



Kumpulan Naskah Orasi Ilmiah
Guru Besar Institut Pertanian Bogor

Teknologi Pengembangan Perikanan dan Kelautan untuk Memperkuat Ketahanan Pangan serta Memacu Perekonomian Nasional secara Berkelanjutan

Editor:
Mulyono S. Baskoro

Mulyono S. Baskoro | Ari Purbayanto | John Haluan
I Nyoman S. Naitja | Sulistiono | Ridwan Affandi
Komar Sumantadinata | Muhammad Zairin Jr.
Fachriyan Hasmi Pasaribu | Linawati Hardjito | Nurjanah | Indra Jaya

**Teknologi Pengembangan
Perikanan dan Kelautan
untuk Memperkuat Ketahanan
Pangan serta Memacu
Perekonomian Nasional secara
Berkelanjutan**

**Teknologi Pengembangan
Perikanan dan Kelautan
untuk Memperkuat Ketahanan
Pangan serta Memacu
Perekonomian Nasional secara
Berkelanjutan**

Editor:
Prof. Mulyono S. Baskoro



Penerbit IPB Press
IPB Science Park Taman Kencana,
Kota Bogor-Indonesia

C.1/09.2016

Judul Buku:

Pengembangan Teknologi Perikanan dan Kelautan untuk Memperkuat Ketahanan Pangan serta Memacu Perekonomian Nasional secara Berkelanjutan

Penulis:

Mulyono S. Baskoro, Ari Purbayanto, John Haluan, I Nyoman S. Nuitja, Sulistiono, Ridwan Affandi, Komar Sumantadinata, Muhammad Zairin Jr., Fachriyan Hasmi Pasaribu, Linawati Hardjito, Nurjanah, Indra Jaya

Editor:

Mulyono S. Baskoro

Editor Tipografi:

Dwi Murti Nastiti

Penata Isi dan Desain Sampul:

Army Trihandi Putra

Korektor:

Atika Mayang Sari

Jumlah Halaman:

384 + 14 halaman romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan Pertama, September 2016

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI

IPB Science Park Taman Kencana

Jl. Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@gmail.com

ISBN: 978-979-493-918-5

Dicetak oleh IPB Press Printing, Bogor - Indonesia

Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2016, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit

SAMBUTAN REKTOR

Dengan gembira kami menyambut penerbitan buku-buku Seri Pemikiran Guru Besar yang memuat naskah-naskah orasi ilmiah Guru Besar Institut Pertanian Bogor (IPB). Prakarsa penerbitan ini sejalan dengan upaya IPB untuk terus-menerus meningkatkan sumbangan pemikiran bagi pembangunan nasional. Naskah dalam buku ini tidak hanya memuat temuan-temuan dari hasil penelitian ilmiah, tetapi berbagai rekomendasi nyata yang langsung bisa diimplementasikan dalam masyarakat.

Kami berharap bahwa berbagai temuan hasil riset yang disajikan dalam buku ini dapat dikembangkan lebih lanjut dalam berbagai penelitian di masa yang akan datang. Adapun hasil-hasil penelitian yang telah siap diimplementasikan, baik dalam dunia industri, rumah tangga, ataupun dalam perumusan kebijakan publik, kami harapkan dapat menyumbangkan nilai maslahat yang besar bagi masyarakat luas. Dalam konteks ini, kami sangat mendorong komunikasi dan kerja sama yang nyata antara para akademisi, pelaku bisnis, dan penyusun kebijakan publik yang dikenal sebagai segitiga ABG (*academia, business, and government*). Tanpa komunikasi dan kerja sama yang baik di antara tiga kelompok pelaku tersebut mustahil dihasilkan nilai tambah yang bermanfaat besar bagi masyarakat luas.

Dalam kesempatan ini, kami menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada Dewan Guru Besar IPB yang telah memrakarsai penerbitan seri buku ini. Kami yakin bahwa sinergi di antara empat pilar institusi, yakni Rektor, Majelis Wali Amanat, Senat Akademik, dan Dewan Guru Besar secara berkelanjutan dapat terus ditingkatkan sehingga terwujudlah IPB sebagaimana yang dicita-citakan oleh semua pemangku kepentingannya.

Bogor, Februari 2016
Rektor,



Prof. Dr. Ir. Herry Suhardianto, M.Sc.
NIP. 19590910 198503 1 003

KATA PENGANTAR

KETUA DEWAN GURU BESAR

Jumlah guru besar IPB dari waktu ke waktu bertambah. Dalam lima tahun terakhir ini setiap tahun ada tambahan yang cukup bervariasi, yakni 10, 16, 26, 16, dan 2 guru besar. Pada Desember 2015, IPB mempunyai 210 guru besar aktif dan 23 guru besar emeritus. Secara relatif, jumlah tersebut cukup besar. Namun, nisbah jumlah guru besar jika dibandingkan jumlah mahasiswa di IPB masih perlu terus diperbaiki, yakni 1:120.

Kualitas karya guru besar antara lain dapat diukur berdasarkan gagasan-gagasan yang dihasilkan yang lazimnya dituangkan dalam berbagai karya tulis, baik yang bersifat ilmiah yang terbit sebagai artikel jurnal ataupun yang populer yang terbit dalam media untuk masyarakat umum. Di IPB, setiap guru besar didorong untuk menyampaikan orasi ilmiah. Naskah orasi ilmiah tersebut lazimnya memuat rangkuman gagasan-gagasan guru besar yang bersangkutan, baik yang pernah terbit ataupun yang tengah dipersiapkan.

Buku kumpulan naskah orasi ilmiah ini diterbitkan dengan maksud untuk memperluas jangkauan sidang pembacanya. Dalam Seri Pemikiran Guru Besar ini, tercakup delapan tema besar dalam spektrum yang luas sesuai dengan spektrum kepakaran para Guru Besar IPB. Tema-tema besar tersebut adalah pertanian tanaman (dua volume), pangan, teknologi, kehewan, biosains, perikanan dan kelautan, pembangunan ekonomi, serta kebijakan publik (3 volume). Perlu dipahami bahwa rentang waktu penulisan naskah-naskah orasi ini cukup panjang. Dengan demikian, para pembaca perlu menyadari bahwa konteks permasalahan untuk setiap naskah orasi dapat berbeda-beda sesuai dengan perkembangan situasi saat setiap naskah tersebut disusun.

Kepada para penulis, editor, dan pihak PT Penerbit IPB Press disampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya. Semoga penerbitan buku ini memperluas wawasan sidang pembaca dan meningkatkan kualitas wacana publik tentang berbagai tema yang berkembang dalam masyarakat.

Bogor, Februari 2016
Ketua Dewan Guru Besar IPB



Prof. Dr. Ir. Muh. Yusram Massijaya, M.S.
NIP. 19641124 198903 1 004

Daftar Isi

Gabungan Orasi Perikanan

Sambutan Rektor.....	v
Kata Pengantar Ketua Dewan Guru Besar.....	vii
Daftar Isi	ix
Prolog	
Mulyono S. Baskoro	xi
A. Teknologi Pengembangan Perikanan Tangkap	
Pengembangan Teknologi Perikanan Tangkap Berkelanjutan melalui Program Pengayaan Stok Ikan	
Mulyono S. Baskoro	3
Mewujudkan Teknologi Penangkapan Ikan Ramah Lingkungan untuk Keberlanjutan Perikanan Indonesia	
Ari Purbayanto	63
Sistem Informasi Manajemen dalam Pengembangan Perikanan Tangkap di Indonesia	
John Haluan	93
B. Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Perairan	
<i>Marine Ranching</i> sebagai Kebijakan Pelestarian dan Pengembangan Sumber Biota Laut di Indonesia	
I Nyoman S. Nuitja	109
Eko-Biologi Ikan sebagai Dasar Pengelolaan Perikanan Estuari Berkelanjutan	
Sulistiono	119
Pengembangan Sumber Daya Ikan Sidat (<i>Anguilla Spp</i>) di Indonesia	
Ridwan Affandi	151

C. Bioteknologi Pengembangan Budidaya Perairan

Prospek Bioteknologi dalam Pengembangan Akuakultur dan Pelestarian Sumberdaya Perikanan

Komar Sumantadinata 201

Endokrinologi dan Perannya Bagi Masa Depan Perikanan Indonesia

Muhammad Zairin Jr. 225

Peran dan Arti Pengendalian Penyakit Hewan Akuatik (*Aquatic Animals*) untuk Kesejahteraan Masyarakat

Fachriyan Hasmi Pasaribu 271

D. Bioteknologi Pengembangan Hasil Perikanan

Pengembangan Produk Bioteknologi berbasis Masyarakat: Konsep dan Implementasi Pembangunan Perikanan dan Kelautan di Indonesia

Linawati Hardjito 295

Karakteristik Bahan Baku Hasil Perairan Sebagai Sumber Pangan Masa Depan Indonesia

Nurjanah 321

E. Teknologi Pengembangan Kelautan

Penginderaan Jauh Sumberdaya dan Dinamika Laut dengan Teknologi Akustik

Indra Jaya 347

Epilog

Mulyono S. Baskoro 379

PROLOG

Prof. Mulyono S. Baskoro

Kehadiran buku berjudul “Teknologi Pengembangan Perikanan dan Kelautan untuk Memperkuat Ketahanan Pangan serta Memacu Pertumbuhan Ekonomi Nasional secara Berkelanjutan” merupakan kumpulan pemikiran Guru Besar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Di tengah pesatnya pembangunan sektor perikanan dan kelautan di tanah air, buku ini dapat menjadi inspirasi dan informasi dalam penerapan dan pengembangan teknologi untuk meningkatkan kontribusi sektor perikanan dan kelautan pada perekonomian nasional dan kesejahteraan masyarakat. Buku ini dikemas dalam dua belas paper yang terbagi dalam lima subtopik yaitu teknologi pengembangan perikanan tangkap, teknologi pengelolaan sumberdaya perairan, bio teknologi pengembangan budi daya perairan, bio teknologi pengembangan hasil perikanan, dan teknologi pengembangan kelautan.

Subtopik pertama terdiri dari tiga paper yaitu membahas pentingnya menjaga keberlanjutan sumber daya dan sistem informasi dalam pengembangan usaha perikanan tangkap. Paper pertama membahas perlunya pengendalian dalam usaha penangkapan melalui program pengayaan stok ikan. Kegiatan pengelolaan sumber daya perikanan pada hakikatnya adalah pengendalian aktivitas usaha perikanan. Pengelolaan sumber daya perikanan dapat dikatakan sebagai suatu tindakan menyusun peraturan dan perundang-undangan berdasarkan hasil kajian ilmiah yang relevan. Dalam pengelolaan sumber daya perikanan tersebut perlu diterapkan konsep perikanan yang bertanggung jawab (*responsible fisheries*) dan secara konsisten melakukan *monitoring*, *controlling*, dan *surveillance*. Tujuan utama pengelolaan perikanan adalah untuk menjamin produksi yang berkelanjutan dari waktu ke waktu dari berbagai stok ikan (*resource concervation*), terutama melalui berbagai tindakan pengaturan dan pengayaan (*enhancement*) yang dapat meningkatkan kehidupan sosial ekonomi nelayan dan bermanfaat bagi perkembangan industri perikanan (Bell *et al.* 2008).

Paper kedua membahas perlunya rekayasa teknologi penangkapan ikan yang dapat menjamin keberlanjutan sumber daya perikanan. Rekayasa teknologi penangkapan ikan dapat dikembangkan melalui pendekatan fisiologi-tingkah laku ikan. Pendekatan rekayasa teknologi memberikan

arahan terhadap perbaikan selektivitas mekanis alat tangkap, sedangkan pendekatan fisiologi-tingkah laku ikan akan memberikan arahan terhadap penyelamatan sumber daya ikan dan biota nontarget lainnya sebelum menjumpai alat tangkap. Paper ketiga menekankan pentingnya sistem informasi dalam pengembangan perikanan tangkap di Indonesia. Sistem informasi sangat diperlukan untuk mengefektifkan pengelolaan sumberdaya perikanan tangkap.

Subtopik kedua terdiri dari tiga paper yaitu paper keempat membahas pentingnya mengembangkan *marine ranching*; paper kelima tentang faktor-faktor ekobiologis dalam pengelolaan sumber daya estuari; dan paper keenam membahas strategi pengelolaan sumber daya ikan sidat. Paper keempat menguraikan *marine ranching* yaitu konsep pengelolaan dengan memerhatikan konstruksi dan konservasi ekosistem meliputi lokasi bertelurnya ikan (*spawning grounds*), daerah pembesaran (*maturity areas*), tempat mencari makan (*feeding grounds*), dan daerah-daerah penangkapan (*fishing grounds*). Penulis berpendapat bahwa ada dua program yang dapat dilaksanakan dalam *marine ranching* yaitu: bagaimana menata kembali ekosistem laut seperti semula dan mendekati keadaan semula, serta bagaimana mengembangkan sekaligus mengonservasi ekosistem baru terbentuk dan memberi manfaat kepada nelayan.

Paper kelima membahas pentingnya memerhatikan faktor-faktor ekobiologis untuk menjaga keberlanjutan pengelolaan sumber daya estuari. Penulis bermaksud menunjukkan adanya hubungan antara kondisi lingkungan di wilayah estuari meliputi aspek fisika, kimia, ataupun biologi perairan estuari dengan keberadaan sumberdaya ikan. Beberapa parameter lingkungan terkait dengan aspek fisika-kimia yang dimaksud antara lain suhu, kedalaman, kecerahan, kekeruhan, padatan tersuspensi total, salinitas, pH, oksigen terlarut, nitrat, nitrit, ammonia, dan fosfat. Sementara, parameter biologi adalah keberadaan plankton dan benthos dalam suatu perairan estuari yang mencakup kelimpahan/kepadatan, keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Paper keenam membahas tentang potensi pengembangan ikan sidat (*Anguilla* spp.) di Indonesia. Pada bagian ini penulis memaparkan potensi sumber daya dan tingkat pemanfaatan ikan sidat; ekobiologis ikan sidat tropis; ancaman terhadap kelestarian sumber daya ikan sidat; serta strategi pengelolaan.

Subtopik ketiga terdiri dari tiga paper yaitu paper ketujuh membahas prospek bioteknologi dalam pengembangan akuakultur dan pelestarian sumberdaya perikanan; paper kedelapan tentang endokrinologi dan perannya bagi masa depan perikanan Indonesia; dan paper kesembilan tentang peran dan arti pengendalian penyakit hewan akuatik (*aquatic animals*) untuk kesejahteraan masyarakat.

Pada paper ketujuh menguraikan bioteknologi perikanan dan prospek pengembangan dan pelestarian sumber daya perikanan. Paper kedelapan membahas endokrinologi dan perannya bagi masa depan perikanan Indonesia. Endokrinologi didefinisikan sebagai ilmu mengenai mediasi biokimiawi pada proses fisiologis yang terjadi antarpopulasi, antar-organisme, antarjaringan di dalam suatu organisme, anta-organ dan sel, serta juga antargenerasi pada kasus hormon di dalam telur. Pada paper kedelapan dijelaskan pula bahwa hormon sebagai mediator biokimiawi dilepas dari tempat produksinya menuju organ target melalui beberapa cara, yaitu difusi sederhana di dalam sel atau dari satu sel ke sel lainnya di dalam organ; transportasi melalui darah atau berbagai cairan tubuh sehingga langsung mencapai organ atau sel, atau secara tidak langsung melalui lingkungan luarnya. Paper kesembilan membahas peran dan arti pengendalian penyakit hewan akuatik untuk kesejahteraan masyarakat. Paper kesembilan menguraikan tentang peraturan-peraturan, peran dan arti pengendalian penyakit, pendidikan, riset dan teknologi, serta rekomendasi.

Subtopik keempat terdiri dari dua paper yaitu paper kesepuluh membahas pengembangan produk bioteknologi berbasis masyarakat, konsep dan implementasi pembangunan perikanan dan kelautan di Indonesia, dan paper kesebelas membahas karakteristik bahan baku hasil perairan sebagai sumber pangan masa depan Indonesia.

Paper kesepuluh menguraikan potensi pengembangan bahan alam dari sumber daya hayati perairan, peran *bioprospekting* untuk pengembangan ekonomi perikanan dan kelautan, potensi biota perairan Indonesia untuk bahan farmasi/herbal/suplemen, potensi biota perairan sebagai bahan aktif kosmetik, proses pembelajaran implementasi konsep ABG-C untuk komersialisasi produk bioteknologi kosmetik; peningkatan ekonomi masyarakat nelayan melalui penyediaan bahan baku bubuk mangrove dan bahan setengah jadi rumput laut halimeda untuk kosmetik; alternatif mata pencaharian melalui kegiatan produksi,

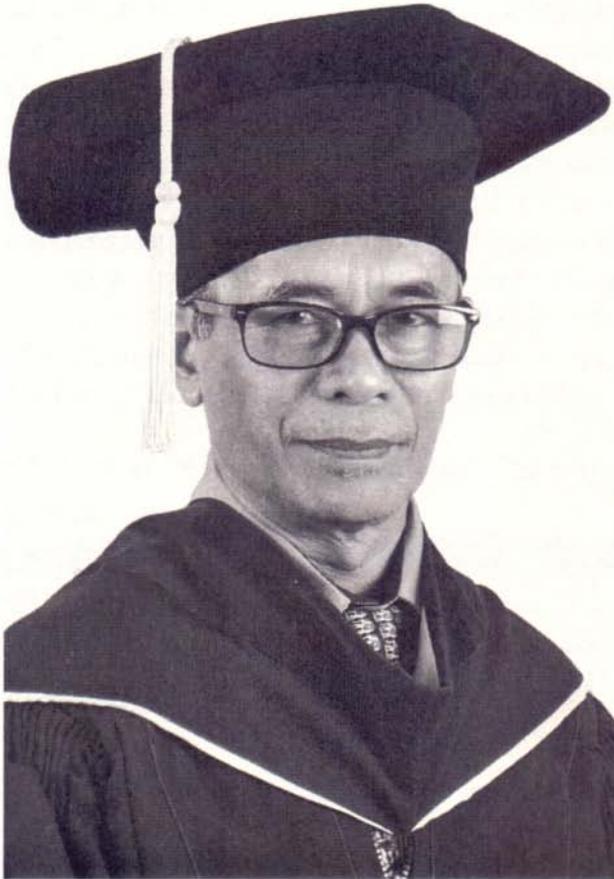
pengolahan, dan pemasaran rumput laut; dan tantangan pengembangan produk bioteknologi perikanan dan kelautan. Sementara, paper kesebelas membahas karakteristik bahan baku hasil perairan, dan keunggulan gizi hasil perairan.

Pada subtopik kelima atau terakhir terdiri dari satu paper yaitu paper keduabelas membahas penginderaan jauh sumber daya dan dinamika laut dengan teknologi akustik untuk pembangunan benua maritim Indonesia. Paper kedua belas menguraikan tentang kompleksitas dan dinamika bawah air, gelombang suara dan instrumen akustik, aplikasi teknologi akustik bawah air, persamaan sonar, *bathymetry*, sedimen dasar laut, terumbu karang, dan vegetasi bawah air, serta arus laut, paras laut, serta gelombang permukaan laut.

Bogor, 29 Desember 2015

Editor

**PENGEMBANGAN SUMBERDAYA IKAN SIDAT
(*Anguilla Spp.*) DI INDONESIA**



Ridwan Affandi

**Guru Besar Tetap Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Tanggal Orasi Ilmiah: 5 Desember 2015**

Pendahuluan

Ikan sidat (*Anguilla* spp.) merupakan komoditas perikanan yang banyak dikonsumsi di banyak negara di dunia terutama di negara-negara Asia Timur (Jepang, Taiwan, Korea, China Daratan, dan Hongkong), negara-negara Eropa (Italia, Jerman, Prancis, dan Belanda), serta Amerika Serikat (Affandi dan Suhenda 2003). Jumlah ikan sidat yang diperdagangkan saat ini mencapai sekitar 250.000 ton/tahun. Ikan ini sangat digemari selain karena rasanya lezat juga karena kandungan gizinya yang tinggi. Daging ikan sidat banyak mengandung lemak tak jenuh yang kaya akan EPA dan DHA, serta vitamin A yang kandungannya melebihi jenis ikan lain (Tabel 1 dan 2). Selain vitamin A, daging ikan sidat kaya akan vitamin B1, B2, D, dan E. Daging ikan sidat juga mengandung energi yang tinggi $6,81 \pm 0,2$ kkal/g berat kering (Affandi 1986).

Tabel 1 Kandungan DHA dan EPA ikan sidat dan perbandingannya dengan jenis ikan lain

No.	Jenis Daging	DHA (mg/100g)	EPA (mg/100g)
1	Ikan Sidat	1337	742
2	Ikan Salmon	820	492
3	Ikan Tenggiri	748	409

Sumber: Osame (2002) dalam Rovara (2007)

Tabel 2 Kandungan vitamin A daging ikan sidat dan perbandingannya dengan bahan lain

No.	Jenis Daging	Vitamin A (IU/100 g)
1	<i>Eel fresh</i> (daging sidat segar)	4700
2	Kabayaki (daging sidat olahan)	5000
3	<i>Eel liver</i> (hati sidat)	15000
4	Ikan sardine	60
5	Daging babi	30
6	<i>Butter</i> (mentega)	1900

Sumber: Osame (2002) dalam Rovara (2007)

Pada beberapa tahun terakhir ini, ikan sidat banyak mendapat perhatian dari masyarakat terutama para pelaku bisnis di sektor perikanan karena permintaan untuk eksporinya cukup tinggi. Mulai maraknya kegiatan

budi daya dan berdatangnya pembeli dari luar negeri menyebabkan harga sidat meningkat tajam. Pada pertengahan tahun 2008 harga benih sidat (*glass eel*) Rp200.000–Rp300.000/kg dan pada tahun 2012–2013 harga benih telah mencapai Rp1,5–3,5 juta/kg, sedangkan harga sidat ukuran konsumsi berkisar Rp40.000–Rp60.000/kg (2008) dan saat ini telah mencapai harga Rp130.000–Rp. 200.000/kg.

Terbukanya pasar sidat tropis di pasar internasional telah mendorong eksploitasi benih secara besar-besaran terutama untuk ekspor. Kondisi ini bila dibiarkan dapat mengancam kelestarian ikan sidat. Dalam rangka mengantisipasi kemungkinan terjadinya ekspor sidat terutama benih secara besar-besaran ke negara-negara produsen yang telah mengalami kesulitan benih, pemerintah (KKP) telah mengeluarkan peraturan larangan pengeluaran benih sidat (*Anguilla spp.*) dari Wilayah Republik Indonesia keluar Wilayah Negara Republik Indonesia (Nomor Per. 181 Men/2009) dan Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia No. 44/M.Dag/Per17/2012 No. 4 Ex 0301.1990.00 yang berbunyi “Benih ikan sidat (*Anguilla spp.*) ukuran panjang di bawah 35cm dan/ atau berat sampai 100g/ekor dan/atau berdiameter 2,5 cm di larang untuk diekspor”.

Adanya Peraturan Menteri tersebut seyogianya diikuti dengan tingkat pemanfaatan sumberdaya sidat yang optimal antara lain melalui pengembangan budi dayanya sehingga sumberdaya benih yang tersedia dapat dimanfaatkan secara optimal. Di samping itu juga membuka kegiatan bisnis baru yang akan banyak menyerap tenaga kerja baik di sektor produksi, *processing*, maupun perdagangan komoditas ikan sidat. Peluang untuk mengembangkan perikanan sidat di Indonesia baik di sektor produksi, *processing*, dan perdagangan sangat besar sehingga perlu adanya kebijakan pemerintah untuk mendukung pengembangannya. Di samping perlu upaya untuk mendorong produksi sidat perlu pula untuk mendorong konsumsi sidat dalam negeri sehingga ikan sidat sebagai ikan yang bergizi tinggi dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya oleh masyarakat Indonesia.

Untuk mendorong pengembangan budi daya sidat tropis dibutuhkan teknologi budi daya yang memadai. Teknologi budi daya sidat yang ada saat ini adalah teknologi budi daya sidat subtropis (*A. japonica*), teknologi tersebut tidak sepenuhnya dapat diterapkan pada budi daya

sidat tropis (*A. bicolor bicolor* dan *A. marmorata*). Untuk menciptakan teknologi budi daya sidat tropis dibutuhkan informasi tentang lingkungan hidupnya (ekologi), kebutuhan nutrisinya, penyakit dan parasit yang menjadi ancamannya, pola pertumbuhannya, reproduksinya, tingkah lakunya, dan lainnya. Informasi-informasi tersebut hanya akan dapat diperoleh melalui rangkaian penelitian yang sistematis dan mendalam yang dilandasi oleh ilmu-ilmu dasar antara lain fisika, kimia/biokimia, dan biologi (ekofisiologi).

Teknologi budi daya sidat tropis yang harus dikembangkan adalah teknologi sederhana, murah, dan ramah lingkungan sehingga dapat diaplikasikan terutama pada usaha budi daya sidat skala kecil dan menengah. Di samping itu, untuk mengantisipasi kelangkaan air bersih, keterbatasan lahan budi daya, dan tingginya harga pakan di masa mendatang perlu pula dikembangkan budi daya sidat dengan sistem resirkulasi, *bioflock*, budi daya sidat terintegrasi (terpadu) dan lainnya (Affandi *et al.* 2013). Untuk mengantisipasi biaya produksi yang tinggi, masa pemeliharaan yang relatif lama dibandingkan jenis ikan konsumsi lain dan tuntutan mutu produk (kualitas ekspor) maka dalam pengembangan budi daya ikan sidat tropis perlu dikembangkan sistem kemitraan dan segmentasi usaha sebagaimana halnya berlaku pada budi daya jenis ikan lain (ikan mas, lele, gurame, dan lainnya).

Sampai saat ini, benih ikan sidat untuk keperluan budi daya masih mengandalkan hasil tangkapan di alam. Hal ini dikarenakan usaha pembenihan secara buatan masih belum berhasil, walaupun upaya untuk memproduksi benih secara buatan terus diupayakan. Upaya untuk menghasilkan benih secara buatan terus dilakukan baik di luar negeri (antara lain Jepang, Taiwan, China, dan beberapa negara Eropa terutama Jerman, Denmark, dan Prancis) maupun di dalam negeri (IPB, UNSOED, UNAIR, dan beberapa lembaga penelitian).

Meningkatnya permintaan akan ikan sidat telah mendorong kegiatan budi daya. Akibatnya eksploitasi benih dari alam meningkat secara drastis dan hal ini akan mengancam kelestariannya. Ancaman terhadap kelestarian sumberdaya ikan sidat pada kenyataannya bukan saja berasal dari kegiatan penangkapan *glass eel* untuk keperluan budi daya, melainkan juga karena adanya penurunan kualitas lingkungan perairan,

degradasi habitat, penurunan luasan habitat, adanya rintangan pada alur ruaya sidat dari hilir ke arah hulu dan sebaliknya, serta perubahan iklim (Bark *et al.* 2007).

Untuk mencegah penurunan populasi sidat di alam yang pada akhirnya akan berimbas pada kelangkaan benih untuk kegiatan budi daya, diperlukan upaya pengelolaan yang rasional. Untuk dapat merealisasikan pengelolaan ikan sidat dibutuhkan informasi dasar yang antara lain tentang aspek ekologi (distribusi, habitat), biologi (makanan, pertumbuhan, reproduksi), dan aspek sosial. Melalui pengelolaan yang rasional dan melibatkan berbagai pemangku kepentingan atau *stakeholders* diharapkan kelestarian sumberdaya sidat dapat dipertahankan sehingga pemanfaatannya dapat berkesinambungan.

Ekobiologi Ikan Sidat Tropis

Persebaran Ikan Sidat

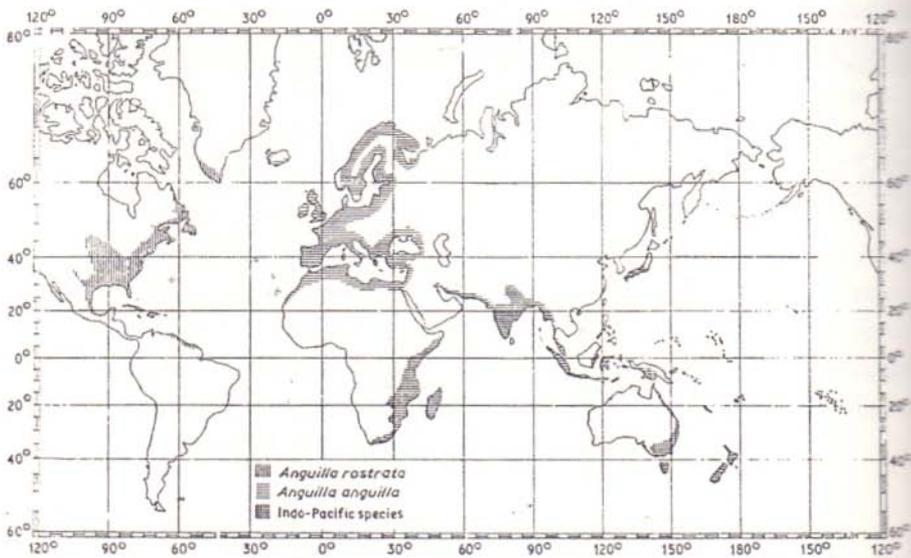
Ikan sidat termasuk ikan yang persebarannya luas meliputi daerah tropis dan subtropis. Beberapa jenis sidat tersebar di perairan belahan bumi bagian utara (Atlantik dan Pasifik) antara lain *Anguilla rostrata*, *Anguilla anguilla*, dan *Anguilla japonica*. Di perairan belahan bumi bagian selatan di antaranya *Anguilla dieffenbachii*, *Anguilla australis australis*, dan *Anguilla australis schimidti*, dan selebihnya berada di perairan Tropis (Indo-pasifik) antara lain *Anguilla marmorata*, *A celebesensis*, *A ancentralis*, *A borneensis*, *A bicolor bicolor*, *A bicolor pasifica*, *A reinhardtii*, *A luzonensis*, *A megastoma*, *A nebulosa nebulosa*, *A mosambica*, *A obscura*. (Tabel 3 dan Gambar 1).

Tabel 3 Klasifikasi, zonasi, dan distribusi geografis ikan sidat

Type	Zona	Klasifikasi	Distribusi		
Long fin (sirip dorsal panjang)	Subtropis (Belahan bumi utara)	<i>A. anguilla</i>	Inggris, Jerman, Belanda, Prancis, dan Italia		
		<i>A. rostrata</i>	Amerika (timur) dan Kanada		
		<i>A. japonica</i>	Jepang dan China		
	Tropis		<i>A. reinhardti</i>	Australia dan Indonesia	
			<i>A. marmorata</i>	Afrika dan Indonesia	
			<i>A. celebensis</i>	Filipina dan Indonesia	
			<i>A. megastoma</i>	Kaledonia Baru	
			<i>A. ancentralis</i>	Indonesia	
			<i>A. borneensis</i>	Indonesia	
			<i>A. nebulosa nebulosa</i>	Srilanka	
<i>A. mosambica</i>			Afrika		
Short fin (sirip dorsal pendek)				<i>A. bicolor bicolor</i>	Indonesia dan Srilanka
				<i>A. bicolor pacifica</i>	Indonesia
	<i>A. obscura</i>	Kaledonia Baru			
Subtropis (Belahan bumi selatan)		<i>A. dieffenbachia</i>	Selandia Baru		
		<i>A. australis australis</i>	Australia		
		<i>A. australis schimidti</i>	Kaledonia Baru		

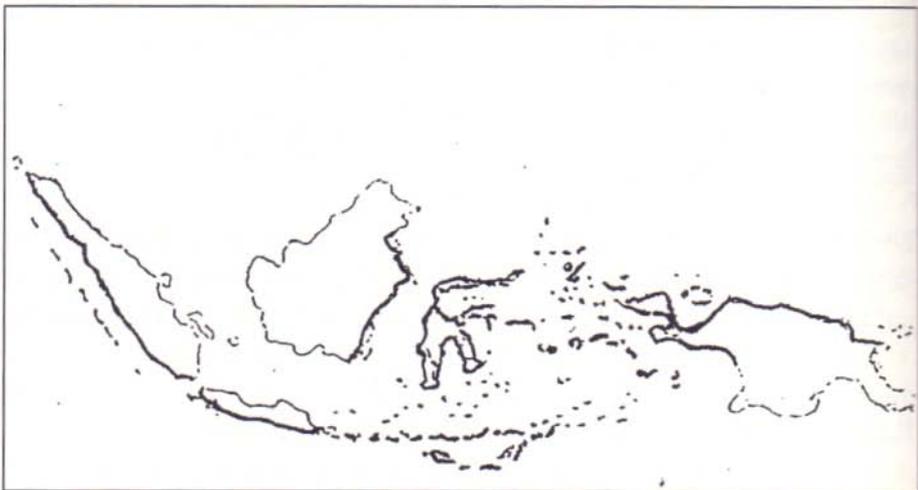
Sumber: Tomiyama and Hibiya (1977)

Di Indonesia paling sedikit terdapat 7 spesies ikan sidat yang tersebar di perairan pantai dan daratan yang berbatasan dengan laut dalam yakni di pantai selatan Pulau Jawa (*A. bicolor bicolor*, *A. marmorata*, *A. nebulosa nebulosa*), di pantai barat Pulau Sumatera (*A. bicolor bicolor*, *A. marmorata*, *A. nebulosa nebulosa*), di pantai timur Pulau Kalimantan (*A. borneensis*), di pantai Pulau Sulawesi (*A. celebesensis*, *A. marmorata*, *A. bicolor pasifica*) di perairan sebelah utara Irian (*A. reinhardtii*, *A. obscura*), di perairan Maluku (*A. marmorata*, *A. bicolor pasifica*) (Gambar 2 dan 3).



Gambar 1 Distribusi ikan sidat di dunia

Sumber: Tesch (1977)



Gambar 2 Distribusi ikan sidat di Indonesia

Sumber: Delsman (1929) dalam Tesch (1977)

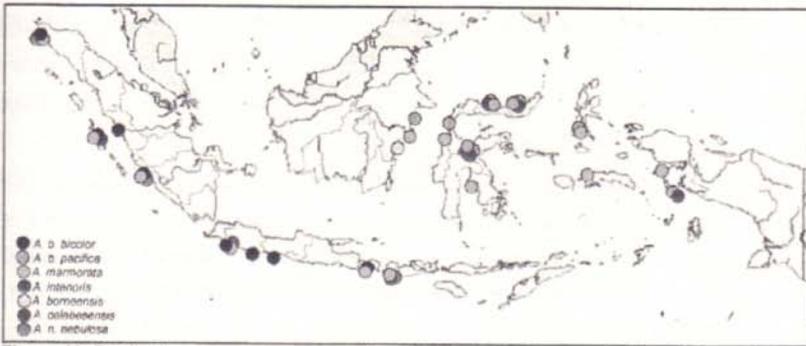


Figure 13. Distribution and species composition of tropical eel in Indonesia water.

Gambar 3 Distribusi dan komposisi jenis ikan sidat tropis di perairan Indonesian

Sumber: Fahmi (2013)

Siklus Hidup

Ikan sidat merupakan jenis ikan yang mengalami hidup di dua habitat yaitu perairan laut selama masa stadia larva dan perairan daratan (payau dan tawar) selama masa stadia juvenile hingga dewasa. Ikan sidat dewasa (*silver eel*) akan beruaya katadromus menuju laut dalam untuk memijah (bereproduksi) (Rankin and Jensen 1992; Arai *et al.* 2011; Tsukamoto *et al.* 2011). Selama perjalanan menuju tempat pemijahan (*spawning ground*), gonad induk ikan sidat akan mengalami perkembangan hingga mencapai kondisi matang dan induk sidat jantan dan betina siap untuk memijah (kawin). Telur yang telah dibuahi akan berkembang menjadi embrio dan menetas menjadi larva “preleptocephalus”, selanjutnya larva berkembang menjadi “leptocephalus” (bentuk seperti daun). Setelah mengalami metamorfosis, bentuk tubuh akan berubah menjadi silindris dan memanjang menyerupai sidat dewasa hanya ukurannya kecil (panjang 50–60 mm dan beratnya 0,15–0,18 g) dan tidak berwarna (transparan). Pada stadia ini sidat disebut “*glass eel*” atau sidat kaca. Dari sejak stadia larva hingga menjadi *glass eel*, anak sidat terbawa arus dari tempat penetasannya menuju perairan pantai. *Glass eel* akan beruaya menuju sungai dan masuk melalui muara-muara sungai dan selanjutnya hidup di perairan daratan (sungai, danau, laguna, dan rawa) hingga menjadi dewasa (*silver eel*).

Berdasarkan pengamatan mikrostruktur otolit pada tiga jenis sidat, stadia *glass eel* yang diambil dari perairan muara Sungai Cimandiri, Teluk Pelabuhan Ratu, Sukabumi Jawa Barat, diketahui bahwa rata-rata umur *glass eel* ketika berada di muara adalah 182 ± 28 hari untuk *A. bicolor bicolor*, $188,9 \pm 19,2$ hari untuk *A. marmorata* dan $148,8 \pm 15,5$ hari untuk *A. nebulosa nebulosa* (Setiawan *et al.* 2003). Pada jenis sidat lain umur *glass eel* ketika berada di perairan muara adalah 7–11 bulan untuk *A. anguilla* (Lecomte-Finiger 1992) dan 74–188 hari untuk *A. reinhardi* dan 204–252 hari untuk *A. australis* (Shiao *et al.* 2002 dalam Setiawan *et al.* 2003).

Berdasarkan perhitungan mundur dari data umur *glass eel* (anak sidat) ketika masuk muara Sungai Cimandiri-Sukabumi, diperkirakan waktu memijah untuk sidat *A. bicolor bicolor* adalah pada bulan Mei dan Desember, untuk sidat dari jenis *A. marmorata* adalah pada bulan Oktober, dan untuk jenis sidat *A. nebulosa nebulosa* adalah pada bulan Mei (Setiawan *et al.* 2003).

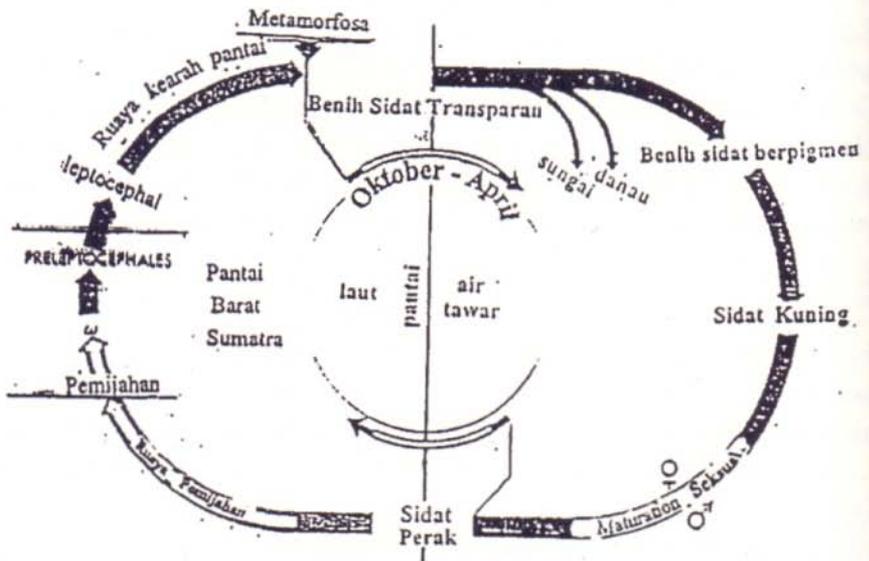
Umur *A. bicolor bicolor* ketika masuk ke muara sungai Cimandiri adalah ± 6 bulan dan diasumsikan kecepatan arus laut 10 cm/detik maka jarak dari muara sungai ke tempat pemijahan adalah 1500 km dan dengan memperhatikan data pola arus yang ada di Samudera Hindia maka diperkirakan bahwa tempat pemijahan ikan sidat *A. bicolor bicolor* adalah di sekitar Kepulauan Mentawai.

Pada stadia *glass eel*, benih sidat sudah mampu berenang melawan arus sungai, melewati muara mengarah ke hulu. Di perairan Perancis, masa migrasi *glass eel* ke perairan tawar berlangsung antara Oktober hingga April (Lecomte-Finiger 1983) dan untuk sidat Jepang *Anguilla japonica* berlangsung antara Januari hingga Juni dan puncaknya pada bulan Maret–April (Kawakami 1993), sedangkan untuk sidat tropis umumnya berlangsung sejak awal musim hujan hingga akhir musim hujan. Di beberapa perairan, ruaya anadromus *glass eel* ini berlangsung sepanjang tahun sebagai mana terjadi di Sungai Cimandiri, Sukabumi, Jawa Barat, namun puncaknya terjadi pada bulan Desember dan Februari. Di muara Sungai Opak, DI Yogyakarta puncak ruaya anadromus *glass eel* pada bulan Mei–Juni.

Tidak semua sungai yang bermuara ke laut dalam ideal sebagai alur ruaya sidat. Sungai-sungai yang tipe muaranya curam sehingga luasan kawasan muaranya (estuaria) sempit tidak ideal dimasuki *glass eel*. Sebagai contoh, Sungai Cibareno yang bermuara di Teluk Pelabuhan Ratu sedikit dimasuki *glass eel* karena muaranya tidak memiliki estuaria. Perairan sungai yang relatif landai contohnya Sungai Cimandiri (Sukabumi-Jabar) Sungai Citandui (Banjar-Jabar), Sungai Serayu (Jateng), dan Sungai Poso merupakan lokasi ideal sebagai alur ruaya *glass eel* dari laut ke perairan tawar. Walaupun dari segi topografi, suatu sungai adalah ideal, namun apabila muara sungai tersebut merupakan alur pelayaran yang padat maka *glass eel* tidak akan memasuki muara tersebut.

Migrasi *glass eel* berlangsung pada malam hari selama bulan gelap tanggal 25–30 bulan komariah. Ruaya *glass eel* difasilitasi oleh adanya air pasang (air naik). *Glass eel* beruaya di dekat permukaan air hingga kedalaman 30 cm dan berenang di pinggiran sungai (Muchsin dkk 2003). Selama perjalanan menuju tempat yang sesuai untuk hidup, *glass eel* mengalami pigmentasi hingga warna tubuhnya berubah yang pada awalnya bening (transparan) menjadi individu yang bagian punggungnya berwarna gelap (berpigmen). Pada fase ini benih ikan sidat disebut “*elver*” yang selanjutnya akan tumbuh menjadi ikan muda (juvenil) atau disebut sidat kuning “*yellow eel*”. Dinamakan *yellow eel* karena bagian perutnya berwarna kekuningan. Di perairan estuaria atau perairan air tawar, sidat kuning ini akan tumbuh hingga mencapai ukuran yang siap untuk beruaya ke laut, ikan sidat pada fase ini disebut sidat perak “*silver eel*” karena bagian perutnya berwarna perak. Selanjutnya ikan sidat melakukan ruaya pemijahan (katadromus) ke laut dalam (Gambar 4). Berdasarkan data jarak antara perairan daratan tempat induk berasal dan lokasi pemijahan dan fakta adanya biokonversi dari energi tubuh (somatik) ke energi gonad (selama proses vitelogenesis) maka di perkirakan induk sidat mati setelah melakukan pemijahan. Hal ini karena tidak cukup tersedia energi untuk kembali ke tempat asal induk semula sebelum melakukan ruaya pemijahan, meskipun pada ruaya tersebut pergerakannya dibantu oleh adanya arus laut. Setelah sidat memijah, keturunannya (larva) akan tumbuh dan mengalami beberapa kali metamorfosis, kemudian kembali ke air tawar.

Adanya perbedaan habitat selama masa hidupnya mengakibatkan ikan sidat memiliki kisaran toleransi yang luas terhadap suhu, salinitas, dan tekanan hidrostatik perairan.



Gambar 4 Daur hidup ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*)

Sumber: Modifikasi dari Lecomte-Finiger (1983)

Di perairan tawar, ikan sidat umumnya hidup di sungai-sungai yang memiliki akses ke laut dalam. Masa hidup ikan sidat di air tawar ini berlangsung antara 10–15 tahun pada sidat Eropa, di perairan tropis masa hidup di perairan tawar diperkirakan akan jauh lebih singkat. Apabila di bagian hulu sungai tersebut terdapat danau, di danau tersebut akan ditemukan sidat pada stadia juvenil (*yellow eel*) dan dewasa. Danau yang memiliki populasi ikan sidat yang cukup tinggi antara lain adalah Danau Poso di Sulawesi Tengah.

Ikan sidat dewasa secara morfologis dicirikan oleh semakin gelapnya warna permukaan bagian punggung dan berwarna keperakan pada kulit bagian samping, membesarnya diameter mata dan meningkatnya perkembangan gonad (Lecomte-Finiger 1983). Pada sidat Amerika (*A. rostrata*), sidat jantan dewasa yang bermigrasi berukuran lebih kecil dan berumur lebih muda dibandingkan dengan sidat betina. Pada sidat Jepang (*A. japonica*) fase *silver eel* dicapai pada usia 8–9 tahun,

dengan ukuran panjang $659,3 \pm 65,6$ mm dan berat $474,2 \pm 164,3$ g pada yang betina serta panjang $527 \pm 47,7$ mm dan berat $219,8 \pm 61,4$ g pada yang jantan. Migrasi induk sidat menuju tempat pemijahan berhubungan dengan debit air, kekeruhan, dan rendahnya tekanan udara. Meningkatnya intensitas cahaya baik siang ataupun malam akan menghambat ruaya ikan sidat (Haro dalam Aida *et al.* 2003). Ruaya sidat menuju laut berlangsung cepat pada sungai besar dan berlangsung pada malam hari, namun migrasi dapat berlangsung terus pada siang hari ketika kondisi air sungai dalam keadaan keruh. Pada sidat tropis migrasi *silver eel* berlangsung pada musim hujan yakni pada saat debit air tinggi.

Kehidupan ikan sidat terutama di daerah tropis seperti di Indonesia hingga saat ini masih tetap misteri (Wouthuysen *et al.* 2003). Studi mengenai ikan sidat di perairan Indonesia masih sangat langka. Studi yang pernah dilakukan di perairan Indo-pasifik dan sangat terkenal adalah “*Carlsberg Expedition Around The World*” yang dilakukan pada tahun 1928–1930, ekspedisi dipimpin oleh Schmidt, peneliti dari Denmark. Hasil yang sangat penting dari ekspedisi tersebut adalah diketahuinya secara umum sebaran spesies ikan sidat stadia “leptocephalus” dan *glass eel* serta *elver*. Diketahui pula bahwa salah satu lokasi pemijahan sidat tropis diduga berada di perairan Samudra Indonesia, tepatnya di perairan sebelah barat Pulau Sumatera (Setiawan *et al.* 2003).

Makanan dan Kebiasaan Makan

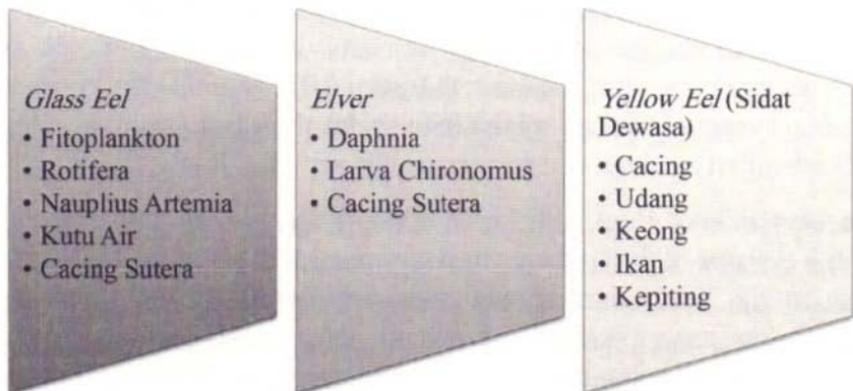
Berdasarkan struktur alat pencernaan dan komposisi makanan alami dalam isi lambungnya, ikan sidat termasuk ke dalam kelompok ikan karnivora yang bersifat predator (Murtini 2015). Jenis dan komposisi makanan yang dimakan oleh ikan sidat berubah sejalan dengan perkembangan struktur alat pencernaannya.

Pada stadia larva (leptocephalus) ikan sidat memanfaatkan partikel organik berupa debris, feces dari zooplankton (Otake *et al.* dalam Aida *et al.* 2003) dan zooplankton berjelatin, rotifera, dan larva tiram. Selanjutnya pada stadia juvenil (*glass eel*), benih sidat telah memanfaatkan fitoplankton dan mikrokrustace (rotifer) (Murtini 2015). Pada ukuran sidat yang lebih besar (*elver* dan *yellow eel*), benih sidat telah dapat mengonsumsi organisme makanan yang lebih besar antara

lain udang, kepiting, ikan, dan moluska dengan ukuran sesuai dengan ukuran lebar bukaan mulut benih (Gambar 5). Aktivitas makan ini berlangsung terus selama berada diperairan tawar terutama dalam rangka mendeposit energi pada tubuh sidat untuk keperluan pertumbuhan gonad pada saat melakukan ruaya ke laut dalam dan untuk kebutuhan energi selama berruaya yang jaraknya sangat jauh.

Berdasarkan data perkembangan struktur alat pencernaan dan komponen makanan alami yang dimakannya maka pada kegiatan budi daya khususnya pada pemeliharaan *glass eel*, pembudi daya dapat menyusun jadwal pemberian pakan yang tepat sehingga pada pemeliharaan *glass eel* dapat dicapai tingkat kelangsungan hidup (SR) dan laju pertumbuhan (SGR) yang tinggi. Tingginya nilai SR ini berarti pembudi daya telah melakukan penghematan dalam penggunaan benih.

Ikan sidat merupakan ikan nokturnal yang aktif melakukan aktivitas makan pada malam hari (kondisi gelap). Berdasarkan pengamatan di laboratorium, pada ikan sidat yang baru ditangkap di alam, ikan sidat aktif makan ketika menjelang gelap (pukul 18.00–19.00). Namun pada sidat yang telah beradaptasi dengan lingkungan budi daya, ikan sidat dapat melakukan aktivitas makan pada siang hari, tetapi puncak aktivitas makan terjadi pada sore hari menjelang gelap. Tingkah laku makan ini menjadi dasar dalam manajemen pemberian pakan pada kegiatan budi daya ikan sidat agar pertumbuhan dan efisiensi pakan dapat dimaksimalkan.



Gambar 5 Pakan alami ikan sidat

Pertumbuhan

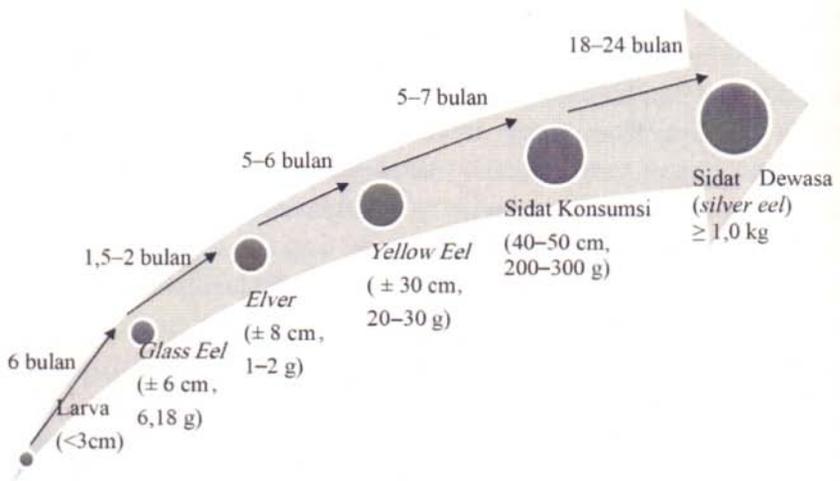
Pertumbuhan ikan sidat dipengaruhi oleh faktor dalam atau genetik (spesies, ukuran, jenis kelamin) dan faktor luar (fisika-kimia air, makanan, dan kepadatan). Terdapat beberapa spesies ikan sidat di Indonesia dengan sifat fenotip yang berbeda-beda, diperkirakan masing-masing spesies secara genetik memiliki potensi tumbuh yang berbeda pula. Faktor lingkungan terutama suhu, sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan yakni melalui pengontrolan terhadap laju metabolismenya. Suhu di suatu perairan sangat terkait dengan posisi garis lintang dan ketinggian tempat. Di daerah subtropis, masa pertumbuhan ikan sidat hanya berlangsung selama 8–9 bulan dalam setahun. Selama musim dingin (suhu kurang dari 10 °C), ikan sidat tidak melakukan aktivitas makan sehingga pada musim tersebut ikan sidat tidak tumbuh. Sebaliknya pada sidat tropis, pertumbuhan dapat berlangsung sepanjang tahun, namun pada musim kemarau ada kemungkinan sidat yang hidup di beberapa bagian sungai tidak dapat tumbuh karena keterbatasan pakan akibat keterbatasan debit air atau penyusutan luasan genangan perairan yang merupakan tempat mencari makanannya.

Ketinggian tempat (topografi) berpengaruh terhadap suhu perairan dan suhu perairan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan. Ikan sidat yang dipelihara di dataran tinggi tumbuh lebih lambat dibandingkan dengan yang dipelihara di dataran rendah. Ikan sidat tropis (*A. bicolor bicolor*) tumbuh lambat pada suhu kurang dari 24 °C (Affandi 1995) dan dapat tumbuh maksimal pada suhu 29–31°C, sedangkan ikan sidat subtropis dapat tumbuh maksimal pada suhu 20–25 °C (Elie and Daguzan 1976, Roberts 1982). Data pertumbuhan sidat subtropis (*A. anguilla*) di perairan umum disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Pertumbuhan sidat subtropis (*A. anguilla*) (Tesch 1977)

Ukuran	Tahun ke-			Keterangan
	1	2	3	
Panjang (cm)	20	35–52	–	Bnecke1981
Berat (g)	6–15 (12,7)	65–240	–	(Jerman)
Panjang (cm)	25	52	65	Walter1910
Berat (g)	12–31 (20)	200–300 (240)	430–470 (455)	(Jerman)
Panjang (cm)	17,5	26,9	43,9	Dahl 1967
Berat (g)	4–11,6 (7,5)	22–49 (36)	105–165 (150)	(Denmark)

Kajian pertumbuhan pada sidat tropis yang hidup di alam sulit dilakukan karena metode pembacaan umur melalui struktur otolit tidak berlaku untuk ikan yang hidup di daerah tropis. Data pertumbuhan sidat tropis yang didasarkan pada hasil penelitian-penelitian di laboratorium dan lapangan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 Pertumbuhan sidat tropis

Glass eel yang masuk ke perairan daratan melalui muara sungai berasal dari hasil pemijahan sekelompok induk yang tidak diketahui jumlah dan asalnya. *Glass eel* tersebut memiliki ukuran panjang 50 sampai 70 mm dan berat 0,15–0,18 g, ketika dipelihara ditempat pemeliharaan akan tumbuh dengan ukuran yang beragam. Apabila dilakukan pemilahan ukuran maka akan terbagi menjadi kelompok sidat yang pertumbuhannya cepat, sedang, dan lambat. Fakta inilah yang perlu menjadi pertimbangan pembudi daya untuk melakukan “grading” agar variasi ukuran pada wadah budi daya tetap rendah (koefisien variasi < 20%) sehingga produktivitas dan efisiensi pada pemeliharaan sidat tetap tinggi.

Secara teoritis, ikan sidat akan tumbuh maksimal apabila dipelihara pada kondisi optimal (suhu, oksigen, pH, alkalinitas, dan salinitas), pakan tersedia secara memadai baik kualitas maupun kuantitas, serta bahan-bahan toksik (NH_3 , NO_2 , FeS, Logam berat, pestisida, detergen, dan lainnya) berada pada kondisi yang minimal serta keberadaan hama dan penyakit terkendali dengan baik.

Reproduksi

Ikan sidat merupakan ikan yang tidak memiliki ciri seks sekunder sehingga untuk membedakan antara ikan jantan dan betina harus melalui pengamatan struktur anatomi-morfologi gonad setelah dilakukan pembedahan. Bentuk dan posisi gonad baik jantan maupun betina sulit ditentukan pada spesimen sidat muda (juvenil). Pada spesimen tersebut gonad tampak seperti jaringan lemak. Ikan sidat mulai dapat dibedakan jenis kelaminnya pada ukuran lebih dari 30 cm, kurang dari ukuran tersebut, jenis kelamin sulit ditentukan (Sinha and Jones 1966).

Sidat subtropis (*A. anguilla* dan *A. japonica*) telah siap untuk melakukan ruaya katadromus untuk memijah ketika berukuran >700 g atau setelah berumur 3–10 tahun (Holfman *et al.* 1997). Pada ikan sidat tropis yang hidupnya di Danau Poso, Sulawesi Tengah, ukuran ikan sidat yang melakukan ruaya katadromus adalah >2000 g (Hariyani *et al.* 2003). Pada saat beruaya menuju laut, gonad ikan sidat belum berkembang artinya selama masih berada di perairan tawar, gonad ikan sidat tidak akan pernah mencapai kondisi matang gonad. Tingkat kematangan gonad ikan sidat dapat dilihat dari nilai GSI nya (persentase perbandingan berat gonad terhadap berat tubuh). Nilai GSI pada ikan sidat tropis (*A. bicolor bicolor*) yang siap melakukan ruaya katadromus berkisar antara 0,10–2,88% (Rachmawati and Susilo 2012). Demikian pula pada ikan sidat subtropis, nilai GSI sidat betina pada lingkungan budi daya di air tawar berkisar antara 1–2% (Yoshikawa 1995 dalam Aida *et al.* 2003).

Upaya pematangan gonad dan pembuahan buatan telah dilakukan terutama di negara-negara Eropa (Prancis, Jerman, dan Denmark) serta negara-negara Asia Timur (Jepang, Taiwan, China, dan Korea). Di Indonesia upaya pematangan gonad juga telah mulai dilakukan. Pematangan gonad ikan sidat tropis (*A. bicolor bicolor*) di media air tawar yang diinduksi hormon dengan ekstraksi hipofisa ikan mas dan hCG menghasilkan GSI sebesar 1,08–3,37% (Rovara *et al.* 2007) dan yang diinduksi dengan hormon GnRH-analog menghasilkan nilai GSI sebesar 0,43–3,36% (Rachmawati *et al.* 2014).

Pematangan gonad ikan sidat yang dilakukan dengan induksi hormonal dan dipelihara pada media air dengan salinitas 30–35 ppt menghasilkan nilai GSI 40–60% pada sidat betina dan nilai GSI antara 3,6–9,6%

pada sidat jantan (Boetius and Boetius 1980). Data tersebut di atas mengindikasikan bahwa ikan sidat hanya akan berkembang gonadnya pada media air laut. Diperkirakan bahwa proses perkembangan gonad ikan sidat di alam berlangsung selama masa ruaya di laut menuju tempat pemijahannya. Data tersebut mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan laut (suhu, salinitas, dan tekanan hidrostatik) berperan penting dalam mengaktifkan hormon-hormon reproduksi sehingga proses pematangan gonad berlangsung. Pada ikan, energi yang digunakan untuk aktivitas pemijahan dan perkembangan gonad berasal dari deposit material berenergi (lemak dan protein) yang disimpan di dalam jaringan tubuhnya (hati, otot, kulit, dan organ viseral) selama hidup sebelum melakukan pemijahan (Affandi *et al.* 2011)

Ikan sidat memiliki potensi reproduksi yang tinggi. Ikan sidat Amerika (*A. rostrata*) dengan ukuran 560 g memiliki fekunditas (jumlah telur) 1,3–1,5 juta butir (Tesch 1997). Pada ikan sidat tropis (*A. bicolor bicolor*) berukuran 485–920 g memiliki fekunditas antara 750.000–3.275.000 butir (Rovara *et al.* 2007).

Pembuahan buatan pada ikan sidat Jepang (*A. japonica*) yang dilakukan pada media air laut dengan suhu 23 °C berhasil menetas telur sidat. Telur sidat menetas 18–45 jam setelah pembuahan, namun larva hanya dapat bertahan hidup selama 5 hari dan selama waktu tersebut larva tumbuh dari 4,8 mm menjadi 6,2 mm (Yamamoto and Yamauchi 1974). Informasi terkini menunjukkan bahwa larva ikan sidat Jepang (*A. japonica*) hasil pemijahan buatan dapat bertahan hidup pada pemeliharaan di akuarium selama 270 hari dengan ukuran panjang total benih sebesar 52,6 mm. Pada ukuran tersebut, larva telah mencapai stadia *glass eel*, namun pada masa pemeliharaan tersebut tingkat kelangsungan hidupnya masih sangat rendah dan laju pertumbuhannya setengah dari yang terjadi di alam atau lama waktu untuk mencapai ukuran *glass eel* dua kali lebih lama dibanding yang tumbuh di alam. Perbedaan laju pertumbuhan ini disebabkan oleh nutrisi yang tidak lengkap, terbatasnya masa aktivitas makan dan faktor lingkungan yang berbeda dengan habitat alaminya (Tanaka *dalam* Aida *et al.* 2003).

Tingkah Laku

Tingkah laku merupakan bentuk respons suatu individu terhadap rangsangan (*stressor* atau *stimulator*) yang datang dari lingkungannya, baik yang bersifat abiotik (fisika-kimia air) maupun biotik (organisme lain baik sejenis atau lain jenis). Pemahaman tentang tingkah laku ikan sangat penting dalam pengelolaan sumberdaya ikan di perairan umum dan manajemen budi daya.

Tingkah laku ikan meliputi antara lain:

1. Tingkah laku individu/populasi dalam merespons perubahan lingkungan (antara lain suhu, arus, cahaya, oksigen, dan lainnya)
2. Tingkah laku individu/populasi dalam merespons keberadaan individu lain dari spesies yang sama atau spesies lain (*social behavior*)
3. Tingkah laku dalam kaitannya dengan aktivitas makan (*feeding behaviour*)
4. Tingkah laku dalam kaitannya dengan reproduksi (*reproductive behaviour*)

Tingkah laku yang berkaitan dengan kondisi lingkungan

- Suhu

Perubahan suhu perairan akan menyebabkan perubahan suhu tubuh ikan dan akan menyebabkan terjadinya perubahan laju metabolisme karena suhu bersifat mengontrol laju metabolisme. Hasil percobaan di laboratorium menunjukkan bahwa perubahan suhu yang menjauh dari suhu optimum menyebabkan laju metabolisme tubuh ikan menurun. Perubahan laju metabolisme ini dapat mengakibatkan perubahan tingkah laku ikan antara lain aktivitas renang (termasuk migrasi), aktivitas makan, aktivitas reproduksi, dan lainnya. Di daerah tropis, perubahan suhu harian atau musiman tidak begitu nyata, tetapi percobaan di laboratorium menunjukkan bahwa suhu berpengaruh terhadap aktivitas makan dan selanjutnya akan berpengaruh terhadap tingkat konsumsi pakan dan akhirnya akan memengaruhi pertumbuhan.

Di daerah subtropis, ikan sidat (*A. Anguilla*) berhenti melakukan aktivitas makan ketika suhu perairan sekitar 10 °C (Bertin 1942, Matsui 1970). Selama musim dingin, ikan sidat tidak melakukan aktivitas makan sehingga tidak terjadi pertumbuhan. Hal ini dapat terlihat dari adanya penyempitan lingkaran tumbuh pada otolit (batu telinga) yang terletak di sisi kiri dan kanan bagian kepala.

- Arus

Adanya arus sungai di perairan muara merupakan daya tarik bagi *glass eel* untuk beruaya ke arah hulu (*upstream migration*) dan sebaliknya adanya peningkatan arus sungai akibat meningkatnya curah hujan di daerah hulu menstimulir ikan sidat dewasa (*silver eel*) untuk beruaya ke hilir (*downstream migration*) menuju laut dalam untuk memijah (Decler 1980). Dengan demikian pada stadia *glass eel* hingga menjelang dewasa (juvenil) ikan sidat bersifat reotaksis positif sedangkan ketika telah menjadi *silver eel* (dewasa) ikan sidat bersifat reotaksis negatif.

Perilaku reotaksis positif pada stadia awal (*glass eel/elver*) perlu diperhatikan dan dimaknai yang selanjutnya diterapkan pada pengaturan media budi daya. Pengaturan ini terutama dapat diterapkan pada kegiatan budi daya tahap pendederan (*larval rearing*) agar benih sidat hidup nyaman sehingga kelangsungan hidup dan laju pertumbuhannya dapat dimaksimalkan. Selain dapat diaplikasikan pada budi daya pendederan, sifat reotaksis positif ikan sidat dapat pula dimanfaatkan untuk teknik pemanenan sidat ukuran konsumsi pada budi daya pembesaran.

- Cahaya

Ikan sidat bersifat fototaksis negatif (Tesch 1977) artinya ikan ini tidak menyukai intensitas cahaya yang kuat, akibatnya aktivitas ikan sidat (*glass eel* hingga *silver eel*), baik berenang (ruaya), aktivitas makan maupun aktivitas lainnya berlangsung pada malam hari. Ruaya siang hari bila dilakukan akan berlangsung pada kolom air di kedalaman tertentu yakni kedalaman dengan tingkat pencahayaan yang rendah (gelap). Demikian pula dengan aktivitas makan, sidat akan melakukan aktivitas makan hanya pada tempat/lokasi yang kondisinya gelap.

Pada tahap pendederan, *glass eel/elver* menyukai tempat berlindung (*shelter*) yang berwarna gelap untuk bersembunyi terutama pada siang hari. Pada kolam pembesaran, perlu disediakan “ruang gelap” untuk menempatkan tempat pakan agar sidat dapat melakukan aktivitas makan khususnya pada siang hari.

- Oksigen

Oksigen merupakan faktor pembatas bagi kehidupan ikan (Billard and Marie 1980). Ketika kadar oksigen terlarut dalam air di atas 3 ppm, ikan sidat aktif secara normal, sebaliknya bila kadar oksigen terlarut dalam air rendah (< 1 ppm), ikan sidat akan berada pada tempat pakan yang terapung di permukaan air dengan posisi tubuh kontak langsung dengan udara bebas atau berenang di permukaan air dengan kepala disembulkan ke luar air dan rongga insangnya menggelembung (Usui 1974). Pada kondisi ini, ikan sidat tampak seperti pipa tegak. Perilaku berenang dengan posisi tubuh tegak demikian bila berlangsung lama akan menyebabkan ikan kehabisan energi sehingga tubuh ikan tenggelam ke dalam air. Pada kondisi tersebut ikan tidak dapat bernapas dan berakhir dengan kematian. Kadar oksigen terlarut di perairan juga dapat memengaruhi nafsu makan, aktifitas makan maksimum terjadi ketika oksigen terlarut di media > 5 ppm (Affandi 2014). Ikan sidat akan berkurang selera makannya ketika kadar oksigen di perairan menurun dari titik optimumnya, yaitu 6 ppm.

- Salinitas

Salinitas media akan memengaruhi tekanan osmotik tubuh ikan. Agar tekanan osmotik tubuh tetap stabil sehingga ikan dapat hidup dengan normal, ikan harus melakukan osmoregulasi. Pada pemeliharaan *glass eel* di laboratorium tampak bahwa *glass eel* yang dipelihara pada salinitas 6–7 ppt aktif berenang lebih gesit dibanding dengan *glass eel* yang dipelihara pada media yang bersalinitas di luar nilai tersebut (Affandi dan Riani 1994). Di perairan Laguna Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah, ikan sidat kuning (10–30 g/individu) masih ditemukan pada saat pasang dengan salinitas perairan ± 20 ppt (Affandi *et al.* 1995).

Ikan sidat yang belum mencapai ukuran siap beruaya ke laut, ketika diadaptasikan pada media bersalinitas ternyata berusaha untuk keluar dari media dengan cara meloncat dan berenang di permukaan air. Tingkah laku menolak media bersalinitas ini disebabkan organ-organ yang berkaitan dengan osmoregulasi belum siap sehingga ikan belum berkemampuan untuk hidup di media air laut. Upaya penolakan terhadap media bersalinitas ini memerlukan energi yang besar dan bila dibiarkan

akan berakhir dengan kematian. Untuk dapat hidup pada media air laut, ikan sidat harus diaklimasikan terhadap media air laut secara bertahap sehingga pada akhirnya mampu hidup di media air laut.

Tingkah laku makan

Ikan sidat termasuk ikan yang bersifat fototaksis negatif sehingga aktivitas makannya berlangsung pada malam hari (hewan nokturnal). Di kolam yang tidak memiliki tempat makan khusus (ruang gelap), ikan sidat hanya aktif makan ketika matahari tenggelam (cahaya redup). Pada pemeliharaan *glass eel/elver* di akuarium, agar ikan sidat mau makan pada siang hari maka dinding akuarium di buat gelap dengan cara melapisi dengan plastik hitam. Pada pemeliharaan ikan sidat di dalam ruangan, ruangan harus diusahakan redup (intensitas cahaya rendah) agar ikan sidat selalu aktif dan nyaman. Pada pemeliharaan sidat di luar ruangan (*out door*) untuk mendorong ikan sidat aktif pada siang hari, pengaturan tingkat kecerahan kolam perlu dilakukan atau dengan mendirikan ruang/bangunan gelap di dalam kolam.

Ikan sidat termasuk ikan yang mampu mengambil oksigen bebas dari udara melalui kulitnya. Dengan demikian ikan sidat mampu melakukan aktivitas makan di luar media air dalam waktu yang cukup lama. Sifat ini sangat menguntungkan terutama ketika pakan yang diberikan berbentuk pasta yang diletakkan pada wadah yang berada sedikit di atas permukaan air. Pakan yang diberikan di luar air akan terhindar dari pencucian (*leaching*) oleh air sehingga dapat mengurangi pencemaran media budi daya karena pakan yang akan melarut dalam air jumlahnya sedikit. Pemberian pakan di luar air juga akan menghasilkan efisiensi pakan yang tinggi. Untuk membiasakan ikan sidat makan pada wadah pakan (*feeding tray*) di permukaan air (di luar air), harus dibiasakan sejak dari *glass eel*.

Ikan sidat termasuk ikan yang oportunistis (Bertin 1942), artinya di alam sidat akan mengonsumsi jenis organisme sesuai dengan yang melimpah di habitatnya. Walaupun demikian, ikan ini memiliki makanan yang disukainya terutama makanan yang beraroma tajam. Aroma ini penting karena ikan sidat mengandalkan penciuman sebagai alat pendeteksi makanannya (Tesch 1977).

Tingkah laku reproduksi

Ikan sidat bereproduksi di laut dalam dengan demikian perilaku ketika memijah yakni perilaku kopulasi (percumbuan) tidak diketahui secara sempurna. Perilaku kopulasi induk sidat teramati di lingkungan laboratorium setelah kedua induk sidat (jantan dan betina) dimatangkan gonadnya terlebih dahulu. Pengaruh *Treatmen hormonal* pada ikan sidat menunjukkan hal yang sama seperti pada ikan lain. Perilaku reproduksi ikan sidat yang banyak dipelajari adalah perilaku ketika akan memijah yakni perilaku ruaya pemijahan. Pada ikan sidat, ruaya pemijahan dilakukan ketika ukuran sidat telah mencapai bobot tertentu. Ikan sidat akan melakukan ruaya ke arah hilir sungai menuju laut yang dirangsang oleh adanya peningkatan debit air sungai atau terjadinya peningkatan paras muka air sungai akibat meningkatnya curah hujan (Tesch 1977). Seperti halnya pada stadia yang lain sidat bersifat fototaksis negatif, ruaya sidat dewasa akan berlangsung pada malam hari dan jika ruaya berlangsung pada siang hari maka akan dilakukan pada kedalaman tertentu yang intensitas cahayanya rendah. Berlainan dengan *glass eel*, *elver*, dan *yellow eel*; *silver eel* (sidat yang siap beruaya ke hilir) bersifat "reotaksis negatif" artinya beruaya atau berenang mengikuti aliran air ke arah hilir menuju laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di sungai besar (lebar) kecepatan renang sidat dewasa (*silver eel*) lebih cepat dibandingkan dengan di sungai yang kecil (sempit). Kecepatan renangnya dapat mencapai 2,7–3,9 km/jam untuk sidat Eropa, dan 1,5–4,7 km/jam untuk sidat Amerika (Tesch 1977). Kecepatan renang ini hampir mendekati kecepatan arus sungai yang dilaluinya. Ruaya ke hilir ini berlangsung secara pasif dengan menghanyutkan diri atau dengan berenang secara aktif mengikuti arus air sungai ke hilir.

Tingkah laku sosial

Di alam, ikan sidat mampu hidup secara bergerombol sehingga pada kegiatan budi daya, ikan sidat dapat dipelihara dengan kepadatan tinggi. Pada percobaan di laboratorium, ikan sidat (berat \pm 20 g/ekor) dengan jumlah 5 individu per akuarium dengan volume air 60 L tidak mau melakukan aktivitas makan walaupun pada kondisi gelap. Namun demikian, ketika jumlah individu dalam akuarium lebih dari 40 ekor, ikan sidat mau mengonsumsi pakan yang diberikan. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, tampak bahwa keberanian untuk melakukan

aktivitas makan muncul ketika ikan sidat berada dalam keadaan bergerombol. Hal ini mirip dengan beberapa jenis ikan lain ketika ditempatkan pada wadah yang relatif sempit.

Ikan sidat memiliki sifat dominansi artinya ikan yang berukuran lebih besar akan mendominasi ikan yang berukuran lebih kecil. Pada kondisi budi daya, ketika sidat diberi makan, ikan sidat yang berukuran besar akan lebih dulu mengonsumsi pakan. Setelah ikan berukuran besar meninggalkan tempat pakan (kenyang) baru akan dilanjutkan oleh ikan sidat yang ukurannya lebih kecil. Adanya sifat dominansi terutama ketika melakukan aktivitas makan maka pemilahan ukuran (grading) agar ukuran ikan dalam wadah budi daya seragam adalah hal yang mutlak harus dilakukan, baik pada budi daya pendederan ataupun pembesaran (Matsui 1982).

Pada pemeliharaan *glass eel/elver* ketika terjadi kelangkaan pakan di media sering mengakibatkan munculnya sifat kanibal. Kejadian kanibalisme ini akan menyebabkan tingginya angka kematian (mortalitas) pada pemeliharaan *glass eel/elver* tersebut. Sifat kanibalisme ini jarang terjadi pada ikan sidat stadia juvenil dan dewasa. Sifat kanibalisme dapat ditekan terutama melalui penyeragaman ukuran dan pemberian pakan yang berkecukupan.

Potensi Sumberdaya Sidat dan Tingkat Pemanfaatannya

Dilihat dari persebarannya, sebagaimana dipetakan oleh Delsman dalam Tesch (1977), Sugeha *et al.* (2008), dan Fahmi (2013), Indonesia memiliki potensi sumberdaya ikan sidat yang cukup besar. Berdasarkan peta tersebut, ikan sidat menyebar di perairan daratan yang berbatasan dengan laut dalam yakni pantai selatan Pulau Jawa, pantai barat Pulau Sumatera, pantai timur Pulau Kalimantan, seluruh pantai Pulau Sulawesi, pantai Kepulauan Maluku, serta pantai utara dan selatan Papua. Walaupun persebarannya sangat luas, namun potensinya belum terpetakan dengan baik sehingga data potensi sidat di Indonesia sangat terbatas. Data yang tersedia namun belum lengkap adalah data hasil tangkapan sidat di perairan yang berbatasan dengan pantai selatan Pulau Jawa. Di daerah tersebut saat ini intensif dilakukan penangkapan

sidat baik ukuran benih (*glass eel*) maupun ukuran dewasa. Di tempat lain yang tingkat penangkapan sidatnya cukup intensif adalah muara Sungai Poso (*glass eel*) dan Danau Poso (sidat dewasa). Pada tahun 2010 tercatat hasil tangkapan sidat (*glass eel* dan sidat dewasa) di pantai selatan Pulau Jawa sebesar 113,6 ton, dan daerah dengan hasil tangkapannya tertinggi adalah Kabupaten Cilacap (40,33 ton). Ikan sidat yang dihasilkan di Kabupaten Cilacap ditenggarai berasal dari Perairan Segara Anakan dan sekitarnya dengan komposisi terbesar adalah ikan ukuran konsumsi. Berbeda dengan Perairan Segara Anakan di Kabupaten Cilacap, Sungai Cimandiri di Kabupaten Sukabumi memiliki potensi benih (*glass eel*) yang tinggi. Wahyu dkk (2014) melaporkan bahwa hasil tangkapan benih sidat (*glass eel* dan *elver*) di perairan sekitar Teluk Pelabuhan Ratu antara tahun 2010–2013 berkisar antara 3.422–5.000 kg dan 67–71% dari total hasil tangkapan tersebut adalah *glass eel* dan sisanya adalah *elver*.

Berbeda dengan di negara-negara Asia Timur, di Indonesia sidat belum banyak dikenal dan dikonsumsi oleh masyarakat terutama masyarakat yang tinggal di luar daerah yang merupakan alur ruaya ikan sidat. Pemanfaatan sidat sebagai ikan konsumsi masih sangat terbatas akibat belum populernya ikan sidat sebagai ikan yang rasanya sangat lezat dan mengandung gizi yang tinggi. Sidat yang diperjualbelikan di dalam negeri masih terbatas di kota-kota besar dengan konsumennya terutama orang-orang asing yang tinggal di Indonesia. Produk sidat Indonesia terutama ditujukan untuk ekspor. Ekspor sidat Indonesia tahun 2013 baru mencapai 8.276 ton, padahal komoditas sidat yang diperdagangkan di dunia sekitar 250.000 ton. Dengan cukup tersedianya benih dan adanya peraturan larangan ekspor benih serta cukup luasnya lahan untuk kegiatan budi daya, seyogianya Indonesia mengembangkan budi daya sidat agar dapat menjadi produsen sidat dunia.

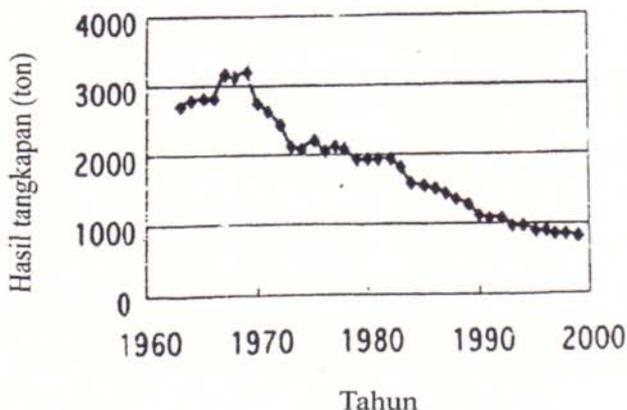
Pemanfaatan *glass eel* sebagai benih pada kegiatan budi daya masih sangat terbatas. Pembudi daya sidat dalam negeri (PMDN) jumlahnya masih sangat sedikit padahal potensi benih cukup besar. Benih yang ada saat ini lebih banyak dimanfaatkan oleh perusahaan budi daya sidat skala besar (PMA) yang saat ini jumlahnya sekitar 9 perusahaan yang berinvestasi di Pulau Jawa (Sukabumi, Bogor, Karawang, Cirebon, Solo, dan Banyuwangi).

Ancaman terhadap Kelestarian Sumberdaya Sidat

Ikan sidat merupakan sumberdaya perairan yang dapat pulih namun rentan kepunahan. Dikatakan dapat pulih karena mampu memperbarui diri melalui proses reproduksi dengan jumlah telur yang dapat dikeluarkan sekitar 1,5–3,0 juta butir per ekor induk. Rentan punah karena banyak ancaman yang menghadang selama masa hidupnya, baik ketika berada di perairan laut (masa larva hingga *glass eel*) dan di perairan daratan (*glass eel* hingga *silver eel*). Banyaknya ragam ancaman yang menghadang ikan sidat telah menyebabkan populasi sidat hampir di semua tempat di dunia mengalami penurunan, padahal permintaan terhadap ikan sidat tersebut terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk.

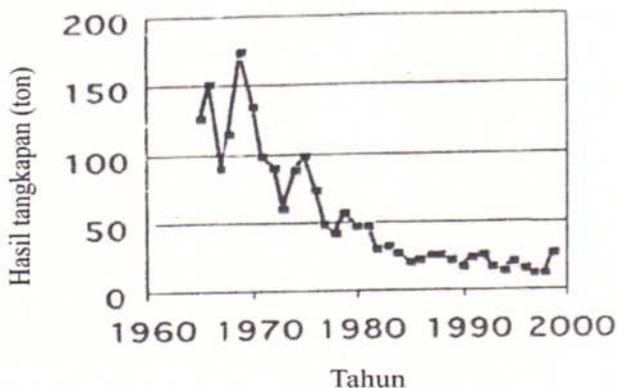
Ikan sidat memiliki masa kritis yang sangat panjang (fase larva-*glass eel*: 180–240 hari), harus melakukan dua kali adaptasi lingkungan yakni ketika fase *glass eel* harus beradaptasi dari lingkungan laut ke lingkungan air tawar dan ketika fase *silver eel* harus beradaptasi lingkungan tawar ke lingkungan laut, serta harus beruaya dengan menempuh jarak yang sangat jauh (400–4000 km) baik pada fase larva (dari tempat penetasan ke tempat pembesaran) maupun pada fase *silver eel* (dari tempat pembesaran ke tempat pemijahan). Panjangnya masa kritis dan banyaknya ragam ancaman selama masa hidupnya terutama yang terjadi pada akhir-akhir ini telah menyebabkan tingginya tingkat kematian sehingga terjadi penurunan populasi sidat di alam. Di Eropa, penurunan populasi ikan sidat mulai terdeteksi pada pertengahan tahun 1960-an, dan di Jepang pada tahun 1970, sedangkan di Amerika pada akhir tahun 1990-an. Di Indonesia data penurunan populasi sidat di alam tidak tersedia, tetapi dengan adanya penurunan kualitas air yang terjadi hampir di seluruh perairan dan adanya faktor-faktor lain yang menjadi ancaman bagi kelangsungan hidup sidat, diperkirakan juga telah terjadi penurunan populasi dari jenis-jenis ikan sidat terutama yang ada di Pulau Jawa. Ranguet *et al.* (2002) mengungkapkan bahwa pada periode antara tahun 1984–2000 terjadi penurunan pasokan benih sidat sebesar 64% (Jepang), 43,5% (Eropa), dan 8,3 (Amerika). Penurunan

pasokan benih tersebut berdampak secara langsung terhadap produksi sidat dunia. Data tentang penurunan hasil tangkapan *glass eel* dan sidat dewasa di Jepang disajikan pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7 Hasil tangkapan *Glass eel* di Jepang

Sumber: Tatsukawa (2001 dalam Aida et al. 2003)



Gambar 8 Hasil tangkapan sidat dewasa di Jepang

Sumber: Tatsukawa (2001 dalam Aida et al. 2003)

Ancaman terhadap kelestarian sumberdaya sidat ini antara lain: penangkapan yang intensif, penurunan kualitas air di habitat ikan sidat, kerusakan habitat, penyusutan luasan habitat, adanya rintangan pada alur ruaya ikan sidat, dan perubahan iklim.

Penangkapan Ikan Sidat yang Intensif

- Penangkapan benih (*glass eel/elver*)

Intensitas penangkapan *glass eel* yang tinggi terjadi di muara Sungai Cimandiri, Pelabuhan Ratu, Sukabumi yang disebabkan oleh:

- Jenis ikan sidat yang dominan di Sungai Cimandiri adalah *A. bicolor bicolor* yakni jenis yang paling diminati oleh konsumen/pembeli di pasar Asia Timur (Jepang, Taiwan, Korea, dan China).
- Kondisi muara yang landai memudahkan bagi nelayan untuk melakukan penangkapan *glass eel*.
- Kelimpahan *glass eel* cukup tinggi dibandingkan dengan muara sungai lain yang ada di pantai selatan Pulau Jawa.
- Akses untuk transportasi benih hasil tangkapan mudah karena jarak dari lokasi penangkapan ke pengumpul cukup dekat dan pengangkutan benih dari pengumpul ke tempat tujuan pengguna benih sangat mudah.

Berdasarkan data hasil tangkapan benih sidat dari nelayan sekitar Teluk Pelabuhan Ratu (Cimandiri dan sungai sekitarnya) dalam satu tahun dapat mencapai 3.400–5.000 kg (Widyasari 2013).

Lokasi lain yang tingkat eksploitasi benih (*glass eel*) nya cukup tinggi adalah muara Sungai Poso, Kabupaten Poso, Sulawesi Tengah. Muara Sungai Poso hampir sama kondisinya dengan muara Sungai Cimandiri, namun jenis sidat yang dominan tertangkap adalah dari jenis sidat *A marmorata*. Walaupun pasar Jepang belum dapat menerima *A marmorata*, namun negara Asia Timur lainnya (Hongkong, Taiwan dan Korea) dapat menerima jenis ikan sidat ini.

Permintaan benih (*glass eel*) akan terkait langsung dengan tingkat aktivitas budi daya dan tingkat efisiensi penggunaan benih pada kegiatan budi daya. Saat ini tingkat kelangsungan hidup (SR) pada pemeliharaan *glass eel* umumnya kurang dari 60%. Semakin banyak pelaku budi daya sidat dan semakin rendah SR pada masa pendederan benih sidat, akan semakin tinggi permintaan benih untuk kegiatan budi

daya tersebut. Hal ini akan mengakibatkan tingginya laju eksploitasi benih sidat (*glass eel*) dari alam. Dalam jangka panjang akan mengancam kelestarian sumberdaya sidat bilamana tidak diambil langkah-langkah penyelamatannya.

- Penangkapan ikan sidat dewasa untuk kebutuhan konsumsi

Data secara rinci tentang hasil tangkapan ikan sidat juvenil (*yellow eel*) dan dewasa (*silver eel*) belum tersedia dengan lengkap. Beberapa lokasi yang merupakan daerah penangkapan ikan sidat ukuran konsumsi antara lain Jawa Tengah (Segara Anakan), Bengkulu, dan Sulawesi tengah (Danau Poso). Hasil tangkapan di lokasi-lokasi tersebut tidak tercatat dengan baik sehingga belum diketahui apakah jumlah tangkapannya sudah melebihi batas aman (*over fishing*) atau belum melebihi batas aman (*under fishing*). Hasil tangkapan ikan sidat di perairan selatan Pantai Pulau Jawa sekitar 114 ton (KKP 2015).

Walaupun data produksi sidat ukuran konsumsi dari pusat-pusat penangkapan benih belum tersedia secara memadai, namun pengendalian penangkapan sidat ukuran konsumsi harus sudah mulai dilakukan karena ancaman lain terhadap sumberdaya sidat sudah mulai tampak. Demikian pula penangkapan induk yang akan melakukan migrasi katadromus seperti yang berlangsung di *outlet* Danau Poso harus segera dibatasi karena sangat membahayakan bagi kelestarian sidat di Sungai dan Danau Poso.

Selain intensitas penangkapan yang tinggi, penangkapan sidat dengan menggunakan racun (pestisida, akar tuba, potassium bisulfida) dan dengan arus listrik terutama dilakukan di anak-anak sungai yang dilakukan oleh masyarakat. Kegiatan ini bila tidak dicegah dan larang akan mengakibatkan penurunan populasi sidat yang signifikan.

Penurunan Kualitas Air di Habitat Ikan Sidat

Ikan sidat akan hidup dan tumbuh dengan baik bila berada pada lingkungan yang optimal. Pada kenyataannya aktivitas manusia saat ini, baik kegiatan di pemukiman, maupun kegiatan lain seperti pertanian, industri, penambangan, transportasi, dan lainnya, sering kali mengakibatkan penurunan kualitas perairan. Limbah, baik berupa

bahan pencemar organik, anorganik, panas, maupun suara (kebisingan). apabila jumlahnya atau kuantitasnya melebihi batas yang dapat ditolerir oleh ikan sidat, maka akan mengakibatkan stres bahkan kematian.

Penggunaan pestisida pada kegiatan pertanian di daerah aliran sungai dan kegiatan penambangan (misalnya emas) yang saat ini marak dilakukan di hulu-hulu sungai serta kegiatan lain seperti industri yang terletak di DAS suatu sungai juga berpotensi mencemari perairan. Bahan-bahan pencemar tersebut pada akhirnya akan terbawa aliran sungai hingga ke muara sungai. Keberadaan bahan pencemar di badan sungai akan berdampak pada kondisi kesehatan ikan sidat, sedangkan bila telah berada di muara sungai ditenggarai akan menghambat ruaya anadromus *glass eel* ke arah hulu sungai akibatnya rekrutmen *glass eel* akan turun, dalam jangka panjang populasi ikan sidat di perairan sungai akan berkurang bahkan hilang. Data kandungan logam berat di Sungai Cimandiri disajikan pada Tabel berikut (Kamal 2014).

Tabel 5 Kadar logam berat berbahaya di Sungai Cimandiri, Pelabuhan Ratu, Sukabumi

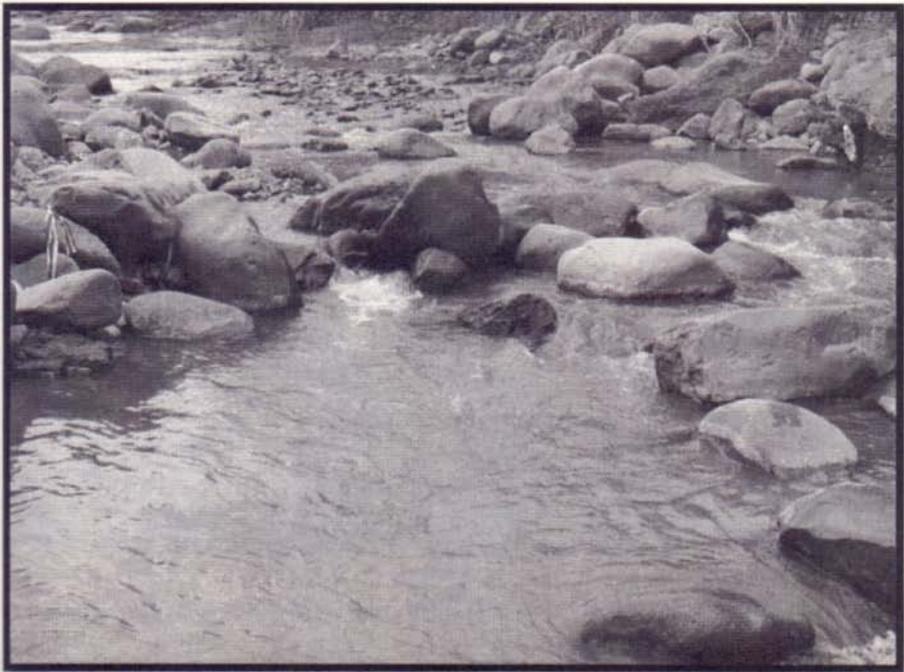
No.	Jenis Logam	Satuan	DL	Hulu	Tengah	Hilir
1	Kadmium (Cd)	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
2	Timah Hitam (Pb)	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002
3	Air Raksa (Hg)	µg/L	0,020	0,128	0,238	0,463

Kerusakan Habitat

Ikan sidat merupakan ikan nokturnal artinya ikan yang aktivitasnya berlangsung pada malam hari. Pada siang hari, ikan sidat akan bersembunyi di gua-gua atau celah-celah batu besar yang terdapat di sungai. Keberadaan batu-batu besar dengan celah-celahnya yang cukup terbuka dan kedalaman sungai yang cukup dalam merupakan habitat yang ideal bagi ikan sidat. Saat ini banyak sungai-sungai termasuk anak-anak sungai yang berada di sekitar hulu sungai mengalami kerusakan akibat pengambilan batu untuk kebutuhan bangunan dan adanya sedimentasi.

Pembukaan hutan di hulu sungai untuk kegiatan pertanian tanaman pangan dan perkebunan mengakibatkan terbentuknya lahan terbuka yang berpotensi terjadinya erosi ketika musim hujan. *Run off* yang

membawa partikel lumpur pada akhirnya akan masuk ke sungai dan terjadi pendangkalan serta penutupan celah-celah batu oleh pasir dan lumpur. Hilangnya batu karena diambil untuk bangunan dan atau tertutupnya celah-celah batu serta terjadinya pendangkalan sungai menyebabkan rusaknya habitat ikan sidat. Rusaknya habitat ini dalam jangka panjang akan menurunkan populasi ikan sidat. Penurunan populasi sidat ini telah dirasakan di beberapa tempat di berbagai hulu sungai. Pendangkalan dan penutupan celah-celah batu akibat erosi telah terjadi, contohnya di hulu Sungai Cimandiri (Gambar 9).



Gambar 9 Pendangkalan di bagian hulu Sungai Cimandiri

Di bagian hilir (muara) Sungai Cimandiri juga terjadi kerusakan habitat. Dengan dibangunnya PLTU, pada sisi kanan Sungai Cimandiri (mengarah ke laut), kecepatan arus pada pinggiran sungai yang pada awalnya relatif rendah, saat ini setelah ada bangunan, kecepatan arusnya menjadi tinggi. Kecepatan arus yang tinggi pada tepian sungai ini sulit untuk dapat dilalui oleh *glass eel* untuk naik dari laut menuju sungai. Dengan demikian kondisi ini berpotensi menurunkan jumlah

glass eel yang masuk ke sungai. Dalam jangka panjang keadaan ini akan menurunkan populasi ikan sidat dewasa. Di perairan sungai akibat jumlah *glass eel* yang masuk sedikit dan jumlah induk yang dihasilkan dari sungai sedikit maka kelak jumlah *glass eel* yang diproduksi akan sedikit pula. Kondisi muara Sungai Cimandiri saat ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Bangunan PLTU di Muara Sungai Cimandiri

Selain batu-batu besar dan cekungan (goa) sungai, tumbuhan yang hidup di pinggir sungai termasuk pohon bakau yang hidup di sekitar laguna juga merupakan habitat dan tempat berlindungnya ikan sidat. Dengan meningkatnya kebutuhan bahan bakar dan bahan bangunan serta perluasan lahan pemukiman dan pesawahan, di beberapa kawasan yang menjadi daerah persebaran sidat (misalnya di Segara Anakan) telah terjadi perusakan atau penebangan pohon bakau. Rusaknya habitat ini berpotensi menurunkan populasi sidat dimasa mendatang.

Penyusutan Luasan Habitat

Luasan habitat merupakan salah satu penentu besarnya potensi atau stok suatu jenis ikan termasuk ikan sidat. Di perairan daratan, ikan sidat hidup dan tumbuh di sungai-sungai, rawa, laguna, danau, dan kawasan persawahan yang berhubungan dengan aliran air menuju laut dalam.

Perkembangan penduduk yang pesat sering kali menggunakan kawasan yang menjadi habitat ikan sidat menjadi kawasan pemukiman atau fasilitas umum atau peruntukan lain yang dibutuhkan (bendungan, persawahan, perkebunan, dan lainnya). Akibat dari perubahan peruntukan habitat tersebut menyebabkan penyusutan habitat ikan sidat. Penyusutan habitat ikan sidat ini terutama terjadi di Pulau Jawa dan pulau lain yang penduduknya cukup padat.

Di beberapa danau dan laguna, pengurangan luasan habitat sidat ini karena dikonversi ke peruntukan lain (persawahan, perkebunan, pemukiman) yang diawali dengan terjadinya sedimentasi akibat erosi dari kawasan sekitarnya dan dari kawasan hulu sungai (Danau Tempe, Lombok, Segara Anakan, dan lainnya). Di Segara Anakan luasan kawasan genangnya tinggal 10% (\pm 600 Ha) dari luasan pada awal tahun 1970-an (Komunikasi pribadi dengan Kadis Perikanan Kabupaten Cilacap 2015). Penurunan luasan perairan tersebut secara langsung akan berdampak terhadap besarnya populasi sidat di kawasan tersebut. Jika produksi ikan sidat dari Kabupaten Cilacap saat ini sekitar 40 ton dengan asumsi 90% dari produksi tersebut berasal dari perairan Segara Anakan, diperkirakan potensi produksi ikan sidat per tahun dari Segara Anakan pada awal tahun 70-an sekitar 360 ton.

Rintangan pada Alur Ruaya Sidat

Pada kondisi alamiah suatu sungai yang menjadi habitat ikan sidat dapat dilalui sidat ketika melakukan ruaya ke arah hulu (ruaya anadromus) maupun ke arah hilir (ruaya katadromus). Di beberapa sungai yang menjadi habitat ikan sidat, saat ini telah dibuat bendungan untuk keperluan pembangkit tenaga listrik (PLTA) maupun untuk keperluan irigasi (pertanian). Beberapa sungai yang saat ini telah dibuat bendungan untuk keperluan pembangkit tenaga listrik dan irigasi antara lain Sungai Serayu di Jawa Tengah (Bendungan Mrica), Kali Progo dan Kali Opak di

DIY, Sungai Poso di Tentena, Sulawesi Tengah, serta Sungai Poilgar di Sulawesi Utara. Keberadaan bendungan/DAM tersebut telah memutus alur ruaya sidat baik dari arah hilir ke arah hulu maupun dari hulu ke hilir. Pada sidat Eropa (*A. anguilla*) adanya bendungan pada sungai yang merupakan alur ruayanya telah menurunkan tingkat rekrutmen hingga 90% (Peper *et al.* 2003). Adanya bendungan (pembelokkan aliran air) di Sungai Poso ke arah instalasi PLTA, tidak memungkinkan lagi benih-benih sidat dapat mencapai Danau Poso. Padahal Danau Poso merupakan habitat pembesaran ikan sidat hingga mencapai dewasa. Jika tidak ada upaya pembuatan alur ruaya baru atau tidak melakukan restocking maka suatu saat nanti tidak akan ada lagi ikan sidat di Danau Poso. Danau Poso juga merupakan gudangnya induk sidat yang kelak akan menghasilkan keturunannya (*glass eel*) yang akan kembali ke Sungai Poso. Dengan tidak adanya pasokan induk dari Danau Poso maka jumlah *glass eel* yang akan masuk ke muara Sungai Poso diperkirakan akan turun drastis. Kasus yang sama juga akan terjadi di sungai-sungai lain yang ada bendungannya.

Di Amerika Serikat dan di negara-negara Eropa telah dilakukan upaya untuk mengatasi rintangan akibat dibangunnya bendungan tersebut yaitu dengan pembuatan *fish ladder* atau *fish way*. Dengan adanya *fish way* ini diharapkan ruaya sidat dari hilir ke hulu dan sebaliknya dapat tetap berlangsung sehingga populasi sidat tetap terjamin keberadaannya. Di Indonesia pembuatan *fish way* ini masih pada tahap penelitian dan di beberapa sungai (Kali Progo dan Kali Opak) sudah di bangun. Namun efektivitasnya masih harus dikaji lebih lanjut.

Perubahan Iklim

Kondisi iklim sangat berpengaruh terhadap biota perairan antara lain pola distribusi, pola migrasi dan siklus hidupnya. Pada akhir-akhir ini, iklim mengalami perubahan sehingga terjadi perubahan musim. Sering kali musim hujan terjadi pada bulan-bulan yang sebelumnya merupakan musim kemarau dan sebaliknya. Kondisi perubahan iklim ini akan berdampak sangat besar bagi kehidupan sidat karena ikan sidat merupakan ikan yang ruayanya sangat berkaitan dengan iklim (Tesch 1977). Kemarau yang panjang akan mengakibatkan keterbatasan air di perairan daratan akibatnya akan berdampak pada kelangkaan pakan

dan keterbatasan ruang gerak dan juga ruaya katadromus (*silver eel*) serta ruaya anadromus (*glass eel*). Kondisi ini akan berdampak pada kelangsungan hidup, pertumbuhan dan rekrutmen ikan sidat.

Walaupun kajian pengaruh perubahan iklim terhadap sumberdaya sidat belum pernah dilakukan, namun data pengaruh perubahan iklim pada beberapa jenis ikan di perairan daratan menunjukkan adanya perubahan pada pola rekrutmennya (Prianto 2015).

Ikan sidat sebagai ikan yang rekrutmennya berkaitan dengan pola arus laut dan musim sudah tentu adanya perubahan iklim dapat berpengaruh terhadap pola ruayanya, baik ruaya anadromus maupun katadromus. Ketidakpastian pola arus laut akibat perubahan iklim dapat membawa benih sidat ke habitat yang tidak ideal sehingga mengakibatkan tingginya kematian benih. Tingginya kematian benih ini akan menurunkan populasi sidat di masa mendatang. Demikian pula halnya dengan induk sidat, pola arus laut yang berubah dapat membawa induk sidat ke tempat yang tidak ideal untuk melangsungkan perkawinan. Akibatnya proses pemijahan tidak efektif dan larva yang dihasilkan lebih sedikit atau berada pada kondisi lemah sehingga tidak mampu mencapai muara sungai. Kondisi ini secara langsung akan menurunkan jumlah rekrut (*glass eel*) yang masuk muara sungai dan pada akhirnya populasi sidat di perairan daratan (di habitat pembesarannya) akan menurun tajam.

Pengelolaan Sumberdaya Ikan Sidat

Ikan sidat sebagai sumberdaya alam yang memiliki nilai ekonomis tinggi harus dimanfaatkan secara optimal, namun harus dengan penuh kehati-hatian karena sumberdaya ini rentan punah. Selain karena banyaknya ancaman yang harus dihadapi selama masa hidupnya, juga karena eksploitasi benih ikan di alam sangat tinggi disebabkan ikan sidat ini belum dapat dipijahkan secara buatan sehingga benih untuk budi daya masih bergantung pada alam.

Agar sumberdaya ikan sidat dapat dimanfaatkan secara berkesinambungan maka perlu dikelola secara bijaksana. Dengan demikian dalam melaksanakan pengelolaannya harus didasarkan pada informasi hasil

kajian-kajian ilmiah antara lain tentang aspek bioekologi, kondisi stok (potensi produksi), pola rekrutmen, kondisi lingkungan di habitat yang dieksploitasi dan kondisi sosial ekonomi masyarakat di kawasan daerah aliran sungai/ perairan yang akan dikelola.

Untuk mengelola sumberdaya sidat perlu dirumuskan strategi pemanfaatan dan pelestariannya sehingga nantinya walaupun sumberdaya ini dieksploitasi, baik benih maupun ukuran konsumsinya, kelestariannya tetap terjaga dengan baik.

Strategi Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Sidat

Sebagaimana telah diungkapkan sebelumnya bahwa Indonesia memiliki potensi sumberdaya sidat baik ukuran benih maupun ukuran konsumsi yang cukup tinggi, namun tingkat pemanfaatannya oleh masyarakat Indonesia masih sangat rendah. Hal ini dapat dilihat antara lain dari banyaknya anggota masyarakat yang belum mengenal ikan sidat, kegiatan atau jumlah pembudi daya sidat yang sangat sedikit dan tidak ditemukannya sidat segar/olahan di pusat pusat perbelanjaan.

Upaya meningkatkan pemanfaatan sumberdaya sidat meliputi kegiatan penangkapan, budi daya, *processing*, perdagangan, dan kegiatan lain yang terkait. Upaya ini dimaksudkan agar sumberdaya sidat dapat berkontribusi lebih besar lagi dalam memperbaiki gizi masyarakat, memperluas lapangan kerja, dan memperluas kegiatan bisnis sidat.

Indonesia sebagai negara yang memiliki sumberdaya sidat perlu memanfaatkannya dengan baik agar sumberdaya tersebut berkontribusi besar bagi kesejahteraan bangsa. Kendala dalam memanfaatkan ikan sidat sebagai ikan konsumsi antara lain:

1. Ikan sidat masih belum di kenal secara luas oleh masyarakat Indonesia terutama yang tinggal di kawasan yang tidak dilalui oleh ruaya sidat sehingga permintaan pasar terhadap ikan sidat sangat rendah.
2. Harga per kg ikan sidat sangat mahal dibandingkan dengan jenis ikan lain yang saat ini sudah menjadi ikan konsumsi sehingga sulit dijangkau oleh daya beli masyarakat
3. Bentuk sidat yang menyerupai ular sehingga tidak mudah dapat diterima oleh semua kalangan masyarakat.

Upaya untuk meningkatkan konsumsi ikan sidat:

1. Penyebarluasan informasi tentang manfaat ikan sidat sebagai makanan yang bergizi tinggi dan menyehatkan melalui media cetak dan elektronik secara terus-menerus.
2. Pengembangan produk olahan ikan sidat dalam berbagai bentuk olahan sehingga penampilan produk olahannya dapat diterima masyarakat dan harga produknya terjangkau oleh berbagai lapisan masyarakat. Bentuk produk olahan tersebut antara lain:
 - Baso Sidat
 - *Nugget* Sidat
 - Pepes Sidat
 - Kabayaki
 - Sidat asap, dan lainnya.
3. Promosi produk olahan sidat di berbagai pameran lokal dan nasional.

Kegiatan penyebarluasan informasi sidat ini perlu melibatkan berbagai pihak (pemerintah, pengusaha, LSM).

Kendala tersebut harus dapat diatasi sehingga pada akhirnya ikan sidat menjadi ikan konsumsi yang dikenal dan disukai seperti halnya di Taiwan dan China. Pada awalnya Taiwan dan China mengeksport seluruh produk sidat hasil budi dayanya ke Jepang, namun pada beberapa tahun terakhir produk hasil budi dayanya sebagian diserap di dalam negerinya.

Apabila masyarakat telah mengenal dan membutuhkan ikan sidat maka permintaan akan ikan sidat akan meningkat. Kebutuhan tersebut tidak akan dapat/sulit terpenuhi jika mengandalkan hasil tangkapan sidat dari alam karena produksi ikan sidat dari alam dibatasi oleh luasan perairan yang menjadi habitat sidat.

Untuk melipatgandakan produksi sidat secara nasional agar dapat memenuhi permintaan pasar maka harus melalui kegiatan budi dayanya. Sebagai gambaran, 1 kg benih sidat (*glass eel*) berisi 6.000 ekor, bila dipelihara dengan baik (asumsi, SR selama pemeliharaan hingga ukuran

konsumsi adalah 50% dan ukuran sidat ketika dipanen adalah 300–350 g) maka akan menghasilkan kurang lebih 1 ton ikan sidat ukuran konsumsi.

Kendala dalam mengembangkan budi daya sidat di Indonesia antara lain adalah:

1. Benih masih bergantung pada hasil tangkapan di alam yang ketersediaannya bergantung musim dan lokasi.
2. Teknologi pendederan benih (*glass eel*) hingga elver (*fingering*) masih belum mapan sehingga SR pada kegiatan tersebut masih rendah <60%.
3. Harga benih sangat tinggi dibandingkan dengan benih ikan budi daya lain. Harga per kg *glass eel* berkisar antara Rp1,5–3,0 juta. Dengan harga benih yang tinggi dan SR yang rendah, tidak banyak petani yang berani mengambil risiko.
4. Harga pakan sangat mahal dibanding dengan jenis ikan budi daya lain. Harga per kg pakan ikan sidat (fase pembesaran) Rp35.000–40.000 dan antara Rp45.000–50.000/kg untuk pakan benih dan harga pakan impor jauh lebih tinggi.

Upaya untuk Memacu Pengembangan Budi Daya Sidat

Upaya yang perlu dilakukan untuk mengembangkan budi daya sidat antara lain:

1. Membangun sumberdaya manusia yang memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam budi daya sidat.
2. Menciptakan teknologi budi daya mulai dari yang sederhana hingga yang berteknologi tinggi sehingga dapat dipilih dan diterapkan oleh masyarakat sesuai dengan kebutuhan dan kemampuannya.
3. Membangun kelembagaan

Kelembagaan pada kegiatan budi daya sidat ini sangat penting karena dengan adanya kelembagaan yang kuat maka akan:

1. Lebih mudah dalam mendapatkan sarana produksi, permodalan, dan pemasaran produk hasil budi daya.
2. Dapat menekan biaya produksi.

3. Dapat memperkecil risiko usaha.
4. Lebih mudah dalam mendapatkan perizinan, kepastian hukum, dan keamanan usaha.

Bentuk kelembagaan yang dibangun disesuaikan dengan kondisi sosial-ekonomi pembudi daya. Kelembagaan yang dibangun dapat berbentuk:

1. Koperasi,
2. Asosiasi pembudi daya Sidat, dan
3. Kemitraan inti-plasma.

Strategi dalam Pelestarian Sumberdaya Ikan Sidat

Sebagai suatu sumberdaya yang rentan punah maka konservasi ikan sidat baik terhadap populasi maupun habitatnya perlu dilakukan dengan sebaik-baiknya. Upaya konservasi sumberdaya sidat ini dimaksudkan agar populasi sidat terutama induknya tetap tersedia sehingga rekrutmen berjalan dengan baik yang pada akhirnya kelestarian sumberdaya sidat tetap terjaga dengan baik.

Upaya pelestarian ikan sidat perlu didasarkan pada data hasil kajian mengenai kondisi sumberdaya ikan sidat di kawasan perairan yang akan dikonservasi. Sayangnya, data kondisi lingkungan dan data populasi ikan sidat, baik benih maupun dewasa tidak lengkap sehingga menyulitkan bagi pengelola/peneliti untuk menetapkan kawasan konservasi.

Perlindungan dan pemulihan populasi ikan sidat

1. Perlindungan populasi

→ Pelarangan ekspor benih sidat

Perlindungan terhadap populasi ikan sidat terutama terhadap benih telah dilakukan oleh pemerintah dengan diterbitkannya peraturan larangan pengeluaran benih sidat (*Anguilla* spp.) dari Wilayah Negara Republik Indonesia keluar Wilayah Negara Republik Indonesia (No. Per. 18/ men / 2009) dan Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia No. 44/M. Dag./Per 17/2012 No. 14 ex 0301.19.90.00 yang berbunyi "Benih Ikan Sidat (*Anguilla* spp.) ukuran panjang dibawah 35cm dan/ atau berat sampai 100 g/ekor dan/atau berdiameter 2,5cm dilarang untuk diekspor".

- Pembatasan atau pengendalian penangkapan benih (*glass eel*) dan induk sidat

Pembatasan penangkapan benih (*glass eel*) yang paling memungkinkan adalah pengaturan waktu penangkapan dibandingkan dengan pembatasan kuota (jumlah) yang boleh ditangkap. Sebagai contoh jika periode waktu masuknya *glass eel* ke suatu muara sungai adalah lima bulan maka paling tidak satu bulan pertama dan satu bulan terakhir dari masa masuknya *glass eel* tidak dilakukan penangkapan benih. Melalui upaya ini diharapkan tersedia sejumlah *glass eel* yang lolos dari penangkapan dan akan tumbuh menjadi induk yang akan menghasilkan benih di masa-mendatang. Jumlah *glass eel* yang harus diloloskan dari upaya penangkapan paling tidak harus dapat menghasilkan sejumlah induk yang mampu menghasilkan sejumlah benih (*glass eel*) dengan jumlah minimal sama dengan musim-musim benih sebelumnya.

Penangkapan calon induk yang akan dan sedang melakukan ruaya katadromus mutlak harus dilarang atau dibatasi untuk menjamin rekrutmen benih (*glass eel*) pada tahun-tahun mendatang.

- Pelarangan penangkapan sidat dengan menggunakan alat dan bahan berbahaya (listrik, bahan peledak, bahan beracun: pestisida, potas, akar tuba).

Penangkapan ikan sidat dengan menggunakan alat dan bahan yang berbahaya akan memusnahkan ikan sidat dari berbagai ukuran, bahkan jenis ikan lain yang bukan menjadi target penangkapan. Untuk mengefektifkan aturan pelarangan penangkapan tersebut, masyarakat di sekitar habitat sidat harus diberikan pemahaman tentang akibat buruk dari cara penangkapan tersebut dan dilibatkan dalam pengawasannya.

2. Pemulihan populasi

- Penebaran benih sidat

Penebaran benih ini dilakukan di lokasi yang populasinya sudah menurun atau ditempat yang tidak mungkin lagi dimasuki oleh ikan sidat karena alur ruayanya terhalang.

Penebaran benih ini diharapkan mampu memulihkan populasi dan kelak menghasilkan induk. Penebaran benih ini harus tepat ukuran (agar terhindar dari predator), tepat waktu (agar peluang hidupnya tinggi), dan tepat lokasi (agar terlindung dari upaya penangkapan dan kekeringan ketika musim kemarau).

→ Pelepasan calon induk (sidat dewasa ukuran > 700 g)

Pelepasan induk sidat ini dilakukan untuk meningkatkan jumlah induk yang akan beruaya katadromus dari suatu perairan yang jumlah induknya sudah berkurang. Induk yang akan dilepas harus sudah diaklimatisasikan terlebih dahulu terhadap lingkungan media bersalinitas. Pelepasan induk harus dilakukan pada musim hujan dan di perairan estuaria. Upaya pemulihan populasi ini sebaiknya dilakukan oleh pemerintah dan perusahaan yang terkait dengan pemanfaatan sumberdaya sidat.

Perlindungan Habitat

Kelangsungan hidup ikan sidat sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan habitatnya. Saat ini banyak kegiatan-kegiatan atau aktivitas manusia di sekitar aliran sungai yang menjadi habitat sidat memengaruhi bahkan merusak habitat ikan sidat. Apabila tidak dilakukan langkah-langkah perlindungan terhadap habitat tersebut maka lambat laun populasi ikan Sidat akan menurun bahkan punah.

1. Perlindungan habitat dari ancaman pencemaran

Berbagai jenis polutan dari berbagai kegiatan manusia (pertanian, industri, pertambangan, dan kegiatan lain) sebagian akan masuk ke perairan yang menjadi habitat sidat. Polutan tersebut secara langsung akan memengaruhi kehidupan ikan sidat (berbagai proses fisiologis, kemampuan adaptasi, pertumbuhan, reproduksi, dan lainnya). Adanya bahan pencemar terutama di muara sungai yang menjadi pintu masuknya *glass eel* ke perairan daratan akan membatasi bahkan dapat membuat *glass eel* tidak tertarik untuk memasuki muara sungai. Kondisi ini akan menyebabkan terjadinya penurunan populasi di habitatnya.

Upaya pencegahan dan pengendalian pencemaran di habitat sidat perlu dilakukan bersama oleh berbagai pihak terutama yang kegiatannya potensial menghasilkan limbah. Penegakan hukum dilakukan terhadap

golongan atau perusahaan yang kegiatannya mencemari lingkungan atau melanggar undang-undang tentang lingkungan hidup.

2. Perlindungan habitat dari ancaman pendangkalan/sedimentasi
Adanya kegiatan pertanian di bagian hulu sungai dan penggundulan hutan di daerah aliran sungai (DAS) menyebabkan terjadinya erosi ketika musim hujan. Partikel lumpur dari daratan akan masuk ke badan sungai sehingga menyebabkan pendangkalan dan penutupan celah-celah batu yang ada di sungai.

Bagian hulu sungai merupakan habitat pembesaran ikan sidat. Di bagian hulu sungai, banyak ditemukan ikan sidat berukuran besar yang menghuni goa-goa dan celah-celah batu besar terutama pada bagian sungai yang dalam (cekungan sungai). Ketika terjadi sedimentasi, habitat tersebut rusak sehingga tidak layak lagi dihuni ikan sidat.

Perlindungan terhadap habitat di bagian hulu sungai harus dilakukan melalui penataan sistem pertanian di bagian hulu dan perlindungan kawasan hutan. Menanami dan mempertahankan pepohonan yang terletak di tepian sungai (*green belt*) sehingga dapat menahan erosi dan sistem perakarannya dapat menjadi tempat berlindungnya ikan sidat. Dengan demikian menjaga kawasan hutan di bagian hulu akan berarti menjaga kelestarian ikan sidat.

3. Perlindungan dari fragmentasi habitat

Dengan meningkatnya kebutuhan akan produk pertanian dan tenaga listrik, di beberapa sungai yang menjadi habitat sidat telah dibangun bendungan untuk irigasi dan PLTA. Adanya bangunan bendungan tersebut menyebabkan terjadinya fragmentasi habitat sehingga alur ruaya ikan sidat terputus. Dengan adanya bangunan irigasi, *glass eel* dan *elver* tidak dapat beruaya ke arah hulu, tetapi induk sidat dari hulu masih dapat beruaya ke arah hilir hingga ke laut pada saat banjir (musim hujan). Pada sungai yang ada bendungan PLTA, benih sidat tidak dapat beruaya ke arah hulu demikian pula sidat dewasa (induk) tidak dapat beruaya ke arah hilir menuju laut. Segmentasi habitat dalam jangka panjang dapat menyebabkan hilangnya sumberdaya sidat di suatu perairan atau bagian atas bendungan dari suatu perairan.

Untuk mengatasi hambatan ruaya tersebut maka pada bangunan bendungan harus dilengkapi dengan tangga ikan (*fish way*) yang dibangun di sisi-sisi bendungan (Gambar 11). Dengan adanya tangga tersebut (*fish way*) ikan sidat dapat beruaya ke arah hulu dan sebaliknya melintasi bendungan tersebut.



Gambar 11 Tangga ikan (*Fish Way*) sebagai alur ruaya ikan sidat pada bagian sungai yang di bendung

4. Penetapan *reservat*

Pada suatu aliran sungai akan dijumpai bagian-bagian sungai yang dalam, memiliki cekungan/goa, pinggirannya curam, dan terjal sehingga sulit dijamah oleh penduduk. Bagian sungai tersebut pada musim kemarau akan tetap berair sehingga dapat dijadikan tempat perlindungan bagi ikan-ikan terutama ikan berukuran besar (induk sidat).

Lokasi tersebut disebut leuwi atau lebung (lubuk) dan cocok dijadikan *reservat*. *Reservat* ini penting untuk melindungi induk-induk sidat dari kegiatan penangkapan terutama pada musim kering. Jumlah *reservat* di suatu aliran sungai perlu ditetapkan agar jumlah induk-induk sidat yang terlindungi, cukup untuk memulihkan kembali populasi sidat di masa mendatang.

Lokasi dan jumlah *reservat* harus ditetapkan oleh pemerintah setempat (termasuk aparat keamanan) berasama-sama dengan masyarakat setempat, agar bagian sungai yang ditetapkan sebagai *reservat* tersebut terjamin keamanannya baik dari perusakan habitat maupun dari penangkapan liar.

Penutup

Ikan sidat merupakan sumberdaya bernilai ekonomis tinggi yang laku di pasar internasional. Indonesia yang merupakan daerah penyebaran sidat tropis memiliki potensi yang cukup tinggi terutama benih untuk kegiatan budi dayanya, namun sampai saat ini pemanfaatan benih dan ikan ukuran konsumsinya masih sangat terbatas. Untuk meningkatkan pemanfaatan sumberdaya sidat perlu dilakukan eksplorasi secara intensif sehingga potensi sumberdaya ikan sidat di Indonesia terpetakan dengan baik. Perlu dilakukan sosialisasi pemanfaatan ikan sidat sebagai ikan konsumsi yang bergizi tinggi agar tingkat konsumsi sidat dalam negeri meningkat dan perlu dipacu budi daya sidat agar produksi sidat nasional meningkat sepadan dengan tingginya potensi benih yang ada. Melalui upaya tersebut diharapkan sumberdaya sidat berkontribusi besar bagi kesejahteraan bangsa. Sebagai sumberdaya yang rentan punah maka dalam pemanfaatannya perlu memperhatikan aspek kelestarian baik populasi maupun habitatnya. Dalam menjalankan upaya pelastarian tersebut harus melibatkan semua pihak yang terkait dengan pemanfaatan sidat terutama pengguna benih sidat, masyarakat di sekitar habitat sidat dan pemerintah setempat.

Daftar Pustaka

- Affandi R. 1986. *L'Etude biologique de l'Anguilla en elevage: Interet de l'ensilage acide dans l'alimentation*. These du diplome de docteur de 3e cycle. L'universite Pierre et Marie curie. Paris 6. Paris. France.
- Affandi R, Rahardjo MF, Sulistiono. 1995. Distribusi juvenil ikan sidat, *Anguilla* spp. di Perairan Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 111 (1): 27-38.

- Affandi R, Suhenda N. 2003. Teknik budi daya ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*). *Prosiding Sumberdaya Perikanan Sidat Tropik*. Jakarta: UPT Baruna Jaya, BPPT.47–54hlm.
- Affandi R, Heltonika B, Supriatna I. 2011. Perubahan morfo–anatomi dan penyimpanan energi pada fase perkembangan gonad ikan senggaringan, *Mystus nigriceps* (Valenciennes, 1840) di Sungai Klawing Purbalingga, Jawa Tengah. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*. 11 (2): 195–200.
- Affandi R, Budiardi T, Wahyu RI, Taurusman AA. 2013. Pemeliharaan ikan sidat dengan air bersirkulasi (*Eel Rearing in Water Recirculation System*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 18 (1): 55 – 60.
- Affandi R. 2014. Water Quality Requirement for Eel Seed Rearing of *Anguilla bicolor bicolor*. Department of Aquatic Resources Management Faculty of Fisheries and Marine Science–Bogor Agriculture University. November 2014. International Symposium Management, Conservation, and Trade of Eel *Anguilla bicolor* in Indonesia.
- Aida K, Tsukamoto K, Yamauchi K. 2003. *Eel Biology*. Tokyo Berlin Heidelberg New York: Springer–Verlag. 497 p.
- Arai T, Chino N, Le DQ, Harino N. 2011. Life history –related organotin body burden in the catadromous eel *Anguilla marmorata* and *A. bicolor pasifica* in Vietnam. *Aquatic Biology*. 13: 137–147.
- Bark A, William S, Knight B. 2007. Current status and temporal trend in stocks of european eel in England and Wales. *ICES Journal of Marine Science*. 64: 1368–1378.
- Bertin L. 1942. *Les Anguilles*. Paris: Payot ed. 218 p.
- Billard R, Marie D. 1980. La qualite des eaux de l’etang de Pisciculture et son controle. La pisciculture en etang (Billard edt). Paris: INRA Publ. 434 p.
- Boetius I, Boetius J. 1980. Experimental maturation of female silver eel, *Anguilla anguilla*. Estimated of fecundity and Energi Reserved for Migration and Spawning. *Dana*. 1:1–28.
- Deelder CL. 1980. Some Data on Sex Ratio, K. Factor, fat Content and Average Weight of Eel Stock in Dutch Inland Water. EIFAC. Working Group on Eel.

- Elie P, Daguzan J. 1976. Alimentation et croissance des civelles d'*Anguilla anguilla* elvens experimentalement a diverses temperature au laboratoire. *Ann. Nutr. Alim.* 30 (1): 95–114.
- Fahmi MR. 2013. Phylogeography of Tropical Eels (*Anguilla* spp) in Indonesian Waters. [Thesis]. Graduate School. Bogor Agricultural University. Bogor. 87 hlm.
- Haryani GS, Lukman, Hehanussa PE. 2003. *Bioekologi Ikan Sidat di Perairan Poso. Sulawesi Tengah. Prosiding Sumberdaya Perikanan Sidat Tropik*. Jakarta: UPT Baruna Jaya, BPPT. 65–71 hlm.
- Herunadi B. 2003. *Variabilitas Arus dan Massa Air Samudera Hindia dan Pengaruhnya terhadap Migrasi Larva Sidat Tropis di Pantai Selatan Jawa. Prosiding Sumberdaya Perikanan Sidat Tropik*. Jakarta: UPT Baruna Jaya, BPPT. 19–24hlm.
- Kamal M. 2014. Freshwater Eels Conservation by Means Habitat Protection: Case Study in Pelabuhanratu, Sukabumi. Department of Aquatic Resources Management Faculty of Fisheries and Marine Science – Bogor Agriculture University. November 2014. International Symposium Management , Conservation, and Trade of *Anguilla bicolor* Eel in Indonesia
- Lecomte-Finiger, R. 1983. Contribution a la connaissance de l'ecobiology de l'*Anguilla anguilla* des milieu lagunaires mediterania du golf de lion, narbune et reusilon. [These de doctor et science]. France: Universite de Perpignan.
- Matsui I. 1982. *Theory and Practice of Eel Culture*. AA Balkema/ Rotterdam. Oxonian Press Pvt Ltd. Faridabad.
- McCleave JD. 2001. Meddies and Sub Surfac Addies, Mesoscale Eddies. USA: University of Orono. pp 800–809.
- Muchsin I, Zairion, Ndobe S. 2003. Beberapa Aspek Biologi Larva Sidat (*Anguilla* sp.) di Muara Sungai Poso Sulawesi Tengah. Prosiding sumberdaya perikanan sidat tropis. Jakarta. UPT Baruna Jaya, BPPT. 77–83.
- Muchsin I, Zairion.2009. Upaya Meningkatkan Keberhasilan Migrasi Anadromus– Katadromus Ikan Sidat, *Anguilla* spp. di Sungai Poso, Kabupaten Poso, Sulawesi Tengah.LPPM–IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat.

- Murtini S. 2015. Makanan Alami dan Perkembangan Anatomi Saluran Pencernaan Ikan Sidat (*Anguilla bicolor bicolor* McClelland 1944) dari Muara Sungai Cimandiri, Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 39 hlm.
- Prianto E. 2015. Aspek Reproduksi dan Dinamika Larva Ikan sebagai Dasar Pengelolaan Sumberdaya Ikan di Paparan Banjiran Lubuk Lampa Provinsi Sumatera Selatan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 119 hlm.
- Rachmawati FN, Susilo U, Muslih. 2014. Peningkatan Kinerja Reproduksi Ikan Sidat, *Anguilla bicolor* McClelland, Melalui Induksi Hormon: Acuan dalam Pembenihan Buatan. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. UNSOED.
- Rachmawati FN, Susilo U. 2012. Kajian histologi ikan sidat, *Anguilla bicolor* McClelland, yang tertangkap di Segara Anakan Cilacap. *Berkala Penelitian Hayati*. 18(1):47–49.
- Ranguet S, Muto F, Raymaker C. 2002. *Eel*. Their harves and trade in Europe and Asia. *Trafic Bulletin*. 19 (2).
- Rankin JF, Jensen FB. 1992. *Fish Ecophysiology. Fish and Fisheries Science 9*. (1steds). Chopman & Hall. pp 86–104.
- Roberts JK. 1982. *Intensive Eel Culture*. Current Status and Future Prospects. Informal Paper Presented at the International Symposium on Reproductive Physiology of Fish at Wageningen, Netherlands. 12 p.
- Rovara O. 2007. Karakteristik Reproduksi, Upaya Maskulinisasi dan Pematangan Gonad Ikan Sidat Betina (*Anguilla bicolor bicolor*). Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 123 hlm.
- Setiawan IE. 2003. Spesies dan distribusi ikan sidat (*Anguilla shaw*). *Prosiding Sumberdaya Perikanan Sidat Tropik*. Jakarta: UPT Baruna Jaya, BPPT. 47–4 hlm.
- Sinha VRP, Jones JW. 1966. On the sex and distribution of the freshwater eel (*Anguilla anguilla*). *Jurnal Zoology*. London. (156):371–385.
- Sugeha HY, Sasanti SR, Wouthuyzen S, Sumadhiharga OK. 2008. Biodiversity, distribution, and abundance of the tropical angullid eels in the Indonesian Waters. *Marine Research in Indonesia*. 33(2):129–138.

- Tesch FW. 1977. *The Eel*. Biology and Management of Anguillid Eels. London: Chapman and Hall.
- Tomiyama T, Hibiya T. 1977. Fisheries in Japan Eel. Japan: Japan Marine Product Material Association. 225 pp.
- Tsukamoto K, Chow S, Otake T, Kurogi H, Mochioka H, Miller M, Aoyama J, Kimura S, Watanabe S, Yoshinaga T, Shinoda A, Kuroki M, Oya M, Watanabe T, Hata K, Ijiri S, Kazeto Y, Nomura K, Tanaka H. 2011. Oceanic Spawning Ecology of Freshwater Eel, in the Western North Pasific. *Nature Communications*. 2 (179): 1–9.
- Usui. 1979. *Eel Culture*. Fishing News Book Ltd. Famham, Survey. 188 pp.
- Widyasari RAHE. 2013. Desain Terpadu Pengembangan Industri Perikanan Sidat Indonesia (*Anguilla* spp.) berkelanjutan di Pelabuhan Ratu, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Disertasi. SPS-IPB. 217 hal.
- Wouthyuzen S, Miller M, Aoyama J, Tsukamoto K. 2003. Penelitian Biodiversitas Sidat (*Anguilla* spp.) pada Fase Laptocephali di sekitar Perairan Pulau Sulawesi. Prosiding Sumberdaya Perikanan Sidat Tropik. Jakarta: UPT Baruna Jaya, BPPT. 25–33 hlm.
- Yamamoto K, Yamauchi K. 1974. Sexual maturation of japanese eel and production of eel larvae in the aquarium. *Nature*. 251 (5472): 220–222.