Jurnal Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*, 4(1), 49-57. <https://doi.org/10.13170/depik.1.1.2366>
- Ayu, D.F., Diharmi, A., & Ali, A. (2019). Karakteristik minyak ikan dari lemak abdomen hasil samping pengasapan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 187-197. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i1.26473>
- Barau, F., Nuryanti, S., & Pursitasari, I.D. (2015). Buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai pengadsorpsi minyak jealantah. *Jurnal Akademika Kimia*, 4(1), 8-16.
- Dari, D.W., Astawan, M., Wulandari, N., & Suseno, S.H. (2017). Karakteristik minyak ikan sardin (*Sardinella* sp.) hasil pemurnian bertingkat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 456-467. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i3.19766>
- Darianto, Sitohang H.T.S., & Amrinsyah. (2018). Analisa faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengasapan pada mesin pengasapan ikan lele. *JMEMME*, 2(2), 56-66. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i2.2154>
- Dewi, S. D., & Puspitasari, E. D. (2017). Teknologi ekstraksi fluida superkritis dan maserasi pada *Zingiber officinale roscoe* : aktivitas antioksidan dan kandungan fitokimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 18(2), 74-80. <https://doi.org/10.17146/jsmi.2017.18.2.4168>
- Diana, F. M. (2013). Omega 6. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 26-31, <https://doi.org/10.24893/jkma.v7i1.104>
- Efendi, S. C., Anggo, A.D., & Wijayanti, I. (2020). Pengaruh suhu ekstraksi pada metode *dry rendering* terhadap kualitas minyak kasar hati ikan manyung (*Arius Thalassinus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 2(1), 64-69. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2020.8090>
- Eka, B., Junianto & Rochima, E. (2016). Pengaruh metode rendering terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik ekstrak kasar minyak ikan lele. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1), 1-5.
- Febrianto, R., & Sudarno. (2020). Proses produksi minyak ikan dari limbah ikan patin (*Pangasius pangasius*) di Balai Besar Pengujian Penerapan Hasil Perikanan (BBP2HP) Jakarta Timur. *Journal of Marine and Coastal Sciencel*, 9(2), 65-69. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v9i2.20251>
- Firmansyah, A., Winingsih, W., Ababiel, Z. V., Nurmeilasari, N., & Setiasih, A. (2019). Produksi astaxanthin dari mikroalga *Haematococcus Pluvialis* menggunakan ekstraksi karbon dioksida superkritis yang dimodifikasi. *Jurnal Sains Dan Teknologi Farmasi Indonesia*, 8(2), 13-28.
- Hartanto, E. S., & Silitonga, F. S. (2018). Ekstraksi asam miristat asal biji pala (*Myristica fragrans houtt*) dan limbah industri olahannya. *Jurnal Industri Pertanian*, 35(1), 38-45. <http://dx.doi.org/10.32765/warta%20ihp.v35i1.3833>
- Hartanto, R., Amanto, B. S., Khasanah, L. M., & Pusparani, L. (2019). Uji pengaruh jarak sumber panas dan lama pengasapan terhadap karakteristik kimia ikan lele (*Clarias Sp.*) asap pada alat pengasap tipe tegak. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(2), 78-86. <https://doi.org/10.20961/JTHP.V12I2.35004>
- Hermanto, S., Muawanah, A., & Wardhani, P. (2010). Analisis tingkat kerusakan lemak nabati dan lemak hewani akibat proses pemanasan. *Jurnal Valensi*, 1(6), 262-268. <https://doi.org/10.15408/JKV.V1I6.237>
- Ismawati. (2019). Pengaruh metode pengolahan nutrisi belut (*Monopterus albus*) asap [Skripsi]. STITEK Balik Diwa Makassar.
- Jacoeb, A.M., Suptijah, P., & Kamila, R. (2014). Kandungan asam lemak, kolesterol, dan deskripsi jaringan daging belut segar dan rebus. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(2), 134-143. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v17i2.8704>
- Jamaluddin, Widodo, A., & Mufliha, N. (2018). Vitamin A ikan sidat (*Anguilla*

- marmorata*) asal Sungai Palu dan Danau Poso. *Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 2(1), 24-30. <https://doi.org/10.22487/ghidza.v2i1.4>
- Kamini, Suptijah, P., Santoso, J., & Suseno, S.H. (2016). Ekstraksi *dry rendering* dan karakterisasi minyak ikan dari lemak jeroan hasil samping pengolahan salai patin siam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3), 196-205. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v19i3.15071>
- Kim, H., Woo, Y., Choi, H., Mi-Ja Kim, M., & Lee, J. (2021). Dioleoylphosphatidylcholine increases the antioxidant properties of ascorbyl palmitate in bulk oils compared to other hydrophilic and lipophilic antioxidants. *Food Chemistry*, 349(8), 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129082>
- Kusmiyati. (2008). Reaksi katalitis esterifikasi asam oleat dan metanol menjadi biodiesel dengan metode distilasi reaktif. *Jurnal Teknik Kimia*, 12(2), 78-82. <https://doi.org/10.14710/reaktor.12.2.78-82>
- Lestari, N., Susanty, A., & Kurniawaty. (2008). Penggunaan natrium klorida (NaCl) dan asam fosfat (H_3PO_4) pada proses *degumming* untuk pemurnian minyak kasar ikan patin. *Jurnal Industri Pertanian*, 25(1), 29-37.
- LPTT-UGM. (2017). Peralatan Laboratorium Pengujian dan Penelitian Terpadu. LPTTUGM.
- Mamuaja, C.F. (2017). Lipida. Unsrat Press.
- Martins, M.J.J., Purnamayati, L., & Romadhon, R. (2021). Pengaruh suhu wet rendering yang berbeda terhadap karakteristik ekstrak kasar minyak ikan lele (*Clarias sp.*). *Agritech*, 41 (4), 335-343. <http://doi.org/10.22146/agritech.49875>
- Maulana, I.T., Sukraso, & Damayanti, S. (2014). Kandungan asam lemak dalam minyak ikan indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1), 121-130.
- Naiu, A.S., Koniyo, Y., Nursinar, S., & Kasim, F. (2018). Penanganan dan Pengolahan Hasil Perikanan. CV. Athra Samudra.
- Nurhasnawati, H., Supriningrum, R., & Caesariana, N. (2015). Penetapan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida pada minyak goreng yang digunakan pedagang gorengan di Jalan A.W Sjahrane Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(1), 25-30. <https://doi.org/10.51352/jim.v1i1.7>
- Purwakanthi, A., Mustofa, & Wahyuningsih, M.S.H. (2018). Aktivitas sitotoksik propranolol terhadap sel kanker payudara MCF7 in vitro. *Jambi Medical Journal*, 6(2), 171-175. <https://doi.org/10.22437/jmj.v6i2.5970>
- Putri, T. W., Raya, I., Natsir, H., & Mayasari, E. (2017, November 2-3). *Chlorella sp.*: extraction of fatty acid by using avocado oil as solvent and its application as an anti-aging cream. [Conference session]. The 2nd International Conference on Science (ICOS), Makassar, Indonesia
- Putri, W.A.K., & Wirawanni, Y. (2013). Pengaruh pemberian minyak ikan terhadap tekanan darah wanita hipertensi. *Journal Of Nutrition College*, 2(3), 364-372. <https://doi.org/10.14710/jnc.v2i3.3438>
- Raharja, S., Suryadarma, P., & Oktavia T. (2011). Hidrolisis enzimatis minyak ikan untuk produksi asam lemak omega-3 menggunakan lipase dari *Aspergillus niger*. *Jurnal Teknoogi dan Industri Pangan*, 22(1), 64-72.
- Ratih, R. D., Ratih. Rd., Wuriyanti, H, I., & Oktavianawati. (2016). Karakterisasi dan penentuan komposisi asam lemak dari hasil pemurnian limbah pengalengan ikan dengan variasi alkali pada proses netralisasi. *Berkala Sainstek*, 4 (1), 19-23.
- Retnani, Y., Kurniawan, D., Yusawisana, S., & Herawati, L. (2010). Kerusakan lemak ransum ayam broiler yang menggunakan *Crude Palm Oil* (CPO) dengan penambahan antioksidan alami bawang putih (*Alium sativum*) dan jintan (*Cuminum cyminum linn.*) selama penyimpanan. *JITP*. 1 (1), 1-11.
- Rozi, A., Ukhty, N., Khairi, I., Irhamdika, Meulisa, A.I., & Bija, S. (2019). Karakterisasi asam lemak minyak hati cucut (*Centrophorus Sp.*) yang diekstraksi dengan metode *dry rendering*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*,

- 22(3), 414-422. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i3.28921>
- Sasongko, H., Efendi, N.R., Budihardjo A., Farida, Y., Amartiwi, T., Rahmawati, A.A., Wicaksono, A. & Sugiyarto. (2017). Solvent and extraction methods effects on the quality of eel (*Anguilla bicolor*) oil. *Journal of Physics*, 795, 1-4. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/795/1/012021>
- Setiawan, G., & Halim, M.C. (2022). Pengaruh asam lemak omega-3 terhadap penyakit kardiovaskular. *Cermin Dunia Kedokteran*, 49(3), 160-163. <https://doi.org/10.55175/cdk.v49i3.212>
- Siahaan, E.A., & Pangestuti, R. (2017). Pangan fungsional dan nutrasetikal dari laut: Prospek dan tantangannya Marine functional food and nutraceutical: Prospects and challenges. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 6(3), 273-281. <https://doi.org/10.13170/depik.6.3.6874>
- Silalahi, R.L.R., Sari, D.P., & Dewi, I.A., (2017). Pengujian *free fatty acid* (FFA) dan colour untuk mengendalikan mutu minyak goreng produksi PT. XYZ, *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 6(1), 41-50.
- Sogandi, Sanjaya, R.E., Baity, N., & Syahman. (2019). Identifikasi kandungan gizi dan profil asam amino dari ikan seluang (*Rasbora sp*). *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*, 42(2), 73-80. <https://doi.org/10.22435/pgm.v42i2.1287>
- Suryani, Y. (2006). Kandungan protein dan lemak belut sawah (*Monopterus albus*Zuiew) pada berbagai ukuran dari DesaSeyegan Sleman. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 11(1), 143-148. <https://doi.org/10.21831/jpms.v11i1.12267>
- Sutarto, Mayasari, D., & Indriyani, R. (2018). Stunting, faktor resiko dan pencegahannya. *Jurnal Agromedicine*, 5(1), 540-545.
- Suseno, S.H., Musbah, M., & Ruspatti P.N., (2016, Juli 27). Karakteristik minyak ikan murni sardin (*Sardinella sp.*) dan cucut (*Centrophorus sp.*) sebagai bahan suplemen makanan kaya omega-3 dan squalen. Kongres dan Seminar Nasional Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia
- Suseno, S.H., Rizkon, A.K., Jacoeb, A.M., Nurjanah, & Supinah, P. (2020). Ekstraksi *dry rendering* dan karakterisasi minyak ikan patin (*Pangasius Sp.*) hasil samping industri filet di Lampung. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*, 23(1), 38-46. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.30722>
- Swastawati, F. (2018). Teknologi Pengasapan Ikan Tradisional. Intimedia.
- Putri, T.W. (2023). Antiaging dari Asam Lemak Fitoplankton. NEM.
- Wahjuni, S. (2016). Omega-3. Udayana University Press.
- Widiyanto, W.N., Ibrahim, R., & Anggo, A.D. (2015). Pengaruh suhu pengolahan dengan metode *steam jacket* sederhana terhadap kualitas minyak hati ikan pari mondol. *Jurnal Pengolahan Hasil PerikananIndonesia*, 18(1), 11-18. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2015.18.1.11>
- Wirajana, I.N., Juliasari, N.M.T., Laksmiwati, A.A.I.A.M., & Bogoriani, N.W. (2019). Suhu dan waktu optimum proses ekstraksi antosianin dalam ubi jalar ungu (*Ipomoea Batatas L.*) dengan *A-L-Arabinofuranosidase*. *Jurnal Kimia*, 13(1), 88-94. <https://doi.org/10.24843/jchem.2019.v13.i01.p14>
- Wijayanti, I., & Setiyorini, E.S.S. (2018). Nutritional content of wildand cultured eel (*Anguilla bicolor*) from Southern Coast of Central Java. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 23 (1), 37-44. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.23.1.37-44>