



# **BERONANG**

**SERTA PROSPEK  
BUDIDAYA LAUT  
DI INDONESIA**

Dr. Ir. Subandiyono, MAppSc.  
Dr. Ir. Sri Hastuti, MSi.

**BERONANG**

**SERTA PROSPEK BUDIDAYA LAUT  
DI INDONESIA**

**Dr.Ir. Subandiyono, MAppSc.  
Dr.Ir. Sri Hastuti, MSi.**

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

Buku ini kami dedikasikan kepada ke dua ananda tercinta,  
Sandi Sutopo Aribowo, SSi. dan Anggit Gusti Nugraheni  
*(yang lahir disaat penelitian berenang berlangsung).*  
Juga, kepada mahasiswa Budidaya Perairan,  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Universitas Diponegoro.

# **BERONANG**

## **SERTA PROSPEK BUDIDAYA LAUT DI INDONESIA**

Sebagian data serta informasi yang disajikan dalam buku ini merupakan hasil penelitian Penulis serta publikasi ilmiah sejak tahun 1995 hingga 2000 yang didanai oleh Dirjen Dikti, Universitas Diponegoro, maupun dana mandiri.

Oleh karena itu,  
Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada  
Dirjen Dikti maupun Undip atas bantuan serta  
kesempatan yang diberikan.

# **BERONANG SERTA PROSPEK BUDIDAYA LAUT DI INDONESIA**

Dr.Ir. Subandiyono, MAppSc.

Dr.Ir. Sri Hastuti, MSi.



Diterbitkan oleh:  
UPT UNDIP Press Semarang  
Jl. Imam Barjo, SH No. 1 Semarang

ISBN: 978-602-097-301-2

Revisi II

Cetakan I: 2015

Dicetak oleh:

CV. Lestari Mediakreatif

Jl. Poncowolo Barat VI / 570 Semarang

Telp. (024) 70100214

e-mail: agsy.mediakreatif@gmail.com

Layout & desain cover: Agung Sunaryanto

---

Diizinkan menyitir atau mengopi isi buku ini dengan memberikan apresiasi seperlunya sebagaimana kaidah yang berlaku

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya maka penyusunan buku ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku yang Penulis beri judul **'Beronang serta Prospek Budidaya Laut di Indonesia'** ini berisi informasi tentang biologi ikan beronang (*Siganus sp.*) serta potensinya untuk dibudidayakan di perairan laut Indoensia. Beronang yang dalam bahasa Inggrisnya *rabbitfish* memiliki banyak nama lokal lainnya di masyarakat Indonesia, seperti baronang ataupun samadar. Namun, di Indonesia lebih populer dengan nama beronang.

Beronang merupakan ikan herbivora yang hidup di laut, terutama di daerah karang. Sebanyak 26 spesies yang telah diketahui dari genus *Siganus* ini ada yang tergolong kedalam ikan hias, ikan konsumsi, maupun bukan ke duanya atau belum diketahui fungsi/ perannya di alam. Namun demikian, peran penting yang telah dikenal oleh masyarakat Indonesia maupun manca negara adalah sebagai ikan konsumsi yang enak dan relatif mahal harganya. *Siganus guttatus* dan *S. javus* merupakan contoh populer spesies ikan ini yang memiliki ukuran tubuh lebih besar dibandingkan dengan spesies lainnya serta banyak dikonsumsi. Spesies ini, dan beberapa spesies lainnya, sangat potensial untuk dibudidayakan di Indonesia.

Buku ini Penulis sajikan untuk menambah wawasan keilmuan terutama bagi mahasiswa perikanan yang sedang mengambil mata kuliah Budidaya Ikan (*Finfih*), juga dosen maupun masyarakat umum yang ingin mengenal lebih jauh biologi ikan beronang, metode reproduksinya, serta potensi pengembangan atau budidayanya. Buku ini diharapkan dapat semakin meningkatkan khasanah pengetahuan tentang ikan beronang yang telah disajikan oleh banyak penulis lainnya.

Revisi I dari buku ini menambahkan informasi tentang formulasi matematis yang sering dipergunakan pada saat penghitungan berbagai variabel pertumbuhan ikan. Selain itu, ditambahkan pula berbagai formulasi yang sering juga dipergunakan pada pengukuran variabel kualitas telur serta beberapa revisi minor lainnya. Revisi II menambahkan glosarium dan indeks yang diletakkan pada bagian belakang dari buku ini. Tujuan dari penambahan glosarium dan indeks tidak lain adalah untuk mempermudah bagi mahasiswa maupun pembaca pada umumnya dalam memahami ataupun mencari atas pengertian-makna dari kata-kata tertentu.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Kok Leong Wee sebagai dosen dan sekaligus pembimbing kami di Universitas Tasmania (UNITAS) serta berbagai pihak yang telah memberikan review kritisnya atas substansi buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi mahasiswa budidaya perairan, para pecinta perikanan, pembaca, dan masyarakat Indonesia pada umumnya.

Amiin .....

Penulis

Email: s\_subandiyono@yahoo.com  
hastuti\_hastuti@yahoo.com

# DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
I    PENDAHULUAN .....	1
II.   BIOLOGI .....	3
2.1. Klasifikasi .....	3
2.2. Deskripsi Morfologis .....	4
2.3. Distribusi .....	6
III. BIOLOGI REPRODUKSI .....	11
3.1. Induk .....	11
3.2. Perkembangan Gonad .....	15
3.3. Metode Pemijahan .....	17
3.4. Tingkah Laku Pemijahan .....	21
3.5. Fekunditas .....	22
3.6. Karakteristik Telur .....	23
3.7. Pengukuran Kualitas Telur .....	26
IV. PERKEMBANGAN LARVA .....	33
4.1. Perubahan Eksternal .....	34
4.2. Perubahan Internal .....	38
4.3. Pengukuran Kualitas Larva .....	40
4.3. Pengukuran Pertumbuhan .....	41
V.   PAKAN DAN MAKANAN .....	47
5.1. Larva .....	48
5.2. Juvenil .....	55
5.3. Dewasa .....	57
	vii



5.4. Induk .....	58
VI. PROSPEK BUDIDAYA LAUT DI INDONESIA..	59
6.1. Karakteristik Beronang .....	59
6.2. Kendala .....	62
VII. PENUTUP .....	67
UCAPAN TERIMA KASIH .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	71
GLOSARIUM .....	79
INDEKS .....	89
BIOGRAFI PENULIS .....	92

## DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Distribusi Berbagai Spesies Ikan Beronang yang Dapat Dijumpai di Wilayah Perairan Indonesia .....	8
2. Perkembangan Gonad, Keterkaitannya dengan Ukuran Ovarium Ikan Beronang .....	17
3. Hubungan antara Diameter Oosite Awal, Jenis Hormon, dan Dosis yang Diterapkan pada pemijahan Ikan Beronang .....	20
4. Hubungan antara Diameter Telur, Suhu Air, dan Salinitas Air dengan Periode Waktu Inkubasi Telur Ikan Beronang Menggunakan Berbagai Jenis Inkubator .....	25
5. Transisi atau Pergantian Sumber Makanan dari Dalam Tubuh Menjadi dari Luar Tubuh pada Larva Ikan Beronang .....	49

## DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Salah Satu Contoh Profil Juvenil Ikan Beronang (yaitu <i>S. guttatus</i> ) yang Telah Berumur 35 Hari .....	4
2. Beberapa Contoh Spesies Ikan Beronang yang Sering Dikonsumsi (A, B) dan yang Berperan Sebagai Ikan Hias (C, D) .....	5
3. Seekor Induk Ikan Beronang ( <i>S. guttatus</i> ) dengan Panjang Tubuh Kurang Lebih 32 cm .....	13
4. Desain Wadah Transportasi Induk Ikan Beronang. (A) Tampak Muka, dan (B) Tampak Samping Beserta Peralatan yang Ada di Bagian Dalamnya .....	14
5. Telur Ikan Beronang Spesies <i>S. guttatus</i> yang Baru Saja Diovulasikan dan Berhasil Dibuahi (Perkembangan Embrio Berumur $\pm 14$ Jam Sebelum Menetas) .....	24
6. Tahap Perkembangan Embrio Telur Ikan Beronang Beberapa Jam Sebelum Menetas .....	30
7. Tahap Perkembangan Larva Ikan Beronang Spesies <i>S. guttatus</i> Sejak Menetas hingga Juvenil Awal .....	35
8. Perkembangan Saluran Pencernaan (Guts) Larva Ikan Beronang Spesies <i>S. lineatus</i> hingga Umur 32 Hari. (A) Pre-metamorfosis, (B) Mid-metamorfosis, (C) Post-metamorfosis .....	39
9. Konsep Pertumbuhan: Fenomena Peningkatan atau Pertambahan Deposisi Senyawa Protein Tubuh .....	42
10. Ukuran Bukaan Mulut Larva yang Dihitung Berdasarkan pada Rumus Shirota (1970) .....	51

11. Jadwal Pemberian Pakan untuk Larva Ikan beronang Spesies <i>S. guttatus</i> Selama Periode Pemeliharaan 35 Hari Pertama .....	52
12. Jadwal Pemberian Pakan untuk Larva Ikan beronang Spesies <i>S. guttatus</i> Selama Periode Pemeliharaan 35 Hari Pertama .....	53
13. Berbagai Jenis Parasit Eksternal yang Umum Dijumpai pada Ikan Beronang .....	64



# I. *P*ENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan, yaitu suatu negara yang disatukan dengan banyak pulau (nusantara). Kondisi geografis yang seperti itu memberikan potensi alamiah yang sangat menguntungkan, terutama bagi kegiatan budidaya ikan di laut. Daerah perairan laut (*seawater area*) Indonesia jauh lebih luas bila dibandingkan dengan luas total perairan tawar (*freshwater area*), yaitu sekitar 70% : 30%. Namun demikian, keterkaitannya dengan budidaya ikan secara komersial, budidaya ikan air laut (*fish mariculture*) belum berkembang sebagaimana budidaya ikan air tawar. Satu dari banyak spesies ikan air laut di Indonesia yang memiliki potensi ekonomis penting untuk dibudidayakan secara intensif adalah ikan beronang atau sering pula disebut dengan ikan baronang, ikan samadar, ataupun kea-kea. Dalam tulisan berbahasa Inggris, sering diistilahkan dengan siganid, juga *rabbitfish* (-dikarenakan bentuk mulutnya seperti mulut kelinci). Ikan beronang merupakan jenis ikan pemakan tumbuhan atau jenis ikan herbivora (Subandiyono, 1998).

Meskipun ikan jenis ini telah begitu populer sebagai ikan laut yang dikonsumsi (*seafood*) dengan harga relatif mahal, baik yang disajikan di tenda-tenda pinggir jalan hingga restoran besar, namun kegiatan produksi secara massal masih sedikit. Hal ini dikarenakan berbagai kesulitan atau kendala yang dihadapi selama tahap pemeliharaan larva serta tingkat mortalitas tinggi yang terjadi pada minggu pertama setelah telur menetas (Ayson dan Lam, 1993; Duray *et al.*, 1994; Subandiyono *et al.*, 1998; 1999; 2000a). Hingga kini, belum juga ditemukan formulasi

pakan yang tepat, khusus untuk ikan beronang, baik untuk proses reproduksi maupun peningkatan biomass (produksi massal). Kendala lainnya adalah belum terbentuknya sistem suplai benih yang konsisten serta tepat waktu, baik benih yang berasal dari alam maupun panti-panti pembenihan (*hatchery*). Dikarenakan masih banyaknya kendala yang dihadapi, sementara potensi alam Indonesia yang begitu besar, maka peluang usaha komersial di bidang ini masih terbuka sangat lebar.

Hingga kini, telah diketahui sebanyak 26 spesies beronang (Duray, 1990). Informasi lainnya ada yang menyebutkan hingga 28 spesies. Namun, buku ini hanya menyajikan beberapa spesies ikan beronang yang memiliki potensi penting untuk dibudidayakan di perairan laut Indonesia, seperti *Siganus guttatus*, *S. javus*, dan *S. canaliculatus*. Ke tiga jenis ikan tersebut dapat mencapai ukuran tubuh hingga 25 cm atau bahkan lebih, dan banyak dijumpai di warung-warung kecil hingga restoran besar.

Bagi nelayan, ikan beronang memiliki dua karakteristik yang kontradiktif, yaitu sisi yang menguntungkan dan yang merugikan. Selain sebagai ikan konsumsi dan ikan hias yang mahal harganya, ikan beronang dapat pula berperan sebagai 'hama' dalam kelompok yang besar dan merepotkan bagi nelayan yang sedang memelihara rumput laut, suatu jenis makanan yang paling disukai ikan beronang.

## II. *BIOLOGI*

*B*ilogi ikan beronang sering dijelaskan di dalam berbagai buku teks maupun buku populer, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa asing. Sub-bab yang disajikan cukup bervariasi, namun memberikan informasi yang saling melengkapi. Pada buku ini, bab biologi terdiri dari sub-bab klasifikasi, deskripsi morfologis, serta distribusi atau penyebaran hidupnya.

### 2.1. Klasifikasi

Secara biologis, klasifikasi ikan beronang digambarkan oleh Duray (1990) sebagai berikut:

Filum: Chordata  
 Subfilum: Vertebrata  
 Grade: Pisces  
 Kelas: Osteichthyes  
 Subkelas: Acteropterigii  
 Infrakelas: Neopterigii  
 Divisi: Halecostomi  
 Subdivisi: Teleostei  
 Superordo: Acanthopterigii  
 Ordo: Perciformis  
 Famili: Siganidae  
 Genus: *Siganus*  
 (*Teuthis*)

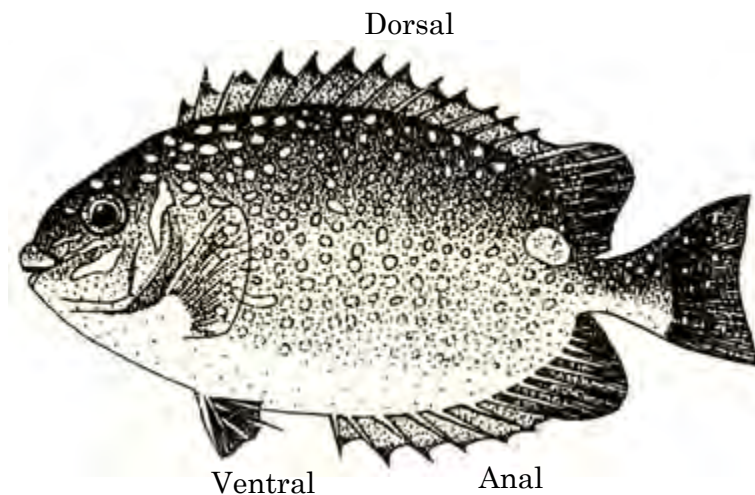
Kedalam genus tersebut termasuk beberapa spesies ikan beronang seperti: *S. argenteus* (Quoy & Gaimard), *S.*



*canaliculatus* (Park), *S. corallinus*, *S. fuscescens* (Houttunyn), *S. guttatus* (Bloch), *S. luridis* (Ruppell), *S. spinus* (Linnaeus), dan *S. vermiculatus* (Cuvier & Valenciennes), dan masih banyak lagi. Spesies ikan beronang sering diidentifikasi berdasarkan pada tingkah laku serta warna tubuhnya.

## 2.2. Deskripsi Morfologis

Morfologi tubuh ikan beronang dapat dideskripsikan sebagaimana Gambar 1 di bawah ini (*after* Juario *et al.*, 1985).

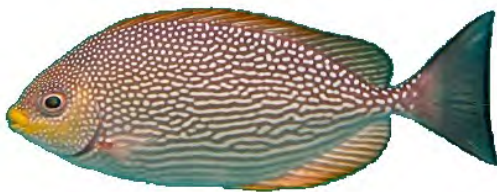


Gambar 1. Salah Satu Contoh Profil Juvenil Ikan Beronang (yaitu *S. guttatus*) yang Telah Berumur 35 Hari.  
(Sumber: *after* Juario *et al.*, 1985).

Morfologi ikan beronang cukup bervariasi antar spesies. Oleh karena itu, identifikasi morfologis menjadi sulit dilakukan sehingga banyak didasarkan pada perbedaan warna kulit saat ikan masih hidup. Sayangnya, warna tubuh ikan beronang berubah menurut tahap perkembangan,

bertambahnya umur, perbedaan status fisiologis, serta saat mati. Secara umum dapat dijelaskan bahwa ciri-ciri morfologis ikan beronang adalah sebagai berikut:

1. Bentuk tubuh pipih (*perciform, compressed*);
2. Tubuh dilindungi oleh sisik sikloid yang lembut dan kecil; serta memancarkan warna yang beragam, baik inter maupun antar spesies;
3. Sebagaimana ikan karang pada umumnya, spesies beronang (-baik yang berperan sebagai ikan konsumsi maupun ikan hias-) memiliki warna kulit yang cerah dan indah (Gambar 2);



(A) *S. javus*  
(Sumber: Anonim 2013a)



(B) *S. canaliculatus*  
(Sumber: Anonim 2013b)



(C) *S. magnificus*  
(Sumber: Anonim 2012)



(B) *S. vulpinus*  
(Sumber: Anonim 2013c)

Gambar 2. Beberapa Contoh Spesies Ikan Beronang yang Sering Dikonsumsi (A, B) dan yang Berperan Sebagai Ikan Hias (C, D).

(Sumber: *after* Anonim 2012; 2013a; b; c).

4. Bentuk mulut pada bagian ujung menyerupai mulut kelinci, sehingga sering disebut juga dengan *rabbitfish*;
5. Pada bagian ujung mulutnya yang kecil terdapat gigi yang kecil namun tajam. Gigi-gigi tersebut berfungsi cukup efektif ketika digunakan untuk memotong rumput laut;
6. Garis lateral (*linea lateralis*, LL) pada bagian sisi tubuhnya berbentuk sederhana; dan
7. Duri pada bagian punggung (*dorsal*), daerah anus (*anal*), dan dada (*ventral*) masing-masing berjumlah 13, 7, dan 2 duri. Pada umumnya, duri ikan beronang dilengkapi dengan racun yang cukup kuat.

### 2.3. Distribusi

Ikan beronang ditemukan hidup pada bentangan daerah yang cukup luas di Indo-Pasifik, mulai dari wilayah pantai timur Afrika hingga Polinesia, dan mulai dari Jepang bagian selatan hingga Australia bagian utara. Namun demikian, ikan jenis ini sekarang dapat pula dijumpai di daerah Mediterania bagian timur (Duray, 1990). Spesies *S. rivulatus* merupakan salah satu dari ikan beronang yang telah mampu memasuki Laut Merah (Red Sea) melalui terusan Suez menuju Mediterania. Saat ini, spesies *S. rivulatus* dan *S. luridus* telah banyak dijumpai dan dikenal oleh masyarakat di sekitarnya (Johnson dan Gill, 1998; Nelson, 1994; Wheeler, 1975; Saoud *et al.*, 2007; Anonim 2013d).

Ikan beronang merupakan kelompok ikan yang bersifat cukup kosmopolitan (Lam, 1974). Di Indonesia, ikan beronang bahkan dapat hidup dengan baik dan banyak

dijumpai hampir di semua wilayah pantai, mulai dari Ujung Sumatera, Jawa, Sulawesi, Kalimantan, kepulauan Maluku, hingga ujung Papua. Anonim (1997) menjelaskan distribusi berbagai spesies ikan beronang di perairan Indonesia (Tabel 1). Tabel 1 menunjukkan bahwa berbagai spesies ikan beronang dapat dijumpai hidup tersebar dan telah beradaptasi dengan baik di seluruh wilayah perairan laut Indonesia. Fenomena ini mengindikasikan bahwa kondisi perairan di Indonesia cocok atau sesuai dengan kebutuhan hidup optimum ikan beronang. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa Indonesia memiliki potensi dan prospek yang sangat besar untuk dikembangkannya budidaya ikan beronang secara intensif.

Berbagai aspek penting dan karakteristik menguntungkan berkaitan dengan pengembangan budidaya spesies ini antara lain meliputi aspek ekonomi dan estetika (Woodland, 1979; Duray, 1990), sosial dan adat (Basyari *et al.*, 1988), serta biologi dan budidaya (Lam, 1974; Lichatowich dan Popper, 1975; Popper dan Gundermann, 1975; Popper *et al.*, 1976; Woodland dan Allen, 1977; Woodland dan Randall, 1979; Bwathondi, 1982; Juario *et al.*, 1985; Bagarinao, 1986; Hara *et al.*, 1986a; Duray, 1990; Chen, 1990; Subandiyono, 1999a; b; Subandiyono *et al.*, 1995-2000a; Saoud *et al.*, 2007;).

Tabel 1. Distribusi Berbagai Spesies Ikan Beronang yang Dapat Dijumpai di Wilayah Perairan Indonesia

Spesies	Daerah Penyebaran	Keterangan
<i>S. guttatus</i>	Sumatera	Bengkulu, Padang Deli
	Jawa	P. Seribu, Cirebon, Balay, Surabaya
	Kalimantan	Balik Papan
	Sulawesi	Ujung Pandang, Bajo, Manado, Selayar
	Maluku	Seram, P. Obo, Ternate, Ambon, dan pulau-pulau lainnya
<i>S. canaliculatus</i>	Sumatera	Padang
	Jawa	Ujung Kulon, Teluk Banten, P. Seribu
	Maluku	Ternate, Bacan
<i>S. vulpinus</i>	Kalimantan	Birabirahan
	Sulawesi	Masalembo, Ujung Pandang, Manado
	Maluku Irian	Ternate, Kajoa, Ambon, Seram Manokwari
<i>S. virgatus</i>	Sumatera	Pariaman, Padang, Bangka, Belitung
	Jawa	P. Seribu, Bawean
	Kalimantan	Sundakan
	Sulawesi	Ujung Pandang, Bajo
<i>S. corallinus</i>	Sumatera	-
	Jawa	-
	Ns. Tenggara	-
	Sulawesi	-
	Maluku	-
<i>S. chrysapilos</i>	Jawa	P. Seribu
	Kalimantan	Sundakan
	Sulawesi	Uj. Pandang, Manado, Selayar
	Ns. Tenggara	Sumbawa
	Maluku	P. Obi, Roti, Ambon, dan pulau-pulau di sekitarnya

Tabel 1. (Lanjutan)

Spesies	Daerah Penyebaran	Keterangan
<i>S. spinus</i>	Sumatera	Bengkulu, Padang, Tpk. Tuan
	Jawa	P. Serinu, Pacitan, Karang Bolong, Prigi
	Sulawesi	Ujung Pandang. Bajo, Manado
	Ns. Tenggara	-
	Timor	-
	Bali	-
	Maluku	Pulau-pulau di sekitarnya
<i>S. vermiculatus</i>	Sumatera	Bengkulu, Padang, Sibolga, Nias
	Jawa	P. Seribu, Semarang
	Kalimantan	Balik Papan, Sundakan
	Sulawesi	Ujung Pandang, Bulukumba, Manado, Sangihe
	Maluku	Halmahera, Morotai, Ternate, Bacan, Ambon
	Ns. Tenggara	-
	Timor	P. Seribu
<i>S. puellus</i>	Jawa	Ujung Pandang
	Sulawesi	-
	Maluku	Pulau-pulau di sekitarnya
<i>S. javus</i>	Sumatera	Deli, Sibolga, Bengkulu, Bangka, Belitung
	Jawa	Jakarta, Cirebon, Semarang, Jepara, Surabaya, Pasuruan, Madura
	Kalimantan	Stagen, Balik Papan
	Sulawesi	Ujung Pandang, Bajo
<i>S. lineatus</i>	Maluku	Ternate, Morotai, Ambon, dan pulau-pulau di sekitarnya

(Sumber: Anonim, 1997).



### III. *B*IOLOGI REPRODUKSI

Buku ini memberikan informasi mengenai biologi reproduksi spesies ikan beronang yang dimulai sub-bab induk, perkembangan gonad, metode pemijahan, tingkah laku pemijahan, fekunditas, karakteristik telur, serta pengukuran kualitas telur.

#### 3.1. Induk

Seleksi induk merupakan salah satu tahap awal yang sangat penting pada kegiatan produksi benih atau larva secara massal. Induk yang memenuhi kriteria ukuran, umur, kesempurnaan morfologis, maupun kesehatan fisik dapat dipilih dan selanjutnya ditangani secara hati-hati untuk menjamin kesuksesan dalam proses produksi benih yang berkualitas. Secara umum, kematangan seksual induk jantan ataupun betina dapat ditentukan dengan berbagai kriteria seperti berikut:

1. Ukuran tubuh induk jantan lebih kecil daripada induk betina;
2. Induk jantan memiliki bentuk tubuh yang lebih memanjang, sedangkan induk betina memiliki perut (*abdomen*) yang buncit dan terlihat mengembung dengan jelas;
3. Saat bagian perut induk jantan diurut (*stripping*) dengan lembut, maka induk tersebut mengeluarkan cairan keputih-putihan seperti susu, yaitu sperma. Sedangkan bilamana bagian perut dari induk betina yang sudah matang gonad diurut, maka ikan



tersebut akan melepaskan telur yang berwarna oranye atau kuning cerah;

4. Ukuran genital induk jantan lebih kecil bila dibandingkan dengan genital induk betina;
5. Induk jantan memiliki sifat yang lebih aktif daripada induk betina, terutama pada saat ikan akan memijah (*spawning*);
6. Ikan jantan lebih cepat siap menjadi induk daripada ikan betina. Pada umumnya, ikan jantan untuk yang pertama kalinya matang gonad berumur lebih muda daripada ikan betina yang baru pertama kalinya matang gonad (Lam dan Soh, 1975); dan
7. Ukuran antar spesies ikan saat matang gonad adalah berbeda (Westernhagen dan Rosenthal, 1976; Bwathondi, 1982; Tseng dan Chan, 1982; Juario *et al.*, 1985). Misalnya,
  - a. Induk jantan spesies *S. canaliculatus* matang gonad atau matang secara seksual pada ukuran tubuh berkisar antara 10.6 hingga 31 cm atau setelah memiliki bobot tubuh kurang lebih 32 g, sedangkan untuk induk betina matang secara seksual pada ukuran tubuh kurang lebih 11.6 cm atau dengan bobot tubuh berkisar antara 18.3 hingga 50 g;
  - b. Induk jantan spesies *S. guttatus* matang secara seksual pada ukuran tubuh kurang lebih 19 cm atau setelah berumur 10 bulan, sedangkan untuk induk betina akan matang gonad bilamana ukuran tubuh telah mencapai 21.5 hingga 34 cm atau setelah bobot tubuh mencapai 200 hingga 260 g (yaitu setelah ikan berumur 12 bulan).

Gambar 3 di bawah ini merupakan salah satu contoh induk ikan beronang spesies *S. guttatus* yang baru saja melepaskan telur (*ovulation*).

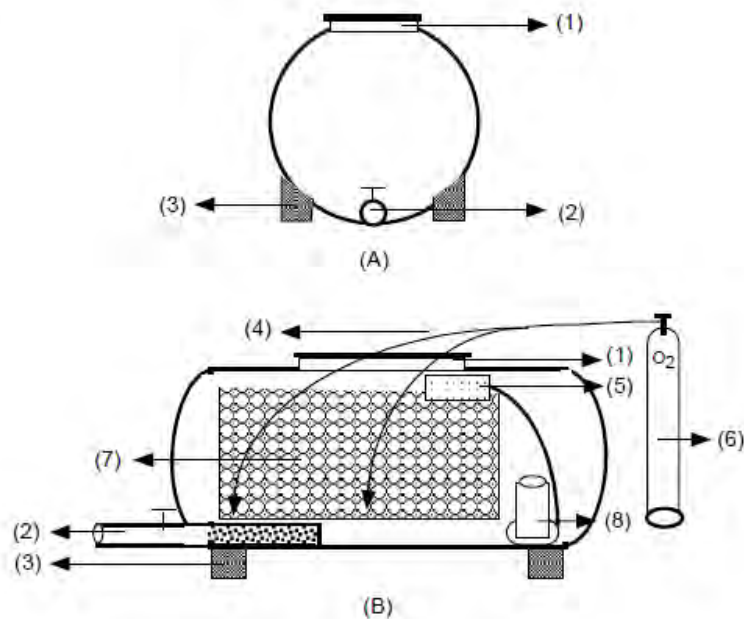


Gambar 3. Seekor Induk Ikan Beronang (*S. guttatus*) dengan Panjang Tubuh Kurang Lebih 32 cm.

(Sumber: Subandiyono *et al.*, 2000a).

Induk atau calon induk dapat diperoleh dari daerah sekitar atau dapat pula didatangkan dari daerah lain. Ikan beronang, termasuk juga ukuran induk, mudah stres dikarenakan perubahan lingkungan yang kurang sesuai. Bilamana hal itu terjadi, maka ikan beronang akan mogok makan untuk beberapa hari lamanya, dan hal tersebut dapat pula berakibat pada kematian. Oleh karena itu, penanganan induk ataupun calon induk harus dilakukan dengan sangat hati-hati. Apabila transportasi dari satu daerah ke daerah lain dalam jarak waktu yang cukup lama diperlukan, maka penggunaan sistem dan teknik transportasi yang baik serta memadai sangatlah disarankan.

Subandiyono *et al.* (2000b) mendesain alat transportasi yang terbuat dari bahan sederhana, mudah ditiru, dan mudah teknik pengoperasiannya (Gambar 4). Alat transportasi tersebut telah berhasil dengan sangat baik saat digunakan untuk mengangkut induk atau calon induk ikan beronang.



Gambar 4. Desain Wadah Transportasi Induk Ikan Beronang. (A) Tampak Muka, dan (B) Tampak Samping Beserta Peralatan yang Ada di Bagian Dalamnya.

(Sumber: Subandiyono *et al.*, 2000b).

Keterangan:

- (1) Lubang wadah transportasi dengan penutupnya, (2) Outlet pipa PVC dan kran, (3) Kaki penyangga, (5) *Filter bag* di atas muka air, (6) Tabung oksigen dengan regulatornya, (7) *happa net*, dan (8) Pompa submersibel.

Dengan menggunakan alat tersebut, sebanyak 100 ekor calon induk dengan bobot tubuh individu berkisar antara 132 hingga 397 gram atau dengan bobot rata-rata sebesar  $\pm 226.2$  gram ditransportasikan dari daerah Banten (Jawa Barat) ke Jepara (Jawa Tengah) atau dengan waktu tempuh selama kurang lebih 20 jam perjalanan, termasuk waktu yang dipergunakan untuk memindahkan ikan ke dan dari wadah transportasi. Wadah angkut yang digunakan tersebut terbuat dari bahan fiber, berbentuk oval, dan memiliki kapasitas maksimum 2 ton. Pada bagian dalamnya, wadah dilengkapi dengan happa dari net berwarna hitam, termasuk peralatan untuk mendukung prinsip-prinsip manajemen kualitas air pada sistem tertutup, seperti pompa celup (pompa sub-mersibel), *filter bag*, peralatan aerasi dari tabung oksigen, dan alat pengontrol suhu air. Pada bagian atas wadah terdapat 'jendela' dengan dimensi panjang x lebar (90 x 60) cm<sup>2</sup> yang dapat ditutup dengan rapat.

Alat transportasi beserta semua peralatan yang diperlukan dimasukkan ke dalam sebuah bak truk terbuka. Dengan menggunakan alat transportasi tersebut, semua (100%) ikan masih tetap hidup segar hingga lokasi tujuan. Selama dalam perjalanan, ganti air dilakukan hanya satu kali dan suhu air berfluktuasi 2°C (yaitu 28 hingga 30°C).

### 3.2. Perkembangan Gonad

Waktu yang diperlukan induk ikan beronang untuk satu siklus perkembangan gonad bervariasi antar spesies. Misalnya, spesies *S. canaliculatus* membutuhkan waktu kurang lebih 4.5 bulan, namun untuk spesies ikan yang lain dapat kurang dari 4.5 bulan, atau bahkan lebih dari 4.5 bulan untuk spesies yang lainnya lagi. Fenomena tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai kondisi lingkungan, seperti:

1. Fotoperiod. Yang dimaksud dengan fotoperiod adalah lamanya periode waktu terang dan gelap. Misalnya, induk ikan beronang yang dipelihara dalam wadah dengan periode waktu terang 18 jam dan dengan periode waktu gelap 6 jam (18 jam terang : 6 jam gelap), maka dapat menunda atau memperlambat proses pematangan gonad spesies *S. canaliculatus* ) (Lam dan Soh, 1975);
2. Jumlah dan mutu pakan. Induk betina *S. Guttatus*, misalnya, bilamana diberi makanan berupa pakan komersial yang memiliki kandungan protein sebesar 43% akan memijah (*spawn*) setiap bulan selama 11 bulan; namun bilamana lesitin, minyak ikan cod, atau ke duanya ditambahkan ke dalam pakan tersebut, maka pemijahan dapat terjadi paling tidak selama 4 bulan berturut-turut (Hara *et al.*, 1986a; Subandiyono *et al.*, 1999; 2000a);
3. Suhu air. Bilamana suhu air berada pada kisaran 25 hingga 30°C, maka pada umumnya perkembangan gonad terjadi dengan relatif cepat (Duray, 1990);
4. Siklus bulan (*lunar cycle*). Gonad induk *S. Canaliculatus*, misalnya, akan matang pada saat bulan baru. Induk ikan beronang genus *S. guttatus* memijah 2 hingga 3 hari setelah bulan sabit. Hal ini dapat terjadi untuk sepanjang tahun (Harvey *et al.*, 1985; Duray, 1990); dan
5. Tinggi rendahnya pasang surut (pasut) air laut. Ikan beronang genus *S. Canaliculatus*, misalnya, terangsang untuk memijah pada saat air laut dalam keadaan surut.

Tahap perkembangan gonad dapat diidentifikasi sebagaimana pada Tabel 2. Karakteristik untuk masing-masing tahap dikategorikan menurut ukuran ovarium.

Tabel 2. Perkembangan Gonad, Keterkaitannya dengan Ukuran Ovarium Ikan Beronang

Tahap	Ukuran Ovarium (mm)	Tahap Perkembangan Ovarium
I	14 – 70	Pembentukan nukleolus kromatin dan <i>oocyte*</i> perinukleolar awal
II	14 – 238	Pembentukan perinukleolar akhir dan gelembung kuning telur ( <i>yolk vesicle</i> ) <i>oocyte</i>
III	56 – 350	Pembentukan gelembung kuning telur dan kuning telur oosite awal
IV	210 – 364	Pembentukan kuning telur oosite tahap kedua dan ketiga
V	266 – 406	Oosite yang telah matang
VI	336 – 420	Telur telah siap dikeluarkan atau diovulasikan
VII	14 – 70	Tahap istirahat atau penyerapan kembali oosite yang tidak diovulasikan

(Sumber: Alcalá dan Alcazar, 1979 *dalam* Duray, 1990).

Keterangan:

\*) *oocytes* atau oosite sering dipergunakan untuk menggambarkan telur ikan yang masih berada di dalam gonad induk ikan betina (*ovary*)

### 3.3. Metode Pemijahan

Pemijahan secara alamiah (*natural spawning*) induk ikan beronang biasanya terjadi antara periode bulan baru dan bulan penuh (bulan sabit dan bulan purnama), dan

mencapai puncaknya pada saat musim panas (yaitu dari bulan Januari hingga April serta Juli hingga September) dimana suhu lingkungan berkisar antara 26 hingga 30°C (Duray, 1990). Proses pemijahan juga dirangsang dengan adanya pasang surut dan siklus bulan (Harvey *et al.*, 1985). Waktu yang baik untuk memijah adalah mulai dari saat menjelang tenggelamnya matahari hingga pagi hari sebelum matahari terbit (Bryan dan Madraisau, 1977; Popper *et al.*, 1979; Hara *et al.*, 1986a). Bagarinao (1986), Subandiyono *et al.* (1999; 2000a) mengamati bahwa waktu yang paling sering terjadinya pemijahan adalah pada tengah malam.

Pada umumnya, pemijahan buatan melalui perangsangan hormonal (*induced spawning*) dilakukan terhadap ikan yang tidak biasa atau tidak dapat memijah secara spontan atau alamiah di dalam wadah pemeliharaan. Namun demikian, untuk jenis ikan seperti beronang yang dapat memijah dengan mudah dibawah kondisi alamiah, pemijahan buatan pada umumnya dilakukan dengan tujuan untuk mensinkronkan atau menyamakan waktu pemijahan beberapa ekor induk betina dalam kegiatan produksi benih secara massal. Pemijahan buatan dengan menggunakan perlakuan hormonal telah sering dilakukan dan berhasil dengan baik. Hormon yang dipergunakan untuk merangsang terjadinya pemijahan tersebut disuntikkan atau diinjeksikan ke dalam tubuh induk ikan pada bagian punggung (*dorsal injection*). Namun, dapat pula pada bagian lain seperti di bagian perut (*abdominal injection*) ataupun di bagian kepala (*cranial injection*). Pada umumnya, penyuntikan hormon melalui bagian punggung dirasa lebih mudah dan aman, sehingga metode ini paling banyak dipilih.

Hormon *human chorionic gonadotropin* (HCG), baik secara sendiri maupun kombinasinya dengan hormon lain, sering digunakan dalam kegiatan pemijahan buatan. Salah

satu keuntungan menggunakan HCG bila dibandingkan dengan jenis hormon lainnya adalah bahwa dosisnya dapat distandarkan kedalam satuan *international units* (IU). Oleh karena itu, informasi yang diperoleh dapat diperbandingkan dengan pengguna lainnya (Lee *et al.*, 1988). Disamping itu, HCG tidak memiliki efek balik yang merugikan terhadap kualitas telur sebagaimana terlihat dari nilai berbagai parameter kualitas telur yang dihasilkan, seperti jumlah telur yang dikeluarkan atau diovulasikan (yaitu sebanyak 424.000 butir), nilai atau tingkat pembuahan (*fertilization rate*) mencapai 96%, daya tetas (*hatching rates*) sebesar 59%, serta jumlah total larva yang dihasilkan sebanyak 185.000 ekor (Ayson, 1991).

Dosis HCG yang digunakan per injeksi bervariasi, mulai dari 0.25 hingga 2.0 IU/g bobot ikan (Tabel 3). Sebagai contoh, induk betina ikan beronang spesies *S. guttatus* membutuhkan 2.0 IU HCG/g bobot ikan untuk setiap kali injeksi. Setelah injeksi yang keempat, satu dari empat betina induk betina memijah (Palma, 1978 *dalam* Duray, 1990). Namun demikian, Ayson (1989) melaporkan bahwa dengan penggunaan dosis yang sama (yaitu 2.0 IU HCG/g bobot ikan) semua induk betina memijah setelah enjeksi yang kedua (Tabel 3).

Lebih lanjut dijelaskan bahwa respon latensi dari ikan terhadap enjeksi hormonal bervariasi, tergantung dari spesies dan tahap perkembangan oosite. Sebagai contoh, induk betina spesies *S. guttatus* dengan diameter oosite awal lebih besar dari 0.46 mm memijah setelah injeksi yang pertama pada dosis 2.0 IU HCG/g bobot ikan. Namun demikian, ikan dengan diameter oosite awal kurang dari 0.43 mm tidak memijah atau memijah hanya setelah beberapa kali injeksi (Juario *et al.*, 1985). Hasil yang mirip didapatkan oleh peneliti lain dengan menggunakan dosis yang sama.



Tabel 3. Hubungan antara Diameter Oosite Awal, Jenis Hormon, dan Dosis yang Diterapkan pada pemijahan Ikan Beronang

Jenis Ikan	Diameter Oosite Awal (mm)	Jenis Hormon	Dosis per Injeksi	Keterangan	Ref.
<i>S. argenteus</i>	-	HCG	0.25 IU/g ikan	1 dari 3 memijah 96 jam setelah injeksi pertama	1)
<i>S. canaliculatus</i>	-	HCG	0.25 IU/g ikan	2 dari 4 memijah setelah 5 injeksi	2)
<i>S. guttatus</i>	0.37 – 0.49	HCG	2.0 IU/g ikan	Respon tergantung pada diameter oosite awal,	3)
	0.34 – 0.38	LHRHa	6.7 mg/pellet/250 g ikan	Memijah 8 hingga 9 hari setelah implantasi pellet	4)
	-	HCG	2.0 IU/g ikan	100% memijah setelah injeksi HCG kedua	5)
	0.40 – 0.44	HCG dan tiroksin-T4	2.0 IU/g ikan serta 1,10 dan 100 µg T4/g ikan	Memijah 72 jam setelah injeksi T-4	6)
<i>S. luridus</i>	-	HCG	0.25 IU/g ikan	Memijah 96 jam setelah injeksi pertama	1)
<i>S. rivulatus</i>	-	HCG	0.25 IU/g ikan	Memijah 36 jam setelah injeksi pertama,	1)
			0.5 IU/g ikan	Memijah 60 jam setelah injeksi pertama	1)
<i>S. vermiculatus</i>	-	HCG	0.3 IU/g ikan	Memijah 4 hari setelah injeksi	7)
	-	LHRHa	2x10 <sup>-3</sup> µg/g ikan	Memijah 115 jam setelah injeksi pertama, 15 jam setelah injeksi kedua, 23 jam setelah injeksi ketiga	8)

Ref.:

<sup>1)</sup>Popper *et al.*, 1979; <sup>2)</sup>Westernhagen dan Rosenthal, 1976; <sup>3)</sup>Juario *et al.*, 1985; <sup>4)</sup>Harvey *et al.*, 1985; <sup>5)</sup>Ayson, 1989; <sup>6)</sup>Ayson dan Lam, 1993; <sup>7)</sup>Popper dan Gundermann, 1976; <sup>8)</sup>Popper *et al.*, 1976.

Ayson (1991) menemukan bahwa induk betina dengan diameter oosite awal berkisar antara 0.42 hingga 0.44 mm memijah 44 hingga 48 jam setelah injeksi yang kedua; sedangkan untuk spesies ikan yang sama dengan diameter oosite awal lebih dari 0.47 mm memijah 19 hingga 20 jam setelah injeksi yang kedua. Oleh karena itu, dapat diambil kesimpulan bahwa ukuran oosite awal merupakan faktor penentu atau faktor kritis keberhasilan program pemijahan buatan (*induce spawning*).

Implantasi pellet silastik yang mengandung 6.7 mg D-Nal (2)6 LHRHa untuk *S. guttatus* memungkinkan mempercepat pemijahan hingga pertama dan kedua siklus pematangan gonad setelah penerapan implan tersebut (Harvey *et al.*, 1985) (Table 3). Berdasarkan pada fenomena tersebut maka dapat disimpulkan bahwa hormon tidak saja berpotensi sebagai perangsang ovulasi, namun juga menunjukkan bahwa keberadaan implan silastik secara terus menerus berpengaruh terhadap ovulasi selama 2 bulan setelah pemasangan implan.

### 3.4. Tingkah Laku Pemijahan

Tingkah laku ikan beronang saat memijah yang telah dikaji oleh beberapa peneliti menunjukkan adanya perbedaan aktivitas diantara satu spesies dengan spesies lainnya. Sebagai contoh, induk betina spesies *S. canaliculatus* mangkais-kais, mendorong-dorong atau menyodok-nyodok bagian perut (*abdomen*) induk jantan sehingga induk jantan terangsang untuk mengeluarkan cairan sperma. Segera setelah ikan jantan berespon terhadap rangsangan tersebut, maka ikan betina melepaskan telurnya. Pada umumnya, telur yang baru dikeluarkan tersebut akan terbuahi segera sebelum telur tenggelam dan menempel pada substrat. Di

alam, proses pembuahan mungkin saja dipercepat dengan bantuan gerakan gelombang (Lam, 1974). Pada kasus *S. guttatus*, induk ikan jantan mengejar-ngejar dan mengkais-kais bagian *abdomen* induk ikan betina. Untuk selanjutnya, induk ikan jantan senantiasa berenang dekat dengan induk ikan betina, berlanjut mengkais-kais secara bergantian ke bagian tutup insang (*operculum*), daerah anus (*anal region*), dan tangkai ekor (*caudal peduncle*). Setelah itu, induk ikan betina melepaskan telur dan induk ikan jantan melepaskan cairan sperma atau *milt* (Hara *et al.*, 1986b). Popper dan Gundermann (1975) mengemukakan bahwa tingkah laku pemijahan seperti itu mirip juga dengan yang dilakukan oleh spesies *S. canaliculatus*, *S. rivulatus*, dan *S. luridus*.

### 3.5. Fekunditas

Fekunditas sering didefinisikan sebagai jumlah telur yang dikeluarkan atau diovulasikan oleh induk ikan betina pada saat proses pemijahan. Sebagian pakar biologi mendefinisikan fekunditas sebagai jumlah total telur yang dihasilkan selama hidupnya. Namun, ada pula yang memaknai sebagai jumlah total telur (*oocytes*) yang ada di dalam gonad induk ikan betina (*ovary*). Dalam buku ini, fekunditas lebih mengacu pada definisi yang pertama, yaitu jumlah total telur yang dapat diovulasikan pada satu kali proses pemijahan.

Nilai atau tingkat fekunditas dari satu induk ikan yang sama dapat saja berbeda, dan hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik internal (seperti umur induk tersebut) maupun faktor eksternal lain (seperti kualitas dan kuantitas pakan yang dikonsumsi). Secara umum, ikan dengan ukuran tubuh lebih besar memiliki tingkat fekunditas yang lebih tinggi juga. Sebagai contoh, induk ikan betina spesies *S.*

*canaliculatus* dengan panjang tubuh berkisar antara 11.1 hingga 11.5 cm menghasilkan telur 166,000 hingga 650,000 butir (Lam, 1974; Woodland, 1979; Tseng dan Chan, 1982), sedangkan untuk spesies ikan yang sama dengan panjang tubuh berkisar antara 21.6 hingga 27.3 cm (atau dengan bobot tubuh berkisar antara 166 hingga 346 g) mampu menghasilkan telur sebanyak 348,000 hingga 1,339,000 butir (Basyari *et al.*, 1988). Seekor induk ikan spesies *S. guttatus* dengan bobot tubuh sebesar 400 g menghasilkan 0.8 juta butir telur, sedangkan spesies ikan yang sama dengan bobot sebesar 520 g mampu menghasilkan telur sebanyak 1.2 juta butir. Induk *S. vermiculatus* yang baru saja tertangkap dari alam dan memiliki panjang tubuh total berkisar antara 25 hingga 30 cm menghasilkan telur terbuahi sebanyak 200,000 butir (Popper dan Gundermann, 1976).

### 3.6. Karakteristik Telur

Karakteristik telur ikan beronang dapat digambarkan sebagaimana berikut ini. Bilamana telah matang dan diovulasikan, telur berukuran sedikit lebih besar daripada oosite tahap akhir, yaitu berkisar antara 0.58 hingga 0.68 mm (Popper *et al.*, 1979; Subandiyono *et al.*, 2000a). Telur ikan beronang memiliki karakteristik atau ciri-ciri sebagai berikut: bentuk *spherical*, berukuran kecil, tenggelam, dan sangat lengket (Subandiyono *et al.*, 2000a; Gambar 5), kecuali telur spesies *S. Argenteus* yang bersifat mengapung-bebas dan tidak lengket (Lam, 1974).

Baik yang telah berhasil dibuahi maupun tidak terbuahi, telur ikan beronang melekat pada substrat dengan sangat kuat. Lapisan luar yang lengket memungkinkan telur-telur tersebut menempel pada substrat tipe apa saja, baik substrat yang mengapung ataupun diam, yang

dipergunakan sebagai tempat memijah. Pada proses perkembangannya selama periode inkubasi, telur yang dibuahi tetap berwarna cerah, transparan, dan terdapat bintik hitam. Sedangkan untuk telur yang tidak dibuahi akan berwarna putih, tidak transparan, dan pada bagian luarnya sering ditumbuhi jamur.



Gambar 5. Telur Ikan Beronang Spesies *S. guttatus* yang Baru Saja Diovulasikan dan Berhasil Dibuai (Perkembangan Embrio Berumur  $\pm 14$  Jam Sebelum Menetas).

(Sumber: Subandiyono *et al.*, 2000a).

Periode waktu yang diperlukan untuk proses inkubasi telur sedikit berbeda, tergantung pada beberapa faktor seperti spesies ikan, suhu air, dan diameter telur tersebut (Tabel 4). Secara umum dapat dikatakan bahwa telur dengan ukuran lebih besar serta suhu air yang lebih rendah membutuhkan periode waktu inkubasi yang relatif lebih lama. Sebagai contoh, telur yang telah terbuahi dan dengan

diameter sebesar 0.42 hingga 0.70 mm memerlukan waktu 18 hingga 35 jam pada suhu air 22 hingga 30°C untuk menetas. Perkecualian terjadi untuk telur ikan dari spesies *S. canaliculatus* yang membutuhkan waktu hingga 62 jam (Tabel 4).

Tabel 4. Hubungan antara Diameter Telur, Suhu Air, dan Salinitas Air dengan Periode Waktu Inkubasi Telur Ikan Beronang Menggunakan Berbagai Jenis Inkubator

Jenis Ikan	Diameter Telur (mm)	Periode Inkubasi (jam)	Suhu Air (°C)	Salinitas Air (ppt)	Tipe Inkubator yang Digunakan	Ref.
<i>S. argenteus</i>	0.62 – 0.68	-	24 – 25	40	a)	1)
<i>S. canaliculatus</i>	0.51	30	27 – 29	21 – 32	Fiber 60 l	2
<i>S. guttatus</i>	0.55	20 – 26	26 – 30	<i>Ambient*</i>	Fiber	3)
	0.55	20	26 – 29	32 – 33	Fiber 500 l	4)
	0.54 – 0.59	18 – 20	26 – 28	31 – 34	Fiber	5)
	0.55 – 0.57	18 – 25	27 – 30	33	b)	6)
	56.0 – 58.0	24	27 – 28	32	Gelas Beaker 1 l	7)
<i>S. luridus</i>	0.50 – 0.63	-	24 – 25	40	a)	1)
<i>S. rivulatus</i>	-	29 – 30	25.5-27	-	Gelas Beaker 2 l	8)
<i>S. vermiculatus</i>	0.56	24	30	-	c)	9)

Keterangan:

\*) : Sama dengan salinitas lingkungan alamiah;

a) : Wadah silindris dengan dasar konikel berkapasitas 200 l dan wadah silindris dengan dasar rata berkapasitas 1000 l;

b) : Wadah beton berbentuk empat persegi panjang dan berkapasitas 5 ton;

c) : Wadah plastik 100 l dan keranjang penetasan jaring nylon.

Ref.:

<sup>1)</sup>Popper *et al.*, 1979; <sup>2)</sup>Westernhagen dan Rosenthal, 1976; <sup>3)</sup>Juario *et al.*, 1985; <sup>4)</sup>Bagarinao, 1986; <sup>5)</sup>Hara *et al.*, 1986a; <sup>6)</sup>Hara *et al.*, 1986b; <sup>7)</sup>Ayson dan Lam, 1993; <sup>8)</sup>Popper *et al.*, 1973; <sup>9)</sup>Popper *et al.*, 1976.

Telur yang baru saja diovulasikan akan segera menyerap air dari sekitarnya, dan volume serta bobot telur tersebut akan segera meningkat. Proses ini terjadi dalam kurun waktu yang tidak terlalu lama, namun segera diikuti peningkatan volume maupun bobotnya secara perlahan-lahan sebagai akibat dari proses perkembangan embrio hingga mencapai ukuran tertentu.

### 3.7. Pengukuran Kualitas Telur

Kualitas telur dievaluasi berdasarkan aspek-aspek biologi seperti: a) prosentase telur yang dibuahi, b) diameter telur dan diameter kantung kuning telur (*yolksac*), c) daya tetas telur, d) energi telur, e) perkembangan telur, hingga: f) energi larva, g) periode penyerapan kembali kuning telur (*yolk resorption*), h) perkembangan larva, dan i) tingkat kelulushidupan (*survival rate*) larva. Dengan demikian, pengukuran kualitas telur dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif.

Prosentase atau tingkat pembuahan telur didefinisikan sebagai prosentase dari jumlah telur yang dibuahi terhadap jumlah total telur yang dihasilkan. Tingkat pembuahan telur dapat dideskripsikan dengan formula sebagai berikut:

$$FR = \frac{\sum FE}{\sum RE} \times 100\%$$

Dimana:

- $FR$  : tingkat atau derajat pembuahan telur (*fertilization rate*), (%)
- $\sum FE$  : jumlah total telur yang berhasil dibuahi (*fertilized eggs*), (butir)
- $\sum RE$  : jumlah total telur yang dikeluarkan atau diovulasikan ikan (*released eggs*), (butir)

Bilamana tingkat atau derajat pembuahan telur memiliki nilai lebih tinggi, maka dapat mengindikasikan bahwa telur yang dihasilkan oleh induk ikan tersebut lebih berkualitas. Diameter telur maupun diameter kantung kuning telur dapat diukur dengan menggunakan stereoskop yang dilengkapi dengan okuler berskala 0.01 mm. Pada umumnya, telur dan/atau dengan kuning telur berdiameter lebih besar memiliki kualitas yang lebih baik. Fenomena ini dengan asumsi bahwa telur tersebut memiliki cadangan makanan yang lebih banyak untuk larva yang baru menetas.

Daya tetas telur diperkirakan berdasarkan pada prosentase dari jumlah total telur terbuahi yang berhasil menetas terhadap jumlah total telur yang berhasil dibuahi. Daya tetas atau derajat penetasan telur dapat dideskripsikan dengan formula sebagai berikut:

$$HR = \frac{\sum HE}{\sum FE} \times 100\%$$

Dimana:

$HR$  : tingkat atau derajat penetasan telur  
(*hatching rate*), (%)

$\sum HE$  : jumlah total telur terbuahi yang berhasil  
menetas (*hatched eggs*), (ekor atau larva)

$\sum FE$  : jumlah total telur yang berhasil dibuahi  
(*fertilized eggs*), (butir)

Energi telur dan energi larva diukur untuk menghitung nilai energi tetas. Oleh karena itu, untuk dapat mengetahui jumlah energi yang diperlukan selama proses penetasan maka perlu dihitung terlebih dahulu kandungan energi dari sampel telur maupun larva. Misalnya, sebanyak kurang lebih 50 gram telur yang sudah dibuahi dan kurang lebih 50 gram larva normal yang baru menetas diambil sebagai sampel, kemudian dikeringkan dengan kertas tissue,



dan ditimbang dengan menggunakan timbangan elektrik yang mempunyai sensitifitas tinggi (misalnya timbangan Sartorius). Untuk selanjutnya, telur dan larva tersebut dikeringkan hingga konstan pada suhu 60°C guna pengukuran kandungan total energinya. Kandungan total energi telur maupun larva diukur dengan menggunakan alat yang disebut bom kalorimeter. Energi tetas merupakan selisih atau delta antara total energi telur dengan total energi larva, dan dirumuskan dengan formula sebagai berikut:

$$HEn = EEn - LEn$$

Dimana:

$HEn$  : energi penetasan (*hatching energy*)

$EEn$  : total energi telur (*egg energy*)

$LEn$  : total energi larva (*larval energy*)

Telur yang baru saja menetas dan dengan larvanya mengandung energi cadangan yang lebih banyak diharapkan memiliki peluang untuk hidup lebih lama dan kesempatan yang lebih baik dalam mendapatkan makanan dari luar untuk yang pertama kalinya. Periode waktu penyerapan kembali kuning telur (*yolk resorption*) terkait erat dengan kriteria kualitas telur sebelumnya, yaitu diameter kuning telur dan energi tetas. Kriteria ini dapat diukur dengan mengamati perkembangan-kelulushidupan larva tanpa diberi makan apapun (*starvation* atau *deprivation*) dan hanya mengandalkan cadangan makanan (yaitu dari *yolk sac*). Dalam hal ini, larva dibiarkan hidup dari energi hasil proses penyerapan kembali *yolk sac* (*yolk resorption*). Larva yang kemudian mati pada periode waktu yang lebih lama mengindikasikan bahwa telur (-darimana larva tersebut berasal-) memiliki kualitas yang lebih baik.

Pengamatan terhadap perkembangan telur dan larva hendaknya dilakukan secara periodik dan dapat menggunakan stereoskop. Sampling dapat diterapkan untuk menghitung kelulushidupan larva, dan hendaknya dilakukan secara periodik juga. Tingkat atau derajat kelulushidupan larva merupakan nisbah antara jumlah total larva yang hidup pada waktu tertentu dan jumlah total larva pada awal pengamatan. Nilai tersebut dapat dihitung dengan menggunakan formula berikut:

$$SR = \frac{\sum L_{t1}}{\sum L_{t0}} \times 100\%$$

Dimana:

- $SR$  : tingkat atau derajat kelulushidupan larva (*survival rate*), (%)
- $\sum L_{t1}$  : jumlah total larva yang hidup pada akhir pengamatan ( $t_1$ ), (ekor atau larva)
- $\sum L_{t0}$  : jumlah total larva pada awal pengamatan ( $t_0$ ), (ekor atau larva)

Berdasarkan pada hasil pengamatan, perkembangan telur ikan beronang spesies *S. guttatus* beberapa jam setelah dibuahi hingga menetas dapat diilustrasikan sebagaimana Gambar 6 A-H berikut ini (Subandiyono *et al.*, 1999; 2000a). Tinggi rendahnya kualitas telur, dan begitu pula untuk frekuensi pemijahan serta nilai tingkat kelulushidupan larva, dipengaruhi oleh kualitas dari pakan yang dikonsumsi induk. Induk ikan beronang yang mengkonsumsi pakan dengan kandungan protein cukup tinggi, misalnya, atau dengan penambahan berbagai sumber lipid seperti lesitin maupun lemak hati ikan cod, maka hal tersebut dapat meningkatkan frekuensi pemijahan ataupun kualitas telur yang dihasilkan (Hara *et al.*, 1986a; Subandiyono, 1999a; b; Subandiyono *et al.*, 1999; 2000a).



Gastrulasi akhir

(A)

Tahap Gastrulasi Akhir  
( $\pm 18$  Jam Sebelum Menetas)



(B)

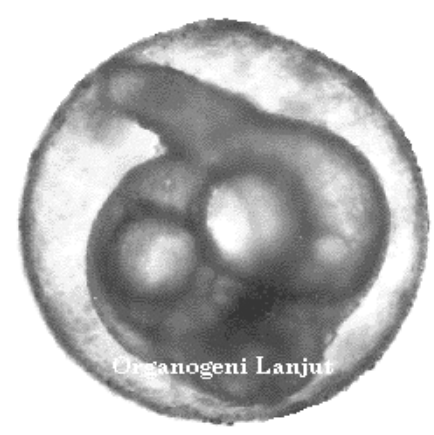
Tahap Gastrulasi Akhir  
( $\pm 14$  Jam Sebelum Menetas)



Organogeni Awal

(C)

Tahap Organogeni Awal  
( $\pm 10$  Jam Sebelum Menetas)



Organogeni Lanjut

(D)

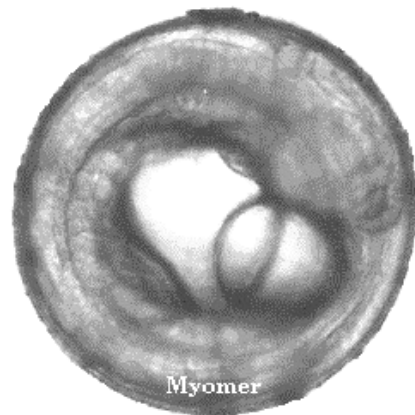
Tahap Organogeni Lanjut  
( $\pm 8$  Jam Sebelum Menetas)

Gambar 6. Tahap Perkembangan Embrio Telur Ikan Beronang Beberapa Jam Sebelum Menetas.

(Sumber: Subandiyono *et al.*, 1999; 2000a).



(E)  
Tahap Myomer  
( $\pm 6$  Jam Sebelum Menetas)



(F)  
Tahap Myomer  
( $\pm 3$  Jam Sebelum Menetas)



(G)  
Tahap Akhir  
( $\pm 1$  Jam Sebelum Menetas)



(H)  
Tahap Akhir  
Proses Penetasan

Gambar 6. Tahap Perkembangan Embrio Telur Ikan Beronang Beberapa Jam Sebelum Menetas. (Lanjutan)

(Sumber: Subandiyono *et al.*, 1999; 2000a).

Minyak ikan laut dan lesitin kaya akan asam lemak, baik dari kelompok HUFA-W3 maupun HUFA-W6, yang sangat dibutuhkan dalam meningkatkan kualitas telur, dan konsekuensinya adalah meningkatkan nilai kelulushidupan larva yang baru menetas (Sargent *et al.*, 1997). Perbandingan pada nilai tertentu antara EPA:DHA ataupun EPA:AnA dalam pakan induk ikan laut berkaitan dengan kualitas telur yang dihasilkannya (Bell *et al.*, 1997). Perbandingan antara EPA:DHA:AnA dalam pakan larva diduga berkaitan erat dengan profil atau pola pertumbuhan (*growth performance*) larva tersebut. Hal ini dikarenakan kemampuan ikan laut yang sangat rendah, atau bahkan tak mampu sama sekali, dalam mensintesis DHA dari asam lemak berantai karbon panjang lainnya (Sargent *et al.*, 1997). Namun demikian, kebutuhan yang tepat untuk induk ikan air laut akan EPA, DHA, dan ArA dalam kaitannya dengan perkembangan gonad maupun kualitas telur yang dihasilkan masih perlu banyak mendapat perhatian para peneliti.

Para peneliti tertarik pada total perbandingan antara PUFA-W3:W6 dalam pakan, terutama untuk kelompok eicosanoids (rantai karbon-20) dan docosanoids (rantai karbon-22), karena perannya yang lebih nyata terhadap perkembangan gonad dan kualitas telur maupun larva (Sargent *et al.*, 1997). Subandiyono (1999a; b); Subandiyono *et al.* (2000a) mendapatkan bahwa induk ikan beronang yang diberi pakan buatan dengan perbandingan total PUFA-W3:W6 sebesar 1.03 menghasilkan telur dengan kualitas terbaik dibandingkan dengan pakan yang mengandung perbandingan W3:W6 lebih rendah atau lebih tinggi.

## IV. *P*ERKEMBANGAN LARVA

Larva yang baru saja menetas bersifat pelagis atau berada pada kolom air serta sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan, mudah mati (*fragile*). Panjang tubuh berkisar antara 1.5 hingga 2.6 mm. Pada awal perkembangannya, larva memiliki saluran pencernaan (*digestive tract, gut*) dengan bentuk yang masih sangat sederhana, yaitu lurus mirip seperti pipa. Pada tahap awal perkembangan larva tersebut, mata belum memiliki pigmen serta mulut yang belum terbentuk (Bagarinao, 1986). Kantung kuning telur (*yolk sac*) berbentuk oval dengan satu butiran minyak (*oil globule*) atau lebih yang menonjol atau menjorok di bagian depan (*anterior*) (Hara *et al.*, 1986b; Subandiyono, 1998).

Pada umur 8 hingga 45 hari setelah telur menetas, larva mengalami proses metamorfosis, yaitu suatu proses perubahan morfologis ataupun fungsi fisiologis dari organ eksternal maupun internal menuju tahap yang lebih sempurna. Proses perubahan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti spesies, kualitas pakan, serta kondisi lingkungan (Kohno *et al.*, 1986). Pada umumnya, perkembangan morfologis dari suatu organ tertentu akan diikuti pula oleh perkembangan fungsional yang semakin sempurna dari organ tersebut. Proses metamorfosis selesai bilamana larva terus berkembang semakin sempurna dan mencapai fase perkembangan yang lebih lanjut, yaitu fase juvenil.

### 4.1. Perubahan Eksternal

Perubahan eksternal atau perkembangan morfologis larva segera terjadi sejalan dengan perkembangan atau pertumbuhan larva tersebut menuju tahap yang lebih sempurna, misalnya fase juvenil. Pada tahap awal kehidupannya (-sebagaimana untuk spesies ikan lainnya-), tubuh larva transparan; sedangkan pada tahap juvenil (yaitu setelah proses metamorfosis berakhir), maka keseluruhan tubuhnya berwarna coklat muda sebagaimana ikan dewasa. Kecepatan transformasi dari tahap larva hingga juvenil bervariasi diantara spesies. Sebagai contoh, larva ikan beronang spesies *S. guttatus* mulai mengalami proses metamorfosis setelah berumur 17 hari pasca penetasan atau bilamana panjang total tubuh telah mencapai kurang lebih 13.07 cm (Hara *et al.*, 1986b). Sedangkan untuk spesies *S. fuscescens*, proses tersebut terjadi setelah larva berumur 11 hari pasca penetasan atau dengan panjang total tubuh kurang lebih 9.5 mm. Laju perubahan eksternal juga dipengaruhi oleh kualitas air serta tipe atau jenis pakan yang diberikan (Duray, 1990).

Beberapa peneliti telah mengamati perkembangan eksternal larva ikan beronang sejak larva tersebut baru saja keluar dari telur hingga mencapai fase juvenil. Informasi yang diperoleh tidaklah sama persis dikarenakan berbagai faktor internal maupun eksternal yang mempengaruhinya. Namun demikian, secara umum perubahan eksternal atau perkembangan morfologis larva ikan beronang, khususnya spesies *S. guttatus*, dapat dideskripsikan sebagai berikut di bawah ini (Gambar 7).



(A)  
Larva berumur  
 $\pm 2$  Jam Setelah Menetas



(B)  
Larva berumur  
 $\pm 4$  Jam Setelah Menetas



(C)  
Larva berumur  
 $\pm 6$  Jam Setelah Menetas



(D)  
Larva berumur  
 $\pm 7$  Jam Setelah Menetas



(E)  
Larva berumur  
 $\pm 36$  Jam Setelah Menetas



(F)  
Larva berumur  
 $\pm 48$  Jam Setelah Menetas

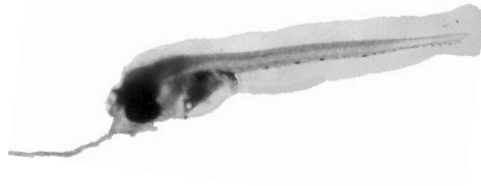
Gambar 7. Tahap Perkembangan Larva Ikan Beronang Spesies *S. guttatus* Sejak Menetas hingga Juvenil Awal.

(Sumber: *after* Hara *et al.*, 1986b; Subandiyono *et al.*, 1998; 1999; 2000a).





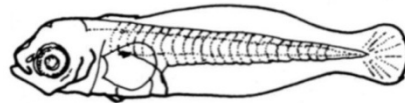
(G)  
Larva berumur  
±3 Hari Setelah Menetas



(H)  
Larva berumur  
±4 Hari Setelah Menetas



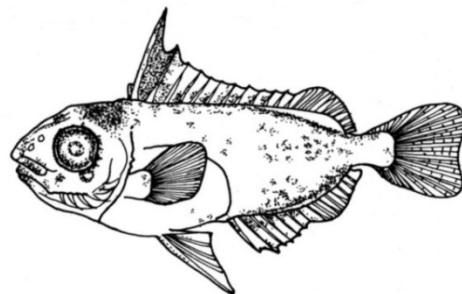
(I)  
Larva berumur  
±5 Hari Setelah Menetas



(J)  
Larva berumur  
±8 Hari Setelah Menetas



(K)  
Larva berumur  
±13 Hari Setelah Menetas



(L)  
Tahap Juvenil Awal  
±17 Hari Setelah Menetas

Gambar 7. Tahap Perkembangan Larva Ikan Beronang Spesies *S. guttatus* Sejak Menetas hingga Juvenil Awal.  
(Lanjutan).

(Sumber: *after* Hara *et al.*, 1986b; Subandiyono *et al.*, 1998; 1999; 2000a).

Keterangan:

- (A) Memiliki kantung kuning telur (*yolk sac*) dan butiran minyak (*oil globule*) dengan volume yang masih relatif maksimum;
- (B) Kantung kuning telur dan butiran minyak mulai berkurang;
- (C) Bakal mulut belum terbuka, pigmen mata belum terbentuk;
- (D) Cadangan makanan dari *yolk* mulai berkurang. Saluran pencernaan (*gut*) tahap awal mulai terbentuk;
- (E) *Yolk* semakin mengecil, *gut* semakin berkembang
- (F) Pigmen mata terbentuk, mulut terbuka. Larva telah mampu mengambil makanan dari luar tubuh. Saluran pencernaan semakin berkembang membentuk gulungan huruf 'S' (*coiled*);
- (G) *Yolk* dan *oil globule* semakin terserap habis. Bukaannya mulut semakin lebar, pigmen mata semakin berkembang;
- (H) Mampu mengonsumsi *filamentous algae*;
- (I) *Yolk* dan *oil globule* telah terserap kembali secara sempurna. Saluran pencernaan belum sempurna, masih terus berkembang (bermetamorfosis);
- (J) Organ internal (seperti *gut*) dan eksternal (seperti mulut, mata) semakin berkembang;
- (K) Perkembangan larva mendekati tahap akhir. Bentuk morfologis tubuh dan sirip semakin mendekati sempurna; dan
- (L) Tahap juvenil awal. Organ internal dan eksternal telah berkembang sempurna sebagaimana ikan dewasa.

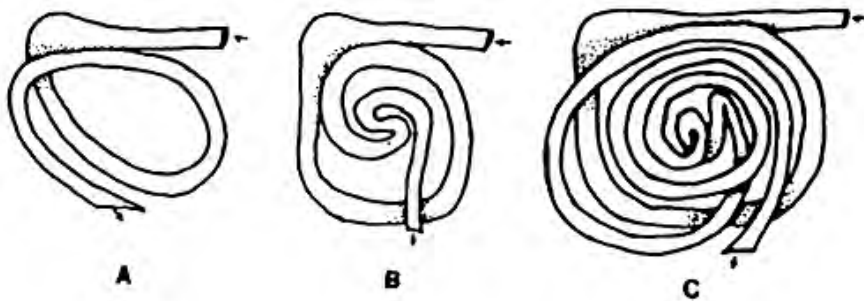
## 4.2. Perubahan Internal

Perubahan internal larva ikan beronang juga terjadi sejalan dengan perkembangan atau pertumbuhan larva tersebut ke fase selanjutnya. Perubahan tersebut, sebagaimana yang terjadi pada perubahan secara eksternal, juga melibatkan perkembangan morfologis maupun fungsi fisiologis dari saluran pencernaan (*digestive tract, gut*) menuju tahap yang semakin sempurna. Proses metamorfosis organ internal larva ikan akan berhenti atau selesai saat larva tersebut telah mencapai fase perkembangan menjadi juvenil. Bentuk morfologis maupun fungsi fisiologis dari organ internal juvenil telah sama sebagaimana pada ikan dewasa.

Perkembangan saluran pencernaan dari larva yang baru saja menetas atau keluar dari telur diawali dengan bentuk lurus sederhana seperti tabung. Setelah larva berumur 8 hingga 9 jam, saluran pencernaan tersebut mulai melengkung membentuk gulungan (*coiled*), sejalan dengan terjadinya proses penyerapan kembali kuning telur (*yolk resorption process*) yang merupakan suatu mekanisme pemanfaatan energi cadangan. Oleh karena itu, secara morfologis terlihat bahwa kantung telur (*yolk sac*) mengecil secara perlahan. Fenomena ini diikuti oleh perkembangan organ internal hati (*liver*) yang dimulai pada hari pertama (*day-1*) dari kehidupan larva (Avila dan Juario, 1987). Fenomena fisiologis terkait dengan pemanfaatan energi cadangan dari *yolk* yang sejalan dengan perkembangan fungsi hati diduga merupakan indikasi bahwa kantung telur diperlukan terutama untuk proses pembentukan organ internal (*organogenesis*), sedangkan ketersediaan gelembung lemak (*oil globules*) dipergunakan sebagai energi cadangan.

Selama proses metamorfosis, saluran *gastrointestinal* berubah dengan jelas sebagaimana digambarkan oleh Bryan

dan Madraisau (1977) untuk larva ikan beronang spesies *S. lineatus* (Gambar 8).



Gambar 8. Perkembangan Saluran Pencernaan (*Guts*) Larva Ikan Beronang Spesies *S. lineatus* hingga Umur 32 Hari. (A) Pre-metamorfosis, (B) Mid-metamorfosis, (C) Post-metamorfosis.

(Sumber: *after* Bryan dan Madraisau, 1977).

Keterangan:

- (A) Tahap I: Pre-metamorfosis, saluran pencernaan membentuk gulungan tunggal atau satu putaran, panjang saluran pencernaan kurang lebih 18% lebih panjang dari panjang tubuh (*standard length*);
- (B) Tahap II: Mid-metamorfosis, saat proses metamorfosis masih berlangsung, saluran pencernaan menggulung memutar berbalik membentuk huruf 'S', panjang saluran pencernaan mencapai 25% lebih panjang dari panjang tubuh (*standard length*); dan
- (C) Tahap III: Post-metamorfosis, proses metamorfosis sudah selesai, saluran pencernaan membentuk gulungan dengan banyak putaran, bentuk morfologis saluran pencernaan sebagaimana pada fase juvenil, panjang saluran pencernaan mencapai 63% lebih panjang dari panjang tubuh (*standard length*).

Saluran *gastrointestinal* tersebut terus berlanjut berkembang membentuk suatu pola gulungan sejalan dengan pertambahan umur larva. Pada ikan dewasa spesies *S. spinus* dengan panjang tubuh (*fork length*) 102 hingga 155 cm, panjang saluran *gastrointestinal* tersebut dapat mencapai 3.5 hingga 4 kali lipat panjang tubuhnya (Duray, 1990).

#### 4.3. Pengukuran Kualitas Larva

Kualitas larva berkaitan erat dengan kualitas dan perkembangan telur pada fase sebelumnya. Telur dengan kriteria berkualitas serta berkembang dengan baik berpotensi menjadi larva yang berkualitas pula saat telur tersebut menetas. Oleh karena itu, pengukuran terhadap kualitas larva merupakan kelanjutan dari pengukuran terhadap kualitas telur. Kualitas larva dapat diindikasikan dengan bentuk dan kelengkapan morfologis yang sempurna, perkembangan (-baik organ internal maupun eksternal-) yang normal, dan pertumbuhan yang cepat.

Lebih lanjut lagi, kualitas larva (-yang merupakan implikasi dari kualitas dari telur-), dipengaruhi pula oleh kualitas serta kondisi fisiologis dari induk ikan betina selama periode perkembangan gonad. Umur induk juga berpengaruh pada tingkat pembuahan dan penetasan telur serta kualitas larva yang dihasilkan. Juario *et al.* (1985) mendapatkan bahwa prosentase tingkat kelulushidupan larva pada penelitian pertama bervariasi antara 6.3 hingga 37.4%. Dengan menggunakan induk yang sama, jumlah ini menurun menjadi 0.9 hingga 9.0% pada satu tahun berikutnya dan 0.7 hingga 2.0% pada dua tahun berikutnya. Dengan demikian, kualitas telur yang diovulasikan berkorelasi dengan periode pemijahan. Pada umumnya, telur yang diproduksi oleh induk ikan yang baru untuk pertama kalinya memijah

memiliki kualitas dan kuantitas yang belum optimum. Kemudian, semakin meningkat untuk beberapa periode pemijahan selanjutnya, dan untuk kemudian kembali menurun.

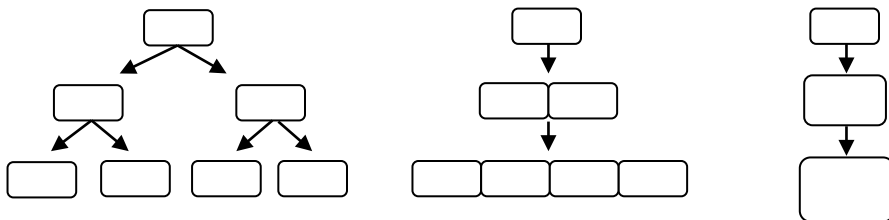
Perlakuan hormonal untuk induk sebelum *spawning* telah diteliti untuk meningkatkan kualitas larva. Ayson dan Lam (1993) mendapatkan bahwa larva yang berasal dari induk betina yang diinjeksi dengan tiroksin T4 pada dosis 10 dan 100  $\mu\text{g}$  per gram ikan cenderung menghasilkan larva dengan ukuran tubuh lebih panjang dan ketahanan hidup lebih baik.

#### 4.4. Pengukuran Pertumbuhan

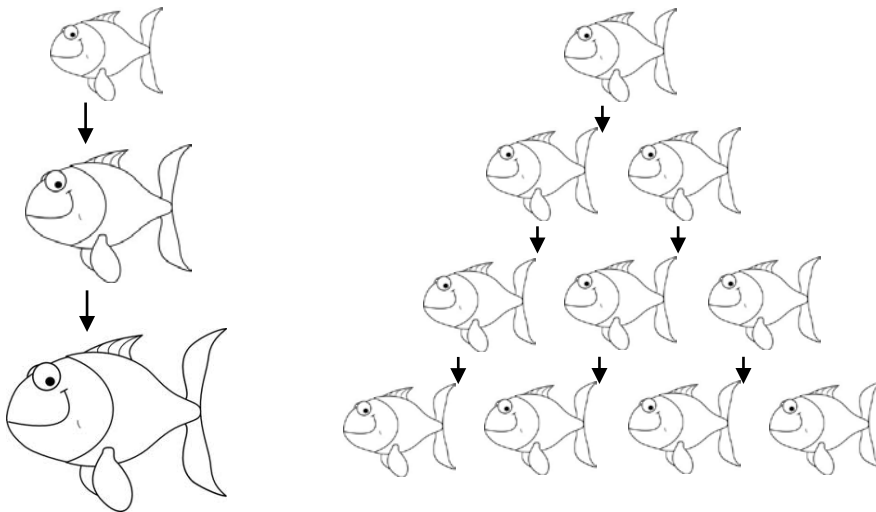
Pertumbuhan memiliki beberapa pengertian. Namun pada prinsipnya, pertumbuhan merupakan fenomena peningkatan atau pertambahan deposisi senyawa protein tubuh (retensi protein, *protein retention*), yang pada umumnya dikonotasikan berasal dari protein pakan yang dikonsumsi. Artinya, bilamana terdapat fenomena peningkatan jumlah atau bobot senyawa protein, maka menunjukkan telah terjadi proses pertumbuhan. Dengan demikian, pertumbuhan dapat merupakan implikasi dari pertambahan jumlah, panjang, ataupun volume sel, misalnya sebagaimana yang terjadi pada fitoplankton bersel tunggal ataupun yang berbentuk filamen. Begitu pula untuk halnya ikan, maka fenomena pertumbuhan dapat dideskripsikan secara individu (yaitu pertambahan ukuran atau bobot tubuh) ataupun pertambahan ukuran populasi (Gambar 9).

Pertumbuhan ikan dapat diukur dengan menggunakan dua metode, baik secara langsung (*direct methods*) maupun secara tidak langsung (*indirect methods*). Yang termasuk kedalam pengukuran secara langsung meliputi pengukuran

bobot (*weight measurement*) dan pengukuran panjang (*length measurement*). Sedangkan yang termasuk kedalam pengukuran secara tidak langsung meliputi pembacaan profil sisik, pembacaan profil tulang otolith, penghitungan nisbah RNA-DNA, serta pengukuran asam amino yang ditelan. Metode secara tidak langsung dapat dipergunakan sekaligus untuk menentukan umur ikan.



(A) Pola Pertumbuhan Alga atau Organisme Bersel Tunggal



(B) Pola Pertumbuhan untuk Ikan

(Sumber: Anonim, 2013e)

Gambar 9. Konsep Pertumbuhan: Fenomena Peningkatan atau Pertambahan Deposisi Senyawa Protein Tubuh

Metode pengukuran secara langsung (*direct methods*) sering digunakan karena secara teknis lebih sederhana atau mudah dilakukan. Secara umum dapat dikatakan bahwa proporsi peningkatan bobot-panjang untuk ikan dengan umur yang lebih muda adalah lebih tinggi bila dibandingkan dengan ikan dengan umur yang lebih tua. Pertumbuhan ikan diekspresikan dengan berbagai formulasi pengukuran, meliputi:

a. Untuk periode pendek atau singkat:

$$W_{t_1} = W_{t_0} \times e^{gt} \quad (\text{Stickney, 1979})$$

Dimana:

- $W_{t_1}$  : bobot ikan pada saat akhir ( $t_1$ )
- $W_{t_0}$  : bobot ikan pada saat awal ( $t_0$ )
- $e$  : logaritma natural
- $g$  : koefisien pertumbuhan
- $t$  : periode waktu antara akhir – awal

b. Untuk periode panjang atau lama:

$$W = W_{\infty} \left[ 1 - \exp.(-K(t_1 - t_o)) \right]^b \quad (\text{Moreau, 1987})$$

Dimana:

- $W$  : bobot ikan
- $W_{\infty}$  : ukuran asimtotik
- $K$  : konstanta
- $t_1$  : sama dengan  $t_o$  jika  $W = 0$
- $b$  : eksponen hubungan bobot dan panjang



## c. Pertumbuhan absolut dan laju pertumbuhan absolut:

## c1. Pertumbuhan absolut (mutlak):

$$AG = W_{t1} - W_{t0} \quad (\text{Ricker, 1979})$$

Dimana:

 $AG$  : Pertumbuhan mutlak (*absolute growth*) $W_{t1}$  : bobot ikan pada saat akhir ( $t_1$ ) $W_{t0}$  : bobot ikan pada saat awal ( $t_0$ )

## c2. Laju pertumbuhan absolut (mutlak):

$$AGR = \frac{W_{t1} - W_{t0}}{t1 - t0} \quad (\text{Ricker, 1979})$$

Dimana:

 $AGR$  : Laju pertumbuhan mutlak (*absolute growth rate*), (g/hr) $W_{t1}$  : bobot ikan pada saat akhir ( $t_1$ ) $W_{t0}$  : bobot ikan pada saat awal ( $t_0$ ) $t1 - t0$ : periode pengamatan ( $\Delta t$ )

## d. Pertumbuhan relatif dan laju pertumbuhan relatif:

## d1. Pertumbuhan relatif:

$$RG = \frac{W_{t1} - W_{t0}}{W_{t0}} \times 100\% \quad (\text{De Silva dan Anderson, 1995})$$

Dimana:

 $RG$  : Pertumbuhan relatif (*relative growth*), (%) $W_{t1}$  : bobot ikan pada saat akhir ( $t_1$ ) $W_{t0}$  : bobot ikan pada saat awal ( $t_0$ )

d2. Laju pertumbuhan relatif:

$$RGR = \frac{W_{t1} - W_{t0}}{W_{t0} \times (t1 - t0)} \times 100\%$$

(De Silva dan Anderson, 1995)

Dimana:

$RGR$  : Laju pertumbuhan relatif (*relative growth rate*), (%/hr)

$W_{t1}$  : bobot ikan pada saat akhir ( $t_1$ )

$W_{t0}$  : bobot ikan pada saat awal ( $t_0$ )

$t1 - t0$ : periode pengamatan ( $\Delta t$ )

e. Laju pertumbuhan spesifik (sesaat):

$$SGR = \frac{\ln W_{t1} - \ln W_{t0}}{t1 - t0} \times 100\%$$

(Weatherley dan Gill, 1987)

Dimana:

$SGR$  : Laju pertumbuhan spesifik atau sesaat (*specific or instantaneous growth rate*, (% bobot/hr)

$\ln W_{t1}$ : Ln bobot ikan pada saat akhir ( $t_1$ )

$\ln W_{t0}$ : Ln bobot ikan pada saat awal ( $t_0$ )

$t1 - t0$ : periode pengamatan ( $\Delta t$ )

Catatan :  $\ln = \text{Log}_e$ ; SGR adalah prediksi harian

f. Pertumbuhan sesaat menurut Huisman (1976):

$$W_{t1} = W_{t0} \times (1 + 0.01 \alpha)^t$$

atau:

$$\alpha = \left( \sqrt[t]{\frac{W_{t1}}{W_{t0}}} - 1 \right) \times 100\%$$

Dimana:

$W_{t_1}$	: bobot ikan pada saat akhir (' $t_1$ ')
$W_{t_0}$	: bobot ikan pada saat awal (' $t_0$ ')
$\propto$	: laju pertumbuhan sesaat, (%)
$t$	: periode pengamatan ( $t_1 - t_0$ atau $\Delta t$ )

g. Hubungan antara bobot dan panjang:

$$W = a L^b \quad (\text{Weatherley dan Gill, 1987})$$

Dimana:

$W$	: bobot ikan pada saat tertentu ' $t$ '
$a$	: nilai konstanta
$L$	: panjang tubuh ikan saat ' $t$ '
$b$	: nilai eksponen, berkisar antara 2.5 – 4.0.

Catatan : bila diasumsikan bahwa ikan tumbuh menurut bentuk dan kepadatan tubuh yang konstan, maka nilai  $b \approx 3$ .

Cepat lambatnya nilai pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang termasuk kedalam faktor eksternal maupun faktor internal. Yang termasuk kedalam faktor eksternal meliputi: a) faktor biotik, seperti performa pakan dan kompetisi; serta b) faktor abiotik, seperti suhu lingkungan, cahaya atau fotoperiod, salinitas air, kandungan oksigen terlarut dalam air, bahan-bahan beracun, dan produk katabolisme (Brett, 1979; Weatherley dan Gill, 1987). Sedangkan yang termasuk kedalam faktor internal meliputi: hormon pertumbuhan, gen faktor pertumbuhan, jenis kelamin, umur, serta spesies (Brett, 1979).

## V. *P*AKAN DAN MAKANAN

Larva ikan berenang yang baru saja keluar dari telur yang baru menetas belum mampu bergerak atau berenang aktif. Pola gerakannya masih terputus-putus dan pada jarak yang relatif pendek. Pada tahap ini, larva mudah sekali mati bilamana terkena cahaya matahari langsung dengan intensitas yang cukup tinggi. Pada umumnya, larva berenang pada kolom air. Larva belum mencari pakan secara aktif. Pada tahap dimana larva perlu mendapatkan makanan, yaitu yang ditandai dengan telah terbentuknya bintik hitam pada mata serta mulut yang sudah terbuka, maka larva mulai aktif mencari makanan meski pada jarak yang masih sangat terbatas. Larva masih belum mampu menangkap makanan yang bergerak cepat. Karena keterbatasan kemampuan dalam mendapatkan makanan, sementara larva perlu makan dengan frekuensi yang tinggi per harinya, maka metode pemberian pakan yang tepat bagi larva adalah secara *ad libitum*. *Ad libitum* berarti bahwa makanan diberikan secara berlebih, melimpah, yang dicirikan dengan selalu tersedianya makanan dan dapat diperoleh dengan mudah oleh larva saat larva tersebut membutuhkannya.

Saluran pencernaan larva belum berkembang sempurna dan masih terus bermetamorfosis. Enzim pencernaannya pun (enzim protease,  $\alpha$ -amilase, dan lipase) belum diproduksi secara maksimal. Sebagaimana pada larva jenis ikan lainnya, enzim pencernaan pada larva ikan berenang didominasi oleh enzim protease. Berdasarkan pada berbagai fenomena biologis dan fisiologis tersebut, maka pakan yang diberikan pada larva untuk yang pertama

kalinya hendaknya memiliki berbagai persyaratan. Pada tahap awal perkembangan larva, pakan yang diberikan biasanya berupa mikro-organisme atau plankton, bukan pakan buatan atau pakan komersial. Beberapa syarat yang perlu dipenuhi oleh mikro-organisme agar dapat menjadi makanan yang baik bagi larva diantaranya adalah: a) memiliki ukuran atau diameter yang lebih kecil dari bukaan mulut larva, b) memiliki nilai nutrisi atau gizi yang tinggi, c) dapat dicerna dengan baik, d) terapung atau tersuspensi dalam air atau berada pada kolom air, e) bergerak lambat, dan f) mudah diperoleh atau tersedia dalam jumlah yang cukup banyak setiap kali dibutuhkan larva.

### 5.1. Larva

Larva ikan beronang yang baru saja keluar dari telur yang baru menetas dibekali dengan mata dan mulut yang belum fungsional. Awal atau pertama kalinya larva makan akan dimulai setelah organ tersebut fungsional. Sementara itu, larva terus mengonsumsi cadangan nutrien dari dalam tubuhnya (*endogenous nutrient, yolk*), untuk proses pertumbuhannya (Tabel 5).

Berdasarkan pada pengamatan terhadap larva ikan beronang spesies *S. guttatus*, Bagarinao (1986) dan Subandiyono *et al.* (1999; 2000a) mendapatkan bahwa pigmentasi mata telah berkembang secara penuh serta mulut telah terbuka saat larva tersebut berumur 36 jam setelah menetas. Sedangkan penyerapan kembali kuning telur secara sempurna terjadi saat larva berumur 72 jam setelah menetas. Dengan demikian, jarak atau periode waktu antara mulai diperlukannya makanan untuk yang pertama kali (*initial feeding*) dan habisnya butiran minyak sebagai sumber

energi cadangan adalah relatif singkat (yaitu kurang lebih selama 36 jam).

Tabel 5. Transisi atau Pergantian Sumber Makanan dari Dalam Tubuh Menjadi dari Luar Tubuh pada Larva Ikan Beronang

Tahap	Periode	Keterangan
I	Menetas – 15 jam Setelah Menetas	Pertumbuhan yang cepat dikarenakan cepatnya penyerapan kembali atas kuning telur ( <i>yolk resorption</i> )
II	15 – 50 jam Setelah Menetas	Pertumbuhan lambat dan perkembangan organ internal ( <i>organogenesis</i> ) yang sebagian besar tergantung pada energi kuning telur
III	50 – 70 jam Setelah Menetas	Pertumbuhan lambat yang tergantung pada energi dari kuning telur, butiran minyak ( <i>oil globules</i> ), dan pakan dari luar tubuh ( <i>exogenous food</i> )
IV	70 – 90 jam Setelah Menetas	Pertumbuhan lambat yang tergantung pada energi dari butiran minyak ( <i>oil globules</i> ) dan pakan dari luar tubuh ( <i>exogenous food</i> )
V	90 – 120 jam Setelah Menetas	Pertumbuhan lambat yang tergantung pada energi dari butiran minyak ( <i>oil globules</i> ) dan pakan dari luar tubuh ( <i>exogenous food</i> ) yang dikonsumsi dalam jumlah tertentu
VI	120 – 150 jam Setelah Menetas	Percepatan pertumbuhan dan berenang secara efektif serta konsumsi pakan yang diperoleh hanya dari luar tubuh ( <i>exogenous food</i> )
VII	Diatas 150 jam Setelah Menetas	Sama caranya sebagaimana sebelumnya, namun dengan peningkatan yang cepat atas jumlah pakan yang dikonsumsi

(Sumber: after Kohno *et al.*, 1988)

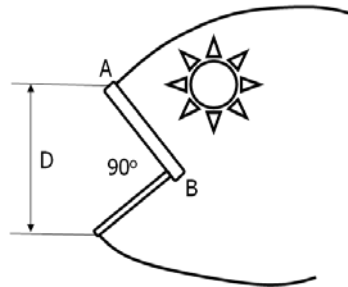
Pemberian dan ketersediaan makanan yang cocok selama periode kritis adalah sangat penting untuk larva agar dapat hidup lebih lanjut. Penundaan pemberian makanan atau keterlambatan larva memperoleh makanan lebih dari 24 jam setelah pigmentasi mata serta pembukaan mulut (-yaitu saat larva telah berumur 60 jam setelah menetas atau hingga 12 jam sebelum penyerapan sempurna kuning telur-) dapat berakibat fatal bagi larva. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan pada periode yang kurang tepat dapat mengakibatkan kematian larva hingga mencapai 50%, sedangkan bagi larva yang kelaparan dan tidak mendapatkan makanan hingga berumur 88 jam setelah menetas maka larva tersebut akan mati (Bagarinao, 1986). Oleh karena itu, penerapan manajemen pemberian pakan yang tepat menjadi kunci pokok keberhasilan kegiatan pembenihan ikan beronang.

Berbagai jenis plankton seperti *Chlorella*, rotifers, *Brachionus* sp. (-yang mana memiliki ukuran diameter kurang dari 90  $\mu\text{m}$ -) dapat dipergunakan untuk memperbaiki derajat kelulushidupan larva yang masih berada pada tahap ini, yaitu tahap pengambilan makanan untuk yang pertama kalinya (Hara *et al.*, 1986a). Informasi yang terkait dengan ukuran bukaan mulut larva menjadi penting saat menerapkan manajemen pemberian pakan. Duray dan Kohno (1988) mendapatkan bahwa ukuran bukaan mulut beberapa spesies larva ikan saat awal mulut mulai terbuka cukup bervariasi. Larva ikan beronang memiliki ukuran bukaan mulut sebesar 100  $\mu\text{m}$ , kakap sebesar 180  $\mu\text{m}$ , dan bandeng sebesar 200  $\mu\text{m}$ .

Ukuran awal bukaan mulut tidak berkorelasi dengan spesies (Shirota, 1970) maupun kebiasaan makannya (*feeding habit*), yaitu apakah masuk kedalam kelompok ikan herbivora, omnivora, ataupun karnivora. Namun demikian,

larva dengan bukaan mulut yang lebih besar memiliki potensi laju pertumbuhan yang relatif lebih cepat. Berdasarkan pada hasil penelitiannya mengenai ukuran bukaan mulut terhadap ke 40 spesies larva ikan, termasuk *Cyprinus carpio*, *Mugil cephalus*, *Oncorhynchus kisutch*, *Salmo gairdneri*, *Siganus fuscescens*, *Thunnus albacares* dan yang memiliki panjang tubuh total berkisar antara 10 hingga 20 mm, diturunkan rumus:  $D = \sqrt{2 \cdot AB}$  (Shirota, 1970). Rumus tersebut sebenarnya diturunkan berdasarkan pada kaidah Pitagoras yang dengan asumsi bahwa sudut rahang atas (*maxilla*) terhadap rahang bawah (*mandibula*) adalah  $90^\circ$  (Gambar 10). Namun, Shirota (1970) menemukan bahwa sudut mulut saat pengambilan pakan berkisar 50 hingga 75%. Oleh karena itu, diameter pakan yang diberikan kepada larva hendaknya lebih kecil dari nilai 'D'.

$$D = \sqrt{2 \cdot AB}$$



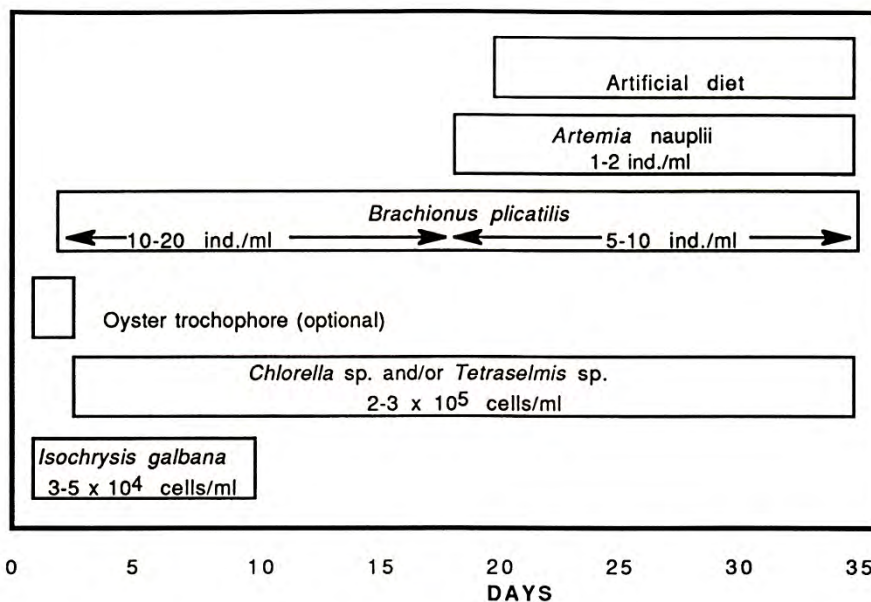
Gambar 10. Ukuran Bukaan Mulut Larva yang Dihitung Berdasarkan pada Rumus Shirota (1970).

Terkait dengan ukuran bukaan mulut larva ikan beronang (yaitu 100  $\mu\text{m}$ ), maka naupli copepoda diduga lebih cocok untuk diberikan karena ukurannya yang lebih kecil dari ukuran *Brachionus*. Namun, jika *Chlorella*, *Tetraselmis* atau *Isochrysis* diberikan kepada larva ikan beronang sebagai satu-satunya jenis pakan, maka hanya mampu mendukung kehidupannya hingga larva berumur tidak lebih dari 4 hari setelah menetas (Duray, 1990; Subandiyono *et al.* 1998; 1999; 2000a).



Selain fitoplankton dan zooplankton, pakan buatan dapat pula ditambahkan. Sebagai contoh, pakan buatan diberikan saat larva telah berumur 20 hari setelah menetas dimana ukuran bukaan mulut larva tersebut telah tumbuh lebih besar (Bryan dan Madraisau, 1977; Juario *et al.*, 1985; Hara *et al.*, 1986a). Kebutuhan nutrisi larva ikan beronang masih belum banyak diketahui. Namun demikian, Juario *et al.* (1985) mengusulkan suatu skema pemberian pakan (*feeding regime, feeding schedule*) untuk ikan beronang spesies *S. guttatus* selama periode pemeliharaan 35 hari pertama (Gambar 11).

#### FEEDS

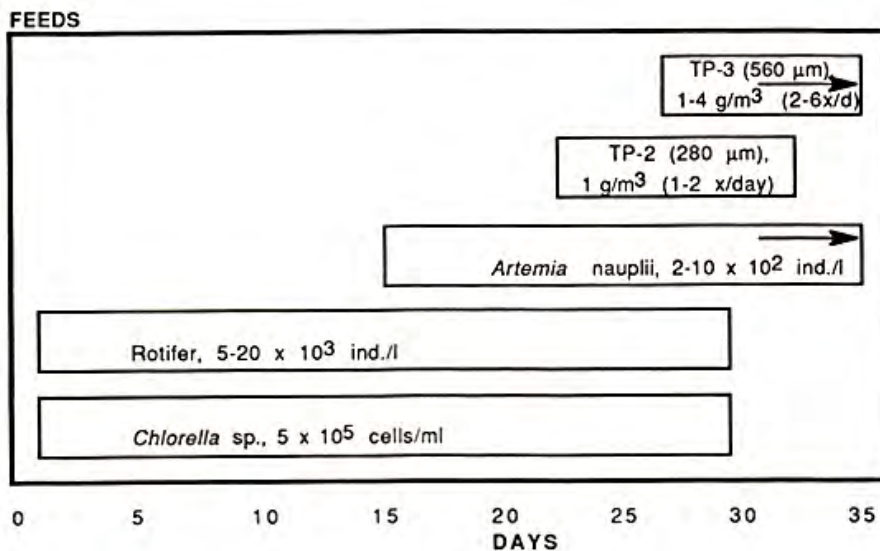


Gambar 11. Jadwal Pemberian Pakan untuk Larva Ikan beronang Spesies *S. guttatus* Selama Periode Pemeliharaan 35 Hari Pertama.

(Sumber: *after* Juario *et al.*, 1985).

Sedangkan Hara *et al.* (1986a) mengusulkan skema pemberian pakan yang berbeda untuk jenis ikan dan periode

waktu pemeliharaan yang sama (Gambar 12). Penggunaan pakan alami (*live food*) yang diperkaya sebagai pakan larva ikan beronang diduga mampu meningkatkan performa biologis larva tersebut. Sorgeloos *et al.* (1988) melaporkan bahwa *Artemia* yang diperkuat dengan HUFA mampu meningkatkan pertumbuhan larva *S. guttatus*.



Gambar 12. Jadwal Pemberian Pakan untuk Larva Ikan beronang Spesies *S. guttatus* Selama Periode Pemeliharaan 35 Hari Pertama.

(Sumber: *after* Hara et al., 1986a).

Keterangan:

- ☞ TP adalah pakan buatan ('Yeaster Co. Ltd.') yang mengandung protein dengan kadar 53 hingga 59%.
- ☞ Tanda '→' menunjukkan bahwa pakan tersebut masih diberikan hingga umur ikan lebih dari 35 hari.

Kebiasaan makanan (*feeding habit*) dan tingkah laku makan (*feeding behavior*) larva berubah sejalan dengan bertambahnya umur. Sebagai contoh, larva ikan spesies *S. guttatus* menggigit-gigit atau mengerat jenis alga yang

tumbuh pada dinding bak, dan menunjukkan tingkah laku yang agresif pada hari ke-15 (Juario *et al.*, 1985). Kemudian, larva mulai mendiami kolom air yang lebih dalam pada hari ke-18. Selanjutnya pada hari ke-23 hingga metamorfosis, ikan mulai bergerombol (*schooling*) dan terus berenang dalam usahanya mencari makanan. Tingkah laku makan ikan berenang berubah dengan jelas selama proses metamorfosis (Bryan dan Madraisau, 1977). Pada tahap pertama dari perkembangan larva (yaitu tahap pre-metamorfosis), larva bersifat karnivora. Kemudian berubah sifat menjadi omnivora, dan selanjutnya herbivora pada tahap akhir (tahap post- metamorfosis). Untuk selanjutnya, larva *S. guttatus* memperlihatkan pola makan yang aktif pada siang hari (*diurnal*). Fenomena tersebut dapat ditunjukkan dari prosentase larva dengan makanan di dalam saluran pencernaannya yang cenderung menurun pada malam hari dan mencapai 0% pada pukul 22:00. Waktu dimana larva aktif mencari makanan (yaitu ditandai dengan sebanyak 50% larva masih terdapat makanan di dalam saluran percernaannya) berpindah lebih awal pada siang hari sejalan dengan bertambahnya umur larva.

Fotoperiod berpengaruh juga terhadap tingkah laku makan larva ikan berenang. Sebagai contoh, pemberian cahaya yang terus-menerus selama 24 jam sepanjang hari terhadap larva *S. guttatus* selama periode awal pengambilan makanan memicu larva untuk lebih aktif mencari makanan dibandingkan dengan larva yang memperoleh pencahayaan secara alamiah (12 jam gelap : 12 terang). Fenomena ini menghasilkan laju pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan yang lebih tinggi (Duray dan Kohno, 1988).

## 5.2. Juvenil

Sementara larva ikan beronang merupakan hewan pemakan zooplankton, juvenilnya bersifat sangat herbivorous. Dengan demikian, juvenil ikan beronang mempunyai dinding perut yang tebal dan usus yang panjang dengan luas permukaan yang sangat besar (Basyari *et al.*, 1988). Sebagaimana larva, juvenil aktif mencari makan pada siang hari hingga menjelang malam, dan menjadi tidak aktif kembali pada malam harinya (Duray, 1990; Popper dan Gundermann, 1975). Juvenil ikan beronang bersifat fototaksis positif. Oleh karena itu, cahaya dapat dipergunakan untuk menarik juvenil mendekat ketika akan menangkapnya dari alam. Biasanya, alga hijau benang (*filamentous green algae*) diperlukan sebagai umpan (Ben-Tuvia *et al.*, 1973; Bwathondi, 1982), untuk kemudian ikan diambil dengan seser. Selanjutnya, juvenil tersebut dapat dipelihara di dalam ipukan kolam tanah. Alga hijau benang dapat ditanam secara homogen dalam kelompok-kelompok kecil di seluruh kolam untuk menyediakan pakan selama priode pemeliharaan.

Di dalam wadah pemeliharaan, ikan beronang memerlukan pakan buatan dengan kandungan protein dan energi yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan yang lebih baik. Parazo (1990) telah melakukan penelitian tentang pakan untuk juvenil yang dipelihara di dalam bak berkapasitas 250 liter selama 8 minggu. Sebanyak 6 pakan semi murni yang terdiri dari 3 level protein (yaitu sebesar 25, 35, dan 45% bobot kering), masing-masing dengan 2 level energi (yaitu 3.161 dan 3.832 kkal/kg pakan) diberikan kepada juvenil ikan beronang yang dipelihara dengan kepadatan 80 ekor/wadah. Disimpulkan bahwa pertumbuhan

meningkat sejalan dengan peningkatan kandungan protein dan energi pakan.

Terdapat juga hubungan yang positif antara perolehan bobot tubuh dan nisbah protein : total energi dalam pakan (*P/E ratio*). Untuk pakan dengan kandungan energi sama namun memiliki level protein berbeda, maka nilai nisbah P/E yang lebih tinggi menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik. Sebaliknya untuk pakan dengan nilai nisbah P/E yang lebih rendah juga menghasilkan laju pertumbuhan yang lebih baik untuk pakan dengan kandungan protein sama namun dengan kandungan energi lebih tinggi. Parazo (1990) menyimpulkan bahwa ikan yang diberi pakan dengan kandungan energi rendah tidak memperoleh total energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhannya bila dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan dengan kandungan energi tinggi. Namun demikian, Parazo (1990) menyarankan bahwa pakan dengan kandungan energi tinggi (yaitu 3.832 kkal/kg pakan) dan kandungan protein sedang (yaitu 35%) merupakan pakan yang paling ekonomis untuk juvenil ikan beronang spesies *S. guttatus*.

Lichatowich *et al.* (1984) menggunakan pakan pasta yang merupakan campuran antara tepung kedelai (53%), tepung ikan (14%), tepung jagung (15%), tepung gandum 15%), dan vitamin-mineral premix (3%) sebagai pakan juvenil ikan beronang yang memiliki bobot tubuh kurang lebih 3 g dan dipelihara di dalam karamba seluas 10m<sup>3</sup> selama 5 bulan. Penelitian tersebut menghasilkan nilai laju pertumbuhan juvenil yang tidak berbeda untuk perbedaan padat penebaran, baik pada sistem monokultur maupun polikultur bersama dengan jenis ikan yang lain (yaitu sea bream, *Crenibus crenibus*).

### 5.3. Dewasa

Di alam, ikan beronang dewasa mengkonsumsi rumput laut (seperti *Enhalus* sp., *Padina* sp., *Gelidium*, dan *Sargassum halophylla*) ataupun alga benang (seperti *Chaetomorpha* sp., *Enteromorpha* sp., dan *Cladophoropsis* sp.) (Basyari *et al.*, 1988). Sementara itu di dalam bak pemeliharaan, ikan beronang dewasa mengambil dan mengkonsumsi jenis makanan apa saja yang dijumpai, termasuk rumput laut, alga benang, tepung ikan, tepung udang, tepung ketela pohon, ataupun pakan buatan dalam bentuk pellet (Subandiyono, 1996; 1998; 1999a; b; Subandiyono *et al.*, 1996; 1997; 1998; 1999; 2000a). Namun demikian, kandungan protein yang cukup dalam pakan atau pakan campuran diperlukan karena ikan beronang (misalnya *S. canaliculatus*) memberikan laju pertumbuhan yang buruk bilamana diberi pakan dengan kandungan protein rendah atau hanya rumput laut (Bwathondi, 1982).

Kebiasaan makanan (*feeding habit*) ikan dewasa diduga dipengaruhi oleh ketersediaan pakan pada area dimana ikan hidup, dikarenakan ikan beronang merupakan jenis ikan yang mudah menyesuaikan diri dengan jenis pakan yang ada (*opportunistic feeders*). Berdasarkan pada analisis isi ususnya menunjukkan bahwa alga, yang merupakan jenis makanan kesukaan ikan beronang dalam wadah pemeliharaan, tidaklah selalu ditemukan pada jumlah yang terbesar di dalam usus ikan beronang yang hidup di alam (Westernhagen, 1973; 1974). Juvenil dan ikan dewasa spesies *S. spinus*, juvenil *S. argenteus*, *S. guttatus*, *S. virgatus*, dan *S. canaliculatus* yang dipelihara di laboratorium lebih menyukai *Enteromorpha* sp.; namun di alam, ikan-ikan tersebut hanya mengkonsumsinya dalam jumlah yang sedikit (Tsuda dan Bryan, 1973; Westernhagen,


1973; 1974). Namun demikian, *Enteromorpha* sp. adalah penting dalam pakan buatan ikan beronang spesies *S. rivulatus* dan *S. argenteus* yang mendiami Teluk Elat, Timur Tengah (Lichatowich *et al.*, 1984). Fenomena seperti ini mengindikasikan bahwa perbedaan dalam kesukaan makanan (*food preference*) mungkin saja berkaitan dengan ketersediaan alga dan berbagai faktor lainnya di dalam daerah tersebut.

#### 5.4. Induk

Kualitas pakan buatan untuk induk merupakan faktor penting untuk performa kelulushidupan larva (Duray *et al.*, 1994; Subandiyono, 1999a; b; Subandiyono *et al.*, 1998; 1999; 2000a). Disamping itu, umur yang tidak berada pada kondisi puncak dari induk yang akan dipijahkan mengakibatkan tingkat pembuahan, tingkat penetasan, dan kualitas larva menjadi menurun. Juario *et al.* (1985) mengemukakan bahwa prosentase kelulushidupan larva pada percobaan pertama bervariasi antara 6.3 hingga 37.4%. Dengan menggunakan induk yang sama, nilai tersebut menurun menjadi 0.9 hingga 9.0% pada tahun berikutnya dan 0.7 hingga 2.0% pada 2 tahun berikutnya.

Penerapan hormonal terhadap induk menjelang proses pemijahan mampu meningkatkan performa biologis larva. Penelitian yang dilakukan Ayson dan Lam (1993) menunjukkan bahwa larva yang berasal dari induk betina yang diberi perlakuan dengan menggunakan 10 dan 100 µg tiroksin T<sub>4</sub>/g ikan cenderung memiliki tubuh yang lebih panjang dan nilai kelulushidupan sedikit lebih baik.

## VI. *P*ROSPEK BUDIDAYA LAUT DI INDONESIA

 kan beronang telah lama diketahui dapat menjadi salah satu komoditi unggulan sumber daya laut. Akhir-akhir ini, spesies beronang menjadi semakin penting sebagai produk budidaya laut, baik untuk tujuan konsumsi maupun estetika. Dalam keterkaitannya dengan tujuan budidaya laut tersebut, ikan beronang memiliki berbagai karakteristik, baik yang bersifat menguntungkan (atau positif dan disukai) sehingga mendukung prospek pengembangan budidayanya, maupun yang masih menjadi kendala (atau negatif) sehingga kurang disukai.

### 6.1. Karakteristik Beronang

Berbagai karakteristik menguntungkan dari ikan beronang antara lain:

1. Memiliki daging dengan rasa yang enak dan nilai pasar yang tinggi (Duray, 1990). Di Indonesia, harganya dapat mencapai 2 kali lipat harga ikan air tawar;
2. Disukai dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dengan berbagai jenis cita rasa masakan;
3. Di daerah-daerah tertentu, misalnya Maluku dan Sulawesi, masakan berbasis ikan beronang mudah diperoleh;



4. Sebagai hidangan tradisional selama tahun baru Cina, harga saat itu menjadi semakin mahal dan dapat melonjak hingga 2 kali lipat harga normal;
5. Dikarenakan keindahan warnanya, beberapa spesies ikan beronang (seperti *S. magnificus* an *S. vulpinus*) dijual dalam kondisi hidup sebagai ikan akuarium ke Amerika dan Eropa. Harganya dapat mencapai US\$ 100/pasang atau bahkan slebih (Woodland, 1979);
6. Ukuran yang dapat dipasarkan (dijual) relatif kecil (yaitu bervariasi antara 100 hingga 300 g, tergtantung pada spesies). Oleh karena itu, ikan dapat dipanen lebih cepat dan modal dapat kembali dengan lebih cepat pula;
7. Ikan beronang mampu memanfaatkan pakan buatan (Bwathondi, 1982; Juario *et al.*, 1985; Hara *et al.*, 1986a; Subandiyono, 1999a; b; Subandiyono *et al.*, 1998; 1999; 2000a). Hal ini mendukung produksi massal dengan menerapkan sistem budidaya intensif;
8. Ikan jenis ini dapat dibudidayakan secara monokultur ataupun polikultur bersama-sama ikan bandeng (*Chanos chanos*), belanak (*Mugil* dan *Liza* spp.) atau kakap (*Lates calcarifer*) (Lichatowich dan Popper, 1975; Bagarinao, 1986), tanpa berpengaruh terhadap pertumbuhannya;
9. Mampu memijah dengan mudah, baik secara alamiah maupun dengan menerapkan perlakuan hormonal (Ayson dan Lam, 1993; Subandiyono *et al.*, 1999; 2000a);
10. Derajat fekunditasnya relatif tinggi, yaitu mendekati 0.8 juta telur untuk induk ikan dengan bobot 400 g dan 1.2 juta untuk ikan dengan bobot

- 520 g (tergantung pada ukuran dan spesies) (Popper dan Gundermann, 1976);
11. Meskipun larva mudah mati (*fragile*), namun dapat ditransportasikan dengan menggunakan peralatan yang sederhana (Basyari *et al.*, 1988);
  12. Juvenil ikan beronang dalam jumlah yang besar dapat diperoleh dari perairan pantai selama musim tertentu (Lam, 1974), sebagai contoh di pantai utara pulau Jawa pada awal musim hujan;
  13. Juvenil dan ukuran dewasa sebagian besar spesies mendiami perairan yang dangkal (Lam, 1974; Popper *et al.*, 1979). Oleh karena itu, keterkaitannya dengan budidaya komersial, ikan beronang tidak memerlukan karamba yang dalam;
  14. Hidup dan mendiami berbagai tipe habitat (seperti karang laut, dasar berpasir dan berbatu dengan atau tanpa vegetasi, laguna, estuari sungai, dan rawa-rawa mangrove (Lam, 1974; Popper dan Gundermann, 1975; Woodland dan Randall, 1979);
  15. Mampu mentolerir salinitas serta suhu pada kisaran yang luas (5 hingga 50 ppt dan 23 hingga 32°C) dengan kisaran yang disukai berkisar antara 10 hingga 35 ppt dan 26 hingga 30°C. Spesies *S. rivulatus* di Mediterania mampu mentolerir salinitas 10 hingga 50 ppt dengan nilai optimum 35 ppt (Saoud *et al.*, 2007);
  16. Dapat digunakan untuk mengontrol pertumbuhan alga benang jika ditebar di dalam tambak udang serta budidaya tiram (*oyster*) atau remis/kima (*clam*) tropis (Chen, 1990); dan
  17. Dapat dipergunakan sebagai umpan untuk menangkap tuna (Duray, 1990).

## 6.2. Kendala

Berbagai karakteristik merugikan dari ikan beronang yang dapat menjadi kendala bagi pengembangan budidaya laut, seperti:

1. Secara umum, pertumbuhan ikan beronang lambat. Fenomena biologis ini terkait dengan sifatnya yang herbivor. Dengan demikian, pakan yang dibutuhkan hingga mencapai ukuran panen menjadi relatif banyak. Periode budidaya yang dibutuhkan juga semakin lama;
2. Matang gonad lebih awal pada ukuran yang relatif kecil. Sementara itu, laju pertumbuhan mulai menurun saat ikan mencapai matang secara seksual. Sebagai contoh, kematangan seksual ikan jantan spesies *S. guttatus* terjadi pada umur kurang lebih 10 bulan dengan ukuran tubuh kurang lebih 19 cm. Sementara itu, ikan betina matang setelah berumur kurang lebih 12 bulan dengan ukuran tubuh kurang lebih 21 cm atau dengan bobot tubuh kurang lebih sebesar 200 g;
3. Budidaya sistem monosek untuk ikan jenis ini belum berkembang karena penerapan metode sex reversal untuk mendapatkan 100% benih jantan ataupun betina belum berkembang;
4. Meskipun pemijahan secara alami ataupun buatan tidak menjadi masalah, khususnya untuk spesies *S. guttatus* (Hara *et al.*, 1986a; Duray *et al.*, 1994; Subandiyono *et al.*, 2000a), namun produksi juvenil secara massal masih sangat terbatas;
5. Periode waktu kritis, yaitu sejak tahap awal larva membutuhkan makanan hingga habisnya cadangan

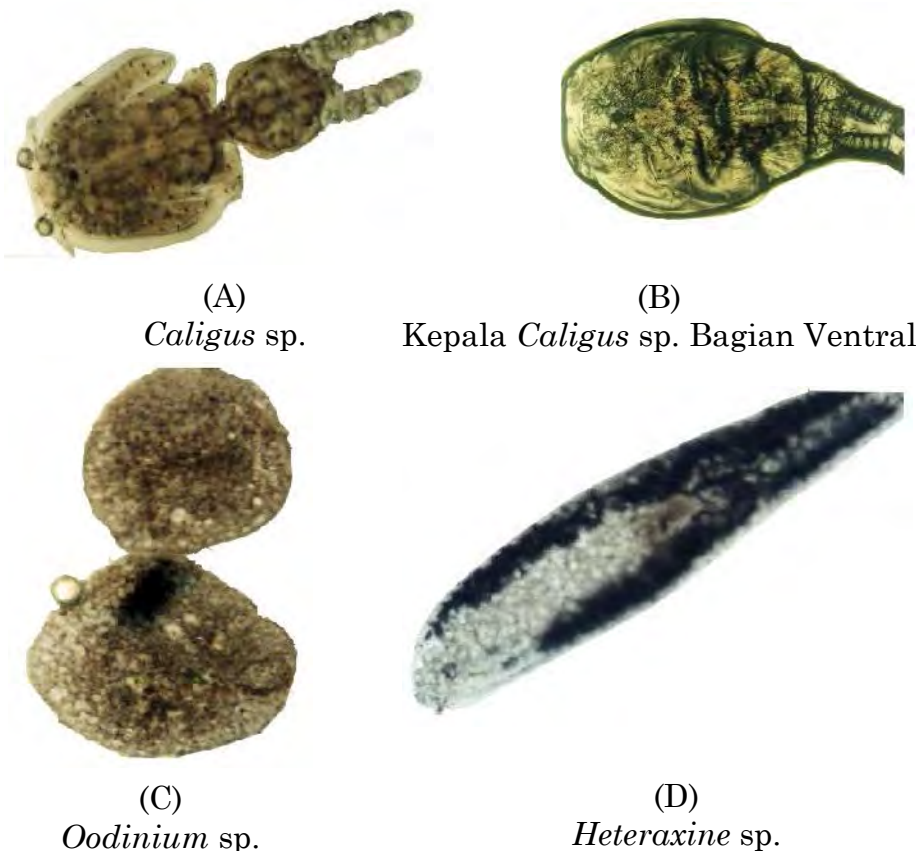
nutrien dalam tubuh, adalah relatif singkat (yaitu kurang lebih 36 jam) (Duray dan Kohno, 1988). Karena itu, kontrol manajemen pemberian pakan yang sedikit saja kurang akurat dapat berakibat fatal terhadap kelulushidupan larva;

6. Ukuran bukaan mulut pada saat pertama kali mulut larva terbuka adalah relatif kecil, yaitu kurang dari 125  $\mu\text{m}$  (Duray dan Kohno, 1988). Oleh karena itu, dibutuhkan pakan dengan ukuran yang kecil;
7. Sebagian besar spesies memiliki racun yang cukup kuat pada ujung duri siripnya. Pegal-pegal hingga sakit kepala dapat terjadi bila terkena duri yang berbisa tersebut (-suatu kondisi yang sering diibaratkan sebagai '*happy moment*') (Herzberg, 1973). Oleh karena itu, menangani ikan beronang menjadi cukup sulit dan diperlukan kehati-hatian;
8. Perbedaan seksual sulit ditetapkan, kecuali selama musim pemijahan (Duray, 1990); dan
9. Diantara spesies masih sulit untuk dibedakan karena hanya memiliki sedikit perbedaan morfologfis. Oleh karena itu, identifikasi mengandalkan hanya pada perbedaan warna ikan saat masih hidup, habitat, dan karakteristik tingkah lakunya (Woodland dan Randall, 1979).

Selain masih dijumpainya berbagai kendala keterkaitannya dengan variabel biologis dari spesies ikan beronang itu sendiri maupun variabel teknis, masih perlu mendapat perhatian juga berbagai variabel lingkungan ataupun non-teknis lainnya yang berpotensi menghambat laju keberhasilan penerapan budidaya ikan beronang di Indonesia. Iklim tropis yang bersifat menguntungkan bagi

pertumbuhan ikan beronang, namun disisi lain dapat mempercepat pertumbuhan *bio-fouling* (-baik asal hewan maupun tumbuhan yang menempel dan menutup sebagian lubang jaring-) yang berpotensi menurunkan kualitas air.

Berbagai jenis parasit eksternal dalam jumlah besar juga sering dijumpai berpotensi sebagai penyebab ikan kehilangan nafsu makan, sakit, terganggu pertumbuhannya, atau bahkan terancam kelangsungan hidupnya. Berbagai jenis parasit eksternal yang dapat ditemukan menempel pada tubuh ikan beronang antara lain *Caligus* sp. *Oodinium* sp *Heteraxine* sp. (Gambar 13) (Subandiyono *et al.*, 2000a).



Gambar 13. Berbagai Jenis Parasit Eksternal yang Umum Dijumpai pada Ikan Beronang.

(Sumber: Subandiyono *et al.*, 2000a).

*Caligus* sp. merupakan jenis parasit eksternal yang sangat umum ditemukan menempel pada seluruh tubuh bagian luar seperti kulit dan sirip (termasuk insang) dari ikan beronang yang dipelihara di dalam bak. *Oodinium* sp. sering ditemukan menyerang filamen insang dan menyebabkan pernafasan atau respirasi ikan menjadi terganggu (seperti sesak nafas). *Oodinium* sp. tidak tampak secara visual karena berukuran sangat kecil. Sedangkan cacing parasitik seperti *Heteraxine* sp. agak jarang ditemukan. *Heteraxine* sp. sering ditemukan juga pada bagian insang.

Secara umum, perendaman ke dalam air tawar dengan jangka waktu tertentu (misalnya selama 10 hingga 30 menit, tergantung spesies) mampu memberikan terapi kejut (*shock therapy*) pada parasit eksternal dan mampu melepaskan atau menghilangkan parasit eksternal dari tubuh ikan (Subandiyono *et al.*, 1998; 1999; 2000a). Ikan yang baru saja mendapatkan perlakuan dengan perendaman di dalam air tawar biasanya terlihat segar kembali.

Kendala non-teknis pada kegiatan budidaya ikan di laut dapat berasal dari manusia itu sendiri, seperti terjadinya pencurian. Faktor legal aspek dapat berupa perijinan untuk keberlanjutan usaha atau bahkan penambahan skala usaha sejenis dari pengusaha lain yang tidak dapat dikontrol oleh pemerintah. Hal ini dapat menimbulkan persaingan penggunaan lahan budidaya yang memiliki daya dukung terbatas. Polusi lingkungan dan pertikaian dapat terjadi karena adanya konflik kepentingan (*conflict of interest*) atas lahan yang digunakan bersama-sama. Kendala lain yang sulit dicegah, meskipun dapat diprediksi sebelumnya adalah terjadinya bencana alam. Dalam hal ini, pemilihan lokasi

(*site selection*) menjadi faktor penting untuk dipertimbangkan saat mengawali usaha.

## VII. *P*ENUTUP

Berbagai aspek biologis, termasuk juga kebiasaan makanan, dari ikan beronang bervariasi menurut spesies. Oleh karena itu, diperlukan perhatian penuh yang ditujukan secara khusus kepada satu atau beberapa spesies yang mempunyai potensi komersial untuk dibudidayakan secara intensif di Indonesia. Pertimbangan yang diberikan diantaranya meliputi kemudahan pemijahan, baik menggunakan ataupun tanpa perlakuan hormonal. Spesies terpilih hendaknya ikan yang memiliki fekunditas tinggi, pertumbuhan yang cepat, memiliki daya tahan yang kuat (resisten) terhadap serangan penyakit ataupun fluktuasi lingkungan, mudah (telah) beradaptasi dengan baik di wilayah perairan Indonesia, serta cocok untuk dibudidayakan secara intensif.

Beberapa spesies penting untuk budidaya laut di Indonesia adalah *Siganus guttatus*, *S. javus*., *S. canaliculatus*, dan *S. vermiculatus*. Spesies-spesies tersebut memiliki prospek yang potensial untuk dibudidayakan di Indonesia dikarenakan telah sesuai dengan kondisi lingkungan lokalnya untuk tumbuh serta telah dikenal kelezatan dagingnya sehingga memiliki nilai pasar yang tinggi.

Berbagai faktor positif lainnya yang dapat mendorong perkembangan budidaya ikan beronang di Indonesia adalah:

1. Spesies *S. guttatus* dan spesies terpilih lainnya dapat ditumbuhkan dalam karamba apung yang sederhana (misalnya karamba dari bambu yang bahan dasarnya melimpah serta mudah diperoleh);



2. Lokasi yang sesuai untuk kegiatan budidaya ikan beronang adalah mudah ditemukan;
3. Berbagai jenis pakan komersial untuk ikan telah banyak diproduksi dan dalam jumlah yang besar, sehingga banyak alternatif pilihan serta mudah didapatkan di pasaran dengan harga yang terjangkau;
4. Ongkos tenaga kerja (*labor cost*) masih relatif tidak mahal; dan
5. Dapat dikerjakan pada skala rumah tangga, kelompok tani, ataupun asosiasi dengan mengintegrasikan potensi sumber daya lokal, maupun skala industri sedang.

Oleh karena itu, berdasarkan pada berbagai informasi serta pertimbangan yang telah dikemukakan di atas maka dapat ditarik suatu pemikiran, sekaligus kesimpulan, yaitu bahwa budidaya ikan beronang memiliki prospek yang dahsyat untuk dikembangkan di sebagian besar wilayah perairan laut Indonesia, dengan tetap senantiasa mengantisipasi setiap potensi kendala serta tantangan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan yang sangat baik ini, Penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Dr. Kok Leong Wee, dosen pembimbing *scientific manuscript* di Universitas Tasmania (Unitas), Launceston, Australia, atas segala jerih payahnya memberikan review kritisnya terhadap naskah saya, dan yang sekarang menjadi embrio penulisan buku ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga Penulis sampaikan kepada Dirjen Dikti, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan serta Universitas Diponegoro yang telah memberikan dana penelitian secara berkesinambungan dari berbagai skeme terkait dengan topik Ikan Beronang sejak tahun 1995 hingga 2000, selain juga berbagai dana penelitian setelahnya yang dapat semakin meningkatkan kompetensi Penulis di bidang Tri Dharma Perguruan Tinggi.



## ***D*AFFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 1997. Pedoman teknis budidaya ikan beronang. Direktorat Bina Produksi, Dirjen Perikanan, Dept. Pertanian, Jakarta, 14 hal.
- Avila, E.M. and Juario, J.V., 1987. Yolk and oil globule utilization and developmental morphology of the digestive tract epithelium in larval rabbitfish, *Siganus guttatus* (Bloch). *Aquaculture*, 65: 319-331.
- Ayson, F.G., 1989. The effects of stress on spawning of brood fish and survival of larvae of the rabbitfish, *Siganus guttatus* (Bloch). *Aquaculture*, 80: 241-246.
- , 1991. Induced spawning of rabbitfish, *Siganus guttatus* (Bloch) using human chorionic gonadotropin (HCG). *Aquaculture*, 95: 133-137.
- Ayson, F.G. and Lam, T.J., 1993. Thyroxine injection of female rabbitfish (*Siganus guttatus*) broodstock: changes in thyroid hormone levels in plasma, eggs, and yolk-sac larvae, and its effect on larval growth and survival. *Aquaculture*, 109: 83-93.
- Bagarinao, T., 1986. Yolk resorption, onset of feeding and survival potential of larvae of three tropical marine fish species reared in the hatchery. *Mar. Biol.*, 91: 449-459.
- Basyari, A., Danakusumah, E., Philip, T.I., Pramu, S., Musthahal dan Isra, M., 1988. Budidaya ikan beronang (*Siganus* sp.). INFIS, No. 60, Direktorat Jenderal Perikanan, 31 hal.
- Bell, J.G., Farndale, B.M., Bruce, M.P., Navas, J.M. and Carillo, M., 1997. Effects of broodstock dietary lipid on fatty acid composition of eggs from sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 149: 107-119.

- Ben-Tuvia, A., Kissil, G.W. and Popper, D., 1973. Experiments in rearing rabbitfish (*Siganus rivulatus*) in seawater. *Aquaculture*, 1: 359-364.
- Brett, J.R., 1979. Environmental factors and growth. In: W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett (Eds.). *Fish Physiology*, Vol. VIII. Bioenergetics and growth. Acad. Press, Inc., Orlando, Florida, USA, pp. 599-675.
- Bryan, P.G. and Madraisau, B.B., 1977. Larval rearing and development of *Siganus lineatus* (Pisces, Siganidae) from hatching through metamorphosis. *Aquaculture*, 10(3): 243-252.
- Bwathondi, P.O.J., 1982. Preliminary investigations on rabbitfish, *Siganus canaliculatus*, cultivations in Tanzania. *Aquaculture*, 27(2): 205-210.
- Chen, L.C., 1990. *Aquaculture in Taiwan*. Fishing News Books, Oxford, USA, 273 p.
- De Silva, S.S. and Anderson, T.A., 1995. *Fish nutrition in aquaculture*. Chapman & Hall. London. 319 p.
- Duray, M.N., 1990. *Biology and culture of siganids*. Aquaculture Department, SEAFDEC, Philippines, 47 p.
- Duray, M. and Kohno, H., 1988. Effects of continuous lighting on growth and survival of first-feeding larval rabbitfish, *Siganus guttatus*. *Aquaculture*, 72: 73-79.
- Duray, M., Kohno, H. and Pascual, F., 1994. The effect of lipid-enriched broodstock diets on spawning and on egg and larval quality of hatchery-bred rabbitfish (*Siganus guttatus*). *The Philippine Scientist*, 31: 42-57.
- Hara, S., Duray, M., Parazo, M. and Taki, Y., 1986a. Year-round spawning and seed production of the rabbitfish, *Siganus guttatus*. *Aquaculture*, 59: 259-272.
- Hara, S., Kohno, H. and Taki, Y., 1986b. Spawning behavior and early life history of *Siganus guttatus* in the laboratory. *Aquaculture*, 59: 273-285.

- Harvey, B., Nacario, J., Crim, L.W., Juario, J. and Marte, C.L., 1985. Induced spawning of sea bass, *Lates calcarifer* and rabbitfish, *Siganus guttatus*, after implantation of pelleted LHRH analogue. *Aquaculture*, 47: 53-59.
- Herzberg, A., 1973. Toxicity of *Siganus luridus* (Ruppell) on the Mediterranean coast of Israel. *Aquaculture*, 47: 53-59.
- Huisman, E.A., 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for carp, *Cyprinus carpio* L. and rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Aquaculture*, 9: 259-273.
- Johnson, G., and Gill, A., 1998. Perches and their allies. pp. 191. In: W. Eschmeyer and J. Paxton (Editors). *Encyclopedia of Fishes* – 2<sup>nd</sup> Ed. San Diego, Acad. Press.
- Juario, J.V., Duray, M.N., Duray, V.M., Nacario, J.F. and Almendras. J.M.E., 1985. Breeding and larval rearing of the rabbitfish *Siganus guttatus* (Bloch). *Aquaculture*, 44: 91-101.
- Kohno, H., Hara, S., Gallego, A., Duray, M. and Taki, Y., 1986. Morphological development of the swimming and feeding apparatus in larval rabbitfish, *Siganus guttatus*. In: J.L. Maclean, L.B. Dizon, and L.V. Hosillos (Editors). *The first Asean Fisheries Forum*, Proc. 26 – 31 May, The Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, pp. 173-178.
- Kohno, H., Hara, S., Duray, M. and Gallego, A., 1988. Transition from endogenous to exogenous nutrition sources in larval rabbitfish *Siganus guttatus*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54(7): 1083-1091.
- Lam, T.J., 1974. Siganids: their biology and mariculture potential. *Aquaculture*, 3: 325-354.
- Lam, T.J. and Soh, C.L., 1975. Effect of photoperiod on gonadal maturation in the rabbitfish *Siganus canaliculatus* (Park, 1797). *Aquaculture*, 5: 407-410.

- Lee, C.S., Tamaru, C.S. and Kelly, C.D., 1988. The cost and effectiveness of CPH, HCG and LHRH-a on the induced spawning of grey mullet, *Mugil cephalus*. *Aquaculture*, 73: 341-347.
- Lichatowich, T., Al-Thobaity, S., Arada, M. and Bukhari, F., 1984. Growth of *Siganus rivulatus* reared in sea cages in the Red Sea. *Aquaculture*, 40: 273-275.
- Lichatowich, T. and Popper, D., 1975. Report on the growth of rabbitfish in fish ponds in Fiji. *Aquaculture*, 5: 211-212.
- Nelson, J., 1994. *Fishes of the world* – 3<sup>rd</sup> Ed. New York, John Wiley & Sons. Inc., New York.
- Parazo, M.M., 1990. Effect of dietary protein and energy level on growth, protein utilization and carcass composition of rabbitfish, *Siganus guttatus*. *Aquaculture*, 86: 41-49.
- Popper, D., Gordin, H. and Kissil, G.W., 1973. Fertilization and hatching of rabbitfish, *Siganus rivulatus*. *Aquaculture*, 2: 37-44.
- Popper, D. and Gundermann, N., 1975. Some ecological and behavioral aspects of siganid populations in the Red Sea and Mediterranean coasts of Israel in relation to their suitability for aquaculture. *Aquaculture*, 6: 127-141.
- 
- \_\_\_\_\_, 1976. A successful spawning and hatching of *Siganus vermiculatus* under field conditions. *Aquaculture*, 7(3): 291-292.
- Popper, D., May, R.C. and Lichatowich, T., 1976. An experiment in rearing larval *Siganus vermiculatus* (Valenciennes) and some observations on its spawning cycle. *Aquaculture*, 7: 281-290.
- Popper, D., Pitt, R. and Zohar, Y., 1979. Experiment on the propagation of Red Sea siganids and some notes on their reproduction in nature. *Aquaculture*, 16: 177-181.

- Ricker, W.E., 1979. Growth rates and models. *In*: W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett (Eds.). *Fish Physiology*, Vol. VIII. Bioenergetics and growth. Acad. Press, Inc., Orlando, Florida, USA, pp. 677-743.
- Saoud, I.P., Kreydiyyeh, S., Chalfoun, A. and Fakih, M., 2007. Influence of salinity on survival, growth, plasma osmolality and gill  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$  activity in the rabbitfish *Siganus rivulatus*. *J. Exp. Mar. Biol. and Ecol.*, 348: 183-190.
- Sargent, J.R., Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1989. The lipids. *In*: J.E. Halver (Ed.). *Fish Nutrition*, 2nd ed. Acad. Press Inc., San Diego, California. pp.: 154-210.
- Shirota, A., 1970. Studies on the mouth size on fish larvae. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 36(4): 353-365.
- Sorgeloos, P., Leger, P. and Lavens, P., 1988. Improved larval rearing of European and Asian seabass, seabream, mahi-mahi, siganid and milkfish using enrichment diets for *Brachionus* and *Artemia*. *World Aquaculture*, 19(4): 78-79.
- Stickney, R.R., 1979. Principles of warmwater aquaculture. John Wiley & Sons, Inc. New York. 179 p.
- Subandiyono, Santoso, A., Suryono, Pratikno, I. dan Setyati, W.A., 1995. Aplikasi bioteknologi untuk ikan beronang (*Siganus* sp.) dalam kaitannya dengan prospek budidaya laut di Indonesia. Tahap I: Penggunaan human chorionic gonadotropin (HCG) untuk perangsangan pemijahan (*induced spawning*) ikan beronang (*Siganus* sp.). Lemlit-Universitas Diponegoro, 44 hal.
- Subandiyono, 1996. Uji pendahuluan pemeliharaan ikan beronang (*Siganus* sp.) pada bak dengan menggunakan sistem resirkulasi tertutup. (Tidak diterbitkan).
- Subandiyono, Hermawan, I. dan Widianingsih, 1996. Peranan penggantian rumput laut dengan pakan buatan terhadap bioenergetika ikan beronang (*Siganus* sp.). Lemlit-Universitas Diponegoro, 50 hal.



- 
- \_\_\_\_\_, 1997. Aplikasi bioteknologi untuk ikan beronang (*Siganus* sp.) dalam kaitannya dengan prospek budidaya laut di Indonesia. Tahap Akhir: Pemanfaatan berbagai sumber bahan pakan lokal pada pengadaan induk menggunakan bak semi-terkontrol (Tahun II). Lemlit-Universitas Diponegoro, 48 hal.
- Subandiyono, 1998. Peranan rumput laut, pakan buatan, dan campurannya pada pertumbuhan dan pematangan gonad ikan beronang (*Siganus* sp.). Majalah Ilmu Kelautan, 10: 82-86.
- Subandiyono, Kokarkin, C. dan Hastuti, S., 1998. Paket teknologi formulasi pakan induk ikan beronang (*Siganus* sp.) guna meningkatkan kualitas telur (Tahun I). Abstrak-Hasil Hasil Penelitian Tahun 1997/1998, Lemlit, UNDIP, pp.: 98-99.
- Subandiyono, 1999a. Growth of rabbitfish, *Siganus* sp., in a captivity fed by diets containing different level of soy-lecithin. *Journal of Coastal Development*, 2(3): 419-425.
- \_\_\_\_\_, 1999b. Kebutuhan asam lemak-W3 dan W6 dalam pakan induk ikan beronang (*Siganus* sp.). *Majalah Penelitian*, 41: 91-100.
- Subandiyono, Kokarkin, C. dan Hastuti, S., 1999. Paket teknologi formulasi pakan induk ikan beronang (*Siganus* sp.) guna meningkatkan kualitas telur. Tahun II. Lemlit-Universitas Diponegoro, 81 hal.
- \_\_\_\_\_, 2000a. Paket teknologi formulasi pakan induk ikan beronang (*Siganus* sp.) guna meningkatkan kualitas telur. Tahun III. Lemlit-Universitas Diponegoro, 102 hal.
- \_\_\_\_\_, 2000b. A preliminary study on transportation system for pre-broodstocks of rabbitfish (*Siganus* sp.). *Aquaculture Indonesia*, 1(2): 76-83.

- Tseng, W.Y. and Chan, K.L., 1982. The reproductive biology of the rabbitfish in Hong Kong. J. World Maricult. Soc., 13: 313-321.
- Tsuda, R.T. and Bryan, P.G., 1973. Food preference of juvenile *Siganus rostratus* (*S. argenteus*) and *S. spinus* in Guam. Copeia, 3: 604-606.
- Weatherley, A.H. and Gill, H.S., 1987. The biology of fish growth. Acad. Press Inc. London. 443 p.
- Westernhagen, H.M., 1973. The natural food of the rabbitfish *Siganus oramin* and *S. striolata*. Mar. Biol., 22: 367-370.
- \_\_\_\_\_, 1974. Food preferences in cultured rabbitfishes (Siganidae). Aquaculture, 3: 109-117.
- Westernhagen, H.M. and Rosenthal, H., 1976. Induced multiple spawning of reared *Siganus oramin* (Schneider) (*Siganus canaliculatus* Park). Aquaculture, 7: 193-196.
- Wheeler, A., 1975. Fishes of the world, an illustrated dictionary. London, Ferndale Eds.
- Woodland, D.J., 1979. Rabbitfishes neglected in Australia are important food fish in tropical countries. Aust. Fish., 38(6): 21-23.
- Woodland, D.J. and Allen, G.R., 1977. *Siganus trispillos*, a new species of siganids from the Eastern Indian Ocean. Copeia, 4: 617-620.
- Woodland, D.J. and Randall, J.E., 1979. *Siganus puelloides*, a new species of rabbitfish from the Indian Ocean. Copeia, 3: 390-393.

Internet:

Anonim, 2012. Siganus. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Siganus\\_magnificus\\_1.jpg](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Siganus_magnificus_1.jpg). Diakses tanggal 16 Nop. 2012.

\_\_\_\_\_, 2013a. Siganus. <https://www.google.com/search?hl=en&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=630&q=siganus+javus&oq>. Diakses tanggal 21 Nop. 2013.

\_\_\_\_\_, 2013b. Jenis-jenis ikan baronang yang ada. <http://mochsblog.blogspot.com/2011/11/jenis-jenis-ikan-baronang-yang-ada-di.html>. Diakses tanggal 21 Nop. 2013.

\_\_\_\_\_, 2013c. Foxface (*Siganus vulpinus*). [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Siganidae/pictures/collections/contributors/Grzimek\\_fish/Acanthuroidei/siganus\\_vulpinus/](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Siganidae/pictures/collections/contributors/Grzimek_fish/Acanthuroidei/siganus_vulpinus/). Diakses tanggal 21 Nop. 2013.

\_\_\_\_\_, 2013d. Rabbitfish. [En.wikipedia.org/wiki/Rabbitfish](http://en.wikipedia.org/wiki/Rabbitfish). Diakses tanggal 21 Nop. 2013.

\_\_\_\_\_, 2013e. Fish clip art black and white. <https://www.google.com/search?hl=en&biw=1024&bih=508&site=imghp&tbm=isch&q=fish+clip+art+black+and+white&revid=435843591>. Diakses tanggal 2 Des. 2013

# GLOSARIUM

## A

*Abdomen*: bagian perut

*Abdominal injection*: injeksi atau penyuntikan pada bagian perut

*Ad libitum*: suatu metode pemberian pakan dimana pakan tersebut diberikan kepada ikan secara berlebih. Cirinya adalah bahwa pakan senantiasa tersedia atau dapat diperoleh saat ikan membutuhkan. Metode ini biasanya diterapkan di panti pembenihan ikan (*hatchery*)

Amilase,  $\alpha$ -Amilase: enzim pencernaan yang berfungsi untuk menghidrolisis karbohidrat atau amilum

ArA: *aracidonic acid*, asam arakidonat, kelompok PUFA, dinotasikan sebagai 20:4  $\omega$ -6

*At satiation*: suatu metode pemberian pakan dimana pakan tersebut diberikan kepada ikan sedikit demi sedikit hingga ikan tersebut kenyang. Cirinya adalah bahwa pakan tidak ada lagi yang tersisa di dalam wadah atau kolam pemeliharaan saat pemberian pakan dihentikan. Metode ini biasanya diterapkan di pembesaran ikan

## B

*Bio-fouling* : kotoran pencemar perairan, baik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan. Biasanya menempel pada tiang, tali, atau menutup sebagian lubang jaring sehingga berpotensi menurunkan kualitas air

Bukaan mulut: ukuran bukaan antara rahang atas (*maxilla*) dengan rahang bawah (*mandibula*)

## C

*Coiled*: proses metamorfosis saluran pencernaan pada larva ikan dimana saluran pencernaan tersebut mulai melengkung membentuk gulungan

*Cranial injection*: injeksi atau penyuntikan pada bagian kepala

## D

*Deprivation*: disebut juga *starvation*, yaitu tanpa diberi makan apapun atau dilaparkan

*Detritivor*: tingkah laku makan ikan yang senang mengkonsumsi detritus atau serasah

*Detritus*: disebut juga serasah, bahan organik yang telah membusuk

*DHA*: *docosapentaenoic acid*, asam dokosapentaenoat, kelompok HUFA, dinotasikan sebagai 22:6  $\omega$ -3

*Digestive tract*: sering juga disebut dengan *tractus digestivus*, atau *gut*, yaitu saluran pencernaan, dimulai dari mulut hingga anus

*Dorsal injection*: injeksi atau penyuntikan pada bagian punggung

## E

*Embrio*: bakal atau calon makhluk hidup yang masih berada di dalam telur atau induk betina

Enzim pencernaan: enzim yang berfungsi untuk menghidrolisis pakan yang terdapat di dalam saluran pencernaan. Misal: protease,  $\alpha$ -amilase, lipase

*EPA*: *eicosapentaenoic acid*, asam eikosapentaenoat, kelompok HUFA, dinotasikan sebagai 20:5  $\omega$ -3

## F

*Feeding behavior*: tingkah laku makan ikan. Misal: bersifat nokturnal, predator, detritivor

*Feeding habit*: kebiasaan makan pada ikan, dikelompokkan kedalam ikan herbivora, omnivora, ataupun karnivora

*Feeding regime*: disebut juga *feeding schedule*, yaitu skema pemberian pakan pada ikan mengikuti pertambahan umur atau perkembangan stadiannya

*Feeding schedule*: [lihat] *feeding regime*

Fekunditas total: disebut juga dengan fekunditas individu atau fekunditas mutlak, yaitu jumlah telur yang terdapat di dalam ovarium, termasuk telur muda atau yang masih belum matang

Fekunditas: jumlah telur matang yang dikeluarkan pada waktu pemijahan.

*Fertilization rate*: tingkat atau derajat pembuahan telur

*Fertilized egg*: telur yang berhasil dibuahi

*Filter bag*: kantung yang terbuat dari kain, berfungsi sebagai alat filtrasi

*Food preference*: kesukaan makanan

Fotoperiod: adalah lamanya periode waktu terang dan gelap. Misalnya, induk ikan beronang yang dipelihara dalam wadah dengan periode waktu terang 18 jam dan dengan periode waktu gelap 6 jam (18 jam terang : 6 jam gelap)

Fototaksis positif: sifat ikan yang tertarik dengan cahaya

*Fragile*: mudah mati

## G

Genital: lubang seksual untuk keluarnya sperma ataupun telur pada ikan

*Genital*: merupakan alat seksual eksternal pada ikan, letaknya berdekatan dengan lubang anus. *Genitalia papilla* merupakan alat seksual sekunder pada ikan,

yang bilamana ikan tersebut telah dewasa dan siap memijah maka *genitalia papilla* akan semakin membesar dan warna menjadi semakin merah tua

*Gonad*: alat atau organ reproduksi pada ikan. Pada induk jantan disebut dengan testes, sedangkan pada induk betina disebut dengan ovarium

*Gut*: [lihat] *digestive tract*

## H

Happa: wadah pemeliharaan ikan, terbuat dari net kassa

*Happy moment*: suatu istilah untuk mengibaratkan kondisi seseorang yang terkena racun dari duri ikan beronang. Racun tersebut cukup kuat dan dapat mengakibatkan pegal-pegal hingga sakit kepala, sehingga orang tersebut perlu untuk ‘diistirahatkan’ atau ‘diliburkan’ untuk sementara waktu dari pekerjaannya

*Hatched egg*: telur terbuahi yang berhasil menetas

*Hatchery*: panti pembenihan ikan ataupun udang

*Hatching rate*: daya tetas telur, tingkat atau derajat penetasan telur

HCG: *human chorionic gonadotropin*, jenis hormon yang sering digunakan saat *induced spawning* induk ikan

Herbivora: ikan dengan kebiasaan makannya berupa tumbuh-tumbuhan atau tanaman

HUFA: *highly-unsaturated fatty acids*, asam lemak sangat tidak jenuh dengan ikatan ganda tidak kurang dari empat. Misal: EPA dan DHA

## I

Implantasi: pencangkokan, penanaman ‘benda asing’ di dalam tubuh

*Induced spawning*: perangsangan hormonal, pemijahan buatan

*Initial feeding*: makanan yang diberikan atau dikonsumsi untuk yang pertama kalinya

Inkubasi: pemeraman, pengeraman, masa atau periode sebelum telur menetas

IU: *international units*, merupakan satuan atau dosis internasional

## J

Juvenil: stadia perkembangan ikan setelah larva. Dicitrakan dengan bentuk morfologis yang sudah menyerupai bentuk ikan dewasa.

## K

Karnivora: ikan dengan kebiasaan makannya berupa daging hewan

Kematangan seksual: tingkat kematangan berdasarkan pada ciri-ciri seksual induk. Misal: bilamana bagian perut ikan jantan diurut (di-*stripping*) maka mengeluarkan sperma; sedangkan untuk induk betina melepaskan telur

Kopulasi: perkawinan atau bertemunya induk ikan jantan dengan induk ikan betina untuk suatu proses pembuahan telur. Pembuahan telur dapat terjadi di dalam tubuh induk ikan betina (disebut pembuahan internal), atau dapat pula terjadi di luar tubuh induk ikan betina (disebut pembuahan eksternal)

Kosmopolitan: tersebar dan mampu beradaptasi atau hidup pada kisaran wilayah, habitat, serta kondisi yang luas

Kualitas telur ikan: dapat dievaluasi berdasarkan pada aspek-aspek biologi seperti: a) prosentase telur yang dibuahi, b) diameter telur dan diameter kantung kuning telur (*yolk sac*), c) daya tetas telur, d) energi telur, e) perkembangan telur, f) energi larva, g) periode



penyerapan kembali kuning telur (*yolk resorption*), h) perkembangan larva, dan i) tingkat kelulushidupan (*survival rate*) larva tanpa input pakan dari luar tubuh

## L

Laju pertumbuhan absolut: nisbah pertumbuhan absolut terhadap waktu. [Lihat juga: pertumbuhan absolut]

Laju pertumbuhan relatif: nisbah pertumbuhan relatif terhadap waktu. [Lihat juga: pertumbuhan relatif]

Laju pertumbuhan spesifik atau sesaat (*specific or instantaneous growth rate*, (% bobot/hr)

*Lecithin* = lesitin: sejenis minyak. *Soy lecithin*: lesitin yang berasal dari biji kedelai

LHRHa: *luteinizing hormone-releasing hormone analogue*, diproduksi di dalam kelenjar hipotalamus, berfungsi menstimulasi gonad

*Linea lateralis*: sering disingkat dengan LL. Diartikan sebagai garis lateral, merupakan sebuah 'garis' di bagian kanan kiri tubuh ikan yang memanjang dari bagian anterior ke posterior. Biasanya berbelok-belok, tidak lurus. Di sekitarnya merupakan daging berwarna coklat, dan merupakan situs tersimpannya cadangan makanan dalam bentuk glikogen

Lipase: enzim pencernaan yang berfungsi untuk menghidrolisis lipid atau lemak

*Live food*: pakan alami, biasanya mengacu ke plankton

*Lunar cycle*: siklus berdasarkan pada peredaran bulan

## M

*Mandibula*: rahang mulut bagian bawah

Mating: aktivitas seksual induk ikan jantan dan betina sebelum melakukan kopulasi atau pemijahan

*Maxilla*: rahang mulut bagian atas

Memijah: proses pengeluaran telur (atau ovulasi) dari dalam tubuh induk ikan betina, bersamaan dengan proses pengeluaran sperma oleh induk ikan jantan dengan tujuan terjadinya proses pembuahan telur oleh sperma.

Metamorfosis: suatu proses perkembangan bentuk maupun fungsi dari organ dalam maupun organ luar dari larva. Metamorfosis tidak lagi terjadi bilamana larva telah mencapai stadia juvenil

Morfologi: bentuk luar yang terlihat. Misal: ciri morfologis tubuh ikan: ciri ikan berdasarkan pada apa yang tertampak pada bentuk tubuh bagian luarnya

## N

Nokturnal: tingkah laku makan ikan yang aktif pada malam hari

## O

*Oil globule*: butiran minyak yang terdapat dalam telur ikan

Omnivora: ikan dengan kebiasaan makannya berupa tumbuh-tumbuhan ataupun daging hewan

*Oocyte* = oosite: telur yang masih berada di dalam ovarium

*Operculum*: tutup insang

*Opportunistic feeders*: sifat atau kemampuan menyesuaikan diri dengan jenis pakan yang ada

*Organogenesis*: proses pembentukan organ internal yang terjadi pada stadia larva ikan

*Ovarium*: alat atau organ reproduksi pada induk ikan betina

*Ovary*: kantung telur

*Ovulation* = ovulasi: mengeluarkan atau melepaskan telur

## P

Pakan buatan: sering juga disebut dengan pakan komersial, *ration*, *ransum*, *diet*, *practical diet*

Pembuahan eksternal: pembuahan telur yang terjadi di luar tubuh induk ikan betina

Pembuahan internal: pembuahan telur yang terjadi di dalam tubuh induk ikan betina

Pembuahan: bertemunya sperma dengan telur

Pemijahan alami: pemijahan ikan tanpa campur tangan manusia, terjadi di dalam media air

Pemijahan buatan: pemijahan ikan dengan campur tangan manusia (misalnya melalui *stripping* atau pengurutan), dan yang terjadi di luar media air

Pemijahan semi buatan: pemijahan ikan yang terjadi di dalam media air setelah induk betina atau induk jantan atau ke duanya diinjeksi dengan sejenis hormon tertentu (misalnya HCG atau LHRHa)

*Perciform, compressed*: berbentuk pipih seperti ikan perca (*perch*), ikan mas

Pertumbuhan absolut: delta atau perubahan bobot ikan

Pertumbuhan relatif: nisbah perubahan bobot ikan terhadap bobot awalnya

Pertumbuhan: suatu fenomena biologis yang pada prinsipnya merupakan fenomena peningkatan atau penambahan deposisi senyawa protein tubuh

Pompa *sub-mersibel*: sering disebut dengan pompa celup karena pemakaiannya berada di dalam air

Predator: tingkah laku makan ikan yang aktif mengejar mangsanya atau *prey*-nya

Protease: enzim pencernaan yang berfungsi untuk menghidrolisis protein

*Protein retention*: retensi protein, yang pada umumnya dikonotasikan berasal dari protein pakan yang dikonsumsi ikan serta dideposisi di dalam tubuh

PUFA: *poly-unsaturated fatty acids*, asam lemak tidak jenuh dengan ikatan ganda lebih dari satu

## S

Serasah: [lihat] detritus

*Shock therapy* = terapi kejut: perendaman ikan laut ke dalam air tawar (dan sebaliknya) dalam jangka waktu tertentu dengan tujuan untuk membersihkan ikan tersebut dari parasit eksternal

Sisik sikloid: sisik ikan dengan pola garis melengkung yang terpusat pada bagian posteriornya, memiliki permukaan halus pada tepi luarnya. Misal: sisik pada ikan mas

*Solar cycle*: siklus berdasarkan pada peredaran matahari

*Spawning*: sedang memijah

*Spherical*: berbentuk bulat atau melengkung pada bagian atas dan datar pada bagian bawahnya

*Starvation*: disebut juga *deprivation*, yaitu tanpa diberi makan apapun atau dilaparkan

*Stripping*: pengurutan pada bagian perut induk ikan, agar induk betina mengeluarkan telur, atau induk jantan mengeluarkan sperma

*Survival rate*: sering disingkat dengan SR, tingkat atau derajat kelulushidupan larva ataupun ikan

## T

Terapi kejut: [lihat] *shock therapy*

Testes: alat atau organ reproduksi pada induk ikan jantan

Tingkat kematangan gonad (TKG): tahapan tertentu dari perkembangan gonad sebelum dan sesudah ikan memijah

*Tractus digestivus*: [lihat] *digestive tract*

## Y

*Yolk resorption*: penyerapan kembali kuning telur

*Yolk sac*: kantung kuning telur

*Yolk*: kuning telur



# INDEKS

- alat transportasi, 14, 15  
 Anonim, 5, 6, 7, 9, 42, 71, 78  
 asam lemak, 32, 76  
 Avila dan Juario, 38  
 Ayson, 1, 19, 20, 21, 25, 41, 58, 60, 71  
 Ayson dan Lam, 1, 20, 25, 41, 58, 60  
 Bagarinao, 7, 18, 25, 33, 48, 50, 60, 71  
 baronang, 1, 78  
 Basyari *et al.*, 7, 23, 55, 57, 61  
 Bell *et al.*, 32  
 Ben-Tuvia *et al.*, 55  
 beronang, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 29, 32, 34, 38, 39, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 71, 75, 76, 81, 92, 93  
 biologi reproduksi, 11  
 ciri-ciri morfologis, 5  
 dewasa, 34, 37, 38, 40, 57, 61  
 Distribusi, 6, 8  
 faktor positif lainnya, 67  
 induk, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 27, 29, 32, 40, 41, 58, 60, 76, 81  
 karakteristik menguntungkan, 7, 59  
 karakteristik merugikan, 62  
 Brett, 46, 72, 75  
 Bryan dan Madraisau, 18, 39, 52, 54  
 bukaan mulut, 48, 50, 51, 52, 63  
 Bwathondi, 7, 12, 55, 57, 60, 72  
 Chen, 7, 61, 72  
*coiled*, 37, 38  
*conflict of interest*, 65  
 De Silva dan Anderson, 44, 45  
*digestive tract*, 33, 38, 71, 80, 82, 87  
*direct methods*, 41, 43  
 Duray, 1, 2, 3, 6, 7, 16, 17, 18, 19, 34, 40, 50, 51, 54, 55, 58, 59, 61, 62, 63, 72, 73  
 dan Kohno, 50, 54, 63  
 Duray *et al.*, 1, 58, 62  
*endogenous nutrient*, 48  
*exogenous food*, 49  
*feeding behavior*, 53  
*feeding habit*, 50, 53, 57  
 fekunditas, 11, 22, 67  
 Fotoperiod, 16, 54  
*gastrointestinal*, 38, 40  
*gut*, 33, 37, 38  
 Hara *et al.*, 7, 16, 18, 22, 25, 29, 33, 34, 35, 36, 50, 52, 53, 60, 62  
 Harvey *et al.*, 16, 18, 20, 21  
 Herzberg, 63, 73  
 Huisman, 45, 73  
*indirect methods*, 41  
*initial feeding*, 48  
 Johnson dan Gill, 6  
 Juario *et al.*, 4, 7, 12, 19, 20, 25, 40, 52, 54, 58, 60  
 juvenil, 33, 34, 37, 38, 39, 55, 56, 62  
 Juvenil, 4, 35, 36, 55, 57, 61  
 Karakteristik telur, 23

- kea-kea, 1
- Kendala, 2, 62, 65
- klasifikasi, 3
- Kohno *et al.*, 33, 49
- Kualitas larva, 40
- Kualitas telur, 26, 83
  - derajat penetasan telur, 27
  - Diameter telur, 27
  - energi larva, 26, 27, 28, 83
  - Energi telur, 27
  - energi tetas, 27, 28
  - kelulushidupan larva tanpa
    - diberi makan apapun, 28, 80, 87
  - Periode waktu penyerapan
    - kembali kuning telur, 28
  - tingkat pembuahan telur, 26
- Lam, 6, 7, 12, 16, 22, 23, 61, 71, 73
  - dan Soh, 12, 16
- length measurement*, 42
- Lichatowich, 7, 56, 58, 60, 74
- makanan yang baik bagi
  - larva, 48
- metamorfosis, 33, 34, 38, 39, 54
- Moreau, 43
- Nelson, 6, 74
- oil globule*, 33, 37, 71
- oil globules*, 38, 49
- organogenesis*, 38, 49
- parasit eksternal, 64, 65, 87
- Parazo, 55, 56, 72, 74
- Pemijahan, 17, 18, 21
- perkembangan gonad, 11, 15, 16, 17, 32, 40
- perkembangan larva, 26, 33, 48, 54, 84
  - Perubahan eksternal, 34
  - Perubahan internal, 38
  - Tahap Perkembangan Larva, 35, 36
- perkembangan telur, 26, 29, 40, 83
- pertumbuhan, 32, 34, 38, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 61, 62, 64, 76, 84
- pigmentasi mata, 48, 50
- Popper, 7, 18, 20, 22, 23, 25, 55, 60, 61, 72, 74
  - dan Gundermann, 22, 23, 55, 61
- Popper dan Gundermann, 7, 20
- Popper *et al.*, 7, 20, 25
- prospek, 7, 59, 67, 68, 75, 76
- rabbitfish*, 1, 6, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77
- racun, 6, 63
  - happy moment, 63
- Ricker, 44, 75
- samadar, 1
- Saoud *et al.*, 6, 7, 61
- Sargent *et al.*, 32
- Shirota, 50, 51, 75
- shock therapy, 65, *See* terapi kejut
- siganid, 1, 74, 75
- Siganus*, 2, 3, 51, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78
  - argenteus, 3, 20, 25, 57, 58, 77
  - canaliculatus, 2, 4, 8, 12, 15, 16, 21, 22, 23, 25, 57, 67, 72, 73, 77
  - chrysapilos, 8
  - corallinus, 4, 8
  - fuscescens, 4, 34, 51
  - guttatus, 2, 4, 8, 12, 13, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 34, 35, 36, 48, 52, 53, 54, 56, 57, 62, 67, 71, 72, 73, 74
  - javus, 2, 9, 67, 78
  - lineatus, 9, 39, 72

- luridis, 4
- luridus, 6, 20, 22, 25, 73
- magnificus, 60, 78
- puellus, 9
- rivulatus, 6, 20, 22, 25, 58, 61, 72, 74, 75
- spinus, 4, 9, 40, 57, 77
- 'Teuthis', 3
- vermiculatus, 4, 9, 23, 67, 74
- virgatus, 8, 57
- vulpinus, 8, 60, 78
- skema pemberian pakan, 52, 81
- Sorgeloos *et al.*, 53
- Stickney, 43, 75
- Subandiyono, 1, 7, 13, 14, 16, 18, 23, 24, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 48, 51, 57, 58, 60, 62, 64, 65, 75, 76, 92, 93
- Subandiyono *et al.*, 1, 7, 13, 14, 16, 18, 23, 24, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 48, 51, 57, 58, 60, 62, 64, 65
- terapi kejut, 65, *See* shock therapy
- Tseng dan Chan, 12, 23
- Weatherley dan Gill, 45, 46
- weight measurement*, 42
- Westernhagen dan Rosenthal, 12, 20, 25
- Wheeler, 6, 77
- Woodland, 7, 23, 60, 61, 63, 77
- Woodland dan Allen, 7
- Woodland dan Randall, 7, 61, 63
- yolk resorption*, 26, 28, 38, 49, 84, 87
- yolk resorption process*, 38
- yolk sac*, 28, 33, 37, 38



## BIOGRAFI PENULIS



Dr. Ir. Subandiyono, MAppSc. adalah staf

pengajar pada program studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Lahir di Kebumen pada tanggal 22 Januari 1962 dari pasangan bapak Soetopo M.D. dan ibu Hj. Saidah sebagai anak ke 5 dari 9 bersaudara. Gelar kesarjaan diperoleh

dari Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 1987, dengan masuk sebagai mahasiswa melalui jalur perintis II. Sebagai penerima beasiswa peningkatan prestasi akademik (PPA) serta kemudian ikatan dinas (ID), pada tahun 1988 diterima sebagai dosen di Undip. Gelar *Master of Applied Science* diperoleh dari *University of Tasmania* (UNITAS), Australia pada tahun 1994. Gelar doktor diperoleh dari IPB pada tahun 2005 dengan perolehan sertifikat penghargaan sebagai wisudawan terbaik (IPK 4.0).

Kajian ilmu yang ditekuni mulai dari S1 hingga S3 adalah budidaya ikan (*aquaculture*) dengan lebih fokus pada bidang makanan dan nutrisi ikan, sebagaimana ditunjukkan pada topik skripsi, tesis, dan disertasi. Kajian terhadap beronang telah dimulai sejak 1993 melalui penulisan *Scientific Manuscript* di UNITAS. Kajian tersebut lebih diperdalam di Indonesia hingga 2000 melalui berbagai penelitian yang didanai oleh Dikti, Undip, maupun mandiri. Selain beronang, kajian nutrisi juga dilakukan terhadap ikan trout, gurami, mas, lele, nila, dan beberapa jenis ikan lainnya. Buku ajar yang telah diterbitkan adalah 'Nutrisi Ikan', dan buku teks dengan judul: 'Teknologi Tepat Guna Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) Hygienis'.

Saat ini, Subandiyono masih mengemban tugas tambahan periode kedua sebagai Kepala Pusat Aktivitas Instruksional, Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan (LP2MP), Universitas Diponegoro.



Dr. Ir. Sri Hastuti, MSi. adalah staf pengajar pada program studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Lahir di Kudus pada tanggal 22 Agustus 1963 dari pasangan bapak Moch. Jaelan Atmo dan ibu Soedjinah sebagai anak ke 4 dari 6 bersaudara. Menjalin rumah tangga dengan Dr. Ir. Subandiyono, MAppSc. sejak 1988 dan telah dikaruniai seorang putra pada tahun 1990 yang diberi nama Sandi S. Aribowo. Tahun 1996 memperoleh amanah lagi, seorang putri bernama Anggit G. Nugraheni. Gelar kesarjaan dan master diperoleh dari Institut Pertanian Bogor (IPB), masing-masing pada tahun 1987 dan 1997. Gelar doktor diperoleh dari Institusi yang sama pada tahun 2005 dengan perolehan IPK 3.99.

Diterima sebagai dosen Undip pada tahun 1988 dan dengan tugas mengajar bidang budidaya ikan, seperti dasar-dasar akuakultur, manajemen akuakultur, manajemen kesehatan ikan, dan metodologi penelitian. Penelitian beronang telah ditekuni sejak 2000. Ketekunannya terhadap kajian kesehatan ikan telah membuahkan hasil dengan diperolehnya Hibah Bersaing, Hibah Kompetensi, dan Stratnas, yang merupakan skeme penelitian bergengsi dari Dikti. Penelitian terhadap lele dumbo (*Clarias gariepinus*) telah dilakukan sejak 2006. Sejak tahun 2010, Sri Hastuti fokus melakukan kajian terhadap jenis penyakit yang baru-baru ini ditemukan menyerang lele dumbo di berbagai daerah, yaitu lele kuning (*joundice catfish*). Dari hasil penelitian tersebut, diterbitkan buku teks yang diberi judul: 'Teknologi Tepat Guna Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) Hygienis'. Bersama-sama Subandiyono, Sri Hastuti menyusun dan menerbitkan buku ajar 'Nutrisi Ikan'. Pada tahun 2013, buku ajar tersebut memperoleh insentif penulisan buku ajar dari Dikti.

Saat ini, Sri Hastuti masih mengemban tugas untuk periode yang kedua sebagai sekretaris laboratorium prodi BDP, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.



# **BERONANG**

## **SERTA PROSPEK BUDIDAYA LAUT DI INDONESIA**

**BERONANG** atau baronang sering disebut pula dengan nama samadar. Dalam buku teks berbahasa Inggris, ikan jenis ini disebut dengan nama *rabbitfish* karena memiliki mulut dengan bentuk menyerupai rabbit atau kelinci. Beronang merupakan ikan herbivora yang hidup di air laut, terutama di daerah yang banyak ditumbuhi rumput laut sebagai makanan kesukaannya. Ikan dari genus *Siganus* ini dijumpai hidup tersebar mulai dari perairan tropis hingga sub-tropis. Lebih dari 26 spesies beronang telah ditemukan hidup di belahan bumi ini, baik yang berperan sebagai ikan konsumsi, ikan hias, maupun yang belum diketahui dengan pasti kegunaannya bagi manusia. Salah satu ciri yang menonjol dari ikan jenis ini adalah dimilikinya racun yang cukup kuat pada setiap bagian dari duri tubuhnya.

Di Indonesia banyak dijumpai spesies beronang sebagai ikan konsumsi yang cukup mahal harganya. Bagi Anda yang senang makan ikan laut, tentu tidak asing lagi dengan rasa dagingnya yang enak serta memiliki tekstur yang kenyal dan warna putih. *Siganus guttatus*, *S. javus*, dan *S. canaliculatus* merupakan beberapa spesies yang banyak dijumpai di restoran-restoran seafood maupun di warung-warung tenda. Ukuran tubuhnya ada yang mencapai 25 cm atau bahkan lebih.

Prospek untuk dikembangkan sebagai ikan budidaya unggulan di perairan laut Indonesia sangatlah besar kemungkinannya. Penelitian terhadap berbagai aspek biologis dari ikan ini sudah banyak dilakukan, termasuk kebutuhan nutrisi, media tumbuh yang diperlukan, metode pemijahan, hingga identifikasi berbagai jenis parasit ataupun agen penyebab penyakit lainnya. Namun demikian, masih terdapat kendala utama yang sekaligus sebagai tantangan serta peluang bisnis: *produksi benih secara massal dan berkesinambungan dari hatchery*.

Buku ini dipersembahkan kepada para pembaca, baik akademisi-mahasiswa, praktisi-petani ikan, maupun masyarakat umum lainnya yang ingin meningkatkan wawasan atau pengetahuannya, terutama dalam biologi-budidaya ikan beronang serta ikan laut pada umumnya. Semoga buku ini bermanfaat. Amiin.



Penerbit & Percetakan  
**UPT UNDIP Press**  
**SEMARANG**

ISBN 978-602-097-301-2



9 786020 973012