

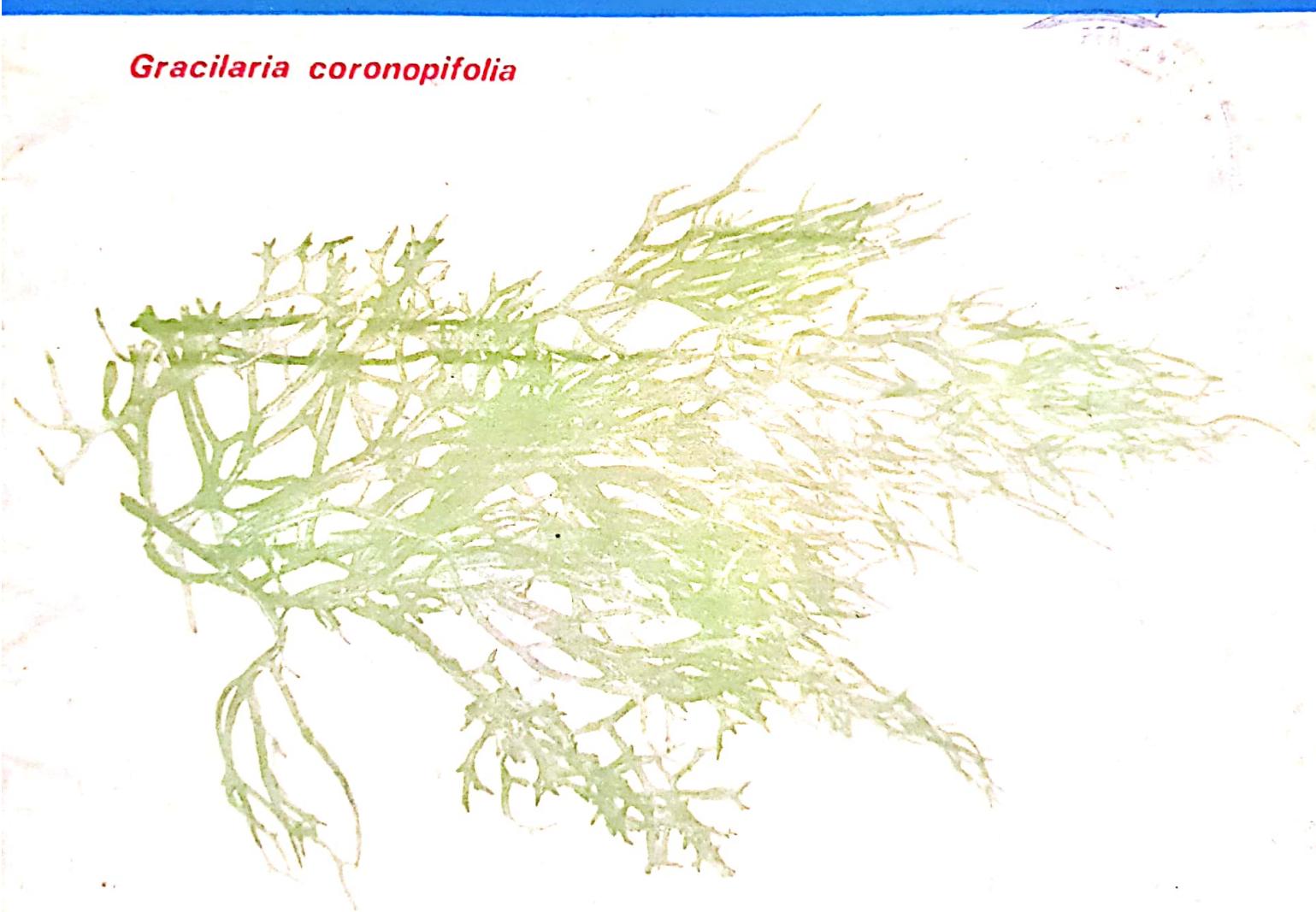
ISSN 0852 - 1840



JURNAL FAKULTAS PERIKANAN

VOLUME II NOMOR 2, 1993

Gracilaria coronopifolia



UNIVERSITAS SAM RATULANGI
MANADO

JURNAL FAKULTAS PERIKANAN UNIVERSITAS SAM RATULANGI

Terbit empat kali dalam setahun (Januari, April, Juli, Oktober)

Pemimpin Umum : Dekan Fakultas Perikanan, Ir. Marthen Rondo, M.Sc,
Penanggung Jawab/Pemimpin Redaksi : DR. Ir. Bambang Soeroto,
M.Sc, Sekretaris : Dra. Vonne Lumenta, **Anggota Redaksi** : DR. Ir. I Ketut
M.Sc, DR. Ir. R. M. Rompas, M.Agr, Ir. Eddy Mantjoro, M.Sc, Ir. Elof
Suwetja, M.Sc, DR. Ir. John S. Kekenus, MS, Ir. Bertie Kaseger, MS, Ir.
M. Katiandagho, M.Sc, Ir. Gybert E. Mamuya, D.Ing, Ir. Cysca Lumenta, DEA, Ir. Max Maanema, SU,
Ir. Emil Reppie, M.Sc, **Produksi/Distributor** : Ir. Otniel Pontoh, Ir. Victor N.
R. Watung, Drs. Tonny Tumewu.

Semua surat dan naskah dialamatkan kepada **Pimpinan Redaksi Jurnal
Fakultas Perikanan Universitas Sam Ratulangi**.

Alamat : **Fakultas Perikanan UNSRAT**
Kampus Bahu Unsrat, Manado - 95115

DAFTAR ISI

Kemampuan karang menangkal deposisi sedimen bahan in-organik Marthen Rondo	1
IMP-Value as a quality index for dried-salted fish. I Ketut Suwetja	6
Telaah pelet kecipir terhadap pertumbuhan pasca larva udang windu (<i>Penaeus Monodon</i> , Fab) dalam wadah terkontrol. D. S. J. Paransa & Sysca Lumenta	13
Pepadatan, pola penyebaran dan keanekaragaman rumput laut di pantai Kalasey, Sulawesi Utara F. B. Manginsela, M. S. Salaki, E. N. Bataragoa, Y. K. Rangan, J. D. Lalita, Anita Lintang	20
Pengaruh iklim, Lingkungan dan masa air laut Banda terhadap kondisi perairan teluk Waisarisa. M. Salam Tarigan & S. A. Yusuf	26
Kondisi hidrologi perairan Kai Besar, Tayandu dan Heniaar, Maluku Tenggara dalam kaitannya dengan kehidupan biota laut tertentu pada musim peralihan II. Abd. Wahab Radjab & L. F. Wenno	38
Kemungkinan pemanfaatan minyak ikan Indonesia untuk konsumsi manusia. Hari Eko Irianto	45
Pengaruh warna cahaya lampu terhadap hasil tangkapan cumi-cumi (<i>Loligo spp.</i>) dengan alat tangkap "JIGS" di teluk Galela, Maluku Utara. M. S. Hamzah & O. K. Sumadhiharga	55
Penelitian pendahuluan beberapa aspek biologi ikan cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>) di perairan sekitar pulau Seram Selatan dan pulau Nusa Laut Nurdin Manik	63

KEMUNGKINAN PEMANFAATAN MINYAK IKAN INDONESIA UNTUK KONSUMSI MANUSIA

Oleh

Hari Eko Irianto*)

Abstract

Indonesia has a good prospect as a fish oil producer and this is shown by the fact that Indonesia has exported fish oil. This experiment was aimed to reveal the fish oil produced by fish oil processors in Muncar (Banyuwangi) dan Negara (Bali). The possibility of the use of the Indonesian fish oil for human consumption is also discussed.

The survey indicated that fish oil could be produced from fish meal and canned fish processing. Omega-3 fatty acid content of the oil was relatively high. The fish oil quality collected from the canneries was better than that obtained from the fish meal producers. In general the Indonesia fish oil needs further treatments to meet requirements for human consumption.

PENDAHULUAN

Konsumsi minyak ikan bagi orang sehat sampai saat ini masih merupakan hal yang asing bagi konsumen Indonesia. Walaupun minyak ikan telah sering diberikan oleh dokter kepada pasien sebagai sumber vitamin A. Manfaat minyak ikan bagi kesehatan manusia telah banyak dilaporkan, diantaranya dapat dipakai untuk mencegah atau menyembuhkan penyakit jantung, penyempitan pembuluh darah, tekanan darah tinggi, kurangnya kemampuan ketahanan tubuh (immune system deficiency), rematik, asma, kanker, penyakit kulit, diabetes, "stroke" dan lain-lain (Robinson *et al* 1985 : Niazi, 1987 : Nettleton, 1987 Anonymous, 1987 : Pigott and Tucker, 1987 Anonymous, 1987; Kinderlerer, 1989 : Stansby, 1990 : Simopoulos, 1991).

Perkembangan penelitian-penelitian hubungan manfaat minyak ikan dengan berbagai penyakit dimulai setelah adanya penemuan dari penelitian terhadap bangsa eskimo di Greenland. Dimana bangsa eskimo jarang sekali terkena penyakit jantung. Walaupun mereka makan makanan yang mengandung lemak dan protein hewani yang tinggi. Jarangnya bangsa eskimo terkena penyakit jantung dihubungkan dengan tingginya tingkat konsumsi ikan laut, yang kaya akan asam lemak omega-3 (Carrol, 1986 : Burr, 1991). Asam lemak omega-3 inilah yang diduga berperan penting di dalam pencegahan dan penyembuhan berbagai penyakit.

Produksi minyak ikan Indonesia tidak diketahui secara pasti. Tetapi Indonesia pada tahun 1990 telah mengeksport sekitar 1.170 ton dengan nilai sebesar US\$ 11 juta (Dit.Jen..1991). Masalah yang umum di dalam konsumsi minyak ikan adalah baunya yang keras dan tidak menarik.

*) Sub Balai Penelitian Perikanan Laut Slipi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian JAKARTA

TUJUAN

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui mutu minyak ikan Indonesia, khususnya yang diproduksi di Muncar dan Bali, dan mengkaji kemungkinan pemanfaatannya.

METODA

Pengambilan Contoh Minyak Ikan

Contoh minyak ikan dikumpulkan dari 19 perusahaan pengolah tepung ikan dan ikan kaleng di Muncar (Banyuwangi) dan Bali (lampiran 1). Di dalam penyajian data, nama pabrik yang di survey hanya dicantumkan dalam bentuk kode (A - Q), hal ini untuk menjaga kerahasiaan perusahaan dan sesuai dengan permintaan petugas Dinas Perikanan. Contoh minyak ikan tersebut dikemas dalam botol polipropilen dan untuk mencegah kerusakan minyak ikan akibat oksidasi ditambahkan antioksidan BHA sebanyak 200 ppm. Selain itu selama pengambilan contoh juga dilakukan wawancara dengan pengelola perusahaan yang bersangkutan dengan contoh yang diambil, yaitu mengenai proses produksi dan bahan mentah yang digunakan.

Analisa Minyak Ikan

Terhadap contoh minyak ikan dilakukan analisa asam lemak bebas, profil asam lemak, refractive index, absorbansi warna, warna visual dan bau. Kandungan asam lemak bebas ditentukan dengan menggunakan metoda Fernandez (1986) yang dinyatakan dalam % asam oleat. Profil asam lemak ditentukan dengan menginjeksikan hasil esterifikasi minyak ikan ke Hawlett - Packard Carillary gas chromatography Model 5890 Series II. Modifikasi dari metoda yang dikembangkan oleh van Wijngaarden (1966) diterapkan untuk esterifikasi asam lemak. Bellingham Stanley Refractometer (Bellingham + Stanley Limited, Inggris) dipakai untuk mengukur nilai refractive index dari minyak ikan. Metoda yang dikembangkan oleh Fernandez (1986) digunakan untuk menentukan absorbansi warna minyak ikan. Warna visual diamati oleh seorang panelis yang mempunyai kemampuan tinggi di dalam membedakan warna. Sedangkan bau minyak ikan dinilai oleh tujuh orang panelis yang telah ditraining sebelumnya dan penilaian dilakukan dengan uji hedonik menggunakan sembilan skala (1 = tidak amis/tidak ada bau menusuk : 9 = sangat amis/sangat menusuk baunya).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Produksi Minyak Ikan

Minyak ikan dapat dihasilkan dari dua proses pengolahan, yaitu dari pengolahan tepung ikan dan pengolahan ikan kaleng dan ternyata minyak ikan merupakan hasil

Pemanfaatan minyak ikan

samping dari kedua proses pengolahan. Lima perusahaan yang menghasilkan minyak ikan dari hasil samping proses pengalengan.

Pada pengolahan tepung ikan, minyak ikan diperoleh dengan cara memisahkan bagian minyak dari cairan hasil pengepresan. Sedangkan pada proses pengalengan minyak ikan didapat dengan memisahkannya dari cairan yang dikeluarkan selama tahap pre-cooking.

Analisa Kimia Fisik Dan Organoleptik Minyak Ikan

Hasil analisa kimia, fisik dan organoleptik minyak ikan diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Kimia, Fisik Dan Organoleptik Minyak Ikan

Pabrik penghasil	Bahan Mentah/Asal Minyak	Mutu Minyak	Asam Lemak bebas (% asam oleat)	Refractive Index	Absorbansi pada 490 nm	Warna Visual	Nilai
Minyak Ikan	Ikan	Ikan	(% asam oleat)				
A	L/TI	-	0,08	1,4785	1,45	Oranye kekuningan	7,86
B	L/TI	-	5,34	1,4780	1,81	Coklat	7,14
C (trad)	L/TI	-	5,42	1,4780	2,34	Coklat kemerahan	4,57
D	L/TI	-	18,77	1,4767	2,39	Coklat kemerahan	7,57
E	L/TI	-	0,09	1,4800	2,55	Coklat sangat tua	7,64
F	L/TI	-	8,78	1,4772	2,43	Coklat tua	7,00
G	L/P	-	0,15	1,4790	0,22	Kuning	2,86
H	L/TI	I	4,18	1,4789	1,70	Coklat kemerahan	6,29
H	L/TI	II	21,76	1,4761	2,55	Coklat tua	8,50
H	L/TI	III	10,61	1,4771	2,51	Coklat sangat tua	7,29
H	L/P	-	0,56	1,4786	0,34	Kuning	3,86
I	L/TI	-	8,47	1,4775	2,56	Coklat kemerahan	7,14
I	L/P	-	0,06	1,4784	0,48	Kuning	3,71
J	L/TI	-	4,49	1,4785	2,52	Coklat kehijauan	8,79
K	L/TI	-	55,69	1,4750	2,52	Coklat sangat tua	8,10
L	L/TI	Dimurnikan	0,15	1,4790	0,96	Kuning kecoklatan	3,64
M	L/TI	A	0,24	1,4800	2,10	Coklat kemerahan	5,64
M	L/TI	B	14,06	1,4770	2,45	Coklat sangat tua	7,21
M	L/P	-	1,15	1,4780	0,34	Kuning	2,43
N	LL/TI	-	25,72	1,4760	1,34	Coklat kemerahan	4,29
O	L/P	I	0,23	1,4785	0,27	Kuning	2,86
O	LL/TI	II	19,58	1,4760	2,43	Coklat tua	7,86
P	LT/TI	-	15,21	1,4800	1,85	Coklat kemerahan	5,71
Q	LL/TI	-	6,99	1,4780	2,29	Coklat kemerahan	7,64

Catatan : A - Q = kode untuk nama pabrik

L = ikan lemuru

LL = limbah ikan lemuru

LT = limbah tuna

TI = tepung ikan

P = pengalengan

Mutu minyak ikan yang dihasilkan oleh pabrik-pabrik yang disurvei ternyata sangat beragam. Secara kimiawi yang umum dipakai sebagai standar adalah kandungan asam lemak bebas. Kandungan asam lemak bebas minyak ikan yang disurvei variasinya sangat besar, yaitu antara 0,06 - 55,69 %. Secara umum kandungan asam lemak bebas minyak ikan dari limbah pengalengan jauh lebih rendah dibandingkan dengan minyak ikan yang diperoleh dari pengolahan tepung ikan, yaitu antara 0,06 - 1,15 %. Sedangkan kandungan asam lemak bebas minyak ikan yang diperoleh dari pengolahan tepung ikan adalah antara 0,08 - 55,69 % .

Nilai refractive index (RI) dari minyak ikan tersebut juga menunjukkan keragaman, yaitu antara 1,4750 - 1,4789. Asal minyak ikan tidak menunjukkan adanya pengaruh terhadap nilai RI. Nilai absorbansi dan warna visual minyak menunjukkan kecenderungan dipengaruhi oleh asal minyak. Minyak yang dihasilkan dari proses pengalengan mempunyai nilai absorbansi yang rendah (0,22 - 0,48) dan memperlihatkan warna visual kuning. Sedangkan nilai absorbansi minyak yang diperoleh dari pengolahan tepung ikan cukup tinggi (1,34 - 2,55) dengan warna visual yang beragam, yaitu dari oranye sampai coklat sangat tua. Warna tersebut dapat diperbaiki dengan proses pemurnian.

Secara organoleptik, bau minyak ikan yang dihasilkan dari pengolahan ikan kaleng jauh lebih bisa diterima oleh panelis dibandingkan dengan bau minyak ikan yang diperoleh dari pengolahan tepung ikan.

Profil Asam Lemak Minyak Ikan

Asal minyak ikan tidak menunjukkan pengaruh yang jelas terhadap profil asam lemak dari minyak ikan yang dikumpulkan selama penelitian. Secara umum terlihat bahwa proporsi asam lemak omega- 3 untuk minyak ikan Indonesia cukup tinggi, baik untuk minyak ikan yang diperoleh dari pengolahan tepung ikan maupun dari proses pengalengan.

Hasil analisa terhadap asam lemak minyak ikan dapat dilihat pada tabel 2.

Pemanfaatan minyak ikan

Tabel 2. Hasil Analisa profil Asam Lemak Minyak Ikan (% Asam Lemak)

Pabrik penghasil Minyak Ikan	Bahan Mentah/Asal Minyak Ikan	Mutu Minyak Ikan	Asam Lemak Jenuh	Asam Lemak Tak Jenuh-Satu ikatan Rangkap	Asam Lemak Tak Jenuh-Lebih satu ikatan Rangkap	Asam Lemak Omega-3	EPA	DHA
A	L/TI	-	30,7	29,1	34,1	29,5	20,1	5,8
B	L/TI	-	40,5	28,4	31,1	26,8	17,1	6,1
C (trad)	L/TI	-	40,8	29,1	30,1	25,8	17,1	5,0
D	L/TI	-	38,8	31,3	30,0	25,7	16,4	5,8
E	L/TI	-	40,6	30,8	28,6	24,1	9,2	12,5
F	L/TI	-	38,2	33,2	28,7	24,1	17,4	3,5
G	L/P	-	39,6	28,8	31,6	27,2	17,6	5,7
H	L/TI	I	41,1	28,4	30,5	26,0	16,0	6,2
H	L/TI	II	41,2	28,9	30,0	25,5	15,2	6,4
H	L/TI	III	41,1	32,7	26,3	22,2	13,9	5,0
H	L/P	-	38,4	30,2	31,3	26,7	16,7	6,0
I	L/TI	-	38,9	29,1	32,0	27,6	18,6	5,3
I	L/P	-	39,6	29,1	31,3	26,8	17,2	5,8
J	L/TI	-	37,8	31,2	31,0	26,3	17,4	5,2
K	L/TI	-	40,0	36,1	24,9	20,6	11,5	5,3
L	L/TI	Diumumikan	39,6	29,4	31,0	26,4	16,6	6,1
M	L/TI	A	37,5	29,6	32,8	28,2	12,9	12,2
M	L/TI	B	38,3	30,0	31,8	27,1	16,1	7,4
M	L/P	-	40,0	32,1	28,0	23,7	15,4	4,9
N	LL/TI	-	39,1	30,0	30,9	26,5	17,2	5,8
O	L/P	I	39,8	28,5	31,8	27,4	17,6	6,0
O	LL/TI	II	41,3	28,8	20,0	25,1	15,2	6,4
P	LT/TI	-	38,6	27,4	34,0	29,5	5,0	22,2
Q	LL/TI	-	38,5	30,6	31,0	26,1	16,0	6,0

Catatan : A-Q = kode untuk nama pabrik LT = limbah tuna

L = ikan lemuru

LL = limbah ikan lemuru

TI = tepung ikan

P = pengalengan

EPA = asam eikosapentanoat

DHA = asam dokosa heksanoat

Pembahasan

Mutu Minyak Ikan

Mutu minyak ikan Indonesia dari pabrik yang satu ke pabrik yang lainnya cukup bervariasi dan bahkan variasi mutu tersebut juga dijumpai di pabrik itu sendiri, yaitu dengan ditunjukkan adanya pengklasifikasian mutu. Dari semua perusahaan yang di survey, ada 3 perusahaan yang telah melakukan pengklasifikasian mutu dengan menggunakan parameter yang berbeda. Parameter yang digunakan adalah warna, sumber minyak ikan dan kandungan asam lemak bebas. Minyak yang warnanya cerah (kuning) mutunya lebih tinggi dibandingkan dengan minyak yang warnanya gelap. Minyak ikan yang diperoleh dari proses pengalengan diklasifikasikan mempunyai mutu yang lebih tinggi dari pada minyak ikan yang didapatkan dari pengolahan tepung ikan. Pengklasifikasian mutu berdasarkan

kandungan asam lemak bebas bebas seperti yang dilakukan oleh salah satu perusahaan adalah sebagai berikut : Kandungan asam lemak bebas untuk Mutu I kurang dari 5 %, Mutu II 5-7 % dan Mutu III lebih dari 7 %. Cara pembagian mutu minyak ikan berdasarkan kandungan asam lemak bebasnya telah disarankan oleh Windsor dan Barlow (1981).

Seperti yang diperlihatkan di dalam tabel 3, berdasarkan kandungan asam lemak bebasnya minyak ikan yang dapat digolongkan sebagai Mutu I 48 %, Mutu II 20 % dan Mutu III 32 %. Kandungan asam lemak bebas minyak ikan yang diperoleh dari proses pengalengan adalah lebih rendah dibandingkan dengan minyak yang diperoleh dari pengolahan tepung ikan. Asam lemak bebas adalah merupakan hasil hidrolisa trigliserida (Windsor dan Barlow, 1981).

Tabel 3. Klasifikasi Mutu Minyak Ikan Berdasarkan Kandungan Asam Lemak

Mutu	Pabrik Penghasil Minyak Ikan	Bahan Mentah Asal Minyak Ikan	Mutu Pabrik	Asam Lemak Bebas (% asam oleat)
I	0,00	0,00	-	0,08
I	0,00	0,00	-	0,09
I	0,00	0,00	-	0,15
I	0,00	0,00	-	4,15
I	0,00	0,00	-	0,56
I	0,00	0,00	-	0,06
I	0,00	0,00	-	4,49
I	0,00	0,00	Dilumurikan	0,15
I	0,00	0,00	A	0,24
I	0,00	0,00	-	1,15
I	0,00	0,00	I	0,23
MUTU II				
C (Trad)	B	L/TI	-	5,34
Q	C	L/TI	-	5,42
Q	D	LL/TI	-	6,99
Q	F	L/TI	-	18,77
Q	H	L/TI	-	8,78
Q	H	L/TI	II	21,76
Q	I	L/TI	III	10,61
K	K	L/TI	-	8,47
M	M	L/TI	-	55,69
M	N	LL/TI	B	14,08
O	O	LL/TI	-	25,72
P	P	LL/TI	II	19,58
		L/TI	I	15,21
MUTU III				
A-Q	A-Q	L/TI	-	10,61
L	L	L/TI	-	10,61
LL	LL	LL/TI	-	10,61
TI	TI	TI	-	10,61
P	P	P	-	10,61

Catatan:

A-Q = kode untuk nama pabrik L = ikan lemaru LL = limbah ikan lemaru TI = tepung ikan

L = ikan lemaru LL = limbah ikan lemaru TI = tepung ikan P = pengalengan

Mutu minyak tersebut diduga dipengaruhi oleh mutu bahan mentah yang diolah. Mutu ikan yang digunakan untuk memproses ikan kaleng pada umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan yang digunakan untuk memproduksi tepung ikan (Irianto dan Fawzya, 1987). Dan bahkan tepung ikan juga diolah dengan menggunakan limbah pengalengan sebagai bahan mentah. Kenyataan inilah yang diduga dapat menyebabkan perbedaan mutu minyak ikan yang diperoleh dari proses pengalengan dan proses penepungan, dimana minyak ikan dari proses pengalengan warnanya cerah, baunya lebih bisa diterima dan kandungan asam lemak bebasnya rendah.

Kemungkinan Pemanfaatan

Ditinjau dari kandungan asam lemak tak jenuh, khususnya asam lemak omega-3 minyak ikan Indonesia cukup layak untuk dimanfaatkan. tetapi pada umumnya minyak ikan tersebut masih memerlukan perlakuan lebih lanjut supaya layak untuk dikonsumsi. Perlakuan tersebut adalah proses pemurnian yaitu untuk mendapatkan minyak yang bebas kotoran (fisik dan kimia), warna pucat dan bau yang dapat diterima. Untuk hal ini perlakuan yang dikenakan terhadap minyak ikan dari proses pengalengan akan lebih ringan dan mudah dibandingkan dengan minyak ikan dari pengolahan tepung ikan.

Pemanfaatan minyak ikan untuk konsumsi manusia dapat dibedakan atas dua macam yaitu pemanfaatan untuk pangan dan pemanfaatan untuk bidang farmasi. Untuk tujuan pangan minyak ikan dapat digunakan untuk minyak sayur, minyak goreng, margarin, kue-kue kering, biskit, kream sintetis, sortening, adonan roti dan pengemulsi (Brodi. 1965 : Pillai. 1974 : Young. 1982 : Bimbo. 1987 : Bimbo. 1989 : Barlow et al 1990). Penambahan minyak ikan pada ikan kaleng untuk meningkatkan kandungan asam lemak omega-3 telah dilakukan oleh Irianto (1992).

Pemanfaatan minyak ikan untuk bidang farmasi yaitu dalam rangka pemanfaatan asam lemak omega-3 dan vitamin (A dan D) yang dikandungnya. Asam lemak omega-3 dapat dibuat dalam bentuk kapsul dan konsentrat. Sedangkan untuk vitamin A dan D dapat dibuat dalam bentuk konsentrat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Minyak ikan di Indonesia dapat diperoleh dari proses pengalengan dan pengolahan tepung ikan. Pada umumnya minyak ikan yang diperoleh dari proses pengalengan, mutunya lebih baik dibandingkan dengan minyak ikan yang diperoleh dari pengolahan tepung ikan. Bahan baku yang digunakan untuk pengolahan tersebut diduga berpengaruh terhadap mutu minyak ikan yang dihasilkan.

Supaya layak dikonsumsi manusia, minyak ikan tersebut disarankan untuk mendapatkan perlakuan lebih lanjut misalnya pemurnian. Minyak ikan dapat dimanfaatkan untuk tujuan pangan dan untuk keperluan dibidang farmasi, yaitu pemanfaatan asam lemak omega-3 dan vitamin (A dan D) yang dikandungnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1987. **Fish oil in rheumatoid arthritis**, The Lancet 1981 : 720-721
- Anonymous, 1988. **Fish oil**. The Lancet 1988 ii : 1081-1083
- Barlow. S.M., Young. F.K.V. and Duthie. I.F., 1990. **Nutritional recommendations for n-3 polyunsaturated fatty acids and the challenge to the food industry**. Proceeding of the nutrition society 49 (2) : 13-21
- Bimbo. A.P., 1987. **The emerging marine oil industry**. JAOCS 64 (5) : 706-715
- Bimbo. A.P., 1989. **Food oils : past and present food uses**. JAOCS 66 (12) : 1717-1726
- Brody. J., 1965. **Fishery by-products technology**. The AVI publishing co Ltd., Westport. Connecticut
- Burr. M.L., 1991. **Is oily fish good for heart ?**. Trend in Fd.Scie.Tech 1 (1) : 17-20
- Carrol. K.K., 1986. **Biological effects of fish oils in relation to chronic disease**. Lipids 21 (12) : 731-732
- Direktorat Jendral Perikanan, 1991. **Statistik ekspor impor komoditi perikanan 1990**. DitJenKan. DepTan. Jakarta
- Fernandez.C. 1986. **Refinement of fish oil for human consuption : engineering investigation**. Disertasi PhD. University of Washington. Seattle
- Irianto. H.E. 1992. **Fish oil : refining, stability and its use in canned fish for the Indonesian market**. Disertasi PhD. Massey University. New Zealand
- Irianto. H.E dan Fawzya .Y.N., 1987. **Pengaruh penggunaan palka berinsulasi pada perahu motor purse seine terhadap pemanfaatan hasil tangkapan ikan di Muncar, Jawa Timur**, Media Teknol.Pangan 3 (1-2) : 1-5
- Kinderlerer. J., 1989. **Fish oil Birth Food**. J. 91 (1) : 32
- Nettleton. J.A., 1987. **Seafood and health for New Zealanders**. David Bateman. Auckland
- Niazi. S.K., 1987. **The omega connection**. Esquire Books Inc. Illinois.
- Pigott. G.M. and Tucker. B.W 1987. **Science opens new horizons for marine lipids in human nutrition**. Fd.Rev.Inter. 3 (1 & 2) : 105-138
- Pillai. V.K., 1974. **Utilization of sardinella resources in India : dalam Fishery Products**. Kreuzer. R. (Editor). Fishing News Books. Surrey
- Robinson. D.R., Prickett. J.D., Polisson.R., Steinberg. A.D. and Levine .L., 1985. **The protective effect of dietary fish oil on marine lupus**. Prostaglandins 30 (1) : 51-71

- Simopolous.A.P., 1991. **Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development.** Am.J.Clin.Nutr. 54 : 438-463
- Stansby. M.E., 1990. **Nutritional properties of fish oil for human consumption-early development.**: dalam fish oils in nutrition. Stansby .M.E. (Editor). p.283-296. Van Nostrand Reinhold. New York
- Van Wijngaarden. D., 1967. **Modified rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis.** Anal.Chem. 39 (7) : 848-849
- Windsor. M. and Barlow. S., 1981. **Introduction to fishery by products.** Fishing News Books Ltd., Surrey
- Young. F.V.K. 1982. **The production and use of fish oil.** di dalam Nutritional evaluation of long-Chain fatty acids in fish oil. Barlow. S.M. dan Stansby. M.E. (editor). p.1-24. Academic Press, London