

KOMPOSISI ASAM LEMAK IKAN TONGKOL, LAYUR, DAN TENGGIRI DARI PAMEUNGPEUK, GARUT

Rusky I. Pratama¹, M. Yusuf Awaluddin¹ dan Safri Ishmayana²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran

email : awaludinium@yahoo.com

ABSTRAK

Asam lemak ikan laut telah menarik banyak perhatian karena peranannya dalam mencegah berbagai penyakit. Sifat tersebut berkaitan dengan asam lemak tak jenuh majemuk ω -3. Sampai saat ini, belum ada data yang lengkap mengenai komposisi asam lemak dalam ikan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan komposisi asam lemak dari ikan layur, tenggiri dan tongkol dari Pameungpeuk, Garut. Sampel ikan disimpan dalam kontak pendingin, kemudian dikeringkan pada suhu 50°C selama 48 jam. Kandungan lipid dari sampel yang sudah dikeringkan diekstraksi dengan metode Soxhlet menggunakan n-heksan sebagai pengekstrak. Lipid yang diperoleh kemudian diderivatisasi menggunakan metanol dengan asam klorida sebagai katalis. Ester yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan kromatografi gas-spektroskopi massa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi asam lemak dari ketiga sampel ikan yang telah ditentukan berbeda-beda. Hal ini tergantung pada spesies, makanan yang tersedia, dan faktor lain. Komposisi asam lemak tak jenuh paling tinggi terdapat pada ikan layur, sedangkan asam lemak jenuh paling banyak terdapat pada ikan tongkol. Kadar EPA tertinggi terdapat pada ikan layur, meskipun persentase asam lemak ini paling rendah jika dibandingkan persentase asam lemak yang sama pada ikan lain

Kata kunci: Asam lemak, ikan laut, EPA, PUFA, dan MUFA

ABSTRACT

Fatty acid from marine fish attracts many interests because of its function to prevent various diseases. This property is related to ω -3 polyunsaturated fatty acid content (PUFA). Until recently, there is no complete database regarding the composition of fatty acid in fish. The objective of this research is to investigate fatty acid composition of layur, tenggiri and tongkol fish from Pameungpeuk, Garut. The samples was stored in a cool box, and then dried on 50°C for 48 hours. Lipid content was then extracted using Soxhlet method using n-hexane as extractor. The isolated lipid was then derivatised by methanol using hydrochloric acid as catalyst. The resulting ester, were then analyzed using gas chromatography-mass spectroscopy method. The result of our research showed that fatty acid content may vary among the sample tested. In general, there are about six to seven fatty acid found in each fish, they are C14:0, C16:0, C18:0, C20:0, C22:0, C16:1 Δ^9 , C18:1 Δ^9 , C24:1 Δ^{15} , C18:2 $\Delta^{9,12}$, C20:4 $\Delta^{5,8,11,14}$, C20:5 $\Delta^{5,8,11,14,17}$. The unsaturated fatty acid percentage of layur fish (85.26%) is higher then in tenggiri (41.09%) and tongkol (38.21%). However, the percentage of EPA (C20:5 $\Delta^{5,8,11,14,17}$) is lower in layur fish, although the EPA content is the highest. From the results, we conclude that fatty acid content may vary among fishes, depends on species, food availability and other factors. Among the sample tested, layur has the highest EPA content although the percentage of the fatty acid is the lowest among other fishes tested.

Keywords: Fatty acid, marine fish, EPA, PUFA, and MUFA

I. PENDAHULUAN

Ikan merupakan salah satu sumber makanan utama bagi manusia. Ikan dapat memenuhi kebutuhan protein hewani di berbagai negara. Lebih jauh lagi, konsumsi ikan dipercaya dapat memberikan berbagai efek yang menunjang kesehatan. Ikan laut merupakan salah satu sumber makanan yang kaya akan asam lemak tak jenuh. Senyawa ini telah banyak dibuktikan memberikan efek positif bagi kesehatan, seperti menurunkan resiko penyakit jantung, kanker, arthritis dan lain-lain. Minyak ikan memiliki asam lemak bebas yang beragam, mulai dari 12-26 atom karbon dan 0-6 ikatan rangkap. Asam lemak yang terkandung dalam ikan terdiri atas asam lemak jenuh (15-25%), asam lemak tak jenuh tunggal (35-60%) dan asam lemak tak jenuh majemuk (25-40%) (Berge & Barnathan, 2005).

Ikan laut ini diperoleh melalui aktifitas penangkapan di laut. Salah satu wilayah perairan di selatan Jawa Barat yang mempunyai potensi perikanan dan belum teroptimalkan adalah perairan Kabupaten Garut. Kabupaten ini mempunyai pola pengembangan sektor perikanan dan kelautan yang tercantum dalam rencana strategis Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kabupaten Garut berupa “Terwujudnya Masyarakat Perikanan dan Kelautan yang Tangguh dan Mandiri 2010” dengan salah satu misinya antara lain meningkatkan berbagai produksi komoditas perikanan dan kelautan.

Sumberdaya ikan di perairan yang termasuk wilayah Kabupaten Garut diperkirakan memiliki potensi lestari sekitar 10.000 ton/tahun, belum termasuk potensi sumberdaya hayati akuatik di perairan ZEE Indonesia 200 mil (Dinas Peternakan Perikanan dan Kelautan, 2005). Beberapa komoditas unggulan dari sektor penangkapan di laut antara lain ikan tongkol, ikan tenggiri, ikan layur, ikan jangilus, ikan cakalang, ikan hias laut, udang lobster dan cumi-cumi. Komoditas unggulan tersebut tentu saja mempunyai nilai ekonomis yang tinggi bagi Kabupaten Garut.

Di masa yang akan datang, permintaan akan sumberdaya ikan diperkirakan akan cenderung meningkat. Hal ini terutama disebabkan oleh laju pertumbuhan penduduk yang selalu meningkat, sehingga kebutuhan ikan juga cenderung meningkat. Untuk mencukupi permintaan sumberdaya ikan, diperlukan adanya optimalisasi produksi perikanan lokal maupun regional.

Informasi kandungan asam lemak pada ikan-ikan yang ditangkap oleh nelayan dan dikonsumsi oleh masyarakat dapat menjadi informasi berharga berkaitan dengan peningkatan nilai gizi masyarakat. Permasalahan yang timbul adalah belum ada komposisi asam lemak yang terdapat pada ikan tongkol, layur dan tenggiri hasil tangkapan di Kabupaten Garut.

Berbeda dengan lemak dan minyak lainnya, minyak ikan mengandung EPA dan

DHA yang tinggi, masing-masing sejumlah 14-19% dan 5-8%. Komposisi asam lemak tak jenuh majemuk tergantung pada berbagai faktor. Asam lemak jenuh termasuk komponen C12 sampai C24 dan beberapa dengan rantai cabang (iso C16, iso C17) juga telah ditemukan. Diantara asam lemak tak jenuh tunggal 16:1(ω 7), 20 :1(ω -9) dan 22:1 (ω -11) juga ada dalam jumlah yang bervariasi. Lebih dari 50 jenis asam lemak bebas telah ditemukan dalam minyak ikan laut namun delapan diantaranya seringkali mewakili lebih dari 80% dari jumlah keseluruhan.

Dalam jaringan ikan, komposisi asam lemak (terutama triasilgliserol dan sejumlah kecil fosfolipid) ditentukan oleh komposisi asupan dan metabolisme lipis (Sargent, 1995). Ikan memiliki kemampuan untuk mensintesis secara *de novo* (biosintesis molekul yang kompleks dari molekul yang paling sederhana) asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh tunggal, dan juga secara selektif menyerap dan memetabolisme asam lemak dalam asupan termasuk asam lemak tak jenuh majemuk rantai panjang (Bell *et al.*, 1997) untuk memperoleh komposisi asam lemak yang optimum (Ackman, 1980). Komposisi optimum ini tampaknya merupakan karakteristik yang khusus untuk masing-masing spesies dan bahkan tiap galur (Pickova *et al.*, 1999). Lebih jauh lagi, kemampuan konversi asam lemak tak jenuh majemuk pada ikan berbeda-beda diantara spesies dan bahkan ras (Sargent, 1995). Sehingga ikan air

tawar umumnya dapat memperpanjang dan membentuk ikatan rangkap asam α -linoleat (18:3(n-3) menjadi EPA dan DHA, sedangkan ikan laut, yang kurang atau memiliki aktivitas enzim Δ 5-desaturase sangat rendah, tidak dapat menyintesis dan memerlukan asam lemak tak jenuh majemuk rantai panjang seperti EPA dan DHA dalam asupan (Peng *et al.*, 2003)

Parameter lingkungan juga mempengaruhi komposisi asam lemak tak jenuh majemuk (Ould El Kebir *et al.*, 2003). Semakin dingin air, semakin tinggi jumlah komponen ini. Selama adaptasi pada suhu yang lebih rendah, pembentukan ikatan rangkap komponen asam lemak meningkat, dan gugus polar, seperti spesies fosfolipid, pada membran mengalami penataan kembali (Lahdes *et al.*, 2000). Distribusi asam lemak berbeda antara satu spesies dengan spesies lainnya, dan tergantung pada berbagai faktor, seperti musim, suhu, tempat berkembang, spesies ikan, umur, jenis kelamin dan kebiasaan makan (Saito *et al.*, 1997; Bandarra *et al.*, 1997; Tanakol *et al.*, 1999).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan asam lemak pada ikan tongkol, layur dan tenggiri yang diperoleh dari perairan Pameungpeuk Kabupaten Garut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kandungan asam lemak pada beberapa jenis ikan komoditas penting di Kabupaten Garut, yaitu ikan tongkol, layur dan tenggiri. Selain itu diharapkan pula

menjadi informasi bagi peneliti-peneliti selanjutnya.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Pelaksanaan di Lapangan

Pengambilan sampel ikan tongkol, ikan layur dan ikan tenggiri berdasarkan ukuran ikan konsumsi yang merupakan komoditas utama di daerah ini. Sampel diperoleh dari nelayan setempat yang baru mendaratkan perahunya di lokasi pendaratan ikan Pameungpeuk.

2.2. Pelaksanaan di Laboratorium

1) Ekstraksi Lemak

Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode soxhlet dengan pelarut n-heksan. Sebanyak masing-masing 10 gram sampel diekstraksi dengan pelarut n-heksan selama 5 jam. Lemak yang diperoleh kemudian digunakan untuk analisis selanjutnya.

2) Analisis Komposisi Asam Lemak

Untuk analisis asam lemak ditentukan dengan metode kromatografi gas spektroskopi massa. Sampel yang diperoleh dari tahap sebelumnya diderivatisasi menjadi ester asam lemak dan metanol dengan menggunakan katalis asam klorida. Sebanyak 100 mg sampel ditambahkan dengan 5 ml metanol anhidrat dan asam sulfat. Campuran direfluks selama 5 jam pada suhu 50-60°C. Hasilnya merupakan metil ester asam lemak yang siap untuk fisuntikkan ke alat kromatografi gas. Konsisi

kromatografi mengikuti yang dikemukakan oleh Vlieg & Body (1988).

2.3. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan jenis-jenis asam lemak yang dikandung pada masing-masing jenis ikan tongkol, ikan layur dan ikan tenggiri yang diperoleh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kandungan Lemak Total

Kandungan lemak total dari ikan-ikan yang dianalisis berbeda-beda. Ikan layur memiliki kandungan lemak total terbanyak, diikuti oleh tenggiri dan tongkol (Tabel 1). Perbedaan lipid yang diisolasi dari ketiga sampel tersebut adalah bentuk fisik pada suhu kamar. Lipid yang diisolasi dari layur memiliki bentuk fisik cair sedangkan lipid yang diisolasi dari dua sampel lainnya berbentuk padat. Perbedaan bentuk fisik ini disebabkan karena perbedaan komposisi asam lemak yang terkandung di dalam lipid tersebut. Lemak dari tenggiri dan tongkol berbentuk fisik padat pada suhu kamar karena memiliki komposisi asam lemak jenuh yang lebih banyak dibandingkan asam lemak tak jenuh (Holme & Peck, 1993).

Tabel 1 Kadar lemak total yang terkandung dalam ikan layur, tenggiri dan tongkol

Ikan	Kadar Lemak (%)
Layur	16,68
Tenggiri	6,11
Tongkol	0,87

3.2. Profil Distribusi asam lemak pada layur, tongkol dan tenggiri

Ditemukan rata-rata 6 sampai 7 asam lemak pada masing-masing sampel ikan yang dianalisis, yaitu : C14:0, C16:0, C18:0, C20:0, C22:0, C16:1 Δ^9 , C18:1 Δ^9 , C24:1 Δ^{15} C18:2 $\Delta^{9,12}$, C20:4 $\Delta^{5,8,11,14}$ C20:5 $\Delta^{5,8,11,14,17}$ (Tabel 2). Meskipun ditemukan pada semua sampel yang dianalisis, kadar masing-masing asam lemak tersebut berbeda pada tiap sampel. Sebagai contoh, kadar asam miristat (C14:0) pada ikan layur hanya 0,24% terhadap total asam lemak dalam sampel, sedangkan pada ikan tenggiri dan tongkol, asam lemak yang sama kadarnya masing-masing adalah 16,79% dan 20,89%. Sedangkan untuk asam linoleat (C18:2 $\Delta^{9,12}$), pada sampel ikan layur ditemukan sebanyak 48,36% dan tidak ditemukan pada sampel yang lain. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Iverson *et.al.* (2002) yang menunjukkan bahwa komposisi asam lemak salah satunya dipengaruhi oleh perbedaan spesies (spesifik spesies).

Namun secara umum konsentrasi asam lemak jenuh pada ikan layur relatif lebih sedikit dibandingkan dengan lemak tak

jenuhnya, sedangkan komposisi asam lemak jenuh pada ikan tenggiri dan tongkol relatif lebih besar dibandingkan dengan asam lemak tak jenuhnya. Hal ini menyebabkan perbedaan bentuk fisik lipid yang diisolasi.

3.3. Kandungan asam Lemak Jenuh

Komposisi asam lemak jenuh ketiga sampel yang ditentukan berbeda, terutama jumlah total asam lemak tak jenuh pada ikan layur yang jauh lebih sedikit dibandingkan kedua ikan lainnya.

Ketiga sampel mengandung C14:0 dan C16:0, namun komposisi kedua asam lemak tersebut pada ikan layur jumlahnya lebih sedikit dibandingkan tenggiri dan tongkol (Tabel 2). Dari hasil analisis, ditemukan pula bahwa pada ikan tenggiri dan tongkol ditemukan sejumlah kecil C20:0, namun asam lemak tersebut tidak ditemukan pada ikan layur. Selain itu, pada ikan tenggiri terdeteksi adanya C22:0 yang tidak ditemukan pada sampel yang lainnya. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan kemampuan biosintesis asam lemak pada ketiga jenis ikan tersebut dan asupan asam lemak yang

dikonsumsi oleh ketiga jenis tersebut (Iverson *et al.*, 2002).

Tabel 2 Komposisi asam lemak yang terkandung dalam ikan layur, tenggiri dan tongkol

	Asam Lemak	Nama asam Lemak	Layur (%)	Tenggiri (%)	Tongkol (%)	
Asam lemak jenuh	C14:0	miristat	0,24	16,79	20,89	
	C16:0	palmitat	10,51	37,74	37,73	
	C18:0	stearat	4,00	0,00	0,00	
	C20:0	arakhidat	0,00	1,52	3,17	
	C22:0	bhenat	0,00	2,87	0,00	
	Total Asam Lemak Jenuh			14,75	58,92	61,79
Asam lemak tak jenuh	C16:1 Δ^9	palmitoleat	0,28	14,96	20,40	
	C18:1 Δ^9	oleat	34,21	5,92	4,60	
	C24:1 Δ^{15}	nervonat	0,00	2,77	0,00	
	C18:2 $\Delta^{9,12}$	linoleat	48,36	0,00	0,00	
	C20:4 $\Delta^{5,8,11,14}$	arakhidonat	0,00	0,00	0,94	
	C20:5 $\Delta^{5,8,11,14,17}$	EPA	2,41	17,44	12,27	
	<i>MUFA</i>			34,49	23,65	25,00
	<i>PUFA</i>			50,77	17,44	13,21
	Total Asam Lemak Tak Jenuh			85,26	41,09	38,21

3.4. Kandungan asam lemak tak jenuh

Secara keseluruhan komposisi asam lemak tak jenuh dari ikan layur jauh lebih tinggi dibandingkan. Komposisi asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) dari ketiga ikan yang diuji tidak jauh berbeda. Perbedaan yang mencolok pada komposisi asam lemak tak jenuh majemuknya (PUFA). Asam lemak yang berasal dari ikan layur memiliki kadar PUFA yang sangat tinggi (50,77%), sedangkan ikan tenggiri dan tongkol masing-masing sebesar 17,44% dan 12,77%.

Pada sampel ikan layur, asam lemak tak jenuh yang dominan adalah C18:1 Δ^9 (asam

oleat) dan C18:2 $\Delta^{9,12}$ (asam linoleat) masing-masing sebesar 34,21% dan 48,36%. Komposisi kedua asam lemak yang tinggi tersebut menyebabkan bentuk fisik dari lipid ikan layur berfasa cair. Berbeda dengan komposisi asam lemak tak jenuh layur, komposisi asam lemak tak jenuh tenggiri dan tongkol relatif lebih rendah. Pada ikan tenggiri terdapat asam lemak C16:1 Δ^9 (asam palmitoleat) dan C18:1 Δ^9 masing-masing sebesar 14,96% dan 5,92%. Sedangkan pada tongkol komposisi kedua asam lemak tersebut masing-masing sebesar 20,40% dan 4,60%. Komposisi asam lemak tak jenuh yang rendah

pada ikan tenggiri dan tongkol menyebabkan sifat fisik lipid yang diisolasi dari kedua ikan tersebut berbeda dengan lemak yang diisolasi dari layur.

Asam lemak tak jenuh majemuk (PUFA) ω -3 dalam ikan, merupakan asam lemak yang banyak diteliti karena manfaatnya untuk mencegah penyakit-penyakit yang berhubungan dengan pembuluh darah. Dua PUFA ω -3 utama yang ditemukan pada ikan adalah 20:5 eicosapentaenoic acid (EPA) dan 22:6 dokosaheksaenoic acid (DHA). Dalam ketiga sampel yang dianalisis, hanya ditemukan EPA sedangkan DHA tidak

ditemukan pada ketiga sampel tersebut. Komposisi EPA paling tinggi terkandung dalam ikan tenggiri (17,44%), dan paling rendah terkandung dalam layur (2,41%). Namun, jika dilihat dari luas puncak kromatogram yang dihasilkan (Tabel3), konsentrasi EPA dalam ikan layur jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang lain. Komposisi EPA yang rendah pada ikan tenggiri disebabkan komposisi asam lemak tak jenuh yang lain besar, sehingga komposisi EPA menjadi kecil dibandingkan dengan asam lemak yang lain.

Tabel 3 Data hasil analisis kromatografi gas-spektroskopi massa

Asam Lemak	Nama asam Lemak	Layur		Tenggiri		Tongkol	
		Luas Area	% area	Luas Area	% area	Luas Area	% area
C14:0	miristat	35.421	0,24	159.033	16,79	218.771	20,89
C16:0	palmitat	1.554.103	10,51	357.429	37,74	395.098	37,73
C18:0	stearat	591.625	4,00	0	0,00	0	0,00
C20:0	arakhidat	0	0,00	14.414	1,52	33.207	3,17
C22:0	bhenat	0	0,00	27.196	2,87	0	0,00
C16:1 Δ^9	palmitoleat	40.905	0,28	141.683	14,96	213.681	20,40
C18:1 Δ^9	oleat	5.059.507	34,21	56.063	5,92	48.168	4,60
C24:1 Δ^{15}	nervonat	0	0,00	26.238	2,77	0	0,00
C18:2 $\Delta^{9,12}$	linoleat	7.152.344	48,36	0	0,00	0	0,00
C20:4 $\Delta^{5,8,11,14}$	arakhidonat	0	0,00	0	0,00	9.858	0,94
C20:5 $\Delta^{5,8,11,14,17}$	EPA	356.893	2,41	165.146	17,44	128.476	12,27
JUMLAH		14.790.798	100,00	947.202	100,00	1.047.259	100,00

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi asam lemak dari ketiga sampel ikan yang telah ditentukan berbeda-beda.

Hal ini tergantung pada spesies, makanan yang tersedia, dan faktor lain.

2. Komposisi asam lemak tak jenuh paling tinggi terdapat pada ikan layur, sedangkan asam lemak jenuh paling banyak terdapat pada ikan tongkol.

3. Kadar EPA tertinggi terdapat pada ikan layur, meskipun persentase asam lemak ini paling rendah jika dibandingkan persentase asam lemak yang sama pada ikan lain

4.2. Saran

Perlu dilakukan analisis komposisi asam lemak dari sumber ikan yang lain untuk melengkapi data mengenai kandungan asam lemak ikan yang ada di Indonesia.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran yang telah mendanai penelitian ini melalui dana DIPA Universitas Padjadjaran tahun anggaran 2007 berdasarkan SPK No. 261M/JO6.14.LP/PL/2007 tanggal 3 April 2007.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackman, R.G. 1980. Fish lipids, In: Connell, J.J. (ed.), *Advances in Fish Science and Technology*. FishingNews. Farham. P 86.
- Bandarra, M.N., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J.M. & Christie. W.W. 1997. Seasonal Changes in Lipid Composition of Sardine (*Sardina pilchardus*). *J. Food Sci.* 62:40
- Bell, J.G., Tocher, D.R., Farndale, B.M., Cox, D.I., McKinney, R.W. & Sargent, J.R. 1997. The effect of dietary lipid on polyunsaturated fatty acid metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar*) undergoing parr-smolt transformation. *Lipids*.32:515-525
- Berghe, J-P. & Branathan, G. 2005. Fatty acids from lipids of marine organisms: molecular biodiversity, roles as biomarkers, biologically active compounds, and economical aspects. *Adv. Biochem. Engin/Biotechnol.*96 :49-125
- Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan. 2005. Laporan tahunan perikanan dan kelautan. Dipublikasikan dalam www.garut.go.id, diakses pada tanggal 23/04/2007.
- Holme, D.J. & Peck, H. 1993. *Analytical Biochemistry*. Longman Scientific & Technical. Singapore.
- Iverson, S.J., Frost, K.J. & Lang, S.L.C. 2002. Fat content and fatty acid composition of forage fish and invertebrates in Prince William Sound, Alaska: factors contributing to among and within species variability. *Marine Ecology Progress Series*. 241: 161-181
- Lahdes, E., Balogh, G., Fodor, E. & Farkas, T. 2000. Adaptation of composition and biophysical properties of phospholipids to temperature by the Crustacean, *Gammarus* spp. *Lipids* 35:1093-1098
- Ould El Kebir, M.V., Barnathan, G., Siau, Y., Miralles, J. & Gaydou, E.M. 2003. Fatty Acid Distribution in Muscle, Liver, and Gonads of Rays (*Dasyatis marmorata*, *Rhinobatos cemiculus*, and *Rhinoptera marginata*) from the East Tropical Atlantic Ocean. *J. Agric. Food. Chem.* 51:1942-1947
- Peng, J., Larondelle, Y., Ackman, R.G. & Rollin, X. 2003. Polyunsaturated fatty acid profiles of whole body phospholipids and triacylglycerols in anadromous and landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. *Comp Biochem Physiol Pt B* 134:335-348
- Pickova, J., Kiessling, A. & Dutta. P.C.1999. Fatty acid and carotenoid composition of eggs from two ninanadromous Atlantic salmon stoks of cultured and wild origin. *Fish Physiol. Biochem.* 21:147

- Saito, H., Ishihara, K. & Murase, T. 1997. The fatty acid composition in tuna (bonito, *Euthynnus pelamis*) caught at tree defferent localities from tropics to temperete. *J. Sci.Food. Agric.* 73:53-59
- Sargent, J.R. 1995. (n-3) polyunsaturated FA and farmed fish. In: Hamilton, R.J. & Rice, R.D. (eds.) *Fish Oil: Technology, Nutrition and Marketing*. Barnes and Associates. Bucks. pp 67-94.
- Tanakol, R., Yazici, Z., Sener, E. & Sencer, E. 1999 Fatty acid composition of 19 species of fish from the Black Sea and the Marmara Sea. *Lipids.* 34:291-297
- Vlieg, P. & Body, D.R. 1998. Lipid contents and fatty acid composition of some New Zealand freshwater finish and marine finish, shellfish, and, roes. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research.* 22:151-162