

EKSTRAKSI DAN KARAKTERISTIK MINYAK TULANG IKAN TUNA (*Thunnus albacares*)

Extraction and Characteristics of Tuna (Thunnus albacares) Bone Oil

Suci Istiqlaal*

Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur, Kompleks Perkantoran Pemerintah
Provinsi Nusa Tenggara Timur Gedung D Lt. II Jalan Basuki Rahmat Nomor 1 Naikolan, Kupang, Indonesia

*Korespondensi Penulis: suciistiqlaal@gmail.com

Diterima: 30 Juli 2018; Direvisi: 2 November 2018; Disetujui: 13 November 2018

ABSTRAK

Limbah tulang tuna berpotensi untuk diolah menjadi minyak ikan yang banyak mengandung asam- asam lemak esensial yang dibutuhkan oleh tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisikokimia dan profil asam lemak minyak tulang ikan tuna. Ekstraksi minyak tulang ikan menggunakan 2 (dua) metode yaitu *wet rendering* dan *curing* menggunakan cuka lontar. Metode *wet rendering* menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan dua faktor yaitu suhu (40, 50, dan 60 °C) dan lama ekstraksi (15, 30, dan 45 menit), kemudian hasil terbaik dibandingkan dengan hasil metode perendaman dalam cuka lontar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh faktor suhu dan lama waktu ekstraksi terhadap rendemen, bilangan asam, bilangan iod, bilangan penyabunan dan densitas minyak tulang ikan, dengan metode terbaik perlakuan suhu 40 °C dengan waktu ekstraksi 15 menit. Hasil uji-t menunjukkan minyak hasil metode perendaman dalam cuka lontar memiliki kualitas lebih baik dibandingkan metode terbaik *wet rendering* (suhu 40 °C waktu ekstraksi 15 menit), dengan bilangan asam sebesar 3,14 mg KOH/g, angka iod sebesar 79,08, angka penyabunan sebesar 188,30 mgKOH/g dan densitas sebesar 0,92 g/ml³, meskipun nilai rendemennya lebih rendah yaitu 27,33%. Minyak yang diekstrak dari tulang ikan tuna menggunakan metode terbaik *wet rendering* (suhu 40 °C waktu ekstraksi 15 menit) memiliki kadar asam palmitat (SFA) sebesar 14,09%, asam oleat (MUFA) 9,46% dan DHA (PUFA) sebesar 20,50% (PUFA), sedangkan yang menggunakan metode perendaman dalam cuka lontar, mengandung asam palmitat (SFA) sebesar 14,41%, asam oleat (MUFA) 10,01% dan DHA (PUFA) sebesar 23,81%.

KATA KUNCI: cuka lontar, ekstraksi, minyak ikan, tuna

ABSTRACT

Tuna bone waste is potential to be processed into fish oil which contain many essential fatty acids needed by the human body. This study aims to determine the physicochemical properties and fatty acid profiles of tuna fish oil. Fish bone oil extraction used 2 (two) methods, i.e. wet rendering and curing using palm vinegar. The wet rendering method used a completely randomized factorial pattern with two factors, temperature (40, 50 and 60 °C) and extraction time (15, 30, and 45 minutes), then the best results were compared with the results of vinegar curing method. The results showed that there were effects of temperature and extraction time on yield, acid number, iodine number, saponification number and density of fish bone oil, with the best method treatment was 40 °C extraction temperature for 15 minutes. The t-test results showed that the oil produced by the vinegar curing method had better quality than that of the best wet rendering treatment (temperature of 40 °C for 15 minutes), with acid numbers of 3.14 mgKOH/g, iodine number 79.08, saponification amounting to 188.30 mgKOH/g and density of 0.92 g/ml³, but the yield value was lower (27.33%). Oil extracted from tuna bone using the best wet rendering method (temperature of 40 °C for 15 minutes) had 14.09% palmitic acid (SFA), 9.46% oleic acid (MUFA) and 20.50% DHA (PUFA) while those using the immersion method in palm vinegar contained 14.41% palmitic acid (SFA), 10.01% oleic acid (MUFA) and 23.81% DHA (PUFA).

KEYWORDS: lontar vinegar, extractions, fish oil, tuna

PENDAHULUAN

Provinsi Nusa Tenggara Timur memiliki potensi sumber daya alam kelautan dan perikanan yang cukup tinggi. Jenis tertinggi yang diproduksi adalah ikan pelagis kecil, cakalang, tongkol dan tuna (BPS, 2017). Hasil perikanan ini belum diolah secara maksimal, padahal di beberapa negara berkembang pengolahan hasil perikanan merupakan sumber ekonomi utama (Renuka, Anandan, Suseela, Ravishankar & Sivaraman, 2016). Hal ini terlihat dengan terbatasnya jumlah pengolahan komoditas perikanan dan kelautan di Kota Kabupaten Kupang. Menurut hasil wawancara dengan Kepala Bidang Pengolahan Perikanan Dinas Kelautan dan Perikanan Daerah Provinsi NTT jumlah pengelola rumah usaha niaga (RUN) di wilayah Kota Kabupaten Kupang sebanyak 25 kelompok dengan variasi produk olahan seperti abon, dendeng, keciput rumput laut, kerupuk, pilus, stik rumput laut, se'l ikan, dodol, bakso, amplang, nugget, samosa, manisan rumput laut, pastel, selai, lele asap, lele presto, udang dan ikan beku. Terdapat tiga perusahaan pengolah ikan produk fillet dan ikan utuh di wilayah Kota Kupang skala nasional maupun internasional.

Ikan tuna merupakan jenis pelagis besar yang umumnya diproses menjadi fillet dan ikan beku sebagai komoditas ekspor. Proses ini menghasilkan limbah berupa kepala, kulit, tulang dan jeroan ikan yang berpotensi mencemari lingkungan. Berdasarkan kondisi di atas, maka pada tahun anggaran 2016 Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur telah melakukan penelitian mengenai pembuatan gelatin dengan bahan baku tulang ikan tuna menggunakan larutan perendam cuka lontar. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa cuka lontar merupakan perendam alternatif dalam pembuatan gelatin dan minyak ikan berbahan baku tulang ikan tuna (Istiqlaal, 2016). Proses ini menghasilkan produk samping yang diduga dapat dimanfaatkan menjadi produk ekonomis seperti pakan ternak (Istiqlaal, 2017).

Sumber terbaik asam lemak tak jenuh jamak (PUFA) misalnya omega-3 dan omega-6 adalah produk ikan dan turunannya terutama ikan laut. Profil asam lemak meliputi SFA (Saturated Fatty Acid), MUFA (Mono Unsaturated Fatty Acid) dan PUFA (Poly Unsaturated fatty Acid). Pemanfaatan omega-3 yang bersumber dari ikan telah luas digunakan dalam produk pangan (Susanto & Fahmi, 2012), karena diyakini dapat memberikan manfaat untuk kesehatan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Ilza dan Siregar (2015), di mana penambahan omega-3 pada bubur bayi dapat meningkatkan berat badan dan perkembangan motorik bayi ke arah yang lebih baik yaitu 93,4%

menurut standar WHO. Asam lemak omega-3 banyak ditemukan pada ikan yang berlemak seperti ikan herring, makarel, sardine, salmon dan tuna (Diana, 2012). Baru-baru ini peneliti Kim dan Wijesekara (2010) menemukan bahwa limbah pengolahan perikanan (tulang, kulit, kepala, sirip dan lainnya) merupakan sumber senyawa bioaktif yang bernilai tinggi dan baik seperti omega-3 (PUFA), peptida bioaktif, polisakarida, mineral, vitamin, antioksidan dan enzim.

Penelitian mengenai minyak ikan telah dilakukan oleh banyak peneliti di beberapa negara, namun masih terbatas pada ekstraksi minyak bagian kepala (Estiasih, Nisa, Ahmadi & Umiatun, 2005; Sarker, Jinap, Habib, Ferdosh, Akanda & Jaffri, 2012), hati (Edison, 2010; Purwaningsih, Ella & Reza, 2014), daging (Basmal, 2010; Jacoeb, Suptijah & Kristantina, 2015) dan jeroan ikan (Hastarini, Fardiaz, Irianto & Budijanto, 2012; Huli, Suseno & Santoso, 2014; Kamini, Suptijah, Santoso & Suseno, 2016). Metode ekstraksi minyak yang banyak digunakan antara lain metode *wet rendering* (Ahmed, Haq, Cho & Chun, 2017), *dry rendering* (Crexi, Monte, Soares & Pinto, 2010), *supercritical fluid extraction* (Aryee & Simpson 2009), *supercritical carbon dioxide* (Sahena, Zaidul, Norulaini, Jinap, & Omar, 2014) dan ekstraksi dengan pengaturan pH asam proses silase. Adapun kebaruan dari penelitian ini adalah penggunaan metode *curing* menggunakan cuka lontar khas Nusa Tenggara Timur dan juga bahan baku yang berasal dari limbah tulang ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan sifat fisikokimia minyak tulang ikan tuna dan menentukan profil asam lemak dari minyak tulang ikan tuna.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah tulang ikan tuna bagian badan yang diperoleh dari perusahaan pengolahan fillet PT. Nelayan Maju Bersama di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Persiapan tulang dilakukan dengan cara tulang segar direbus dalam air suhu 70 °C selama 25 menit. Tulang dibersihkan dari sisa-sisa daging yang menempel lalu dikeringkan dengan penjemuran di bawah sinar matahari selama 7 (tujuh) hari, kemudian tulang dipotong-potong dengan parang hingga berukuran 1-2 cm² dan tulang siap diberi perlakuan. Ikan tuna yang menjadi bahan baku fillet umumnya memiliki panjang ±2 m dan ikan yang dipakai dalam penelitian ini merupakan hasil tangkapan nelayan pada bulan Januari-Maret 2017.

Nira lontar didapatkan dari petani penyadap di Kota Kupang yang disimpan dalam jerigen plastik ukuran 5 liter, kemudian dibiarkan selama 7 (tujuh) hari hingga menjadi cuka dengan indikator pH sebesar 3. Bahan-bahan lain adalah beberapa bahan pendukung penelitian seperti bahan kimia dan aquades.

Metode

Prosedur ekstraksi *wet rendering* menggunakan metode Sathivel, Prinyawiwatkul, King, Grimm dan Lioyd (2008) yang telah dimodifikasi. Ekstraksi dilakukan terhadap tulang ikan kering, kemudian ditambah air dengan perbandingan 1:3 (tulang : air) dan direbus pada suhu perlakuan (40, 50 dan 60 °C) selama 15, 30, dan 45 menit, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 (tiga) kali. Setelah dilakukan perebusan, lapisan minyak yang terbentuk di lapisan permukaan diambil menggunakan pipet kaca dan kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca untuk dianalisis parameter uji.

Metode *curing* menggunakan cuka lontar melalui tahap persiapan yang sama dengan metode *wet rendering*. Selanjutnya tulang ikan berukuran 1-2 cm² dimasukkan ke dalam toples yang telah berisi cuka lontar dengan perbandingan 1:6 (tulang:cuka), direndam selama 6 minggu dan diulang sebanyak 3 (tiga) kali. Lapisan minyak yang terbentuk di permukaan dipanen menggunakan pipet kaca dan dimasukkan ke dalam botol kaca untuk dianalisis parameter uji.

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Pola Faktorial untuk metode *wet rendering*, dengan dua faktor yaitu suhu (40, 50 dan 60 °C) dan lama ekstraksi (15, 30, dan 45 menit), masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Adapun data pengamatan parametrik meliputi rendemen, bilangan asam, bilangan iod, bilangan penyabunan dan densitas dianalisis menggunakan uji-f yang dilanjutkan dengan uji Duncan (Steel & Torrie, 1993). Perlakuan *wet rendering* yang terbaik kemudian dibandingkan dengan minyak hasil metode perendaman cuka lontar menggunakan uji-t.

Pengamatan

Data amatan meliputi rendemen (AOAC, 1995), bilangan asam dan bilangan iod (AOAC, 2006), bilangan penyabunan (AOAC, 2005), profil asam lemak dengan kromatografi gas merk Shimadzu type GC-20A buatan Jepang (AOAC, 2012) dengan kondisi operasional sebagai berikut : laju alir N₂ 30 mL/menit; laju alir N₂ 30 mL/ menit; laju alir H₂ 40 mL/ menit;

laju alir udara 400 mL/ menit; suhu injector 220 °C; suhu detektor 240 °C suhu kolom 12 °C, 185 °C, 205 °C dan 225 °C; splits rasio 1:80; *inject volume* 1 iL; dan *linier velocity* 23,6 cm/sec, menggunakan jenis kolom cyanopropil methyl sil (capillary column) dan standar FAME *mixture supelco*, serta densitas (Hulu, Suseno & Uju, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Wet Rendering

Rendemen minyak tulang ikan tuna

Rendemen minyak hasil ekstraksi dengan metode *wet rendering* berkisar antara 25,23% hingga 38,80%. Rendemen tertinggi dihasilkan pada perlakuan suhu 60 °C dan lama waktu 45 menit dan terendah pada perlakuan suhu 40 °C dan lama waktu 15 menit (Gambar 1).

Berdasarkan hasil analisis Duncan dengan metode *wet rendering*, terlihat bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu ekstraksi maka rendemen yang dihasilkan semakin meningkat. Selain itu, hasil analisis menunjukkan terdapat interaksi faktor suhu dan lama waktu yang berpengaruh secara signifikan terhadap nilai rendemen ($p < 0,05$). Kondisi ini disebabkan karena protein tulang ikan tuna akan terkoagulasi akibat pemasakan dengan suhu tinggi, sehingga minyak yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan suhu rendah. Pada suhu yang lebih rendah diduga masih banyak minyak yang terperangkap dalam jaringan sel sehingga minyak lebih sedikit yang terekstrak. Hal ini senada dengan hasil penelitian Handajani, Manuhara dan Anandito (2010) yang menyatakan bahwa faktor suhu berbanding lurus dengan nilai rendemen minyak. Hal ini disebabkan karena viskositas minyak menjadi rendah sehingga pada waktu pengepresan minyak lebih banyak yang keluar.

Kamini et al. (2016) melaporkan bahwa ekstraksi minyak jeroan ikan patin Siam menggunakan metode *dry rendering* dengan perlakuan berupa suhu 70 °C dan 80 °C menghasilkan nilai rendemen berkisar 72,50-76,48%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa faktor lama waktu ekstraksi berbanding lurus dengan nilai rendemen. Di samping itu, semakin lama proses ekstraksi rendemen yang dihasilkan akan semakin banyak dan sebaliknya. Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi selama 15 menit tidak memberikan waktu yang cukup untuk menghasilkan minyak tulang ikan tuna. Seperti penelitian Kamini et al. yang menggunakan suhu ekstraksi 50 °C selama 8 jam memiliki rendemen lebih tinggi dari hasil penelitian

Rozi, Suseno dan Jacob (2016) yang menggunakan suhu 40 °C selama 3 jam, meskipun dengan bahan baku yang sama. Hal ini mendukung hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa peningkatan nilai rendemen juga terjadi secara signifikan dengan bertambahnya lama ekstraksi.

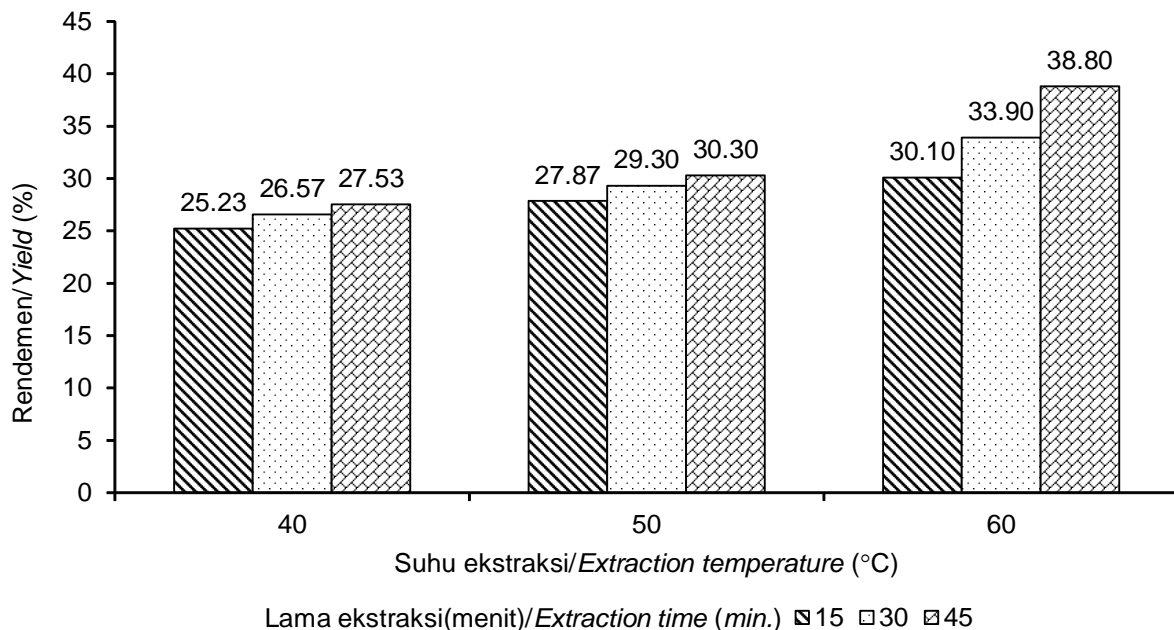
Selain dua faktor di atas, metode ekstraksi berpengaruh terhadap rendemen minyak yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji-t, metode ekstraksi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai rendemen minyak tulang ikan tuna, yaitu hasil *curing* menggunakan cuka lontar memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan *wet rendering*. Metode *curing*, membutuhkan waktu ekstraksi yang lebih dari 6 minggu. Hal ini terjadi disebabkan oleh cuka lontar termasuk ke dalam jenis asam lemah. Sejalan dengan hasil penelitian Ahmed et al. (2017) rendemen minyak tulang ikan tuna jenis *Big Eye* dengan metoda ekstraksi menggunakan hexane (HE) sebesar 14% lebih tinggi dibandingkan dengan hasil ekstraksi menggunakan *supercritical carbon dioxide* (SE) sebesar 12%. Rendemen minyak ikan tuna yang berasal dari limbah pengalengan tuna menggunakan metode enzimatis lebih tinggi yaitu 7% dibandingkan metode *wet pressing* yaitu 5% (Taati, Shabanpour & Ojagh, 2018). Bahan baku yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen minyak, seperti hasil penelitian Ahmed et al. (2017) yang menunjukkan bahwa minyak ikan yang berasal dari bagian kulit lebih tinggi yaitu 26% dibandingkan dengan bagian daging 23% dan tulang sebesar 14%.

Bilangan asam minyak tulang ikan tuna

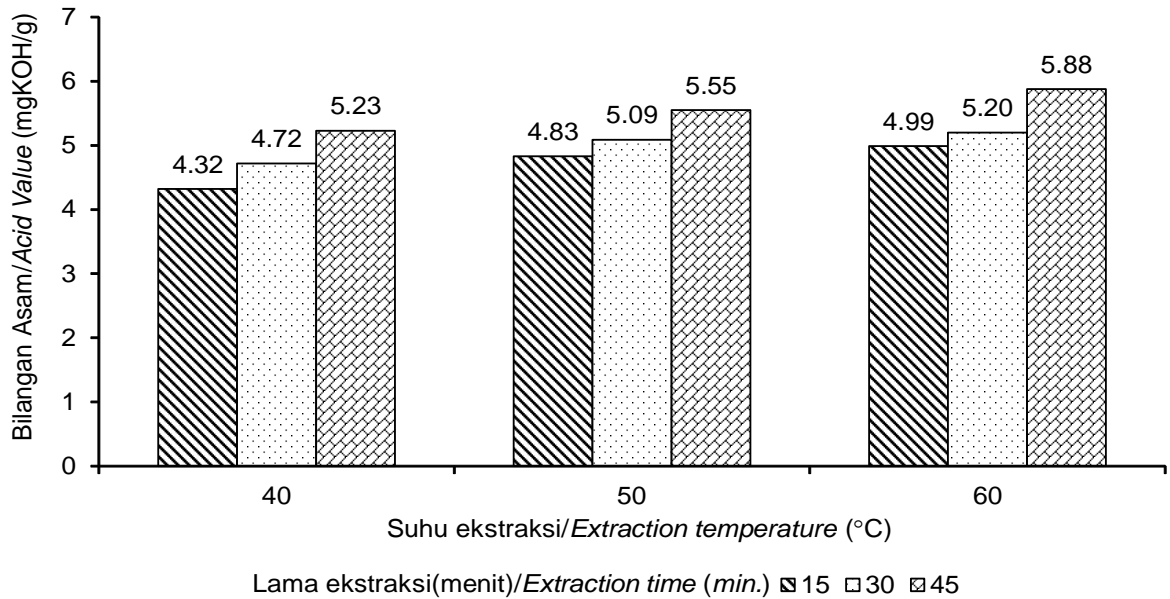
Bilangan asam minyak tulang yang diperoleh pada penelitian ini dengan metode *wet rendering* berkisar antara 4,32-5,88 mgKOH/g. Bilangan asam tertinggi didapatkan dari perlakuan suhu 60 °C selama 45 menit yaitu 5,88 mgKOH/g, sedangkan terendah pada perlakuan suhu 40 °C selama 15 menit yaitu 4,32 mgKOH/g (Gambar 2).

Menurut Rozi et al. (2016) nilai bilangan asam berkaitan erat dengan jumlah KOH yang digunakan untuk menetralkan 1 g minyak. Bilangan asam mempunyai hubungan dengan nilai asam lemak bebas (FFA). Bilangan asam didapatkan dengan perkalian konstanta 1,99 dengan nilai asam lemak bebas (FFA). Meningkatnya ketengikan minyak adalah karena perubahan triasilgliserida (TAG) menjadi asam lemak bebas dan gliserol.

Berdasarkan hasil analisis Duncan data metode *wet rendering*, semakin tinggi suhu ekstraksi maka bilangan asam yang dihasilkan semakin meningkat dan begitu pula dengan lama waktu ekstraksi. Selain itu, hasil analisis menunjukkan terdapat interaksi faktor suhu dan lama waktu yang berpengaruh secara signifikan terhadap bilangan asam ($p < 0,05$). Sesuai dengan hasil penelitian Nurjanah, Suseno dan Arifianto (2014) mengenai ekstraksi minyak ikan patin yang menyatakan bahwa interaksi antar faktor perlakuan suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap nilai bilangan asam ($p < 0,05$).



Gambar 1. Rendemen minyak tulang ikan tuna hasil perlakuan ekstraksi *wet rendering*
Figure 1. Yield of tuna fish oil from various *wet rendering* extraction treatments



Gambar 2. Bilangan asam minyak tulang ikan tuna hasil perlakuan ekstraksi *wet rendering*
 Figure 2. Acid value of tuna fish oil from *wet various rendering extraction treatments*

Estiasih, Ahmadi, Choirun dan Kusumastuti (2009) menyatakan bahwa “air dapat menyebabkan asam lemak terhidrolisis dari kerangka gliserol”, artinya minyak tulang ikan hasil perendaman cuka lontar memiliki asam lemak bebas yang lebih sedikit dibandingkan dengan minyak hasil metode *wet rendering*, namun masih lebih tinggi apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Ngadiarti, Kusharto, Briawan, Marliyanti dan Sayuthi (2013) sebesar 0.06 mgKOH/g - 0.14 mgKOH/g. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi bilangan asam minyak, di antaranya adalah komposisi minyak (Mohanarangan, 2012), metode ekstraksi, kesegaran bahan baku dan bahkan jenis ikan.

Minyak tulang ikan hasil *wet rendering* memiliki nilai bilangan asam yang belum memenuhi standar mutu IFOS (2011) yaitu maksimal 2,25 mg KOH/g, namun masih memenuhi standar SNI yaitu maksimal 3 mgKOH/g. Panagan, Yohandin dan Wulandari (2012) menyatakan bahwa kualitas minyak akan semakin rendah bila memiliki bilangan asam yang tinggi, begitu pula sebaliknya.

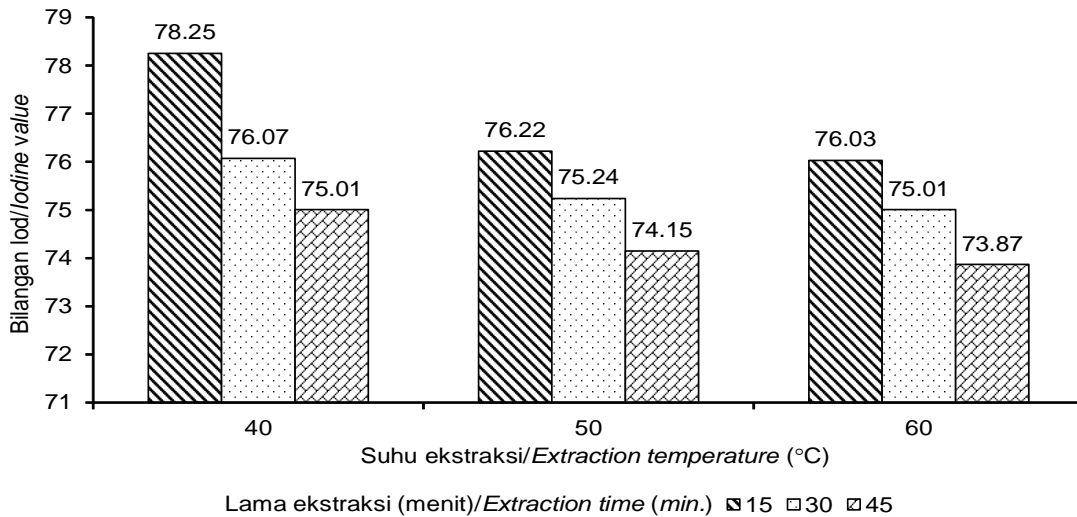
Bilangan Iod Minyak Tulang Ikan Tuna

Bilangan iod minyak tulang ikan tuna hasil *wet rendering* berkisar antara 73,87-78,25. Bilangan iod tertinggi dihasilkan dari perlakuan suhu 40 °C dengan waktu ekstraksi 15 menit dan terendah dihasilkan dari perlakuan suhu 60 °C dengan waktu ekstraksi 45 menit (Gambar 3). Dari hasil ini dapat dilihat bahwa seiring meningkat suhu ekstraksi, maka bilangan iod akan mengalami penurunan dan begitu pula sebaliknya.

Demikian juga dengan faktor lama waktu ekstraksi, semakin lama waktu ekstraksi maka bilangan iod akan semakin menurun. Berdasarkan hasil analisis, terdapat interaksi antara perlakuan suhu dan lama waktu terhadap bilangan iod secara signifikan ($p < 0,05$).

Minyak yang memiliki bilangan iod yang tinggi umumnya berwujud cair, sedangkan yang rendah umumnya berwujud padat. Minyak tulang ikan tuna hasil penelitian ini berwujud cair sehingga mengindikasikan memiliki asam lemak tak jenuh yang tinggi. Hal senada diungkapkan oleh Sitorus (2011) bahwa semakin tinggi bilangan iod minyak maka semakin tinggi pula derajat ketidakjenuhan minyak dan semakin lunak minyak tersebut, karena asam lemak jenuh biasanya padat dan asam lemak tidak jenuh adalah cair. Sedangkan menurut Sartika (2008) asam lemak yang mengandung lebih dari dua ikatan rangkap banyak ditemukan pada minyak ikan dan berwujud cair pada suhu ruangan dan bahkan tetap cair pada suhu dingin, karena memiliki titik leleh yang lebih rendah dibandingkan dengan *Mono Unsaturated Fatty Acid* (MUFA) atau *Saturated Fatty Acid* (SFA).

Bilangan iod hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Defandi (2015), yaitu minyak dari bagian kepala ikan tuna yang memiliki bilangan iod sebesar 102,78, bagian kulit sebesar 86,29 dan bagian tulang sebesar 87,15. Penelitian yang dilakukan oleh Tao, Zhou, Wang dan Liu (2010) yang menunjukkan bahwa minyak dari bagian orbital ikan tuna sirip kuning yang diekstrak menggunakan metode *supercritical carbon*



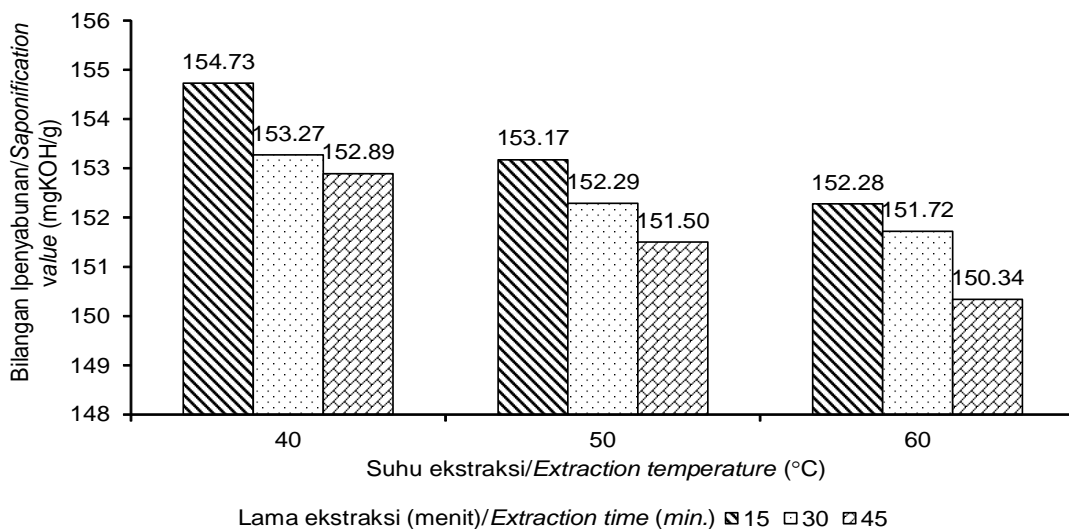
Lama ekstraksi (menit)/Extraction time (min.) ■ 15 □ 30 ▨ 45
 Gambar 3. Bilangan iod minyak tulang ikan tuna hasil perlakuan ekstraksi *wet rendering*
 Figure 3. Iodine value of tuna fish oil from various *wet rendering* extraction treatments

dioxide memiliki bilangan iod sebesar 192,19. Namun lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Nugroho, Ibrahim dan Riyadi (2014), bilangan iod minyak dari limbah ikan nila yang menyatakan bahwa berkisar antara 56,6-73,5.

Bilangan penyabunan minyak tulang ikan tuna

Bilangan penyabunan yang diperoleh pada penelitian ini dengan metode *wet rendering* berkisar antara 150,34-154,73 mgKOH/g. Bilangan penyabunan tertinggi didapatkan dari perlakuan suhu 40 °C lama waktu 15', sedangkan terendah dihasilkan pada perlakuan suhu 60 °C lama waktu 45' (Gambar 4).

Hasil analisis menunjukkan terdapat pengaruh signifikan ($p < 0,05$) dari perlakuan faktor suhu, lama waktu dan interaksi antara suhu dan lama waktu ekstraksi terhadap nilai bilangan penyabunan minyak tulang ikan tuna. Raharja, Suryadarma dan Oktavia (2011) melaporkan bahwa semakin tinggi bilangan penyabunan minyak maka semakin baik mutu minyak tersebut. Hal ini disebabkan karena semakin pendek rantai karbon maka asam lemak akan lebih mudah untuk dimetabolisir tubuh, sebaliknya jika rantai karbonnya panjang asam lemak hanya bisa dicerna oleh enzim lipase dengan bantuan asam empedu. Jadi dapat disimpulkan bahwa minyak dari tulang ikan tuna banyak mengandung asam lemak yang rantai karbonnya pendek dan terbilang cukup baik.



Lama ekstraksi (menit)/Extraction time (min.) ■ 15 □ 30 ▨ 45
 Gambar 4. Bilangan penyabunan minyak tulang ikan tuna hasil perlakuan ekstraksi *wet rendering*
 Figure 4. Saponification value of tuna fish oil from various *wet rendering* extraction treatments

Nilai bilangan penyabunan penelitian ini (*wet rendering*) lebih rendah dibandingkan dengan bilangan penyabunan minyak ikan limbah lemuru yang dilakukan oleh Raharja et al. (2011) yaitu sebesar 187,4 mg KOH/g. Menurut Departemen Pertanian (1983) bilangan penyabunan dari minyak ikan yaitu 188 mg KOH/g, sedangkan bilangan penyabunan pada minyak limbah ikan tuna cukup tinggi yang dikarenakan banyaknya kandungan asam lemak yang rantai karbonnya pendek.

Densitas minyak tulang ikan tuna

Rerata densitas minyak tulang ikan tuna hasil *wet rendering* berkisar antara 0,91- 0,95 g/ml³, densitas tertinggi didapatkan dari perlakuan 60 °C lama waktu 45 menit, sedangkan terendah didapatkan dari perlakuan 40 °C lama waktu 15 menit yang sama dihasilkan dengan *curing*.

Berdasarkan hasil uji densitas pada minyak tulang ikan tuna, didapatkan bahwa faktor suhu berpengaruh nyata terhadap nilai densitas, faktor lama waktu ekstraksi perlakuan 15 menit dan 30 menit berbeda nyata dengan lama waktu 45 menit. Semakin tinggi suhu dan lama waktu, maka densitas minyak tulang ikan tuna yang dihasilkan semakin tinggi.

Densitas minyak ikan erat kaitannya dengan nilai bilangan penyabunan, yaitu angka penyabunan menunjukkan berat molekul lemak dan minyak secara kasar. Minyak yang disusun oleh asam lemak berantai karbon yang pendek berarti mempunyai berat molekul yang relatif kecil, akan mempunyai angka penyabunan

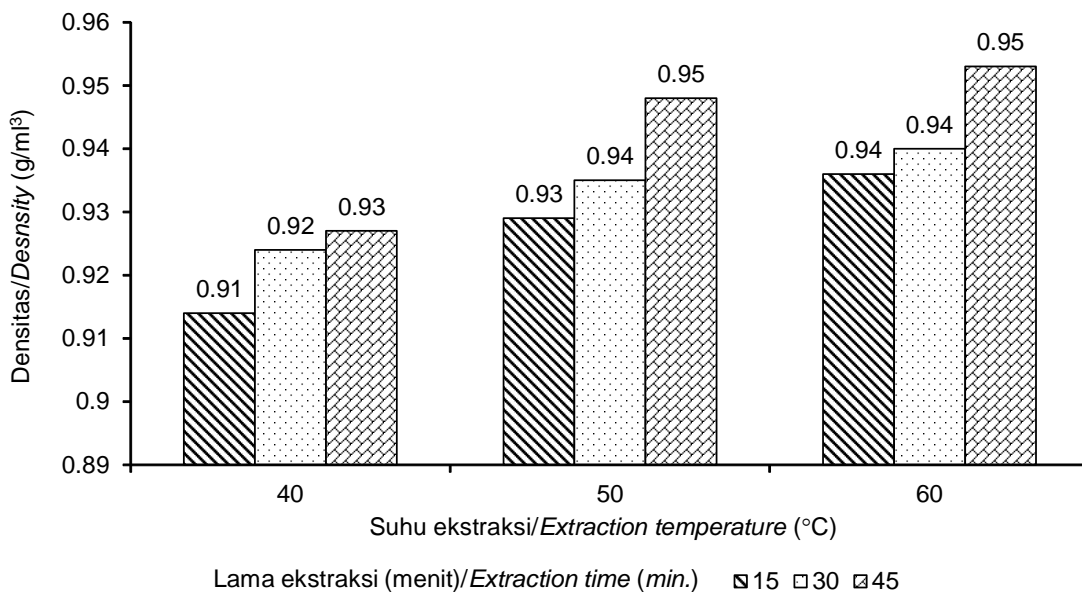
yang besar. Sebaliknya bila minyak mempunyai berat molekul yang besar, maka angka penyabunan relatif kecil.

Densitas minyak ikan dipengaruhi oleh banyak faktor, tidak hanya oleh metode ekstraksinya saja tetapi dapat dipengaruhi oleh sumber bagian tubuh yang diekstraksi. Seperti pada penelitian Defandi (2015) densitas minyak ikan tuna bagian kepala sebesar 0,88 g/ml³, kulit 0,92 g/ml³ dan pada tulang 0,93 g/ml³. Densitas minyak dari limbah ikan tuna ini ternyata tidak jauh berbeda dengan densitas minyak ikan pada umumnya, seperti hasil penelitan Wibawa, Listiyorini dan Fachriyah (2006) yang menyatakan bahwa densitas minyak ikan kembung yang berupa cairan kental berwarna merah kehitaman dan berbau amis pada suhu kamar sebesar 0,94 g/ml³. Nilai tersebut hampir sama dengan densitas minyak ikan pada umumnya yaitu sebesar 0,91 g/ml³ (Wibawa et al, 2006).

Metode *Curing* Menggunakan Cuka Lontar

Di Provinsi Nusa Tenggara Timur, nira lontar pada umumnya diolah menjadi gula merah, minuman segar dan minuman beralkohol. Disisi lain, nira lontar dapat diolah menjadi cuka lontar yang berfungsi sebagai larutan *curing* dalam ekstraksi minyak ikan.

Berdasarkan hasil ekstraksi *curing* dengan cuka lontar nilai rendemen minyak ikan berkisar antara 27,00% hingga 27,60% dan bilangan asam berkisar antara 3,01-3,22 mgKOH/g (Tabel 1). Hasil uji- t menunjukkan bahwa minyak tulang ikan yang



Gambar 5. Densitas minyak tulang ikan tuna hasil perlakuan ekstraksi *wet rendering*
 Figure 5. Density of tuna fish oil from various *wet rendering* extraction treatments

dihasilkan dari metode *wet rendering* pada perlakuan 40 °C 15 menit dan cuka lontar memiliki nilai bilangan asam yang berbeda secara signifikan pada taraf 5%.

Begitu pula hasil uji-t, terdapat perbedaan signifikan bilangan iod minyak hasil metode *wet rendering* pada perlakuan 40 °C 15 menit dengan hasil perendaman cuka lontar. Minyak tulang ikan hasil perendaman cuka lontar memiliki bilangan iod yang lebih tinggi yaitu sebesar 79,08 dibandingkan hasil metode *wet rendering* (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa minyak tulang ikan tuna hasil *wet rendering* memiliki asam lemak tak jenuh yang lebih sedikit atau ikatan rangkap pada asam lemak penyusunnya lebih sedikit daripada *curing* menggunakan cuka lontar sehingga derajat ketakjenuhannya lebih rendah.

Bilangan penyabunan minyak hasil metode *curing* menggunakan cuka lontar berkisar antara 187,23-189,22 mgKOH/g. Hasil uji t menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan nilai bilangan penyabunan minyak tulang ikan hasil metode *wet rendering* perlakuan 40 °C 15 menit dengan hasil perendaman cuka lontar pada taraf signifikansi 5%, yaitu bilangan penyabunan hasil perendaman cuka lontar lebih tinggi dibandingkan hasil *wet rendering* (Tabel 1).

Densitas minyak tulang ikan tuna hasil metode perendaman cuka lontar memiliki rerata yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil *wet rendering* pada perlakuan 40 °C 15 menit yaitu berkisar antara 0,91-0,93 g/ml³. Berdasarkan uji- t, terdapat perbedaan signifikan nilai densitas minyak tulang ikan hasil metode *wet rendering* dengan hasil perendaman cuka lontar pada taraf signifikansi 5% (Tabel 1).

Profil asam lemak minyak tulang ikan tuna

Profil asam lemak minyak tulang ikan tuna dianalisis menggunakan kromatografi gas, adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil uji menunjukkan minyak hasil *curing* dengan cuka lontar memiliki kandungan MUFA, PUFA, Omega 3, Omega 6, EPA dan DHA yang lebih tinggi dibandingkan hasil ekstraksi *wet rendering* perlakuan 40 °C 15 menit. Artinya, minyak hasil ekstraksi *curing* dengan cuka lontar memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh yang lebih banyak dibanding *wet rendering* perlakuan 40 °C 15 menit.

Komponen asam lemak minyak tulang ikan tuna yang teridentifikasi sebanyak 29 jenis, sedangkan asam lemak minyak kepala ikan tuna teridentifikasi sebanyak 15 jenis (Renuka et al., 2016) dan 14 jenis pada ikan Skipjack tuna atau yang kita kenal dengan nama cakalang (Mahaliyana et al., 2015). Artinya asam lemak minyak tulang ikan tuna lebih bervariasi, dibandingkan dengan minyak kepala tuna maupun jenis ikan cakalang. Hal ini menunjukkan bahwa sumber bahan baku diduga mempengaruhi komposisi jenis asam lemak minyak ikan. Hal senada dikemukakan oleh Saito et al. (2005) yang melakukan penelitian terhadap ikan *Thunnus tonggol* (*Blekker*) pada jaringan daging putih, daging merah, hati, *pyloric caecum* dan isi perut. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa jaringan tubuh berpengaruh terhadap variasi komponen asam lemak meskipun dalam satu tubuh jenis ikan.

Komponen asam lemak omega 3 tertinggi pada minyak hasil dua metode ekstraksi pada penelitian ini masing- masing adalah DHA (C22:6n3) *wet*

Tabel 1. Perbandingan sifat fisika kimia minyak tulang ikan tuna menggunakan metode ekstraksi *curing* cuka Lontar dan metode *wet rendering*

Table 1. Comparison of the physico chemical properties of tuna bone oil using lontar vinegar curing extraction and wet rendering method

Karakteristik Fisika Kimia/ <i>Physico Chemical Characteristics</i>	Metode <i>Curing</i> dengan Cuka Lontar/ <i>Curing Method with Lontar Vinegar</i>	Metode <i>Wet Rendering</i> (40 °C, 15 menit)/ <i>Wet Rendering Method (40 °C, 15 min.)</i>
Rendemen/ <i>Yield</i> (%)	27.33 ± 0.31	25.23 ± 0.25
Bilangan asam/ <i>Acid value</i> (mgKOH/g)	3.14 ± 0.12	4.32 ± 0.01
Bilangan Iod/ <i>Iodine Value</i>	79.08 ± 0.33	78.25 ± 0.03
Bilangan Penyabunan/ <i>Saponification value</i> (mgKOH/g)	188.3 ± 1.00	154.89 ± 0.58
Densitas/ <i>Density</i> (g/ml ³)	0.92 ± 0.01	0.91 ± 0.00

Tabel 2. Profil asam lemak minyak tulang ikan tuna hasil ekstraksi *wet rendering* dan *curring* menggunakan cuka lontar (% w/w)

Table 2. Fatty acids profile of tuna oil from *wet rendering* and *curring* method using lontar vinegar (% w/w)

Asam Lemak/ Fatty Acid	Ekstraksi Basah (40 °C, 15 menit)/ Wet Rendering (40°C, 15 min.)	Perendaman Cuka Lontar/ Curring in Lontar Vinegar
Asam Laurat/Lauric Acid, C12:0	0.03	0.03
Asam Tridekanoat/Tridecanoic Acid, C13:0	0.02	0.02
Asam Miristat/Myristic Acid, C 14:0	1.72	2.05
Asam Miristoleat/Myristoleic Acid, , C14:1	0.03	0.04
Asam Pentadekanoat/Pentadecanoic Acid, C15:0	0.51	0.55
Asam Palmitat/Palmitic Acid, C16:0	14.09	14.41
Asam Lemak Palmmitoleat/Palmitoleic Acid, C16:1	2.78	3.40
Asam Heptadekanoat/Heptadecanoic Acid , C17:0	0.83	0.86
Asam Cis-10 Heptadekanoat/Cis-10-Heptadecanoic Acid, ,	0.09	0.11
Asam Stearat/Stearic Acid, C18:0	5.00	5.01
Asam Elaidat/Elaidic Acid, , C18:1n9t	0.10	0.09
Asam Oleat/Oleic Acid, C18: 1n9c	9.46	10.01
Asam Linoleat/Linoleic Acid, C18: 2n6c	0.84	1.09
Asam Arakidat/Arachidic Acid, C120:0	0.27	0.32
Asam γ - linoleate/ γ -Linolenic Acid, , C18: 3n6	0.07	0.09
Asam Cis-11- Eikosenoat/Cis-11-Eicosenoic Acid, C20:1	0.60	0.69
Asam Linoleat/Linolenic Acid, C18:3n3	0.28	0.28
Asam Heneikosanoat/Heneicosanoic Acid, , C21:0	0.06	0.06
Asam Cis-11,14-eikosedienoat/Cis-11,14-Eicosedienoic Acid, C20:2	0.24	0.24
Asam Behenik/Behenic Acid, , C22:0	0.17	0.17
Asam Cis – 8, 11, 14 – Eikosatrienoat/Cis-8,11,14- Eicosetrienoic Acid, C20:3n6	0.11	0.12
Asam Arakidonat/Arachidonic Acid, C20:4n6	1.75	1.94
Asam Trikosanoat/Tricosanoic Acid, , C23:0	0.06	0.07
Asam Cis-13,16- _Dokosadienoat/Cis-13,16-Docosadienoic Acid, C22:2	0.02	0.03
Asam Lignoserat/Lignoceric Acid, , C24:0	0.16	0.16
Asam Cis-5,8,11,14,17- Eikosapentaenoat/Cis-5,8,11,14,17- Eicosapentaenoic Acid, C20:5n3	3.67	4.37
Asam Nervonat/Nervonic Acid, , C24:1	0.38	0.37
Asam Cis-4,7,10,13,16,19- Dokosaheksaenoat/Cis- 4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic Acid, C22:6n3	20.50	23.81
SFA	22.92	23.71
MUFA	13.34	14.62
PUFA	27.80	31.97
Ω -3	24.45	28.46
Ω -6	2.77	3.24
EPA	3.67	4.37
DHA	20.50	23.81
PUFA/SFA	1.21	1.34
Ω -6/ Ω -3	0.11	0.11
EPA + DHA	24.17	28.18

Keterangan/Notes :

- SFA : Saturated Fatty Acid
- MUFA : Mono Unsaturated Fatty Acid
- PUFA : Poly Unsaturated Fatty Acid
- EPA : Eicosa Pentaenoic Acid
- DHA : Docosa Hexaenoic Acid

rendering pada perlakuan 40 °C 15 menit sebesar 20,50% dan cuka lontar 23,81%. Begitu pula hasil beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa asam lemak esensial didominasi oleh kandungan DHA. Pada minyak kepala tuna hasil ekstraksi menggunakan metode Folch, Lees, dan Sloane-Stanley (1957), asam lemak didominasi oleh DHA (C22: 6n3) sebanyak 36,72% (Renuka et al., 2016). Hasil serupa ditunjukkan dari penelitian Mahaliyana et al. (2015), yaitu komponen DHA minyak ikan jenis *skipjack tuna* (cakalang) sebesar 35,66% lebih tinggi dibanding EPA sebesar 4,74%.

Tao, Zhou, Wang dan Liu (2010) melaporkan bahwa DHA minyak ikan yang bersumber dari daging orbital ikan tuna sirip kuning (*yellowfin tuna* atau *thunnus albacares*) yang diekstrak menggunakan metode *supercritical carbon dioxide* sebesar 27,10%. Hasil penelitian Rasmussen, Morrissey dan Roblero (2008) menginformasikan bahwa kandungan DHA ikan tuna albacore (*Thunnus alalunga*) sebesar 33,80%, sedangkan penelitian Wheeler dan Morrissey (2008) menunjukkan bahwa masing-masing bagian tubuh ikan tuna albacore (kepala, kulit, tulang, ekor, daging dan jeroan) rata-rata mengandung DHA 40,00%. Perbedaan kandungan DHA tersebut dipengaruhi oleh jenis ikan tuna, metode ekstraksi dan musim penangkapan (Boran & Karacam, 2011; Minarny, Purnomo, Asriani & Rosyidi, 2014; Swapna, Rai, Bhaskar & Sachindra, 2010).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa asam lemak tertinggi pada minyak tulang tuna adalah jenis palmitat (C16:0), yaitu hasil ekstraksi *wet rendering* pada perlakuan 40 °C 15 menit sebesar 14,09% dan hasil perendaman cuka lontar sebesar 14,41%. Hal senada dinyatakan oleh Minarny et al. (2014) bahwa ikan tuna mengandung palmitat sebesar 32,60%. Sebagian besar SFA (*Saturated Fatty Acid*) didominasi oleh jenis palmitat dengan kisaran jumlah yang berbeda- pada setiap jenis ikan, seperti hasil penelitian Ferdosh et al. (2014). pada ikan jenis *Thunnus tonggol*, *Euthynnus affinis* dan *Auxis thazard* yaitu sebesar 21,30-31,00%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode ekstraksi *wet rendering* terbaik terdapat pada perlakuan 40 °C 15 menit dengan masing-masing nilai karakteristik fisika kimia sebagai berikut rendemen 25,23%, bilangan asam 4,32 mgKOH/g, bilangan iod 78,25, bilangan penyabunan 154,89 mgKOH/g dan densitas 0,91 g/ml³.

2. Karakteristik sifat fisika kimia minyak tulang ikan tuna yang diekstrak menggunakan metode *curing* cuka lontar memiliki bilangan asam sebesar 3,14 mg KOH/g, iod sebesar 79,08, penyabunan sebesar 188,30 mg KOH/g dan densitas sebesar 0,92 g/ml³ lebih baik dibandingkan metode *wet rendering* pada perlakuan 40 °C 15 menit, meskipun nilai rendemennya lebih rendah yaitu 27,33%.
3. Asam lemak yang terkandung dalam minyak tulang ikan tuna terdiri dari 27 jenis. Asam lemak minyak hasil *wet rendering* pada perlakuan 40°C 15 menit meliputi asam palmitat sebesar 14.09% (SFA), asam oleat 9.46% (MUFA) dan DHA sebesar 20.50% (PUFA), sedangkan minyak tulang ikan tuna hasil *curing* cuka lontar mengandung asam palmitat sebesar 14.41% (SFA), asam oleat 10.01% (MUFA) dan DHA sebesar 23.81% (PUFA).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbangda) Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) yang telah membiayai penelitian ini melalui DPA SKPD TA 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2012). Official methods of analysis of the association agricultural chemists. Published by The Association of Analytical Chemist. Inc.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2006) Official methods of analysis. 18th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburgs, MD
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2005). Official method of analysis of the association of official analytical of chemist. Arlington. Virginia. USA. Published by The Association of Analytical Chemist. Inc.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (1995). Official methods of analysis. Washington: Published by The Association of Analytical Chemist. Inc.
- International Fish oils standar (IFOS). (2011). Fish oil purity standars. <http://omegavia.com>.
- Ahmed, R., Haq, M., Cho, Y., & Chun, B. S. (2017). Quality evaluation of oil recovered from by-products of bigeye tuna using supercritical carbon dioxide extraction. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic*, 17(4), 663-672. doi: 10.4194/1303-2712-v17_4_02.
- Aryee, A. N. A. A., & Simpson, B. K. (2009). Comparative studies on the yield and quality of solvent-extracted oil from salmon skin. *Journal of Food Engineering*, 92(3), 353-358. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.12.011>

- Basmal, J. (2010). Ikan Gindara (*Lepidocybium flavobrunneum*) sebagai sumber asam lemak esensial. *Jurnal Squalen*, 5(3), 99-107.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2017). *Nusa Tenggara Timur dalam Angka*. Diambil dari <https://ntt.bps.go.id/>
- Boran, G., Karacam, H. (2011). Seasonal changes in proximate composition of some fish species from the black sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 01-05. DOI: 10.4194/trjfas.2011.0101
- Crexi, V. T., Monte, M. L., Soares, L. A. D., & Pinto, L. A. A. (2010). Production and refinement of oil from carp (*Cyprinus carpio*) viscera. *Journal of Food Chemistry*, 119(2010), 945-950. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.07.050.
- Defandi, F. (2015). Sifat fisiko kimia minyak ikan dari limbah pengolahan ikan tuna (*Thunnus sp.*). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas; Padang.
- Diana, F.M. (2012). Omega 3. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2), 113-117. doi : <https://doi.org/10.24893/jkma.6.2.113-117.2012>
- Edison. (2010). Komposisi asam lemak ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan baung (*Macrones nemurus*) Budidaya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 13(2), 96-104.
- Estiasih, T., Ahmadi, K., Choirun, F., Kusumastuti, F. (2009). Optimasi kondisi pemurnian asam lemak omega-3 dari minyak hasil samping penepungan tuna (*Thunnus sp.*) dengan kristalisasi urea. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 20(2), 135-142.
- Estiasih, T., Nisa, F. C., Kgs Ahmadi., & Umiatun. (2005). Optimasi pematatan cepat pada pengayaan minyak ikan hasil samping pengalengan lemuru dengan asam lemak Omega3 menggunakan permukaan respon. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 16(3), 230-238. doi: <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=84606&val=205&title=>
- Ferdosh, S., Sarker, Z. I., Norulaini, N., Oliveira, A., Yunus, K., Chowdury, A. J., Akanda, J., & Omar, M. (2014). Quality of tuna fish oils extracted from processing the by-products of three species of neritic tuna using supercritical carbon dioxide. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(4), 432-441.
- Folch, J., Lees, M., & Sloane-Stanley, G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Bio Chemistry*, 226(1), 497-509.
- Handajani, S., Manuhara, G. J., & Anandito, R. B. K. (2010). Pengaruh suhu ekstraksi terhadap karakteristik fisik, kimia dan sensoris minyak wijen (*Sesamum Indicum L.*). *Jurnal Agritech*, 30(2), 116-122. Doi: <https://doi.org/10.22146/agritech.9682>
- Hastarini, E., Fardiaz, D., Irianto, H. E., & Budijanto, S. (2102). Karakteristik minyak ikan dari limbah pengolahan filet ikan patin siam (*Pangasius Hypophthalmus*) dan patin jambal (*Pangasius Djambal*). *Jurnal Agritech*, 32(4) 403 – 410.
- Huli, L.O., Suseno, S.H., & Santoso, J. (2014). Kualitas minyak ikan dari kulit ikan swangi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(3), 233-242.
- Hulu, D. P., Suseno, S. H., & Uju. (2017). Peningkatan mutu minyak ikan sardin dengan degumming menggunakan larutan NaCl. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 199-210.
- Ilza, M., Siregar, Y.I. (2015). Sosialisasi penambahan minyak perut ikan jambal siam dan minyak ikan kerapu pada bubur bayi untuk memenuhi standar Omega 3 dan Omega 6. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(3), 262- 275. doi: 10.17844/jphpi.2015.18.3.262.
- Istiqlaal, S. (2017). Proximate levels of bone bluefin tuna fish as gelatinization by product. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 11(4), 12-17. doi: 10.9790/2402-1104021217.
- Istiqlaal, S. (2016). *Optimasi pembuatan gelatin dari tulang ikan tuna menggunakan asam lontar (Borassus flabellifer linn)*. Laporan Akhir Penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur, Kupang.
- Jacob, A.M., Suptijah, P., & Kristantina, W. A. (2015). Komposisi asam lemak, kolesterol, dan deskripsi jaringan fillet ikan kakap merah segar dan goreng. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(1), 99-107. doi : 10.17844/jphpi.2015.18.1.98
- 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 (*Pangasius Hypophthalmus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3), 196 – 205. doi: 10.17844/jphpi.2016.19.3.196.
- Kim, S. K., & Wijesekara, I. (2010). Development and biological activities of marine derived bioactive peptides. *Journal of Functional Foods*, 2(1), 1-9. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.01.003>.
- Mahaliyana, A. S., Jinadasa, B. K. K. K., Liyanage, N. P. P., Jayasinghe, G. D. T. M., & Jayamannel, S. C. (2015). Nutritional composition of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught from the Oceanic Waters around Sri Lanka. *American Journal of Food and Nutrition*, 3(4) , 106-111. Doi :10.12691/ajfn-3-4-3.
- Minarny, G., Purnomo, H., Asriani & Rosyidi, D. (2014). Fatty acid profile of fish Central Sulawesi, Indonesia. *International Food Research Journal*, 21(3), 979-983.
- Mohanarangan, A. B. (2012). Extraction of omega-3 fatty acids from Atlantic herring (*Clupea herengus*). *Tesis*. Dalhousie University. Halifax, Nova Scotia.
- Ngadiarti, I., Kusharto, C. M., Briawan, D., Marliyanti, S. A., & Sayuthi, D. (2013). Kandungan asam lemak dan karakteristik fisiko-kimia minyak ikan lele dan minyak ikan lele terfermentasi. *Jurnal Penelitian dan Gizi Masyarakat*, 36(1), 82-90.
- Nugroho, A. J., Ibrahim, R., & Riyadi, P. H. (2014). Pengaruh perbedaan suhu pengukusan (*Steam Jacket*) terhadap kualitas minyak dari limbah usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 21-29.
- Nurjanah, Suseno, S.H., & Arifianto, T.B. (2014). Ekstraksi dan karakterisasi minyak dari kulit ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Depik*, 3(3), 250-262.

- Panagan, T. A., Yohandini, H., & Wulandari, M. (2012). Analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh Omega-3, Omega-6 dan karakterisasi minyak ikan patin (*Pangasius pangasius*). *Jurnal Penelitian Sains*, 3(c), 102-106.
- Purwaningsih, S., Salamah, E., & Dewantoro. (2014). Komposisi kimia dan asam lemak ikan glodok akibat pengolahan suhu tinggi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(2), 165-174.
- Raharja, S., Suryadarma, P., & Oktavia, T. (2011). Hidrolisis enzimatis minyak ikan untuk produksi asam lemak Omega-3 menggunakan lipase dari *Aspergillus niger*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 22(1), 64-72.
- Rasmussen, R. S., Morrissey, M. T., & Roblero, J. (2008). Fatty acid composition of U.S. West Coast albacore tuna (*Thunnus alalunga*) and the effects of canning and short term. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 17(4), 441-458. Doi: <https://doi.org/10.1080/10498850802369211>.
- Renuka, V., Ananda, R., Suseela, M., Ravishankar, C.N., & Sivaran, G. K. (2016). Fatty acid profile of yellowfin tuna eye (*Thunnus albacares*) and oil sardine muscle (*Sardinella longiceps*). *Journal of Fishery Technology*, 53(2016), 151-154.
- Rozi, A., Suseno, S. H., & Jacoeb, A. M. (2016). Ekstraksi dan karakterisasi minyak hati cucut pisang. *Jurnal Pengolahan Hasil perikanan Indonesia*, 19(2), 100-109. Doi: [10.17844/jphpi.2016.19.2.100](https://doi.org/10.17844/jphpi.2016.19.2.100).
- Sahena, F. I. S. M., Zaidul, N. N. A., Norulaini, S., Jinap, M. H. A. J. & Omar, M. A. K. (2014). Storage stability and quality of polyunsaturated fatty acid rich oil fraction from Longtail tuna (*Thunnus tonggol*) head using supercritical extraction. *CyTA - Journal of Food*, 12(2), 183-188, doi: [10.1080/19476337.2013.811296](https://doi.org/10.1080/19476337.2013.811296).
- Saito, H., Seike, Y., Loka, H., Tanaka, M., Takashima, A., Keriko, J.M., Kose, & Souza, J.C.R. (2005). High docosahexaenoic acid levels in both neutral and polar lipids of a highly migratory fish: *Thunnus tonggol*(Bleeker). *Journal Lipids*, 40(941). Doi: <https://doi.org/10.1007/s11745-005-1455-4>.
- Sarker, M. Z. I., Selamat J., Habib, A. S. M. A., Ferdosh, S., Akanda, M. J. H., & Jaffri, J. M. (2012). Optimization of supercritical CO₂ extraction of fish oil from viscera of african catfish (*Clarias gariepinus*). *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 11312-11322. doi:10.3390/ijms130911312
- Sartika, R. A. D. (2008). Pengaruh asam lemak jenuh, tidak jenuh dan asam lemak trans terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 2(4), 154-160.
- Sathviel, S., Prinyawiwatkul, W., King, J.M., Grimm, C.C., & Lloyd, S. (2008). Oil production from catfish viscera. *Journal Am. Oil Chem. Soc.*, 80 (4), 277-382.
- Sitorus, (2011). *Faktor-faktor yang mempengaruhi bilangan iodium dan tabel SNI bilangan iodium*. Pendidikan Teknologi Kimia Industri. Medan.
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1993). *Prinsip dan prosedur statistika suatu pendekatan biometrik*. Terjemahan. Jakarta : PT. Gramedia.
- Susanto, F., & Fahmi, A. S. (2012). Senyawa fungsional dari ikan aplikasinya dalam pangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(4), 95- 102.
- Swapna, H.C., Rai, A.K., Bhaskar, N., & Sachindra, N.C. (2010). Lipid classes and fatty acid profile of selected Indian fresh water fishes. *Journal Food Science Technology*, 4(74), 394-400. Doi: [10.1007/s13197-010-0065-6](https://doi.org/10.1007/s13197-010-0065-6).
- Taati, M.M., Shabanpour, B., & Ojagh, M. (2018). Investigation on fish oil extraction by enzyme extraction and wet reduction methods and quality analysis. *Journal of Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation Bioflux*, 11(1), 83-90. Doi: <http://www.bioflux.com.ro/aacl>.
- Tao, N., Zhou, M., Wang, X., & Liu, Y. (2010). *Extraction of yellowfin tuna (Thunnus albacares) orbital oil by supercritical carbon dioxide*. Transactions of the ASABE. 53(5), 1673-1677. Doi: [10.13031/2013.34888](https://doi.org/10.13031/2013.34888).
- Wibawa, P. J., Listiyorini, D., & Fachriyah, E. (2006). Penentuan komposisi asam lemak ekstrak minyak ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) dengan Gc- Ms dan uji toksisitasnya menggunakan metode Bsl. *Jurnal Sains & Matematika*, 14(4), 169- 174.
- Wheeler, S.C., & Morrissey, M.T. (2008). Quantification and distribution of lipid, moisture, and fatty acids of west coast albacore tuna (*Thunnus alalunga*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 12(2), 3-16. Doi: https://doi.org/10.1300/J030v12n02_02.