

PERANAN PAKAN HIDUP DI DALAM PRODUKSI BENIH IKAN

oleh

Sri Juwana¹⁾

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF LIFE FOOD ORGANISMS IN SEED PRODUCTION OF FISH. *The mass production of zooplankton, in particular the rotifer, Brachionus plicatilis, and the brine shrimp, Artemia salina, is considered to be a vital importance for the rearing of larval fish. Data on the essential fatty acid (EFA) contents of live food organisms are reviewed: the EFA content chiefly determines the dietary value for fish larvae. The EFA content of rotifers supplied with yeast during the culture period was less favourable for larval fish growth than that of rotifers given marine Chlorella. The nutritional value of yeast-fed rotifers may be improved by the use of the developed ω -yeast (indirect method). Artemia could be classified into two types, marine containing a high content of 20:5 ω 3 (an EFA for marine fish), and fresh water-containing a high content of 18:3 ω 3 (an EFA for fresh water fish). The fish mortalities sometimes encountered with Artemia may be related to this difference. Both types can be used for fresh water fish larval nutrition. For marine fish, the marine Artemia type is adequate but the fresh water type should be fed together with marine copepods or should be enriched by feeding on lipids with high ω 3 HUFA contents.*

PENDAHULUAN

Di antara berbagai jenis zooplankton, rotifera, *Brachionus plicatilis*, telah digunakan secara luas sebagai pakan hidup untuk memelihara berbagai jenis burayak ikan (ITO 1960). Menurut FUJITA (1973, 1979), diet yang paling cocok untuk berbagai tingkat perkembangan burayak ikan adalah seperti dilukiskan dalam Gambar 1. Mula-mula rotifera diberikan sebagai makanan kepada burayak ikan yang baru menetas dengan panjang tubuh sekitar 2,3 mm, diet ini berlangsung terus sampai hari ke 30 setelah menetas. Ketika burayak ikan mencapai panjang tubuh 7 mm atau lebih, kopepoda laut (marine copepod), seperti *Tigriopos*, *Acartia*, *Oithona* dan *Paracalanus* diberikan bersama-

sama dengan rotifera, sebab rotifera agak sedikit kecil bila diperuntukkan bagi makanan burayak berukuran panjang tubuh 7 mm. Apabila kopepoda laut tak tersedia, sebagai pengganti mereka dapat digunakan *Moina* dan *Daphnia* yang berasal dari perairan tawar. Telur "brine shrimp", *Artemia salina* yang telah tersebar luas dalam dunia perdagangan sering digunakan sebagai pakan hidup apabila kopepoda laut tak tersedia. Dalam hal ini yang diberikan sebagai makanan kepada burayak ikan adalah hasil tetapan telur-telur mereka yang masih dalam tingkat nauplius. Burayak ikan yang telah mempunyai ukuran panjang tubuh 10 mm — 11 mm dapat mulai diberi makan cacahan daging dari ikan, kerang, udang atau dapat juga diberi makanan buatan (artificial food). Produksi

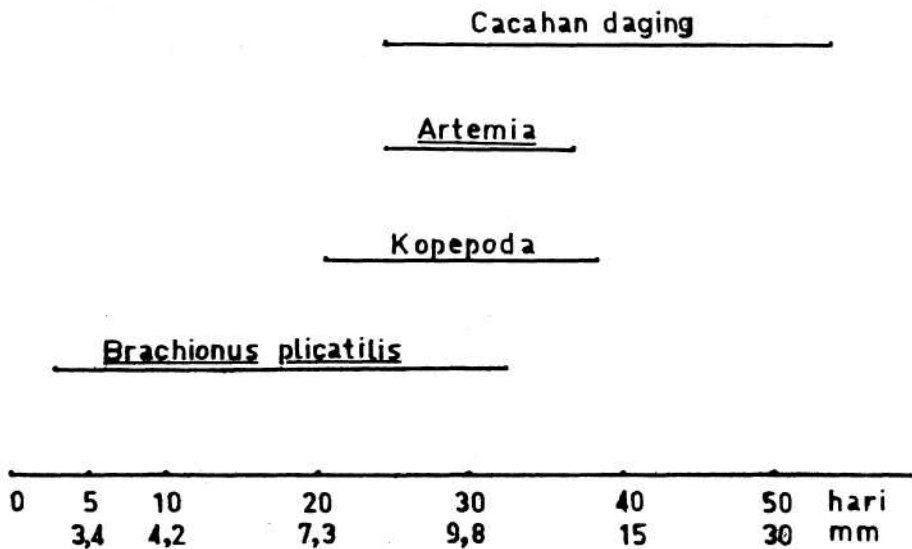
1) Pusat Penelitian Ekologi Laut, Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI, Jakarta.

benih dinyatakan tercapai apabila juwana (juvenile) telah mencapai panjang tubuh 30 mm - 50 mm. Seperti nampak pada jadwal makanan pada Gambar 1, rotifera telah digunakan sangat luas dan mempunyai peranan sangat penting sebagai pakan hidup untuk pemeliharaan burayak ikan pada tingkat awal. Pada saat sekarang ini, dapat dikatakan bahwa tak mungkin untuk memelihara burayak ikan tanpa tersedia rotifera dalam jumlah cukup. Akan tetapi, banyak masalah timbul berkaitan dengan nilai susunan makanan dari organisme-organisme yang digunakan untuk membudidayakan rotifera tersebut.

Rotifera dapat dibudidayakan dengan menggunakan *Chlorella* maupun ragi roti (bakers' yeast) sebagai medium makanannya. *Chlorella* yang dipakai dapat berupa *Chlorella* laut (marine *Chlorella*) atau *Chlorella* air tawar (fresh water *Chlorella*), karena rotifera dapat hidup pada salinitas 0‰ — 35‰ dan berkembang biak dengan baik pada salinitas 5‰ - 15‰. OHARA *et al.* (dalam WA-

TANABE *et al.* 1983b) menemukan bahwa ragi roti, *Saccharomyces cerevisiae* sangat cocok digunakan untuk membudidayakan rotifera. Apabila ragi roti digunakan sebagai makanan rotifera maka dapat dicapai kepadatan sepuluh kali lebih banyak dibanding dengan menggunakan *Chlorella* laut. Menurut WATANABE *et al.* (1983b) di Jepang, akhir-akhir ini kecenderungan menggunakan ragi roti untuk membudidayakan rotifera telah meningkat dengan pesat sebagai akibat peningkatan kebutuhan benih ikan dari tahun ke tahun. Akan tetapi, pembudidayaan rotifera dengan menggunakan ragi roti

kadang-kadang menyebabkan kematian mendadak pada sejumlah besar burayak ikan yang dipelihara dengan rotifer tersebut. Percobaan-percobaan lebih lanjut ternyata bahwa kematian yang tinggi ini dapat dicegah dengan pemberian rotifera dari hasil budidaya dalam medium campuran ragi roti dengan *Chlorella* laut, atau rotifera tersebut dikembangkan-biakkan dengan ragi roti terlebih dahulu, selanjutnya dipindahkan ke dalam



Gambar 1. Jadwal makanan yang digunakan secara luas dalam produksi benih ikan dari berbagai jenis ikan di Jepang (FUJITA 1979).

medium *Chlorella* laut sehari atau dua hari sebelum diberikan kepada burayak ikan (FUKUSHO dalam WATANABE *et al.* 1983b). Hal ini merupakan suatu penemuan yang terpenting dalam usaha produksi benih ikan.

Apakah sebenarnya peranan "*Chlorella* laut" ataupun "ragi roti" di dalam pembentukan kualitas rotifera sebagai pakan hidup akan ditunjukkan dalam percobaan-percobaan dan penemuan-penemuan berikut di bawah ini.

NILAI GIZI PAKAN HIDUP

Penelitian-penelitian yang dilakukan oleh CASTELL *et al.* (1972), WATANABE *et al.* (1974b), TAKEUCHI & WATANABE (1976) menunjukkan bahwa kebutuhan asam lemak hakiki (EFA = Essential Fatty Acids) pada berbagai jenis ikan adalah tidak sama. "Rainbow trout" membutuhkan asam lemak dari kelompok linolenat ($\omega 3$) sebagai EFA. Gurami, belut dan salem membutuhkan asam linolenat dan asam linoleat untuk pertumbuhan yang baik (WATANABE *et al.* 1975a, 1975b, 1983b). Tetapi pada jenis-jenis ikan laut tidak ditemui kebutuhan EFA seperti tersebut di atas, sebaliknya asam lemak yang tak terlarut (HUFA = Highly Unsaturated Fatty Acids) seperti 20 : 5 $\omega 3$ dan 22 : 6 $\omega 3$ harus diberikan sebagai EFA untuk mereka (YONE & FUJII 1975). Berdasarkan atas hasil-hasil penelitian di atas, nampak bahwa penentuan nilai gizi suatu pakan hidup dapat dipandang dari pemenuhan kebutuhan EFA bagi ikan.

1. Rotifera

WATANABE *et al.* (1983) menyatakan bahwa hubungan kualitas gizi rotifera sebagai pakan hidup dengan organisma-organisma yang digunakan untuk membudidayakan rotifera tersebut, misalnya *Chlorella* atau ragi roti, dapat dipandang dari kebutuhan EFA bagi ikan. Tabel 1 menunjukkan kandungan jenis-jenis asam lemak pada rotifera yang dibudidayakan dengan ragi roti dan

Chlorella laut atau campuran kedua organisma tersebut.

Dari Tabel 1 nampak bahwa perbedaan yang paling menyolok terdapat pada kandungan EFA nya, dan keadaan yang sama cenderung terjadi setiap tahun. Rotifera yang dibudidayakan dengan ragi roti mempunyai kandungan tinggi dalam asam lemak monoenoat sebagai 16 : 1 dan 18 : 1, sebaliknya kandungan asam lemak yang terlarut ($\omega 3$ HUFA) sangat rendah misalnya 20:5 $\omega 3$. Rotifera yang dibudidayakan dengan *Chlorella* laut ditemui mempunyai kandungan tinggi dalam 20:5 $\omega 3$. Rotifera yang dibudidayakan dengan campuran ragi roti dan *Chlorella* laut menunjukkan nilai rata-rata yang hampir sama. Menurut YONE & FUJII (1975), 20:5 $\omega 3$ merupakan EFA yang penting bagi pertumbuhan dan kehidupan ikan laut. Hasil tersebut di atas menerangkan, mengapa rotifera yang dibudidayakan dengan ragi roti selalu mempunyai kualitas lebih rendah daripada rotifera yang dibudidayakan dengan *Chlorella* laut dalam peranannya sebagai pakan hidup bagi burayak ikan laut. Tabel 2 juga menunjukkan jenis-jenis asam lemak tertentu pada rotifera yang dibudidayakan dengan ragi roti dan *Chlorella* air tawar. Seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2, rotifera yang dibudidayakan dengan ragi roti mempunyai kandungan jenis-jenis asam lemak yang sama. Sebaliknya, rotifera yang dibudidayakan dalam *Chlorella* air tawar mempunyai kandungan asam lemak yang sangat berbeda dengan rotifera yang dibudidayakan dalam *Chlorella* laut. Rotifera yang dipelihara dalam *Chlorella* air tawar ternyata tinggi dalam kandungan 18:2 $\omega 6$ dan 18:3 $\omega 3$ tetapi rendah dalam kandungan $\omega 3$ HUFA. Rotifera ini tidak dianjurkan untuk digunakan dalam usaha produksi benih ikan laut, meskipun memberikan hasil yang baik pada produksi benih "sweet fish", *Plecoglossus altivelis* (WATANABE *et al.* 1983a).

Perbedaan kadar 20:5 $\omega 3$ yang merupakan EFA bagi ikan laut juga ditemukan bertalian dengan perbedaan komposisi asam lemak pada ragi roti, *Chlorella* laut atau *Chlorella*

air tawar sebagai organisma-organisma yang digunakan untuk membudidayakannya. Tabel 3 dan 4 menunjukkan daftar kandungan jenis-jenis asam lemak tertentu dalam total lipid yang terdapat pada ragi roti dan *Chlorella* laut. Masing-masing ragi yang diproduksi oleh maskapai di Jepang menunjukkan mengandung jenis-jenis asam lemak yang sama. Mereka mengandung 52% - 82% asam lemak monoethylenat, 16:1 dan 18:1; dan tidak mengandung ω 3 HUFA. Akan tetapi, *Chlorella* laut mempunyai kandungan tinggi dalam 20:5 ω 3. Hasil tersebut di atas menjelaskan mengapa rotifera yang dikembangkan

dengan ragi roti selalu mengandung sedikit ω 3 HUFA, sedangkan yang dikembangkan dengan *Chlorella* laut selalu mempunyai kandungan tinggi dalam ω 3 HUFA. Sebaliknya komposisi asam lemak dari *Chlorella* air tawar sangat berbeda bila dibanding dengan *Chlorella* laut. *Chlorella* air tawar mempunyai kandungan tinggi akan 18:2 ω 6 dan 18:3 ω 3, tetapi rendah dalam kandungan ω 3 HUFA (Tabel 5). Oleh karena itu, rotifera yang dikembangkan dengan *Chlorella* air tawar mempunyai kandungan tinggi akan 18:2 ω 6 dan 18:2 ω 3 yang secara langsung dipengaruhi oleh asam lemak dari *Chlorella*.

Tabel 1. Asam lemak asam lemak tertentu dari total lipid yang terdapat pada rotifera, *Brachionus plicatilis*, yang dibudidayakan dengan ragi roti, *Saccharomyces cerevisiae* dan *Chlorella* laut (area %).*

Asam lemak	November 1975			Mei 1976			Mei 1977		
	Ragi	Ragi+ <i>Chlorella</i>	<i>Chlorella</i>	Ragi	Ragi+ <i>Chlorella</i>	<i>Chlorella</i>	Ragi	Ragi+ <i>Chlorella</i>	<i>Chlorella</i>
16:0	6,1	4,2	14,4	7,1	13,2	19,4	8,7	11,7	16,8
16:1 ω 7	27,2	26,7	20,4	26,5	22,6	22,4	24,2	16,6	24,3
18:0	3,8	4,4	2,2	4,3	3,6	1,9	4,8	6,0	1,7
18:1 ω 9	26,8	25,8	10,1	29,1	21,5	11,0	33,9	22,8	10,1
18:2 ω 6	8,9	5,1	4,7	6,9	6,3	3,4	5,8	10,4	3,2
18:3 ω 3	0,6	0,6	0,1	0,2	0,5	0,2	0,6	2,2	0,4
20:1	3,6	3,4	1,7	4,2	4,1	2,3	6,0	3,3	2,4
20:3 ω 3									
20:4 ω 3	2,0	2,3	4,1	0,9	3,0	4,2	0,4	2,3	4,4
20:4 ω 3	0,4	0,6	0,2	0,4	0,4	tr	0,5	0,6	0,2
20:5 ω 3	1,9	11,8	27,7	1,4	11,1	22,8	1,0	8,1	24,1
22:1	0,9	2,1	1,8	0,9	0,4	0,4	1,7	1,5	1,5
22:1	0,3	1,8	3,0	tr	2,9	3,4	0,2	0,5	3,8
22:6 ω 3	0,5	0,5	tr	tr	tr	tr	0,5	0,9	0,5
Σ ω 3 HUFA	3,1	14,7	30,9	2,7	14,4	26,2	2,2	11,3	28,6
Lipid %	1,4	2,8	3,7	1,7	2,2	4,2	2,3	2,3	3,8

* Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries

Tabel 2. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari total lipid yang terdapat pada rotifera, yang dibudidayakan dengan ragi roti dan *Chlorella* air tawar, *Chorella regularis*. *

Asam lemak	November 1975		Desember 1976		
	Ragi	<i>Chlorella</i>	Ragi	<i>Chlorella</i>	
				I	II
16: 0	6,7	8,9	6,8	9,3	9,9
16: 1 ω 7	23,4	18,9	21,3	14,7	13,7
18: 0	5,6	1,6	5,3	5,1	4,2
18: 1 ω 9	31,2	9,0	36,2	22,4	24,4
18: 2 ω 6	5,9	15,7	5,9	18,5	19,3
18: 3 ω 3	0,6	10,2	1,2	3,7	7,7
20: 1	0,6	0,3	4,9	3,4	2,9
20: 3 ω 3	1,3	0,8	0,6	1,0	1,2
20: 4 ω 6	0,4	1,1	0,6	1,1	0,1
20: 4 ω 3	2,0	1,9	2,0	1,9	1,2
22: 5 ω 3	—	0,3	1,1	0,3	0,6
22: 6 ω 3	1,0	—	—	—	—

* Gifu Prefectural Fisheries Experimental Station

Tabel 3. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari total lipid yang terdapat pada *Chlorella* laut.

Asam lemak	Nagasaki			Yamaguchi	Hiroshima	Kumamoto
	<i>Chlorella minutissima</i>			<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Chlorella</i> sp.	<i>Nannochloris cocoides</i>
	Sept. 1977	Mei. 1976.	Jul. 1980			
14:0	4,8	4,3	6,9	4,8	5,2	5,6
16:0	22,5	22,5	20,6	20,2	19,7	11,1
16:1 ω7	26,3	22,3	30,7	29,5	30,5	25,2
18:0	1,1	1,0	0,1	tr	0,7	0,1
18:1 ω9	6,2	3,1	2,5	8,6	2,7	3,5
18:2 ω6	2,3	3,4	3,6	4,1	2,4	2,5
18:3 ω3	0,2	0,1	0,1	tr	0,2	0,1
20:1	0,1	0,1	0,1	—	—	tr
20:3 ω3	3,9	4,7	2,9	2,4	3,6	4,9
20:4 ω6	—	0,1	—	—	—	tr
20:4 ω3	24,8	31,8	27,3	26,6	27,8	37,8
22:5 ω3	—	—	—	—	—	—
22:6 ω3	—	—	—	—	0,3	—

Tabel 4. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari total lipid yang terdapat pada ragi roti *Saccharomyces cerevisiae*.

Asam lemak	Kaneka		Kyowa	Oriental
	1975	1977	1977	1977
14 : 0	0,3	2,2	1,1	3,1
16 : 0	8,3	16,8	11,2	20,0
16 : 1 ω 7	38,2	32,8	14,2	27,2
18 : 0	4,1	3,4	8,4	4,7
18 : 1 ω 9	43,9	28,5	38,0	26,1
18 : 2 ω 6	2,8	7,6	15,1	10,9
18 : 3 ω 3	0,5	1,8	6,4	3,2
20 : 1	0,2	tr	1,6	0,8

Tabel 5. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari total lipid yang terdapat pada *Chlorella* air tawar yang hidup dan yang telah dikeringkan.

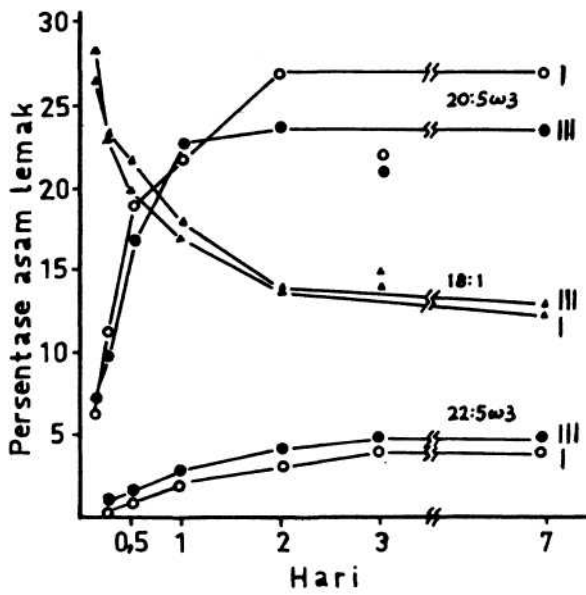
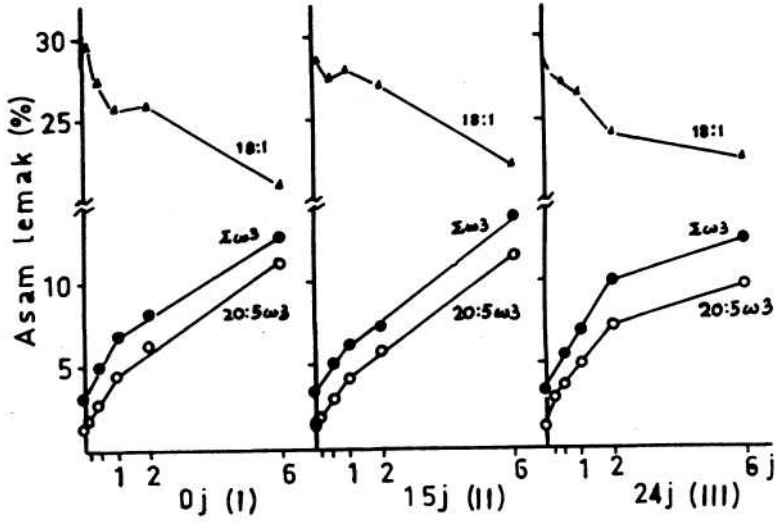
Asam lemak	Hidup		Kering		
	<i>Chlorella regularis</i> 1976	<i>Chlorella regularis</i> 1975	1976	1977	<i>Chlorella sp.</i> 1976
14 : 0	0,5	1,0	0,7	0,3	1,2
16 : 0	16,9	11,1	6,3	23,5	13,0
16 : 1 ω 7	2,7	1,7	3,5	2,0	23,5
16 : 2	18,0	15,4	26,3	12,3	3,7
17 : 0					
16 : 4 ω 3	6,8	37,7	37,3	7,0	2,3
18 : 0	4,1	0,5	0,8	5,6	8,8
18 : 1 ω 9	3,5	1,6	0,7	3,5	6,1
18 : 2 ω 6	37,3	11,1	8,3	32,9	9,7
18 : 3 ω 3	9,1	14,4	12,0	9,0	13,5
18 : 4 ω 3	0,1	—	—	0,3	2,6
20 : 0					
20 : 1	0,1	tr	0,4	0,1	—
20 : 3 ω 3	tr	—	0,6	tr	0,1
20 : 4 ω 6					
20 : 5 ω 3	0,2	tr	0,3	0,2	1,0
22 : 1	—	tr	0,4	0,6	—

Hasil tersebut di atas telah menunjukkan bahwa komposisi asam lemak pada rotifera sangat dipengaruhi oleh organisme yang digunakan sebagai makanannya, dan kandungan dari ω 3 HUFA pada rotifera ditetapkan sebagai nilai diet dalam peranannya sebagai pakan hidup untuk burayak ikan laut. Percobaan-percobaan selanjutnya dilakukan untuk membuktikan ada tidaknya hubungan antara nilai diet rotifera dan kandungan ω 3 HUFA mereka, yang dibudidayakan untuk kedua kalinya dalam *Chlorella* laut atau *Chlorella* air tawar (KITAJMA *et al.* 1979). Gambar 2 menunjukkan pengaruh pembudidayaan tingkat kedua (secondary culture) dalam *Chlorella* laut terhadap kandungan jenis-jenis asam lemak dari total lipid yang terkandung pada rotifera. Ketika *Chlorella* laut diberikan sebagai medium pembudidayaan tingkat kedua, kandungan rendah dalam ω 3 HUFA pada rotifera yang mula-mula dibudidayakan dengan rasi roti meningkat sebanding dengan lama periode pembudidayaan tingkat kedua, hal ini disebabkan persatuan 20:5 ω 3 dari *Chlorella* laut. Kadar 20:5 ω 3 mencapai 12% setelah 6 jam di dalam *Chlorella* laut. Kadar ini hampir sama dengan rotifera yang dibudidayakan dalam medium campuran, rasi roti dan *Chlorella* laut di Nagasaki. Apabila pembudidayaan tingkat kedua diteruskan sampai 7 hari, kadar 20:5 ω 3 mencapai maksimum sekitar 28% dalam waktu 2 hari. Persentase 18:1 menunjukkan arah yang sebaliknya terhadap 20:5 ω 3. Jadi dari hasil penelitian ini diketahui bahwa rotifera dapat dipersatukan dengan ω 3 HUFA dari makanannya. Ketika *Chlorella* air tawar diberikan sebagai makanan kepada rotifera, kandungan 20:5 ω 3 tidak meningkat, tetapi 18:2 ω 6 dan 18:3 ω 3 meningkat sebanding dengan lama periode pembudidayaan tingkat kedua (Gambar 3). Asam lemak ini juga mencapai nilai maksimum dalam waktu 2 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa 18:3 ω 3 tidak diubah menjadi 20:5 ω 3 dalam rotifera, seperti dianggap mula-mula oleh CASTELL *et al.* (1972). Anggapan ini terjadi karena 20:5 ω 3 juga ditemukan pada ikan air

tawar. Jadi hasil percobaan-percobaan tersebut di atas menunjukkan bahwa *Chlorella* laut harus digunakan sebagai makanan rotifera yang diperuntukkan sebagai pakan hidup bagi burayak ikan laut. Hasil ini juga menunjukkan bahwa kandungan ω 3 HUFA dalam rotifera merupakan kendala yang sangat penting dalam nilai diet mereka sebagai pakan hidup. Sekaligus menerangkan dengan jelas bahwa kematian tinggi yang selalu dialami oleh berbagai jenis burayak ikan yang dipelihara dengan rotifera dari hasil pembudidayaan hanya dengan rasi roti adalah disebabkan karena kekurangan (deficiency) EFA dalam tubuh ikan tersebut.

Berhubung rotifera yang dibudidayakan dengan rasi roti selalu berkualitas tidak memenuhi gizi yang dibutuhkan oleh burayak ikan, akan tetapi dapat berkembang-biak dalam jumlah yang memadai dalam waktu relatif sangat pendek maka menimbulkan gagasan untuk membuat suatu jenis rasi baru yang mempunyai kemampuan meningkatkan nilai gizi rotifera sebagai makanan burayak ikan. IMADA *et al.* (1979), telah mengembangkan suatu jenis rasi baru yang disebut sebagai rasi ω (ω -yeast). Rasi ω dibuat dengan menambahkan minyak ikan atau minyak hati cumi-cumi sebagai pelengkap ke dalam medium rasi roti, sehingga menghasilkan kandungan tinggi dalam lipid dan ω 3 HUFA, yang merupakan EFA bagi ikan laut (Tabel 6).

Rotifera yang dibudidayakan dengan rasi- ω , pada umumnya mempunyai kandungan tinggi akan lipid, bersama-sama dengan ω 3 HUFA sebagai hasil penambahan minyak ikan pada medium rasi roti. Persatuan ω 3 HUFA dari rasi- ω mencapai maksimum setelah 12 jam di dalam medium yang telah dilengkapi tersebut (Gambar 4). Apabila dibandingkan dengan rotifera yang dibudidayakan dengan *Chlorella* laut, nampak nilai gizi rotifera ini dengan nyata meningkat seperti ditunjukkan dalam Tabel 7 (KITA-JIMA *et al.* 1980a, 1980b). Hasil ini jelas menunjukkan bahwa rotifera yang berkem-

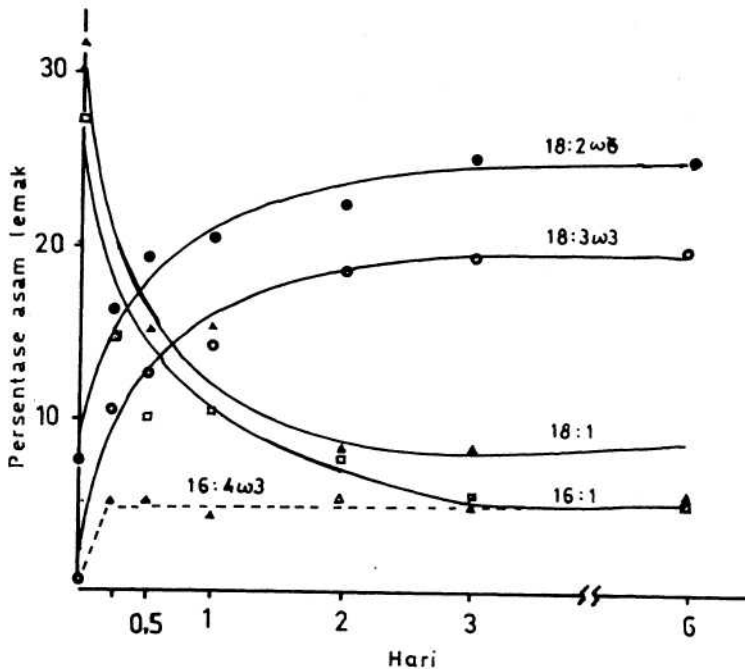


Gambar 2. Pengaruh pembudidayaan tingkat kedua dengan *Chlorella* laut terhadap kandungan asam lemak pada rotifera *Brachionus plicatilis*, pada masing-masing periode tanpa makanan Q (I), 1,5 (II) dan 24 jam (III) setelah pemberian *Chlorella* (KITAJIMA *et al.* 1979).

bang-biak di dalam ragi- ω mempunyai nilai makanan yang lebih dibanding dengan yang tumbuh di dalam ragi roti. Metode ini disebut "metode tak langsung" (indirect method) untuk meningkatkan nilai gizi dari berbagai pakan hidup.

WATANABE *et al.* 1983a) juga mengembangkan suatu cara lain yang disebut "metode langsung". lipid yang mengandung ω 3 HUFA dicampur dengan sedikit kuning telur mentah dan air, kemudian emulsinya diberikan bersama-sama dengan ragi roti untuk membudidayakan rotifera (Gambar 5). Seperti nampak pada Gambar 6, rotifera menerima lipid dengan mudah dan kadar ω 3

HUFA mencapai maksimum setelah 6 jam sampai 12 jam, seperti dijumpai pula dalam metode tak langsung. Kedua metode itu, metode langsung dan metode tak langsung, juga dijumpai sangat cocok untuk meningkatkan nilai gizi dari pakan hidup-pakan hidup yang lain. Dengan menggunakan kedua metode tersebut, dimungkinkan untuk lebih meningkatkan nilai gizi pakan hidup dengan memberi mereka kesempatan untuk menerima tidak hanya ω 3 HUFA saja tetapi juga vitamin-vitamin yang terlarut dalam lemak bersama-sama dengan lipid dari medium budidayanya (WATANABE *et al.* 1982).



Gambar 3. Perubahan kadar dari jenis-jenis asam lemak pada rotifera, *Brachionus plicatilis*, disebabkan oleh pembudidayaan tingkat kedua dalam *Chlorella* air tawar, *Chlorella regularis* untuk periode 10 menit sampai 7 hari (WATANABE *et al.* 1983b).

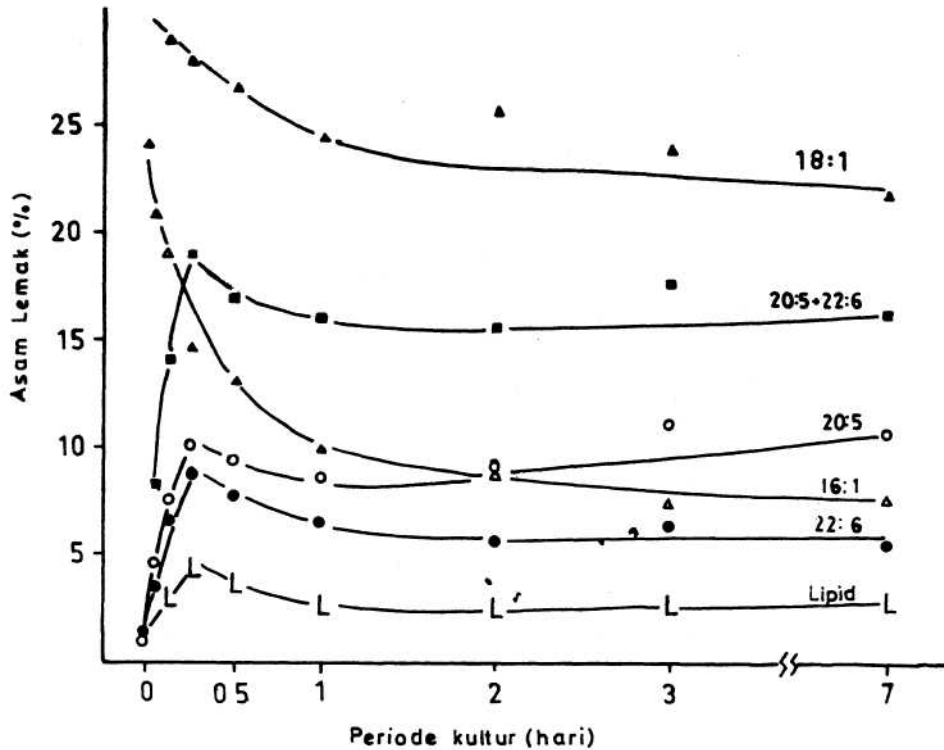
Tabel 6. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari total lipid yang terdapat pada ragi roti yang dilengkapi dengan minyak hati cumi-cumi (ragi- ω), dan rotifera dibudidayakan dengan ragi tersebut.

Asam lemak	Ragi roti	Ragi— ω	Budidaya rotifera	
			Ragi roti	Ragi— ω
16 : 0	8,3 - 20,0	13,4 - 16,9	6 - 7	10 - 12
16 : 1 ω 7	14,2 - 38,2	5,0 - 6,6	26 - 27	10 - 11
18 : 0	3,4 - 8,4	23 - 2,6	3 - 4	2 - 3
18 : 1 ω 9	26,1 - 43,9	15,5 - 16,4	26 - 30	22 - 24
18 : 2 ω 6	2,8 - 15,1	1,0 - 1,1	7 - 9	2 - 4
18 : 3 ω 3	0,5 - 6,4	0,8 - 0,9		0,7 - 0,8
20 : 1	tr - 1,6	8,4 - 9,2	3 - 4	8 - 10
20 : 3 ω 3		3,0 - 3,4	1 - 2	3 - 4
20 : 4 ω 6				
20 : 5 ω 3		13,4 - 17,4	1 - 2	9 - 12
22 : 5 ω 3		0,9 - 1,4	0 - 0,4	2 - 3
22 : 6 ω 3		12,8 - 15,6		7 - 9
Σ ω 3HUFA		33,5 - 35,8		25 - 26
lipid %	1,0 - 1,6	123 - 15,6	1,4 - 1,9	3,3 - 5,4

Tabel 7. Perbandingan antara pertumbuhan dan kelulus-hidupan burayak "read sea bream" yang diberi makan rotifera sebagai hasil pembudidayaan dengan menggunakan ragi dan ragi - ω .

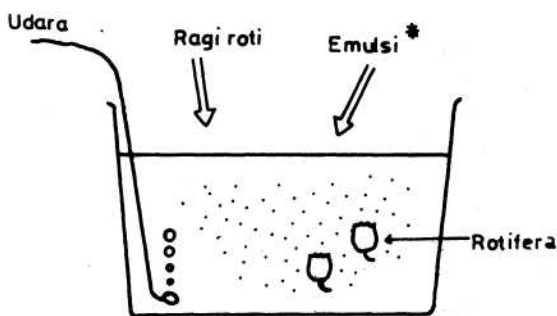
Rotifera	Rotifera	Jumlah ikan	Panjang total (mm)	Kelulushidupan (%)
Percobaan I	Ragi— ω	30.000	9,28 \pm 0,77	73,5
	Ragi	30.000	7,10 \pm 0,78	13,0
Percobaan II	Ragi— ω	15.000	10,11 \pm 0,87	76,2
	<i>Chlorella</i>	15.000	10,21 \pm 1,60	57,1
	R 12 j C	15.000	9,11 \pm 1,24	27,9
Percobaan III	Ragi— ω	24.000	10,32 \pm 1,28	
	<i>Chlorella</i>	23.000	9,78 \pm	
	R 3j C	24.000	8,85 \pm 1,09	
Percobaan IV*	Ragi— ω	10.000	10,91 \pm 0,94	68,9
	Ragi	10.000	6,24 \pm 0,62	3,2

* Black sea bream

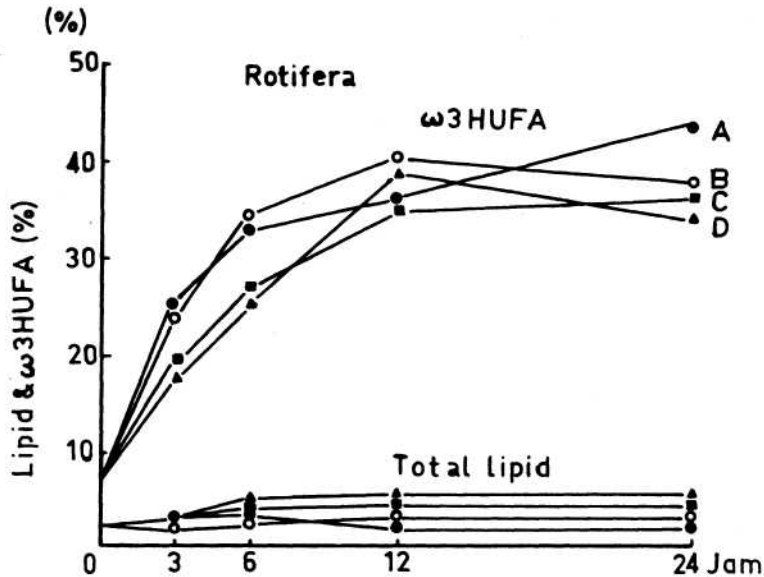


Gambar 4. Perubahan kandungan asam lemak pada rotifera, *Brachionus plicatilis*, yang mula-mula dibudidayakan dengan ragi roti kemudian mengalami pembudidayaan tingkat kedua dengan ragi (WATANABE *et al.* 1983b).

* Emulsi dari minyak hati cumi-cumi, kuning telur mentah dan air



Gambar 5. Metode langsung untuk meningkatkan nilai gizi pakan hidup (WATANABE *et al.* 1983a).



Gambar 6. Pemasukan emulsi lipid dengan berbagai macam zat (A, B, C dan D) pada rotifera dengan metode langsung (WATANABE *et al.* 1983a).

2. Artemia

Nauplii *Artemia salina* telah digunakan secara luas sebagai makanan dalam produksi benih ikan laut (MORRIS 1956; HIRANO & OSHIMA 1963; SHELBOURNE 1964). Akan tetapi pemberian makan dengan *Artemia* saja seringkali menghasilkan kematian tinggi dalam berbagai jenis ikan (FUSHIMI 1971; FUJITA 1973), meskipun gejala ini tergantung pada species ikan dan tempat asal *Artemia*. Menurut FUJITA (1973), burayak "yellow tail", *Seriola quinqueradiata* sangat mudah menunjukkan gejala itu, tetapi beberapa species "flounder", "gobiid fish", *Liza haematocheila* (mullet) dan *Plecoglossus altivelis* (salmon) tidak mudah terpengaruh gejala tersebut. SLOBODKIN (1968), dan WICKINS (1972) melaporkan kematian tinggi pada burayak udang, kepiting dan ikan

laut yang diberi makan nauplii *Artemia* dari Utah. Nilai gizi *Artemia* menjadi meningkat ketika naupliinya diberikan kepada ikan bersama-sama dengan kopepoda laut seperti *Tigriopus* dan *Acartia* (FUSHIMI 1971; KITAJIMA *et al.* 1979; dan FUJITA 1979) melaporkan berbagai gejala penyakit terjadi pada benih "red sea bream" yang diberi makan rotifera dari hasil pembudidayaan dengan ragi raja. Gejala-gejala penyakit tersebut antara lain warna tubuh gelap, tidak mempunyai nafsu makan, tidak gesit dan kematian tinggi. Menurut WATANABE *et al.* (1978) penyebab utama gejala-gejala tersebut di atas ditemui karena kekurangan EFA pada ikan. Gejala yang diamati pada "red sea bream" ini sangat mirip dengan gejala yang ditimbulkan pada pemberian makan "red sea bream" dengan nauplii *Artemia* saja. WATANABE dan kawan-kawannya

menganalisa komposisi asam lemak pada telur dan nauplii *Artemia* dari berbagai negara; dan menemukan bahwa *Artemia* dapat digolongkan dalam dua tipe menurut komposisi asam lemaknya. Tipe pertama (*Artemia* air tawar) mengandung kadar tinggi akan $18:\omega 3$, yang merupakan EFA bagi ikan air tawar dan tipe kedua (*Artemia* laut) tinggi dalam kandungan $20:5 \omega 3$, yang merupakan EFA bagi ikan laut (Tabel 8, 9 dan 10). Juga dijumpai bahwa *Artemia* laut merupakan makanan yang sangat tepat untuk benih "red sea bream"; dan nilai gizi naupliinya meningkat apabila mereka diberi makan *Chlorella* laut dan ragi-2, keduanya mengan-

dung sejumlah besar EFA yang dibutuhkan oleh ikan laut. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa golongan EFA yang terkandung di dalam *Artemia* merupakan kendala utama dalam berbagai nilai *Artemia* sebagai makanan ikan, seperti ditunjukkan pada rotifera. WICKINS (1972) melaporkan bahwa nilai makanan pada *Artemia* dari Utah meningkat bila mereka dipelihara di dalam medium *Isochrysis galbana*. Hal ini mungkin disebabkan pemasukan HUFA dari *I. galbana* yang pada umumnya mengandung sejumlah besar $20 : 5 \omega 3$ dan $22 : 6 \omega 3$ (WATANABE & ACKMAN 1974a).

Tabel 8. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari total lipid yang terdapat pada telur dan nauplii *Artemia* yang berasal dari San Francisco pada tahun 1979 — 1981.

Asam lemak	1979									1980			1981		
	A	A	B	C	D	E	F ¹	G ¹	H ¹	A	B	C			
14 : 0	2,3	3,5	2,9	3,6	1,3	2,1	2,2	0,6	0,7	1,6	1,1	0,7			
16 : 0	13,3	26,6	25,3	25,9	14,9	23,7	9,2	11,0	12,2	15,2	13,6	10,6			
16 : 1 ω 7	16,4	16,3	15,7	12,9	5,5	7,4	14,8	3,8	10,4	10,5	4,3	5,4			
18 : 0	2,4	5,1	5,1	3,7	3,5	4,1	2,0	3,3	3,2	2,9	3,2	3,0			
18 : 1 ω 9	28,2	25,8	27,6	19,8	28,0	23,7	19,1	26,7	34,9	28,5	27,1	26,3			
18 : 2 ω 6	8,3	2,6	2,9	2,5	6,3	5,4	8,3	8,9	6,6	7,1	6,1	7,6			
18 : 3 ω 6	0,9	0,5	0,4	0,6	—	—	1,2	—	0,4	0,6	—	0,8			
18 : 3 ω 3	2,3	3,3	4,2	4,8	22,4	14,7	5,4	27,6	17,2	17,2	28,1	27,0			
18 : 4 ω 3	0,2	0,3	0,9	1,1	3,2	3,4	0,6	6,0	2,5	2,7	3,6	5,2			
20 : 1	0,1	0,9	1,2	1,1	0,3	1,0	tr	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5			
20 : 2 ω 6	0,1	1,2	1,2	1,0	0,3	0,6	tr	0,1	0,1	—	—	0,1			
20 : 4 ω 6	7,7	2,7	0,7	0,6	0,8	0,8	3,5	1,1	1,4	1,4	0,7	1,3			
20 : 4 ω 3	—	0,1	tr	tr	0,2	0,5	0,3	0,1	0,3	0,4	—	0,9			
20 : 5 ω 3	7,5	3,0	1,7	0,9	2,7	0,6	6,8	0,3	3,5	3,6	2,4	2,1			
22 : 1	—	0,7	0,5	0,3	0,6	0,3	tr	—	0,3	—	0,2	tr			
22 : 4 ω 6	—	0,3	0,2	0,4	—	—	0,2	0,1	—	—	—	0,2			
22 : 6 ω 3	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	—	tr	—	—	—			
$\Sigma \omega 3$ HUFA	7,6	4,4	1,8	1,1	3,0	1,2	7,3	1,2	3,8	4,0	2,4	3,0			
lipid %	2,9	—	—	—	—	—	1,9	3,9	2,3	—	—	3,5			

¹Nauplii yang baru menetas

Tabel 9. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari keseluruhan lipid pada telur *Artemia* dari Brazil dan Australia pada tahun 1980.

Asam lemak	Brazil						Australia	
	A	B	C	D	E	E ¹	F	
14 : 0	3,3	3,4	2,1	3,6	2,4	1,7	2,0	1,6
16 : 0	16,0	18,2	13,7	18,0	14,7	12,2	13,7	13,9
16 : 1 ω 7	18,6	14,4	13,8	14,6	14,7	12,8	14,1	9,9
18 : 0	1,9	2,9	3,2	2,8	2,7	3,1	2,6	2,8
18 : 1 ω 9	21,8	23,7	28,9	16,2	26,6	30,7	28,3	33,3
18 : 2 ω 6	7,2	6,4	8,5	3,1	7,7	9,3	11,8	5,2
18 : 3 ω 6	1,9	3,2	0,8	5,1	—	—	—	0,1
18 : 3 ω 3	3,3	1,1	3,2	0,9	3,6	3,3	2,7	10,1
18 : 4 ω 3	0,3	tr	0,6	tr	0,7	0,4	0,9	3,8
20 : 1	0,9	1,2	0,4	1,9	0,5	0,5	0,3	0,4
20 : 2 ω 6	0,5	0,3	0,1	0,2	0,1	—	—	0,2
20 : 4 ω 6	2,7	3,2	4,5	3,2	4,0	4,6	3,6	1,1
20 : 4 ω 3	0,1	tr	0,4	tr	0,3	0,4	0,2	1,0
20 : 5 ω 3	3,9	3,5	5,9	4,7	5,8	6,5	5,8	8,6
22 : 1	0,7	1,0	0,4	1,8	0,5	—	—	tr
22 : 4 ω 6	0,4	0,5	0,1	0,9	—	—	—	tr
22 : 6 ω 3	0,4	0,6	tr	1,6	0,1	—	0,2	0,2
Σ ω 3 HUFA	0,4	0,6	6,3	6,2	7,2	6,9	6,2	9,8
Lipid %	—	—	5,4	—	—	—	—	7,9

¹ Nauplii dan telur E

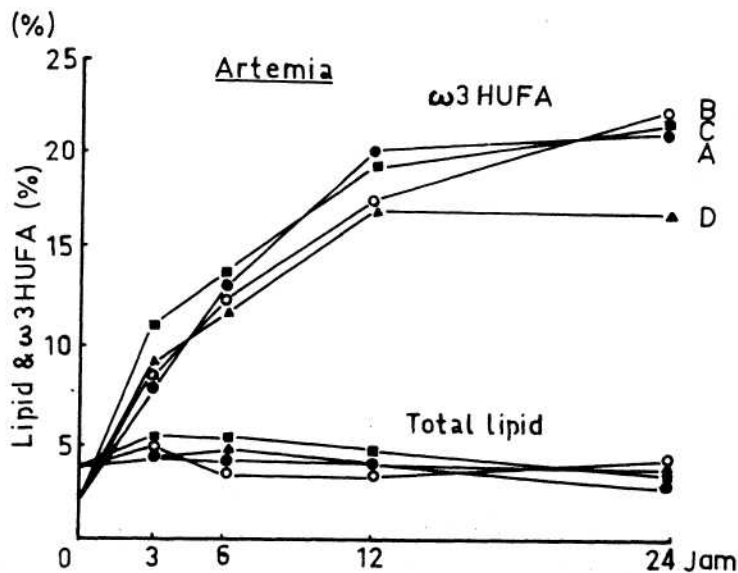
Tabel 10. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari total lipid yang terdapat pada telur *Artemia* dari Tien-tsin pada tahun 1979-1981.

Asam lemak	1979		1980						1981	
	A ¹	B ¹	A	B	C	A	B	C	A	
14 : 0	0,9	0,8	3,0	2,8	2,0	5,0	5,5	2,1	2,0	
16 : 0	9,7	9,3	12,1	12,7	12,7	23,0	21,1	12,5	13,1	
16 : 1 ω 7	13,6	13,4	22,6	24,0	22,4	24,7	22,8	20,1	19,1	
18 : 0	6,0	6,0	3,5	2,9	3,3	4,4	3,8	3,2	3,3	
18 : 1 ω 9	33,5	33,8	26,2	20,2	28,3	22,1	17,4	24,9	25,3	
18 : 2 ω 6	4,4	4,4	4,1	3,8	4,3	1,6	2,2	4,2	5,0	
18 : 3 ω 3	5,3	5,1	5,5	6,0	5,1	0,4	0,6	6,4	6,6	
18 : 4 ω 3	0,6	0,6	0,9	1,0	0,7	0,4	0,9	1,0	1,3	
20 : 1	0,7	0,7	0,2	0,4	—	1,7	1,9	0,4	0,4	
20 : 4 ω 6	2,8	3,0	1,2	1,1	1,5	0,8	0,7	1,8	1,4	
20 : 4 ω 3	0,7	0,7	—	—	—	—	—	0,2	0,1	
20 : 5 ω 3	13,0	13,2	9,2	10,2	11,3	1,9	1,3	10,9	9,3	
22 : 1	—	—	—	—	—	0,6	0,6	tr	0,7	
22 : 6 ω 3	—	—	—	—	—	0,2	0,3	tr	—	
Σ ω 3 HUFA	13,7	13,9	9,2	10,2	11,3	2,1	2,2	11,1	9,4	
Lipid %	4,2	4,4	3,7	3,9	5,2	—	—	9,3	2,5	

¹ Nauplii dari telur A dan B.

WATANABE, *et al.* (1980, 1982) melakukan percobaan-percobaan lebih lanjut untuk meningkatkan nilai gizi nauplii *Artemia* air tawar dengan metode langsung dan tak langsung, sama seperti dua perlakuan yang telah dilakukan untuk meningkatkan nilai gizi rotifera. Seperti nampak pada Gambar 7, nauplii *Artemia* juga sangat mudah menerima lipid dengan metode langsung, dan kadar ω 3 HUFA mencapai maksimum setelah 6 jam sampai 12 jam, seperti juga terjadi pada metode tak langsung. Nilai gizi nauplii *Artemia* bagi burayak ikan dapat ditingkatkan dengan pemasukan ω 3 HUFA dari emulsi lipid dan sebanding dengan kandungan ω 3 HUFA dalam Naupli (Tabel 11, 12 dan 13).

Akan tetapi, nilai gizi nauplii yang dibudidayakan hanya dengan ragi roti atau minyak jagung saja, mengandung sedikit ω 3 HUFA, keadaan ini tak memadai bagi ikan laut. Meskipun berbagai tipe *Artemia* bila ditimbang dari kebutuhan EFA-nya mungkin memuaskan untuk ikan air tawar, tetapi dipandang perlu untuk memeriksa terlebih dahulu komposisi asam lemaknya apabila akan digunakan sebagai makanan bagi burayak ikan laut. Apabila komposisi asam lemaknya tak diketahui, *Artemia* tersebut harus diberikan bersama-sama dengan kopepoda laut yang lain atau harus diperkaya terlebih dahulu di dalam lipid yang mengandung ω 3 HUFA untuk mencegah kematian tinggi dari berbagai gejala yang mungkin terjadi.



Gambar 7. Pemasukan lipid yang diemulsi dengan berbagai jenis zat (A, B, C dan D) pada nauplii *Artemia* dengan metode langsung (WATANABE *et al.* 1982).

Tabel 11. Peningkatan nilai gizi *Artemia* bagi "flat fish" dengan metode langsung (Percobaan I)¹

lipid yang diberikan kepada <i>Artemia</i>	ω 3 HUFA pada <i>Artemia</i> %	Panjang total tubuh (mm)		Berat tubuh rata-rata (mg)	Kelulus-hidupan (%)	Test aktivitas (%)
		Awal	Akhir			
Minyak hati	0,40	7,36	12,36	13,7	67,6	80,0
cumi-cumi	0,05	7,30	11,15	9,8	35,6	13,3
Kontrol ²						
Minyak jagung	0,05	7,16	9,86	5,8	27,1	0

¹ Lama periode dalam 19 hari.² Nauplii yang baru menetas (48 jam)Tabel 12. Peningkatan nilai gizi *Artemia* bagi "rock sea bream" dengan metode langsung Percobaan II)¹

Makanan yang diberikan kepada <i>Artemia</i>	ω 3 HUFA pada <i>Artemia</i> (%)	Panjang total ³ tubuh (mm)		Berat tubuh ³ rata-rata (mg)		Kelulus-hidupan %	Test aktivitas %
		Awal	Akhir	Awal	Akhir		
Ragi- ω	0,30	9,7	20,4	9,0	145,1	78,3	86,7
Minyak hati	0,31	9,7	20,3	9,0	142,9	81,4	100
cumi-cumi							
Ragi roti	0,08	9,7	19,3	9,0	117,2	41,4	3,4
Kontrol 2	0,10	9,7	19,5	9,0	124,8	59,2	10,0
Tigriopus	0,40	9,7	19,4	9,0	123,0	77,1	100

¹ Lama periode dalam 10 hari ² Nauplii yang baru menetas ³ Nilai rata-rata 30 ekor ikanTabel 13. Peningkatan nilai gizi *Artemia* bagi "read sea bream" dengan metode langsung (Percobaan III)¹

Makanan yang diberikan kepada <i>Artemia</i>	ω 3 HUFA pada <i>Artemia</i> (%)	Panjang total ² tubuh (mm)		Berat tubuh ² rata-rata (mg)		Kelulus-hidupan (%)	Test aktivitas (%)
		Awal	Akhir	Awal	Akhir		
Ragi roti	0,12	14,7	22,0	35,2	151,9	58,9	23,0
Minyak jagung	0,03	14,7	22,6	35,2	158,0	52,3	31,5
Minyak hati "Pollock"	0,21	14,7	23,7	35,2	188,9	76,3	86,5
Minyak hati cumi-cumi	0,77	14,7	23,6	35,2	182,5	83,1	99,6
Methyl ω 3 HUFA	0,71	14,7	23,4	35,2	178,7	72,0	99,3
<i>Tigriopus</i>	0,50	14,7	22,6	35,2	181,0	89,1	100

¹ Lama periode dalam 9 hari² Nilai rata-rata dari 50 ekor ikan

3. Kopepoda

Kopepoda laut, seperti *Tigriopus* dan *Acartia*; dan kopepoda air tawar, *Moina* dan *Daphnia* juga terkenal baik sebagai makanan yang cocok untuk pemeliharaan benih ikan yang berukuran panjang tubuh 7 mm. WATANABE *et al.* (1983b) menyajikan hasil-hasil analisa asam lemak dari zooplankton-zooplanton ini. Seperti ditunjukkan dalam Tabel 14, *Tigriopus* didapati relatif mengandung sejumlah besar 20:5 ω 3 dan 22:6 ω 3 tanpa memandang medium yang digunakan untuk membudidayakannya, seperti ragi roti dan "soy sauce cake". Sebaliknya kandungan 3 HUFA dalam lipid dari *Moina* (Tabel 15 dan Gambar 8) sangat dipengaruhi oleh medium pembudidayanya,

seperti diamati pada rotifera. *Moina* yang dibudidayakan dengan ragi roti mempunyai kandungan tinggi dalam asam lemak monoethylenat dan kandungan rendah akan ω 3 HUFA, sedang yang dibudidayakan dengan pupuk kotoran ayam mempunyai kandungan tinggi akan 20:5 ω 3. *Moina* juga ditemukan sangat mudah dapat menerima lipid dengan metode langsung, seperti ditunjukkan dalam Gambar 8. *Acartia* yang dikumpulkan dari laut diketahui sangat baik sebagai makanan ikan laut. *Acartia* ini mengandung 20:5 ω 3 dan 22:6 ω 3 dalam kadar yang cukup tinggi, keduanya membentuk 30-60% jumlah ω 3 HUFA, meskipun beberapa variasi musiman mungkin terjadi.

Tabel 14. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari total lipid pada *Tigriopus* yang dibudidayakan dengan *Chlorella* laut (*Chlorella minutissima*), bungkil kedele, ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan ragi-S (ragi yang dilengkapi dengan minyak hati cumi-cumi).

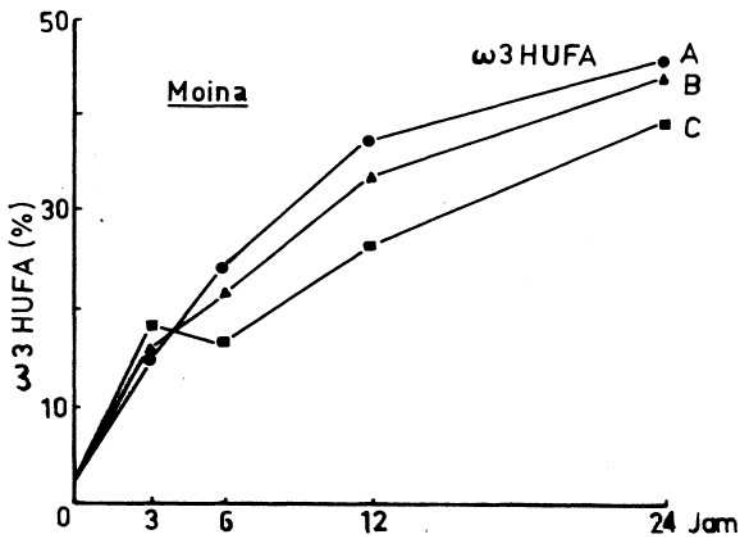
Asam lemak	Budidaya <i>Tigriopus japonicus</i> .									
	<i>T. yaponicus</i> alami	Ragi roti			Ragi roti + Chlor.			Ragi-S Bungkil Kedele		
	Nop. - Feb. 1975 - 1976	Des. 1976	Nop. I	1977 ¹ II	Jun. I	1976 ² II	Nop. 1977	Nop. 1977	Des. 1976	Nop. 1977
14:0	1,7	1,2	1,1	1,5	0,9	1,1	1,4	2,4	0,5	0,9
14:1	0,2	4,5	5,0	6,5	3,9	3,5	6,6	2,0	2,3	2,9
15:0	2,1	2,0	2,2	1,6	2,0	1,9	3,0	1,5	1,3	1,9
16:0	14,0	10,4	8,5	13,3	10,5	10,6	10,3	12,1	20,1	15,5
16:1 ω 7	6,3	10,9	14,2	11,1	11,5	10,7	10,9	8,1	5,1	4,7
18:0	2,3	6,0	5,0	4,6	4,5	3,8	3,1	3,6	4,3	3,6
18:1 ω 9	20,1	11,2	23,0	15,3	19,4	18,6	16,6	21,3	15,0	19,9
18:2 ω 6	2,5	3,6	2,1	2,7	3,5	3,8	3,1	1,7	7,0	18,1
18:3 ω 3	8,2	6,0	1,8	5,5	6,1	7,8	7,4	1,3	1,8	2,7
18:4 ω 3										
20:0	3,2	1,9	1,2	4,3	2,0	2,2	3,7	0,8	2,0	0,3
20:1	1,0	2,1	1,3	0,9	1,8	1,0	0,4	4,8	0,5	0,8
20:3 ω 3	1,7	2,1	1,3	0,7	2,0	2,5	1,4	2,6	1,6	2,2
20:4 ω 6	2,5	2,5	1,2	1,3	2,9	3,1	1,3	1,0	1,0	1,2
20:4 ω 3	8,2	7,2	5,7	4,2	5,8	5,9	6,8	10,8	9,3	4,4
22:5 ω 3	0,7	1,6	0,5	0,5	2,0	2,2	0,6	1,2	0,5	0,6
22 : 6 ω 3	6,5	12,0	10,0	8,5	9,6	9,7	6,4	13,6	16,7	7,9
Σ ω 3HUFA	17,9	23,3	17,4	14,8	20,3	20,9	15,1	26,6	27,5	14,1
Lipid %	2,6	3,2	2,2	2,4	3,6	2,8	3,1	2,6	1,7	3,0

¹ *Tigriopus* dibudidayakan dalam 1 ton tangki (I) atau 200 ton tangki (II)

² Budidaya dilakukan dalam 200 ton tangki (I & II).

Tabel 15. Jenis-jenis asam lemak tertentu dari total lipid yang terdapat pada *Moina* dan *Acartia* (area %)

Asam lemak	Budidaya <i>Moina</i>					<i>Acartia clausi</i>		
	Ragi roti Gifu Hiroshima		Ragi roti + pupuk kotoran ayam	Pupuk kotoran ayam		Alami		
				5 hari	10 hari	Mei 1976	Des. 1976	Sept. 1977
14:0	2,5	2,3	0,8	1,3	3,2	4,2	4,4	12,1
16:0	6,6	6,5	5,8	10,7	9,2	16,9	16,5	18,3
16:1 ω 7	37,9	33,6	19,9	13,8	18,1	2,4	1,8	10,7
18:0	1,4	2,5	3,0	5,6	2,3	5,4	3,8	5,0
18:1 ω 9	25,1	24,1	26,2	10,4	3,1	4,1	3,6	5,4
18:2 ω 6	4,9	4,2	6,6	7,3	2,1	1,1	0,6	1,1
18:3 ω 3	0,6	0,8	0,8	10,1	23	1,1	0,7	1,0
18:4 ω 3								
20:0	0,1	—	1,1	2,0	2,3	3,2	2,5	—
20:1	0,2	0,3	0,2	0,1	—	0,7	0,7	2,3
20:3 ω 3								
20:4 ω 6	0,3	4,4	8,9	5,5	1,7	1,1	0,4	1,0
20:4 ω 3	—	0,1	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,4
20:5 ω 3	0,2	1,5	7,0	14,5	20,8	20,1	29,2	16,6
22:5 ω 3	—	—	0,2	0,2	0,5	0,5	0,1	0,8
22:6 ω 3	—	—	0,3	tr	tr	28,6	27,2	12,3
Σ ω 3 HUFA		1,6	7,7	14,9	21,5	49,8	58,0	30,1
Lipid %	2,9	—	1,3	1,3	3,3	1,1	1,6	13



Gambar 8. Pemasukan emulsi lipid dengan berbagai variasi zat (A, B dan C) pada *Moina* dengan metode langsung (WATANABE *et al.* 1982).

DAFTAR PUSTAKA

- CASTELL, J.D.; D.J. LEE and R.O. SINNHUBER 1972. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): lipid metabolism and fatty acid composition. *J. Nutr.* 102 : 93 - 100.
- FUJITA, S. 1973. Importance of zooplankton mass culture in producing marine fish seed for fish farming. *Bull. Plankton Soc. Japan* 20 : 49 -53.
- FUJITA, S. 1979. Culture of red sea bream, *Pagrus major*, and its food. In: "Cultivation of Fish Fry and its Live Food". (E. Styczynska-Jurewicz, T. Backiel, E. Jaspers and G. Persoone, editors). *European Mariculture Society, Special Publication No. 4.* EMS, Bredene, Belgium, pp. 183-197.
- FUSHIMI, T. 1971. Studies on the seed production of red sea bream. VI. Dietary value of *Tigriopus japonica* together with *Artemia salina* to red sea bream juveniles. *J. Hiroshim Pref. Exp. Stn.* 3 : 29-34.
- HIRANO, R. and Y. OHSHIMA 1963. On the rearing of larvae of marine animals with special reference to their food organisms. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 29 : 282 - 297.
- IMADA, O.Y. KAGEYAMA, T. WATANABE, C. KITAJIMA, S. FUJITA and Y. YONE 1979. Development of a new yeast as a culture medium for living feeds used in the production of fish feed. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 45 : 955 - 959.
- ITO, T. 1960. On the culture of the mixohaline rotifer *Brachionus plicatilis* O.F. Muller, in sea water. *Rep. Fac. Fish., Prefect. Univ. Mie.* 3. 708 - 740.
- KITAJIMA, C, S. FUJITA, F. OOWA; Y. YONE and T. WATANABE 1979. Improvement of dietary value for red sea bream larvae of rotifers, *Brachionus plicatilis* cultured with a new type of yeast. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish* 45 : 469 - 471.
- KITAJIMA, C., T. ARAKAWA, S. FUJITA, O. IMADA, T. WATANABE and Y. YONE 1980a. Dietary value for red sea bream larvae of rotifer *Brachionus plicatilis* cultured with a new type of yeast. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 46 : 43 - 46.
- KITAJIMA, C, M. YOSHIDA and T. WATANABE 1980b. Dietary value for ayu, *Plecoglossus altivelis*, of rotifer, *Brachionus plicatilis*, cultured with baker's yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, supplemented with cuttlefish liver oil. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 46:47 - 50.
- LITTLE, G. 1969. The larval development of the shrimp, *Palaemon macrodactylus* Rathbun, reared in the laboratory and the effect of the eyestalk extirpation on development. *Crustaceana* 17 : 69 — 87.
- MORRIS, R.W. 1956. Some aspect of the problem of rearing marine fish. *Bull. Inst. Oceanogr.* 108: 1-61.
- SHELBOURNE, J.E. 1964. The artificial propagation of marine fish. In: "Advances in Marine Biology" (F.S. Russel, editor). Vol. 2. Academic Press, New York and London, pp. 1—83.
- SLOBODKIN, L.B. 1968. Aspect of the future of ecology. *Biol. Sci., Tokyo* 18: 16-23.
- TAKEUCHI, T. and T. WATANABE 1976. Nutritive value of ω 3 highly unsaturated fatty acids in pollock liver oil for rainbow trout. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 42: 907-919.
- WATANABE, T. R.G. ACKMAN 1974a. Lipids and fatty acids of the American (*Crassostrea virginica*) and European flat (*Ostrea edulis*) oysters from a common habitat, and after one feeding with *Dicrateria inornata* or *Isochrysis galbana*. *J. Fish. Res. Board Can.* 31 : 403 - 409.
- WATANABE, T, C. OGINO, Y. KOSHIISHI and T. MATSUNAGA 1974b. Requirement of rainbow trout for essential fatty acids. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 40: 493-499.

- WATANABE, T., O. UTSUE, I. KOBAYASHI and C. OGINO 1975a. Effect of dietary methyl linoleate and linolenate on growth of carp. I. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 41 : 257 – 262.
- WATANABE, T., T. TAKEUCHI and C. OGINO 1975b. effect of dietary methyl linoleate and linolenate on growth of carp. II. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 41 : 263-269.
- WATANABE, T., F. OOWA; C. KITAJIMA and S. FUJITA 1978. Nutritional quality of brine shrimp, *Artemia salina*, as a living feed from the viewpoint of essential fatty acids for fish. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 44 : 1115-1121.
- WATANABE, T., F. OOWA; C. KITAJIMA and FUJITA S. 1980. Relationship between dietary value of brine shrimp, *Artemia salina*, and their content of ω 3 highly unsaturated fatty acids. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 46 : 35 - 41.
- WATANABE, T., M. OHTA; C. KITAJIMA and S. FUJITA 1982. Improvement of dietary value of brine shrimp *Artemia solina* for fish larvae by feeding them on ω 3 highly unsaturated fatty acids. *Butt. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 48 : 1775 - 1782.
- WATANABE, T., T. TAMIYA, A. OKA; M. HIRATA, C. KITAJIMA and S. FUJITA 1983a. Improvement of dietary value of live foods for fish larvae by feeding them on ω 3 highly unsaturated fatty acids and fat-soluble vitamins. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 49.
- WATANABE, T., C. KITAJIMA and S. FUJITA 1983b. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. *Aquaculture* 34: 115-143.
- WICKINS, J.F. 1972. The food value of the brine shrimp, *Artemia salina* L., to larvae of the prawn, *Palaemon serratus* Pennant. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 10:151-170.
- YONE, Y. and M. FUJII, 1975. Studies on nutrition of red sea bream. XI. Effect of 3 fatty acid supplement in a corn oil diet on growth rate and feed efficiency. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 41 : 73 - 77.