

BUDDAYA BURAYAK IKAN LAUT DI JEPANG

Oleh

Sutomo¹⁾

ABSTRACT

MARINE FISH LARVAL CULTURE IN JAPAN. *Presently the techniques of marine fish larval culture has well developed in several countries such as in Japan. In Japan, this effort has been commonly practiced in large scale. Therefore, the seed production of the culture has fulfilled the seed demand of fish culture itself, and even every year millions of seeds are released into the sea to enhance natural fishery. This paper describes the basic techniques of marine fish larval culture in general and larval culture of **Pagrus major** is presented as an example of mass culture of marine fish larvae. The basic techniques of fish larval culture may be broadly divided into two parts. The first part is the collecting and hatching of eggs, and the second part is the rearing of larvae. The egg collecting should be done carefully. Only good eggs are chosen and should be avoided from physical damage. The eggs have to be incubated in suitable temperature and salinity, and should be sufficiently aerated. There are several important things that should be paid attention in rearing of larvae i.e. the food should be sufficiently provided and suitable for various developmental stage of larvae, and water quality should be maintained in good condition. The organisms which are commonly used as live food for fish larvae are rotifer **Brachionus plicatilis**, copepod **Tigriopus japonicus** and brine shrimp **Artemia salina**. Pellet (artificial food) could be given as additional food After metamorphosis to juvenile stage, they could be fed with minced fish, shellfish and shrimp particularly for the carnivorous or omnivorous fishes. Rearing water should be maintained at suitable temperature and salinity with sufficient dissolved oxygen concentration, and be avoided from many kinds of pollutants and diseases.*

PENDAHULUAN

Seperti halnya pada hewan-hewan perairan pada umumnya, fase yang paling kritis dalam daur hidup ikan terjadi pada fase larva (burayak). Dalam fase ini kondisi tubuh ikan makin lemah, organ-organ tubuh dan alat-alat indera belum berkembang dengan baik. Mereka masih peka terhadap perubahan-perubahan lingkungan, seperti misalnya suhu dan salinitas, serta pengaruh adanya bahan-bahan pencemar yang masuk ke laut. Di sam-

ping itu di alam mereka tidaklah luput dari bahaya hewan-hewan predator yang siap memangsanya. Oleh karena itu tidaklah mengherankan apabila terjadi mortalitas yang tinggi pada periode tersebut.

Untuk menekan mortalitas tersebut, usaha budidaya burayak ikan merupakan salah satu usaha yang sangat penting. Dalam kondisi budidaya, lingkungan pemeliharaan baik fisis, kimiawi maupun biologis dapat terkontrol dengan baik sehingga mortalitas dapat ditekan serendah mungkin. Keberhasilan

1). Balai Penelitian Ekologi Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI, Jakarta.

usaha budidaya burayak ikan, ternyata telah banyak memberikan keuntungan yang tidak kecil artinya baik untuk peningkatan produksi maupun untuk meningkatkan stok ikan di alam yang sekaligus dapat menunjang usaha pelestariannya. Sebagai salah satu contoh misalnya di Jepang, telah berhasil membudidayakan beberapa jenis ikan laut, salah satu di antaranya ialah ikan "red sea bream" (*Pagrus major*) atau dikenal dengan nama madai. Dalam tahun 1977 hasil budidaya ikan tersebut mencapai 12.000 ton, serta dihasilkan 10 juta benih yang ditebarkan ke laut untuk meningkatkan stok alam (SMITH & HATAYA 1982).

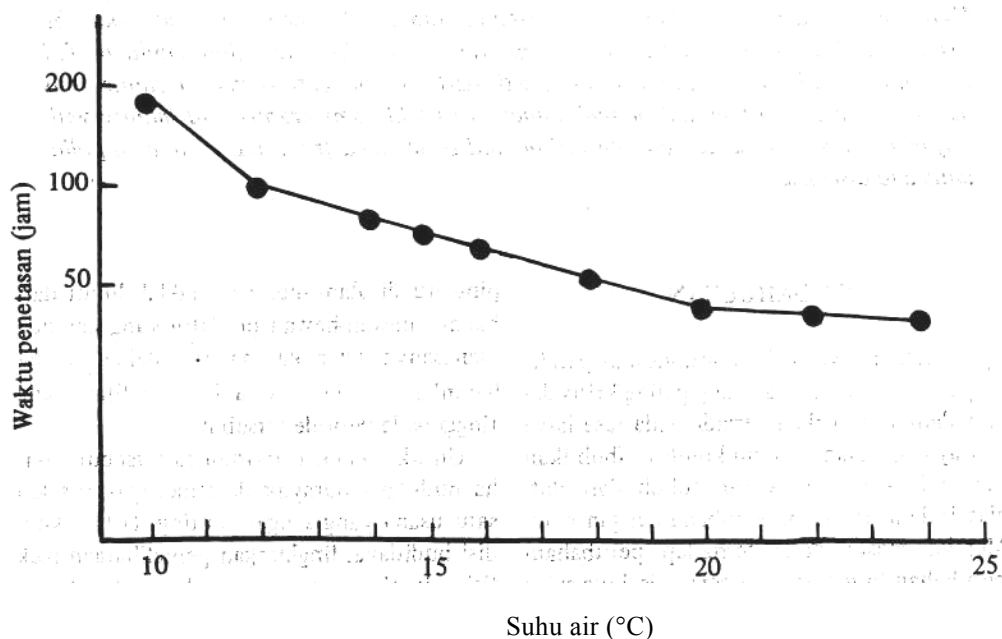
Tulisan ini merupakan rangkuman dari berbagai pustaka mengenai berbagai aspek budidaya ikan di Jepang yang diharapkan berguna bagi pengembangan bidang ini di Indonesia.

PERKEMBANGAN TELUR dan BURAYAK

1. Perkembangan telur

Waktu yang dibutuhkan telur untuk berkembang dan menetas bervariasi tergantung dari suhu air. Hubungan antara waktu penetasan dan suhu air diperlihatkan pada Gambar 1. Pada suhu yang tinggi, waktu yang dibutuhkan untuk penetasan lebih cepat. Pada suhu di atas atau di bawah toleransi suhu penetasan akan menghambat sistem enzim yang selanjutnya akan menghambat perkembangan dan penetasan telur.

Rasio penetasan (jumlah telur yang menetas dibagi oleh jumlah total telur), juga bervariasi tergantung dari suhu dan salinitas. Rasio penetasan yang terbaik terjadi pada kisaran suhu dan salinitas yang paling cocok



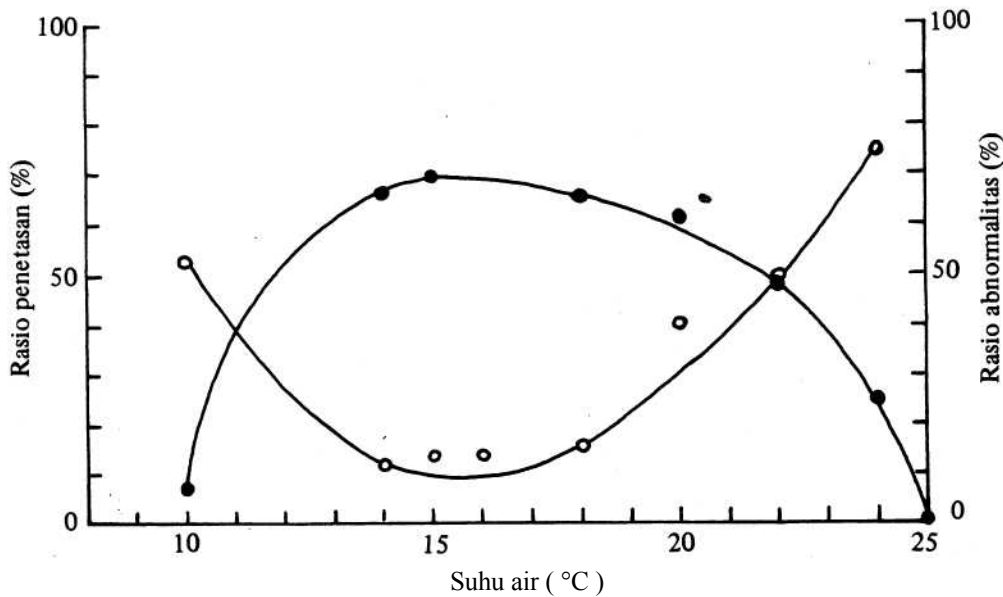
Gambar 1. Hubungan antara suhu dan waktu penetasan dari telur ikan "sebelah" (YASUNAGA 1975).

untuk penetasan telur. Di luar kisaran suhu dan salinitas tersebut, kematian telur-telur akan bertambah dan rasio penetasannya berkurang. Hubungan antara rasio penetasan dan suhu atau salinitas dapat dilihat pada Gambar 2, atau dituliskan dalam bentuk persamaan (YASUNAGA 1975) sebagai berikut:

$$\text{Rasio penetasan} = C e^{-c(\bar{r} - r)}$$

dimana C, c adalah konstanta, e adalah bilangan dasar logaritma alam, r adalah suhu atau salinitas optimum, r adalah suhu atau salinitas dimana telur ditetaskan.

Penurunan rasio penetasan biasanya diiringi oleh bertambahnya deformasi burayak (Gambar 2). Deformasi burayak dapat berupa tulang belakang yang sedikit melengkung atau hilangnya ekor. Deformasi yang lain berupa kantong kuning telur yang berkerut serta tubuh yang terbelit (*twisted bodies*). Kebanyakan burayak yang mengalami deformasi tubuh akan mati sebelum berkembang menjadi anak-anak ikan. Pada burayak yang mengalami deformasi tersebut organ-organ internalnya tidak berfungsi dengan baik, serta tidak dapat menangkap makanan secara cukup dan sempurna.

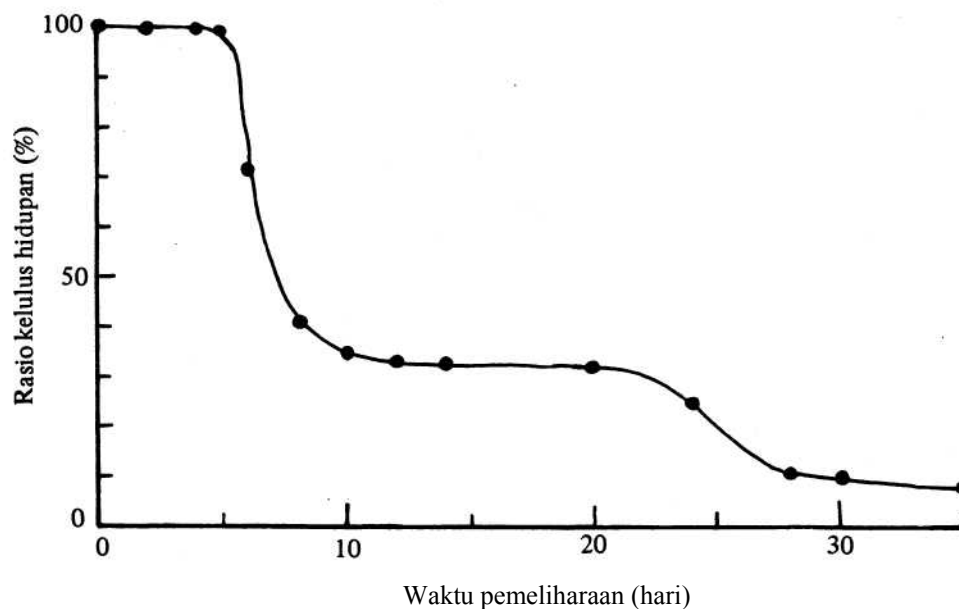


Gambar 2. Hubungan antara suhu air dan rasio penetasan (•), dan rasio abnormalitas burayak (°) ikan "sebelah" (YASUNAGA 1975).

2. Burayak

Hanya sekitar 5% - 10% jumlah burayak yang hidup sampai menjadi anak ikan di dalam tempat pemeliharaan jumlah sekitar 5% — 10%. Ada dua periode dimana mortalitas tinggi dapat terjadi (YASUNAGA 1975). Periode pertama yaitu sekitar satu minggu setelah penetasan, saat dimana kantong kuning telur mulai diserap sampai burayak mulai makan. Periode kedua terjadi ketika

burayak berubah menjadi anak ikan (*fry*). Biasanya mortalitas pada periode pertama lebih tinggi daripada periode kedua yang berkisar antara 50% dan 80%. Mortalitas yang tinggi ini dapat dicegah dengan pemberian makan yang cukup dan cocok serta menjaga kondisi lingkungan pemeliharaan. Hubungan antara waktu pemeliharaan dan mortalitas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara waktu pemeliharaan dan rasio kelulus hidupan burayak ikan "sebelah" (YASUNAGA 1975).

TEKNIK BUDIDAYA BURAYAK

Secara garis besar teknik dasar budidaya burayak ikan dapat dibagi dalam dua bagian. Pertama adalah pengumpulan dan penetasan telur dan kedua adalah pemeliharaan burayak. Penguasaan kedua teknik tersebut penting, baik untuk penelitian budidaya burayak secara eksperimental maupun untuk budidaya massal.

1. Koleksi dan penetasan telur

Untuk mendapatkan telur-telur ikan laut biasanya digunakan dua metode. Pertama ialah mengumpulkan telur-telur yang diperoleh dari induk-induk ikan yang masak (mature fish) dari hasil tangkapan. Kedua ialah dengan cara memelihara induk ikan di dalam tangki sampai mereka bertelur. Metode ini telah umum digunakan untuk memperoleh telur-telur ikan mas, ikan mujair ataupun ikan lain di dalam budidaya ikan air tawar. Ikan-ikan laut umumnya sangat sulit dipeli-

hara dalam tangki percobaan sampai mereka bertelur. Akan tetapi beberapa jenis telah berhasil bertelur dalam tangki pemeliharaan seperti ikan "red sea bream", "black sea bream", ikan beronang, ikan kakatua, ikan sebelah (flat fish).

Pengambilan telur dari induk ikan yang telah masak telur di alam merupakan metode yang paling umum digunakan. Namun demikian metode ini hanya terbatas pada jenis-jenis ikan yang masak telur selama musim penangkapan. Jenis-jenis ikan oseanik seperti cakalang, tuna dan "yellow tail" sangat sulit diperoleh induk-induknya yang masak telur. Akhir-akhir ini di Jepang diadakan percobaan-percobaan pembenihan buatan terhadap 30 jenis ikan laut.

Untuk mempercepat kematangan gonad ikan dalam tempat pemeliharaan dapat digunakan hormon. Hormon disuntikan dalam jaringan otot atau ke rongga mulut (buccal cavity). Hormon yang umum digunakan ialah gonadotropin, synahorin dan macrobin.

Dosis yang disuntikan biasanya 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat badan ikan per hari selama beberapa hari. Apabila gonad telah masak, telur-telur dapat dengan mudah dikeluarkan dengan cara pengurutan badan ke arah dubur (stripping method). Untuk telur yang bersifat adhesive (lekat) akan melekat satu sama lain, sedangkan yang non adhesive mudah dipisahkan. Untuk mengumpulkan telur adhesive dipergunakan lempengan kaca, lempengan plastik, ataupun lembaran plastik. Telur yang telah ditampung harus segera dibuahi (fertilisasi). Pembuahan buatan dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu metode basah dan kering. Pada metode basah, cairan sperma dikeluarkan dari induk dengan cara pengurutan badan ikan ke arah dubur. Sperma yang dikeluarkan dituangkan di atas telur-telur dalam mangkok yang berisi air, kemudian dengan hati-hati diaduk sampai merata. Pada metode kering telur dan sperma dicampur secara hati-hati dengan menggunakan bulu ayam yang halus, tanpa penambahan air. Metode basah kurang baik dibanding metode kering, sebab jumlah telur yang dibuahi menjadi berkurang setelah berada dalam air lebih dari 10 menit.

Telur yang telah dibuahi harus dicuci untuk menghilangkan benda-benda asing seperti kotoran (faeces) dari induk ikan. Telur dicuci dengan air bersih, dan kemudian dikeringkan. Pencucian harus dilakukan beberapa kali. Telur kemudian dipindahkan ke tempat penetasan yang terbuat dari net plankton supaya air mudah lewat. Tempat penetasan berukuran panjang 50 cm, lebar 50 cm dan dalam 50 cm. Kepadatan telur harus kurang dari 1000 butir per liter untuk mencegah kekurangan oksigen.

Waktu yang dibutuhkan untuk penetasan tergantung dari tinggi rendahnya suhu air. Pada suhu air yang tinggi, waktu yang dibutuhkan telur untuk menetas pendek dan sebaliknya pada suhu yang lebih rendah waktu yang dibutuhkan telur untuk menetas lebih lama. Hubungan antara waktu yang dibutuhkan untuk penetasan dan suhu

dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$T e^{a\theta} = \text{konstan}$$

dimana T adalah waktu yang dibutuhkan untuk penetasan, e bilangan dasar logaritma alam, a adalah konstanta untuk setiap jenis dan θ adalah suhu air.

2. Pemeliharaan burayak

Satu hari setelah telur menetas, burayak dipindahkan ke tangki-tangki pemeliharaan. Untuk mencegah terjadinya pengotoran air, kepadatan burayak harus kurang dari 20 ekor per liter air. Tangki yang berkapasitas 1 ton dapat digunakan untuk memelihara lebih kurang 20.000 burayak. Apabila kepadatan burayak terlalu tinggi, kualitas air cepat memburuk dan tingkat kelulus-hidupan (survival rate) burayak rendah. Air dalam tangki diaerasi untuk menambah oksigen dan menjaga agar penyebaran burayak-burayak dan makanannya merata.

Beberapa hari setelah telur menetas, mulut burayak mulai berkembang, mata berpigmen dan mereka mulai berenang. Setelah kantong kuning diserap, burayak mulai makan. Jenis makanan yang pertama harus diberikan ialah telur-telur kerang atau bulu babi yang telah dibuahi, atau rotifera *Brachionus plicatilis*. Telur-telur kerang dan bulu babi yang tidak dimakan oleh burayak ikan akan segera berkembang menjadi burayak yang dilengkapi dengan cangkang dan ini merupakan makanan yang tidak baik untuk burayak ikan. Oleh karena itu rotifera merupakan makanan yang paling baik digunakan dalam waktu yang cukup panjang.

Burayak dapat dipelihara dengan rotifera sebagai makanan dalam tahap awal dan pertengahan pemeliharaan. Akan tetapi pergantian jenis pakan hidup yang mempunyai ukuran lebih besar pada tahap pertengahan pemeliharaan dapat meningkatkan kecepatan pertumbuhan burayak. Kopepoda merupakan jenis yang paling baik untuk tahap ini, tetapi budidaya massal kopepoda masih sangat sulit.

dilakukan. Untuk itu sebagai pengganti, digunakan *Artemia salina*. Nilai nutrisi yang tertinggi dari nauplii *Artemia salina* terjadi satu hari setelah ditetaskan, ketika nauplii berwarna kemerah-merahan dan mengandung banyak kuning telur.

Pada tahap akhir pemeliharaan, dimana burayak menjadi anak ikan makanannya diganti dengan jenis yang lebih besar ukurannya seperti udang hidup atau udang yang telah dipotong. Makanan lain yang dapat diberikan dalam tahap ini ialah *Artemia salina* dewasa, burayak ikan dan amphipoda. *Artemia salina* dewasa dapat dibudidayakan dengan metode yang hampir sama dengan budidaya rotifera. Pada tahap ini burayak mulai makan dengan baik makanan cacahan, kelulus-hidupan bertambah dan pemeliharaan menjadi lebih mudah. Pemberian makanan yang berlebihan menyebabkan pembusukan dan pengotoran air, dan akibatnya dapat menimbulkan berbagai penyakit. Namun sebaliknya pemberian makanan yang kurang dapat mengakibatkan kanibalisme.

3. Budidaya pakan hidup

Rotifera merupakan jenis pakan hidup yang paling umum diberikan dalam tahap awal pemeliharaan burayak ikan, dan mereka relatif mudah untuk dibudidayakan. Salinitas yang baik untuk budidaya rotifera adalah setengah sampai tiga per empat dari salinitas air laut, dan suhu yang baik berkisar antara 20°C dan 25°C. Benih rotifer dapat diperoleh dari daerah estuaria atau dari tambak ikan.

Budidaya rotifera dalam jumlah sedikit lebih baik dimulai dari cawan yang berukuran 1 atau 2 liter daripada tangki yang lebih besar. Kepadatan awal sekurang-kurangnya satu rotifera per ml air.

Pakan hidup untuk budidaya rotifera dapat digunakan sel ragi (yeast) atau alga hijau bersel tunggal seperti *Chlorella*, *Chlamidomonas*, *Tetraselmis* ataupun *Dunaliella* yang dapat diperoleh dari laut. Rotifera yang dipelihara dengan alga sebagai makanan,

harus dipindahkan ke tangki alga yang baru apabila warna hijau dari air pemeliharaan menjadi pucat. Bagi rotifera yang diberi makan ragi, ragi harus diberikan sebanyak dua gram per hari per satu juta rotifera. Dibutuhkan aerasi yang kuat agar supaya ragi tidak tenggelam di dasar dan untuk mencegah menempelnya rotifera pada dinding-dinding tangki. Apabila ragi roti atau alga hijau digunakan sebagai makanan, kepadatan rotifera menjadi lebih kurang 500 ekor per ml dalam waktu 3 sampai 5 hari.

Nauplii *Artemia* dipelihara pada suhu air antara 20° sampai 28°C, dengan aerasi yang kuat. Telur *Artemia* menetas dua hari kemudian. Nauplii melayang-layang dekat dasar, cangkang telur mengapung di permukaan, dan telur yang tidak menetas akan tenggelam di dasar. Pemisahan nauplii dari cangkang dan telur yang tidak menetas dengan mudah dilakukan dengan cara pengeangan atau dengan sifonisasi.

Beberapa jenis kopepoda dapat dibudidayakan sebagai makanan untuk burayak ikan. Salah satu di antaranya ialah *Tigriopus japonicus*. Metode pembudidayaannya sama seperti pada budidaya rotifera. Ragi roti, *Chlorella* dan "soysauce cake" dapat dipakai sebagai makanannya, dan pada skala besar limbah dari fermentasi alkohol dapat digunakan sebagai alternatif.

4. Pemeliharaan kualitas air.

Air mengalir tidak dapat digunakan pada pemeliharaan burayak ikan yang baru menetas sebab burayak akan terbawa oleh aliran air tersebut. Oleh karena itu burayak yang baru menetas harus dipelihara dalam air yang tenang pada kepadatan rendah sehingga kualitas air dapat mudah dikontrol. Air pemeliharaan mudah terkontaminasi terutama oleh kotoran (faeces) dan sisa-sisa pakan hidup yang tidak termakan. Oleh karena itu kotoran-kotoran yang tenggelam ke dasar harus disifon secara periodik.

Substansi-substansi kimia yang dapat mengkontaminasi air pemeliharaan adalah

asam sulfat, amonia, nitrat dan asam fosfat. Jika kadar substansi-substansi tersebut menjadi terlalu tinggi dapat membahayakan burayak, dan air pemeliharaan harus diganti. Pemantauan kadar substansi-substansi pengkontaminan sulit dilaksanakan, tetapi dapat dilakukan melalui pengontrolan kandungan ion hidrogen (pH). Kadar ion hidrogen air laut berkisar antara 8,2 dan 8,4. Penurunan pH ke 7,8 sampai 8,0 menunjukkan bahwa kadar substansi-substansi kimia berbahaya mungkin sudah terlalu besar untuk burayak ikan dan dapat mengakibatkan kematian.

Hal yang penting untuk diperhatikan pada waktu penggantian air pemeliharaan ialah bahwa suhu air laut yang baru harus sama dengan suhu air dalam tangki pemeliharaan. Apabila suhu berbeda, air dapat ditambahkan hanya dalam jumlah sedikit, atau menunggu sampai suhunya hampir sama. Ujung pipa sifon harus ditutup dengan selembar kain untuk mencegah masuknya burayak ke dalam pipa sifon. Alga hijau sel tunggal dapat ditambahkan ke dalam tempat pemeliharaan untuk menyerap substansi-substansi kontaminan serta membantu menjaga kualitas air. Walaupun demikian, bagaimana mekanisme alga melakukan proses ini belum jelas diketahui. Air laut untuk pemeliharaan burayak ikan harus dijaga agar suhunya merata dan stabil mengingat bahwa burayak sangat peka terhadap perubahan suhu yang mendadak. Suhu yang cocok untuk pemeliharaan burayak tergantung dari jenis ikan. Untuk itu perlu diketahui suhu air dimana jenis-jenis ikan dapat menetas dengan baik. Cara lain untuk penentuan suhu yang cocok dalam pemeliharaan burayak dapat pula dilakukan dengan cara mencatat suhu air di tempat dan waktu burayak didapatkan.

Untuk mengontrol suhu air, tangki pemeliharaan harus diletakkan di tempat yang paling baik untuk pemeliharaan burayak. Suhu kamar yang terkontrol merupakan tempat yang paling baik. Pemeliharaan air dapat juga dijaga pada suhu yang merata

dengan menggunakan alat pemanas yang dapat diatur. Salinitas yang baik untuk pemeliharaan burayak ikan adalah lebih kurang sama dengan salinitas untuk pene-tasan telur. Akan tetapi akhir-akhir ini ditemukan bahwa salinitas yang paling baik untuk memelihara burayak dari beberapa jenis ikan adalah lebih rendah dari salinitas air laut alami.

Intensitas cahaya harus cukup supaya burayak dapat menangkap makanannya dengan baik. Waktu malam hari hendaknya tidak diberi sinar, sebab dikatakan bahwa penyinaran yang terus menerus sampai malam dapat berbahaya bagi burayak ikan. Tangki pemeliharaan harus diletakkan di tempat yang sekurang-kurangnya sebagian menjadi gelap di malam hari.

BUDIDAYA MASSAL

Dewasa ini, burayak ikan laut telah berhasil dibudidayakan dalam skala besar seperti misalnya di Jepang, baik untuk keperluan budidaya itu sendiri maupun untuk dilepaskan ke laut guna meningkatkan stok ikan. Jenis ikan yang dibudidayakan di Jepang terutama ikan "yellow tail", "red sea bream" dan "black sea bream". Ikan "red sea bream" (*Pagrus major*) merupakan ikan yang dibudidayakan dalam jumlah paling besar, dan bahkan industri pembenihannya telah umum dilakukan orang. Budidaya massal burayak *Pagrus major* akan disajikan sebagai contoh budidaya burayak ikan secara massal.

Telur ikan dapat diperoleh dari induk baik yang ditangkap dari laut ataupun dari tempat pemeliharaan. Di bawah kondisi budidaya, ikan matang kelamin terjadi pada umur dua atau tiga tahun. Selama musim pemijahan dari bulan April sampai Mei, ikan yang berumur tiga atau empat tahun dipindahkan dari kurung-kurung pemeliharaan ke tangki-tangki pemeliharaan yang berkapasitas 50 — 60 ton air laut. Tiap tangki dapat menampung 60 kg ikan dengan per-

bandingan jantan dan betina sama (FUJITA 1979). SMITH & HATAYA (1982) menganjurkan kepadatan stok ikan 0,5 - 1 kg per meter kubik dengan perbandingan betina dan jantan adalah 1,5 : 1. Antara bulan Maret dan awal Juni suhu air di atas 15°C, pemijahan terjadi secara alami dalam tangki, tanpa perlakuan hormon ataupun pengurutan (hand stripping). Pemijahan terjadi pada sore hari. Tiap induk betina setiap hari mengeluarkan 50.000 - 100.000 telur dan pemijahan berlangsung selama 3 atau 4 minggu. Pada ikan yang mempunyai berat tubuh 1,5 kg dapat menghasilkan telur sebanyak 300.000 - 400.000 butir dalam satu musim pemijahan (KAFUKU & IKENOUE 1983), dan bahkan pada umur 10 tahun dapat menghasilkan 5 juta telur (SMITH & HATAYA 1982). Telur-telur dikumpulkan dengan menggunakan jaring halus dipasang pada saluran keluar. Telur yang mati menjadi berwarna putih dan tenggelam ke dasar. Telur-telur yang baik dipindahkan ke dalam tempat penetasan yang terbuat dari kain atau net berukuran 0,75 x 0,7 m, dengan mata jaring 400 μ , yang diletakkan dalam tangki air laut (Gambar 4). Penetasan telur dapat pula dilakukan langsung di dalam tangki pemeliharaan burayak yang berkapasitas 50 - 200 ton air laut, dengan kepadatan 20.000 - 30.000 butir telur per ton. Telur-telur diinkubasi dalam tangki tersebut dengan aerasi yang kuat. Penetasan terjadi dalam waktu 3 hari setelah pemijahan pada suhu 16 — 17°C. Derajat kelulus-hidupan dari penetasan biasanya lebih kurang 90% (FUJITA 1975). Pada suhu 14°C waktu yang dibutuhkan untuk penetasan (hatching time = HT) adalah 95 jam, dan pada suhu 20°C waktu penetasan hanya 39 jam (SMITH & HATAYA 1982).

Waktu terjadinya penetasan (hatching time = HT) dapat diekspresikan dalam formula sebagai berikut:

$$HT \text{ (jam)} = \frac{427-9}{t}$$

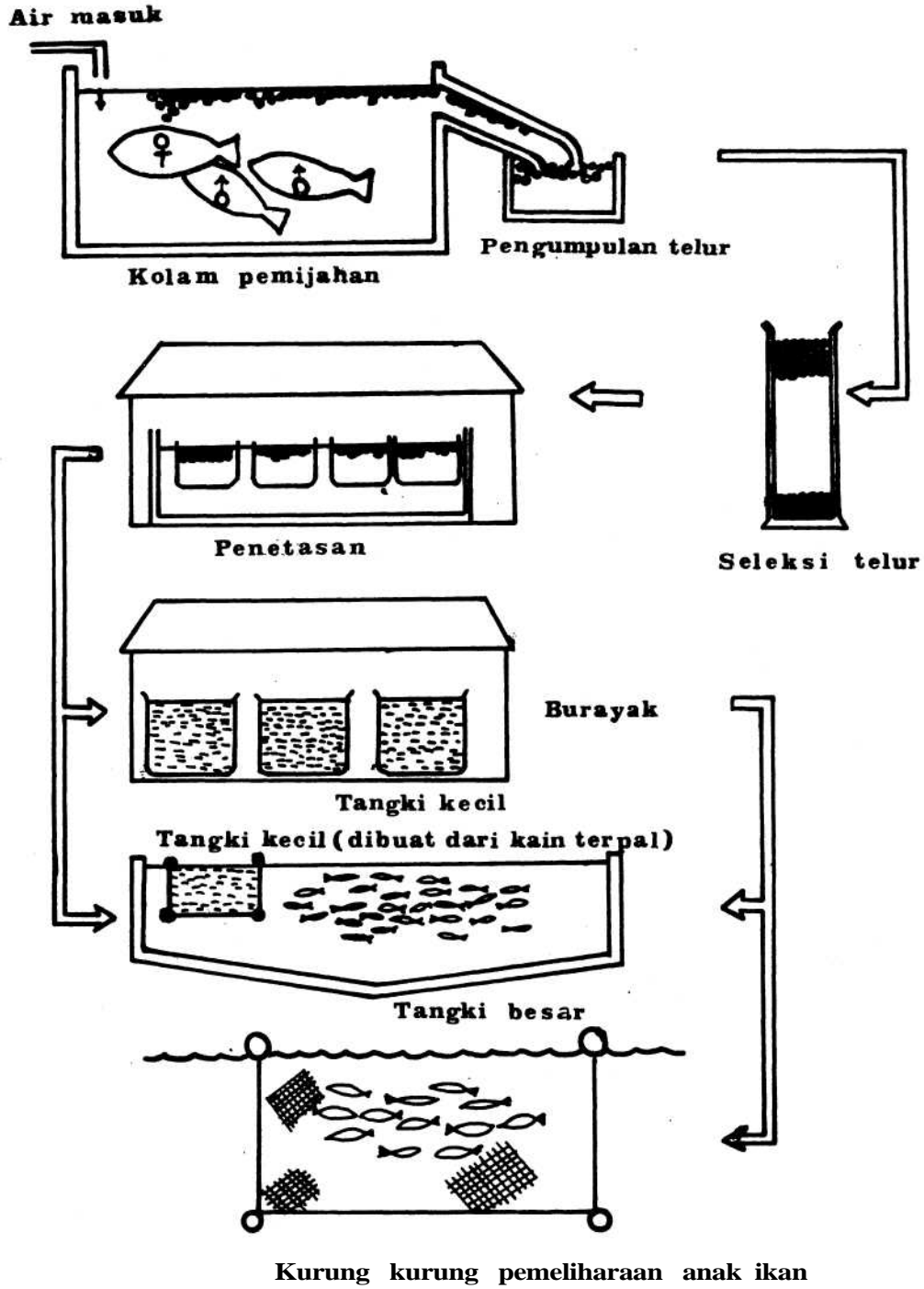
dimana t adalah suhu (°C)

Burayak ikan yang telah menetas secepat mungkin harus dipindahkan ke tangki pemeliharaan berkapasitas lebih kurang 200 ton. Untuk pertama kali biasanya burayak ikan dipelihara dalam tangki pemeliharaan yang lebih kecil, terbuat dari kain terpal yang diletakkan dalam tangki pemeliharaan yang lebih besar. Burayak ikan dipelihara sampai ukuran tertentu yang kemudian dilepaskan ke tangki yang lebih besar.

1. Jadwal pemberian makanan

Pada saat sekarang ini, diet yang paling cocok untuk berbagai tingkat perkembangan burayak ikan ini adalah sebagai berikut (FUJITA 1979).

- a. Burayak yang baru menetas mempunyai panjang tubuh 2,0 - 2,3 mm, selama 3 — 4 hari mendapat makanan dari cadangan yang ada dalam kantong kuning telurnya (yolk sacs) (SMITH & HATAYA 1982).
- b. Dari hari ke tiga sampai hari ke duapuluh setelah menetas panjang tubuh burayak menjadi 3,1 mm sampai 8,1 mm diberi makan rotifera.
- c. Dari hari ke duapuluh sampai hari ke tigapuluh lima, burayak tingkat metamorfosis mempunyai panjang tubuh 8 sampai 11 mm, diberi makan dengan kopepoda laut yang dikoleksi dari alam seperti *Acartia*, *Oithona* dan *Paracalanus* atau dari hasil budidaya yaitu *Tigriopus japonicus* yang diberikan bersama-sama dengan rotifera. Apabila kopepoda laut tak tersedia, dapat digunakan nauplii *Artemia salina* sebagai pengganti. Cacahan daging dapat juga ditambahkan pada fase ini.
- d. Burayak ikan yang telah berukuran 10 mm diberi makan cacahan daging dari ikan, kerang, udang atau dapat juga diberi makanan buatan (artificial food). Makanan buatan dapat juga diberikan pada burayak pada waktu berukuran 6 mm — 8 mm apabila produksi pakan hidup kurang mencukupi.



Gambar 4. Skema produksi massal burayak *Pagrus major*.

2. Konsumsi dan pemberian makan harian

Rotifera dapat digunakan sebagai sumber makanan selama mungkin sebab mereka memberikan pertumbuhan dan derajat kelulus-hidupan yang baik terhadap burayak ikan dan dapat diproduksi dengan mudah dalam skala besar. Tiap burayak dapat makan sebanyak 20 ekor rotifera per hari pada permulaan makan, tetapi lebih dari 200 ekor rotifera per hari 2 minggu setelah penetasan (SMITH & HATAYA 1982), dan bahkan menurut K. FUKUSHO (komunikasi pribadi) burayak ikan membutuhkan 3000 ekor rotifera per hari. Untuk memproduksi satu burayak ikan berukuran panjang 10 mm dibutuhkan sebanyak 90.000 ekor rotifera, atau 10.000 ekor rotifera menurut KAFUKU & IKENOEU (1983). Kepadatan rotifera dalam tangki pemeliharaan burayak harus dijaga minimum 5 ekor rotifera per ml untuk menghindari kelaparan, dan dalam pelaksanaannya rotifera dijaga dalam kepadatan lebih dari 10 ekor per ml. Penghitungan rotifera dilakukan tiga kali dalam sehari pada tiap-tiap tangki pemeliharaan. Jumlah rotifera yang dibutuhkan dapat dipompakan dari tangki budidaya yang telah diketahui kepadatannya ke dalam tangki pemeliharaan burayak. Perhitungan jumlah rotifera yang dibutuhkan oleh burayak dalam tangki pemeliharaan mengikuti formula sebagai berikut:

$$N_r = R_d N_1 (R_w + 1)$$

dimana N_r adalah jumlah total rotifera yang dibutuhkan per hari, R_d adalah jumlah rotifera yang dimakan oleh burayak per hari, N_1 adalah jumlah burayak ikan yang terdapat dalam tangki pemeliharaan, dan R_w adalah laju pergantian air. Besarnya nilai R_d dapat dihitung dari formula sebagai berikut :

$$R_d = 0,3927 L^{3,676}$$

dimana L adalah panjang rata-rata burayak ikan dalam tangki. Rotifera digunakan se-

bagai sumber makanan sampai hari ke tiga-puluh lima setelah menetas. Pada hari ke duapuluh setelah menetas, ketika burayak telah mencapai ukuran panjang ± 6 mm, diet rotifera ditambahkan bersama-sama *Tigriopus japonicus*, suatu jenis kopepoda laut. Jika *Tigriopus* diberikan sebagai sumber makanan secara tunggal, jumlah yang dimakan burayak per hari dihitung dalam formula sebagai berikut :

$$T_d = 0,6728 L^{3,4658}$$

dimana L adalah panjang rata-rata burayak ikan. Dalam pelaksanaannya, apabila *Tigriopus* dipakai untuk tambahan terhadap rotifera, maka jumlah *Tigriopus* yang dibutuhkan ditentukan dari jumlah total yang dibutuhkan dikurangi dengan berat rotifera yang tersedia (berat 1 rotifera sama dengan 0,003 mg, dan 1 *Tigriopus* = 0,034 mg).

Nauplii *Artemia salina* dapat digunakan sebagai sumber makanan burayak ikan setelah penetasan, tetapi tidak boleh diberikan secara tunggal untuk lebih dari 4 atau 5 hari (FUKUSHO *et al.* dalam SMITH & HATAYA 1982). Mereka memberikan laju pertumbuhan burayak yang baik, tetapi juga dapat menyebabkan kematian yang tinggi.

Pada umur 30 hari - 35 hari setelah menetas, saat panjang tubuhnya 10 mm - 12 mm, anak ikan telah diberi makan cacahan-cacahan daging dan makanan buatan. Pemberian rotifera, *Tigriopus* dan *Artemia* secara bertahap dihentikan. Pemeliharaan burayak pada fase ini merupakan periode yang kritis : pemberian makan yang terlalu banyak dapat mempercepat pencemaran air pemeliharaan, dan jika terlalu sedikit dapat mengakibatkan kanibalisme dan kelaparan. Jumlah total makanan basah yang diberikan per hari sebesar 70% — 80% dari berat total anak ikan dalam tangki pemeliharaan.

Empatpuluh hari setelah menetas, pada saat panjang tubuh 15 mm, anak ikan telah siap dipindahkan ke kurungan apung (float-

ing net cage) yang diletakkan di laut. Pada pusat pembenihan yang lain burayak dipindahkan ke tangki pemeliharaan yang lebih besar pada saat berukuran panjang tubuh 8 mm dan kemudian baru dipindahkan ke kurungan apung di laut pada saat panjang tubuh 20 mm. Setelah anak ikan mencapai panjang 30 mm — 40 mm dapat dilepaskan ke laut bebas untuk memperkaya sumberdaya perikanan. Produksi benih dinyatakan tercapai apabila anak ikan telah mencapai panjang tubuh 30 mm - 50 mm.

Pemantauan kondisi fisik seperti misalnya suhu, salinitas dilakukan setiap hari untuk tiap-tiap tangki pemeliharaan. Contoh burayak diambil setiap 3 — 5 hari untuk diukur laju pertumbuhan dan perkembangannya serta dihitung jumlahnya. Pengambilan contoh burayak dilakukan setelah keadaan gelap, dimana burayak menyebar merata di seluruh tangki. Makanan buatan dapat digunakan bahkan untuk fase burayak yang kecil, tetapi hal ini tidak memberikan pertumbuhan dan laju kelulus-hidupan yang baik. Oleh karena itu makanan buatan tidak dapat diberikan secara tunggal tetapi harus bersama-sama dengan rotifera. Di samping itu makanan buatan yang diberikan berlebihan dapat menyebabkan masalah pencemaran, sebab makanan yang tersisa akan membusuk dan merangsang pertumbuhan bakteri.

3. Mortalitas, laju kelulus-hidupan burayak dan penyakit dalam budidaya massal burayak ikan

Mortalitas yang tinggi terjadi pada tiga fase. Pertama pada fase burayak berukuran 6 mm — 7 mm, laju kelulus-hidupan lebih kurang 60% - 70%. Penyebab kematian tampaknya adalah kurangnya pemberian rotifera atau kurangnya gizi. Kedua, terjadi pada fase burayak berukuran 8 mm — 11 mm, laju kelulus-hidupan lebih kurang 30% — 40%. Penyebab kematian mungkin karena kurangnya pakan hidup (rotifera, kopepoda) dan kanibalisme. Ketiga, terjadi pada fase

burayak berukuran 20 mm, laju kelulus-hidupan lebih kurang 10%. Penyebab kematian tampaknya disebabkan oleh infeksi bakteri (FUJITA 1979). Beberapa penyakit yang menyerang burayak ikan *Pagrus major* telah dilaporkan, meliputi *Vibrio* dan jenis bakteri lain, parasit dan "gas disease" (KAFUKU & IKENOUE 1983). SMITH & HATAYA (1982) menyatakan bahwa *Vibrio* sp. dapat menyebabkan mortalitas yang tinggi terhadap burayak ikan. Gejala penyakit ditandai dengan pembengkakan perut, umumnya tampak pada burayak berukuran panjang 5 mm - 10 mm. Pengobatan penyakit ini dapat dilakukan dengan cara menambahkan 1,5 ppm nifurpirinol pada makanan burayak (rotifera, *Tigriopus* dan *Artemia*). Pembersihan tangki pemeliharaan dengan sifonisasi yang dilakukan setiap hari ternyata dapat mengurangi penyakit ini, tetapi penyinaran ultraviolet terhadap air laut yang digunakan hanya memberikan sedikit atau bahkan tanpa pengaruh. Natrium nifurstyrenat sedang dicoba keampuhannya untuk membunuh *Vibrio* sp. dalam tangki-tangki pemeliharaan burayak. Zat kimia tersebut dilarutkan dalam air tawar kemudian disempatkan pada tangki pemeliharaan dihentikan selama 24 jam.

Deformasi berupa melengkungnya tulang belakang burayak ikan sering terjadi pada budidaya massal di kebanyakan industri pembenihan di Jepang. Kejadian ketidaknormalan ini bervariasi dari pembenihan satu ke pembenihan lain, dari musim ke musim dan dari tangki satu ke tangki lain. Deformasi biasanya terjadi dengan frekuensi 5% - 50% (KITAJIMA *et al.* 1977; FUJITA 1979).

4. Budidaya massal pakan hidup

Pakan hidup burayak ikan yang umum dibudidayakan ada tiga jenis yaitu rotifera *Brachionus plicatilis*, kopepoda *Tigriopus japonicus* dan *Artemia salina*.

Budidaya massal rotifera telah dipelajari oleh HIRAYAMA & WATANABE (1973)

dan oleh HIRATA (1974). Teknik budidaya rotifera ada dua tipe. Pertama adalah "Partial thinning method", rotifera dibudidayakan dalam tangki berkapasitas 50 ton - 200 ton air laut. Kepadatan mula-mula rotifera adalah 10 ekor - 50 ekor/ml diinokulasikan ke dalam air *Chlorella* dengan kepadatan $5 - 10 \times 10^6$ sel/ml. Panen rotifera dapat dilakukan setiap hari setelah kepadatan rotifera mencapai 100 ekor — 300 ekor/ml, sebanyak 20% - 25% dari rotifera total dengan menggunakan saringan net plankton yang berdiameter 70 μ m. Setelah pemanenan, sejumlah air *Chlorella* baru yang bervolume sama dengan air pemeliharaan rotifera yang dipanen ditambahkan ke tangki pemeliharaan rotifera. Sebagai makanan tambahan dapat ditambahkan ragi roti sebanyak 1 gram per satu juta rotifera per hari. Kedua adalah "total harvesting method" yang dapat dibagi dalam dua kelompok. Kelompok pertama ialah menggunakan tangki besar dengan kepadatan menengah. Kepadatan inokulum rotifera adalah 50 ekor - 100 ekor/ml, dipelihara dalam air *Chlorella* dengan menggunakan tangki pemeliharaan berkapasitas 50 ton — 200 ton. Setelah kepadatan rotifera mencapai 200 ekor — 250 ekor/ml dalam waktu lebih kurang 7 hari, semua rotifera dipanen secara keseluruhan. Kelompok kedua ialah menggunakan tangki berukuran kecil dengan kepadatan tinggi. Kepadatan inokulum rotifera ialah 100 ekor — 300 ekor/ml dipelihara dalam air *Chlorella* dengan menggunakan tangki berkapasitas 1 ton — 5 ton. Setelah kepadatan rotifera mencapai 1000 ekor/ml yaitu setelah lebih kurang 7 hari, panen secara keseluruhan dapat dilakukan.

Rotifera yang telah dikumpulkan kemudian dipindahkan ke air *Chlorella* yang tinggi kepadatannya selama 2 sampai 3 jam sebelum mereka diberikan untuk makanan burayak ikan. Satu ekor rotifera memakan 11.000 sel *Chlorella* per jam.

Tigriopus japonicus dapat dibudidayakan dalam skala besar dengan *Chlorella* atau ragi roti sebagai makanannya, dan sebagai alternatif dapat digunakan limbah dari fer-

mentasi alkohol. Tangki yang digunakan berkapasitas 60 ton — 200 ton, dengan kepadatan awal *Tigriopus* 100 ekor per liter. Limbah fermentasi alkohol ditambahkan secara harian sebanyak 1 ml — 2 ml per 10 liter air budidaya. Kopepoda dewasa digunakan sebagai makanan burayak ikan. Panenan dilakukan setelah jumlah kopepoda (termasuk nauplii dan kopepodit) mencapai kepadatan 2000 ekor - 3000 ekor per liter. Kopepoda dewasa dipanen dengan menggunakan net plankton berdiameter 300 μ m— 500 μ m, agar supaya nauplii dan kopepodit dapat lolos atau tidak tersaring.

Tangki yang umum digunakan untuk memproduksi nauplii *Artemia* ada dua ukuran yaitu berkapasitas 150 liter dan 1 ton, keduanya berbentuk kerucut. Telur *Artemia* dimasukkan ke dalam tangki penetasan sebanyak antara 0,3 gram dan 0,6 gram per 1 liter air. Suhu air penetasan adalah 28°C dan aerasi diberikan dengan kuat. Penetasan terjadi setelah dua hari, nauplii dipisahkan dari cangkang-cangkang telur dan telur yang tidak menetas dengan pengeringan. Laju penetasan berkisar antara 50% — 90% tergantung dari negara mana telur tersebut berasal.

5. Kondisi pemeliharaan yang baik

Untuk menjaga kondisi lingkungan budidaya yang baik, maka faktor-faktor seperti suhu, salinitas dan tingkat kebersihan air (terhindar dari pencemaran) harus terkendali. Suhu dan salinitas air yang sesuai harus diketahui untuk setiap jenis burayak ikan. Dalam beberapa kasus, menunjukkan bahwa suhu dan salinitas air setempat dimana suatu jenis ikan memijah merupakan suhu dan salinitas yang terbaik untuk pemeliharaan burayak ikan yang bersangkutan. Untuk menentukan suhu dan salinitas yang baik dapat dilakukan percobaan dengan cara memberikan perlakuan suhu dan salinitas yang berbeda terhadap tingkat kelulus-hidupan dan pertumbuhan burayak ikan. Untuk burayak ikan sebelah ditemukan bahwa suhu yang

cocok untuk memulai budidaya adalah suhu 15°C, sedangkan salinitas yang cocok belum ditentukan (YASUNAGA 1975). Jenis tersebut mempunyai tingkat kelulus-hidupan yang tinggi dalam air laut yang telah diencerkan sampai setengah atau seperempat dari salinitas normal. Hal ini diketahui bahwa burayak mempunyai kemampuan osmoregulasi, meskipun tidak diketahui apakah mekanismenya sama dengan ikan dewasa. Salinitas cairan tubuh burayak adalah 15,4%. Oleh karena itu tanpa kemampuan osmoregulasi burayak akan kehilangan air dari tubuhnya dalam lingkungan air laut normal. Tingkat kelulus-hidupan yang lebih baik dari burayak ikan sebelah yang dipelihara dalam salinitas air yang rendah mungkin disebabkan oleh pengurangan kerja osmoregulasi yang diperlukan bagi burayak untuk memelihara salinitas cairan tubuhnya.

Substansi kimia berbahaya hendaknya dihindarkan dari air pemeliharaan burayak. Apabila kadar substansi tersebut menjadi terlalu tinggi, dapat menyebabkan kematian burayak ikan dan air pemeliharaan harus segera diganti dengan air yang baru dan bersih. Kualitas air pemeliharaan akan cepat menurun terutama pada waktu burayak telah diberi makanan buatan, oleh karena makanan tersebut cepat rusak sehingga menimbulkan pencemaran. Untuk mengatasi hal ini sifonisasi harus kerap dilakukan sehabis pemberian makanan. Di samping itu makanan buatan dalam bentuk kapsul perlu dikembangkan, demikian pula konstruksi tangki pemeliharaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- 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, eds.). European Mariculture Society, Special Publication No. 4 EMS, Bredene, Belgium. pp : 183 - 197.
- HIRAYAMA, K. and K. WATANABE 1973. Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture. IV. Nutritional effect of yeast on population growth of rotifer. *Bull Jap. Soc. Sci. Fish.* 39 (11) : 1129-1133.
- HIRATA, H. 1974. An attempt to apply an experimental microcosm for the culture of marine rotifer, *Brachionus plicatilis* O.F. Muller. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 23 : 163 - 172.
- KAFUKU, T. and H. IKENOUE 1983. Red sea bream (*Pagrus major*). *Modern Methods of Aquaculture in Japan*. Development in Aquaculture and Fisheries Science 11 : 107-129.
- KITAJIMA, C; H. IWAMOTO and S. FUJITA 1977. Relation between curvature of vertebral column and undeveloped swimbladder in hatchery reared red sea bream, *Pagrus major*. *Bull. Nagasaki Pref. Inst. Fish.* 3 : 23 - 32.
- SMITH, P.J. and M. HATAYA 1982. Larval rearing and reseedling of red sea bream (*Chrysophrys major*) in Japan. *Fish. Res. Div. Occ. Publ.* No. 39 : 5 - 19.
- YASUNAGA, Y. 1975. *Larva culture of marine fish*. Outline of Aquaculture. Japan International Cooperation Agency. Government of Japan : 14 pp.