

PENGANTAR AKUAKULTUR

Dr. Ir. Sri Rejeki, M.Sc
Restiana Wisnu Aryati, S.Pi, M.Si
Lestari Laksmi Widowati, S.Pi, M.Pi



UNDIP PRESS
SEMARANG

PENGANTAR AKUAKULTUR

Oleh :

Dr. Ir. Sri Rejeki, M.Sc

Restiana Wisnu Aryati, S.Pi, M.Si

Lestari Laksmi Widowati, S.Pi, M.Pi

Cetakan pertama : 2019

ISBN : 978-979-097-517-0



**Diterbitkan oleh :
Undip Press
Semarang**

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
KATA PENGANTAR.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
II. INTENSITAS PRODUKSI DAN PRODUKSI POTENSIAL...	8
III. DATA AWAL DAN POLA KEGIATAN AKUAKULTUR	15
1. Biota untuk Akuakultur.....	15
2. Lokasi Untuk Kegiatan Akuakultur.....	22
3. Estimasi Pasar Lokal dan Ekspor.....	28
4. Skala Usaha dan Teknologi Kegiatan Akuakultur.....	28
a. Akuakultur Skala Rumah tangga.....	29
b. Akuakultur Skala Industri.....	30
c. Akuakultur Teknologi Sederhana.....	30
d. Akuakultur Teknologi Madya.....	31
e. Akuakultur Teknologi Maju.....	32
5. Fasilitas Penunjang, Legal Aspek dan Keamanan.....	47
IV. WADAH AKUAKULTUR (<i>HOLDING SYSTEM</i>).....	48
1. Wadah Akuakultur Sistem Terbuka	48
a. Karamba Jaring Apung.....	48
b. Rakit Apung.....	49
c. <i>Long Line</i>	50
d. Karamba Tancap.....	51
2. Wadah Akuakultur Sistem Semi Tertutup	52
a. Kolam Air Deras.....	52
b. Kolam Air Tenang.....	53
c. Tambak.....	53
3. Wadah Akuakultur Sistem Tertutup	54
a. Bak Fiber Glass (Fiber Glass Tank).....	54
b. Akuarium.....	55
4. Pemilihan Material	56

V. PEMILIHAN SPESIES DAN BENIH.....	57
1. Pemilihan spesies.....	57
2. Pemilihan Benih.....	59
VI. BIOLOGI BIOTA.....	62
1. Ikan.....	62
2. Crustase.....	68
3. Keekerangan.....	73
4. Rumput Laut.....	77
VII. PEMBESARAN.....	79
1. Ukuran/Stadia pada awal Tebar.....	79
2. Pengaturan Padat Tebar.....	81
3. Pakan.....	82
1. Pakan Alami dan Pemupukan.....	83
2. Pakan Buatan.....	85
3. Manipulasi Stok dan Lingkungan.....	89
VIII. MORTALITAS DAN PENANGGULANGANNYA.....	91
1. Mortalitas.....	91
a. Faktor-faktor Abiotik.....	91
b. Faktor-faktor Biotik.....	94
2. Pencegahan Mortalitas.....	97
DAFTAR PUSTAKA.....	99

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
1. Total Produksi Akuakultur Perairan di China (2003).....	8
2. Produksi perikanan Akuakultur (Laut) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton).....	9
3. Produksi perikanan Akuakultur (Tambak) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton)	10
4. Produksi perikanan Akuakultur (Kolam) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton).....	11
5. Produksi perikanan Akuakultur (Karamba) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton).....	12
6. Produksi perikanan Akuakultur (Jaring Apung) Menurut Propinsi an Subsektor 2005-2011 (Ton).....	13
7. Produksi perikanan Akuakultur (Sawah) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton).....	14
8. Kelarutan oksigen dalam air (mg/l) pada suhu dan salinitas yang berbeda pada tekanan sudara 760 mmHg	37
9. Presentase NH ₃ pada suhu dan pH yang berbeda.....	39
10. Tingkat infiltrasi tanah untuk tipe tanah yang berbeda	42
11. Zona intertidal dan supratidal untuk pertambakan	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1. Prinsip dasar akuakultur perairan untuk ikan konsumsi.....	7
2. Prinsip dasar akuakultur perairan untuk ikan hias.....	7
3. Ikan Gurame (<i>Osphronemus gouramy</i>).....	16
4. Ikan Patin (<i>Pangasius pangasius</i>).....	16
5. Ikan Kerapu Bebek / Tikus (<i>Cromileptes altivalis</i>).....	16
6. Udang Galah (<i>Macrobrachium rosenbergi</i>).....	17
7. Kepiting Bakau (<i>Scylla sp.</i>).....	17
8. Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>).....	17
9. Lobster pasir / Laut (<i>P. homarus</i>).....	17
10. Keong Macan (<i>Babylonia spirata</i> L.).....	19
11. Abalone (<i>Haliotis sp.</i>).....	19
12. Kerang Mutiara (<i>Pinctada sp.</i>) . a) Spat (benih) kerang mutiara. b) Kerang mutiara dewasa.....	20
13. Kerang hijau (<i>Perna viridis</i>).....	20
14. Rumput Laut (<i>Eucheuma sp.</i>).....	22
15. Rumput Laut Gracilaria (<i>Gracilaria sp.</i>).....	22
16. Anggur laut (<i>Caulerpha sp.</i>).....	22
17. Peta Kesesuaian Perairan Tambak berdasarkan Klorofil _a , Suhu Permukaan dan MPT.....	24
18. Peta Kesesuaian Perairan Tambak berdasarkan Klorofil _a , Suhu Permukaan dan MPT.....	25
19. Peta kesesuaian lokasi untuk akuakultur rumput laut di Kepulauan Karimunjawa.....	27
20. Tata Letak Tambak Dempond.....	34
21. Karamba Jaring Apung (KJA).....	49
22. “Tray” untuk wadah akuakultur kerang mutiara.....	50
23. Rakit bambu untuk budidaya rumput laut metode “longline”.....	51

24. Karamba Tancap.....	52
25. Kolam Semen (tanggul dan kemalir) dengan tanah sebagai dasar kolam.....	53
26. Kolam Tanah (A) dan Kolam Terpal (B).....	54
27. Tambak Tambak Intensif (A) dan Tambak Ekstensif / Tradisional (B).....	54
28. Bak Fiber / <i>Fiber Glass Tank</i>	55
29. Tipe dasar kurve pertumbuhan	80
30. Nutrisi Ikan dan Akuakultur Perairan).....	88

KATA PENGANTAR

Kegiatan usaha budidaya perairan atau akuakultur berkembang pesat seiring dengan peningkatan kebutuhan masyarakat akan protein hewani serta kemajuan industri kosmetik dan obat-obatan yang membutuhkan bahan baku rumput laut. Pada tahun 2007, untuk pertama kalinya, kegiatan Akuakultur memasok lebih dari 50% dari produk akuatik yang digunakan untuk konsumsi pangan secara langsung. Akuakultur secara luas dipandang sebagai senjata penting untuk masa depan untuk memenuhi peningkatan permintaan makanan protein hewani berkualitas. Sektor akuakultur merupakan salah satu cara untuk mengatasi kekurangan gizi dan kemiskinan, khususnya di negara-negara berkembang memasok hampir 93% dari produksi global. Saat ini usaha dalam bidang akuakultur sudah dimasukkan dalam karagori kegiatan industry. Kementerian Kelautan dan Perikanan pusat telah mentargetkan produksi akuakultur baik ikan maupun rumput laut sampai tahun 2014 terus meningkat mencapai 353% atau 16.891.000 ton. Keberhasilan usaha industry akuakultur sangat dipengaruhi oleh kemampuan teknik dan manajerial pelaku pembudidaya atau para *aquaculturist*.

Buku Pengantar akuakultur disusun untuk memberikan pengetahuan tentang prinsip-prinsip dasar kegiatan akuakultur berdasarkan pada telaah kepustakaan dari beberapa buku bacaan, jurnal-jurnal terkait serta hasil penelitian dan pengalaman lapangan penulis. Bahasan-bahasan dalam buku ini ditulis dengan tinjauan kepustakaan yang singkat dan mudah dipahami. Begitu pula halnya dengan istilah-istilah dalam tulisan ini merupakan istilah-istilah teknis yang digunakan dalam bidang akuakultur secara nasional.

Penulis telah berusaha untuk menyusun buku ini semaksimal mungkin. Namun demikian, penulis menyadari bahwa buku ini jauh dari sempurna. Akhir kata, penulis berharap semoga buku Pengantar Akuakultur dapat bermanfaat bagi para pembaca

Semarang, Maret 2019

BAB I

PENDAHULUAN

Akuakultur atau budidaya perairan adalah rekayasa manusia dengan menambahkan input dan energi untuk meningkatkan produksi organisme akuatik yang bermanfaat dengan memanipulasi tingkat pertumbuhan, mortalitas, dan reproduksinya. Akuakultur dapat pula didefinisikan sebagai kegiatan pemeliharaan ikan dalam arti luas di mana di dalamnya diterapkan kegiatan pertanian dan peternakan. Aspek pengelolaan tanah dan air pada kegiatan Akuakultur melibatkan penggunaan pupuk organik dan anorganik untuk menumbuhkan phytoplankton, pada dasarnya sama dengan kegiatan pertanian. Sedangkan pemeliharaan ikan seperti pemberian pakan, perawatan kesehatan ikan dan manipulasi reproduksinya, mirip dengan kegiatan peternakan. Kegiatan akuakultur ini dikatakan unik karena yang dipelihara adalah hewan berdarah dingin dan hidup dalam media air.

Kementerian Kelautan dan Perikanan pusat telah mentargetkan produksi Akuakultur baik ikan maupun rumput laut sampai tahun 2014 terus meningkat mencapai 353% atau 16.891.000 ton. Target produksi diawali dari tahun 2009 sebesar 4.780.100 ton, tahun 2010 meningkat 5.376.200 ton, tahun 2011 diharapkan dapat meningkat kembali mencapai 6.847.500 ton, tahun 2012 9.415.700 ton, dan tahun 2013 13.020.800 ton. Kenaikan produksi Akuakultur ditargetkan setiap tahun dapat meningkat rata-rata 70,60% (Basuki dan Zain, 2011).

Sebenarnya kegiatan Akuakultur sudah dikenal sejak lebih kurang 2000 tahun yang lalu, namun baru disadari pentingnya akhir-akhir ini setelah tekanan terhadap sumberdaya lahan: terjadinya over fishing dan berkurangnya stok ikan karena pencemaran perairan, serta kurangnya protein hewani untuk mencukupi kebutuhan penduduk dunia yang semakin meningkat. Akuakultur atau akuakultur biota air, telah tumbuh berkembang

dalam pada dekade terakhir, dengan basis produksi yang terus meluas. Pada tahun 2007, untuk pertama kalinya, kegiatan Akuakultur memasok lebih dari 50% dari produk akuatik yang digunakan untuk konsumsi pangan secara langsung. Meningkatnya permintaan akan produksi perairan, diharapkan dapat memperluas pasar dan akan semakin mendominasi pasokan makanan yang berasal dari kegiatan akuakultur (Muir *et al*, 2010).

Malnutrisi dan kelaparan merupakan dua masalah serius yang dihadapi oleh masyarakat miskin di pedesaan di sebagian besar negara berkembang. Masalah tentang malnutrisi yang disebabkan oleh kurangnya protein hewani dalam makanan, dianggap lebih penting ketimbang masalah kelaparan. Protein hewani sangat penting dan diperlukan untuk pertumbuhan dan untuk memperbaiki sel-sel jaringan yang rusak. Kandungan protein dalam ikan kurang lebih berkisar antara 16-20%. Prosentase protein dalam ikan lebih baik ketimbang dalam telur (9-12%), susu (3,5%) dan nasi atau gandum (6-8 %) (Kumar, 1992). Selain itu, ikan juga merupakan sumber mineral penting, vitamin, dan asam amino esensial yang bagus. Saat ini hampir 31% sumber protein hewani bagi penduduk Asia berasal dari protein ikan.

Beberapa alasan mengapa perkembangan Akuakultur tidak sepesat perkembangan pertanian, antara lain karena keberadaan / kandungan makanan dalam danau, sungai, dan laut sangat melimpah sehingga dianggap tidak penting untuk mempelajari cara akuakulturnya. Selain itu, beberapa faktor yang dapat menghambat pengembangan Akuakultur antara lain lingkungan bisnis (misalnya persaingan penggunaan tanah dan air; pengenalan teknologi baru untuk meningkatkan efisiensi ekonomi secara keseluruhan dari Akuakultur untuk lebih mengeksplorasi kondisi alam) dan administrasi dan peraturan struktur yang menciptakan kendala daripada mendukung perkembangan Akuakultur lebih lanjut (misalnya regulasi dari akses ke sumber daya dan lingkungan). Kelaparan dan kekurangan gizi

yang dihadapi dunia merupakan masalah yang paling dahsyat. Populasi dunia diperkirakan akan tumbuh sebesar 2,6 miliar antara tahun 2005 dan 2050 (kurang lebih sama dengan total populasi dunia pada tahun 1950 sebesar 2,5 miliar), maka ada kekhawatiran akan produksi pangan yang keberlanjutan. Akuakultur secara luas dipandang sebagai senjata penting untuk masa depan untuk memenuhi permintaan makanan protein hewani berkualitas. Saat ini, untuk mengatasi kekurangan gizi dan kemiskinan, khususnya di negara-negara berkembang di hampir 93% dari produksi global saat ini direalisasikan dari sektor Akuakultur. Akuakultur dipandang sebagai cara untuk memperoleh sumber makanan berprotein hewani tercepat selama lebih dari setengah abad, (tingkat pertumbuhan rata-rata 8,1% per tahun sejak 1961), dengan total produksi dunia tahun 2007 dilaporkan sebagai 65,2 juta ton senilai Rp 94.500.000.000. Lebih dari 91,1% dari total produksi global diproduksi di Asia, dengan China sendiri memproduksi 63,2% dari total global yang memproduksi perikanan akuakultur. Namun, sektor perikanan akuakultur bukan tanpa masalah dan kritik. Isu utama yang berkaitan untuk pengembangan diatur lebih intensif sistem produksi skala industri dan termasuk masalah lingkungan, potensi masalah penggunaan sumber daya, potensi sosial (Albert, 2010). Jika ditinjau dari segi usahanya, kegiatan akuakultur pada saat ini bertujuan untuk:

- a. Memproduksi makanan bagi manusia dan memproduksi ikan hias;
- b. Meningkatkan stok alami melalui rekrutmen dan tranplantasi buatan;
- c. Memproduksi ikan untuk kegiatan olahraga (pemancingan);
- d. Memproduksi umpan hidup untuk kegiatan penangkapan;
- e. Mendaurulang limbah organik, memproduksi ikan untuk bahan baku pabrik pengolahan ikan atau produk perikanan lainnya (misalnya akuakultur rumput laut untuk produksi koloid, akuakultur kerang mutiara untuk memproduksi mutiara).

Prinsip Dasar Akuakultur

Seperti halnya pada kegiatan pertanian, kegiatan akuakultur berkembang dari kegiatan penangkapan menjadi kegiatan pemeliharaan di perairan umum (air tawar, sungai, danau, reservoir), dan laut serta di daratan (kolam, tambak). Pada umumnya kegiatan Akuakultur dilakukan secara langsung untuk menyediakan makanan bagi manusia. Pada prinsipnya, kegiatan Akuakultur mempunyai tujuan untuk memaksimalkan hasil dari organisme air yang bermanfaat untuk manusia dari lingkungan perairan. Teori klasik dari Russel (1938) dan Beverton dan Holt (1957) dalam Beveridge (1987) menunjukkan bahwa ukuran stok yang dieksploitasi ditunjukkan oleh 4 faktor yaitu: tingkat rekrutmen, tingkat pertumbuhan, tingkat kematian alami, dan tingkat kematian karena penangkapan atau panen. Akuakultur berusaha untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan memanipulasi pertumbuhan reproduksi, dan rekrutmen serta menekan tingkat mortalitas alami (dengan pengontrolan lingkungan, parasit, dan penyakit). Jadi Akuakultur dicapai dengan memanipulasi siklus hidup organisme akuatik yang bermanfaat dan mengontrol lingkungan yang mempengaruhinya. Tiga faktor utama yang terkait dalam hal ini, yaitu: mengontrol/manipulasi reproduksi, pertumbuhan dan memperkecil faktor-faktor penyebab kematian alami. Prinsip dasar-dasar teknologi manajemen akuakultur untuk ikan konsumsi tersaji pada Gambar 1, untuk ikan hias tersaji pada Gambar 2.

Memanipulasi reproduksi merupakan langkah yang penting, karena jika tidak dilakukan maka para petani ikan akan sangat tergantung pada benih dari alam. Sedangkan ketersediaan benih dari alam tergantung pada musim pemijahan (*spawning season*), daerah pemijahan (*spawning ground*), dan penangkapannya (*fishing ground*). Pertumbuhan yang bagus dapat dicapai dengan memilih benih yang berasal dari induk unggul, dan melalui pakan. Tempat dan konstruksi pembesaran sangat penting bagi

semua jenis kegiatan Akuakultur. Wadah/tempat pembesaran dimaksudkan untuk meningkatkan bobot biomassa dengan meminimalkan predasi dari penyakit, serta keberadaan organisme penyaing (Reay, 1979). Seperti halnya pada kegiatan pertanian, Akuakultur juga dilaksanakan berdasarkan pada beberapa proses yang melibatkan penerimaan dan transformasi energi matahari. Dalam ekosistem perairan, energi matahari digunakan untuk produktivitas primer oleh phytoplankton yang mengandung klorofil dan makrofita. Transformasi atau perubahan energi matahari menjadi energi kimiawi (pakan alami) dilakukan dengan aktifitas fotosintesa dan kemosintesa yang terjadi dalam komunitas tanaman air dan fitoplankton.

Sebagian dari produksi primer didaur ulang melalui beberapa trofik level yang akhirnya menghasilkan ikan. Di sini muncul konsumen/fauna yang berukuran mikroskopik maupun besar yang mampu mensintesa pakan, dan memangsa produksi primer. Kehidupan lainnya di dalam ekosistem perairan saling berkaitan melalui hubungan pemangsa dan yang dimangsa (*prey – predator relationship*). Hubungan ini menghasilkan rantai makanan (*food chain*) yang mengikuti pola umum, yakni produser primer – herbivora – karnivora. Populasi ikan masuk dalam beberapa trofik level tergantung pada posisinya dalam rantai makanan. Ikan-ikan fitofagus seperti ikan mas atau karper (*Cyprinus carpio*) termasuk dalam trofik level kedua yang memangsa trofik level pertama. Ikan – ikan karnivora memangsa zooplankton atau ikan-ikan pemangsa fitoplankton, dan golongan ikan ini termasuk pada trofik level ketiga. Ikan-ikan karnivora yang lebih besar yang memangsa ikan-ikan karnivora lainnya termasuk trofik level keempat.

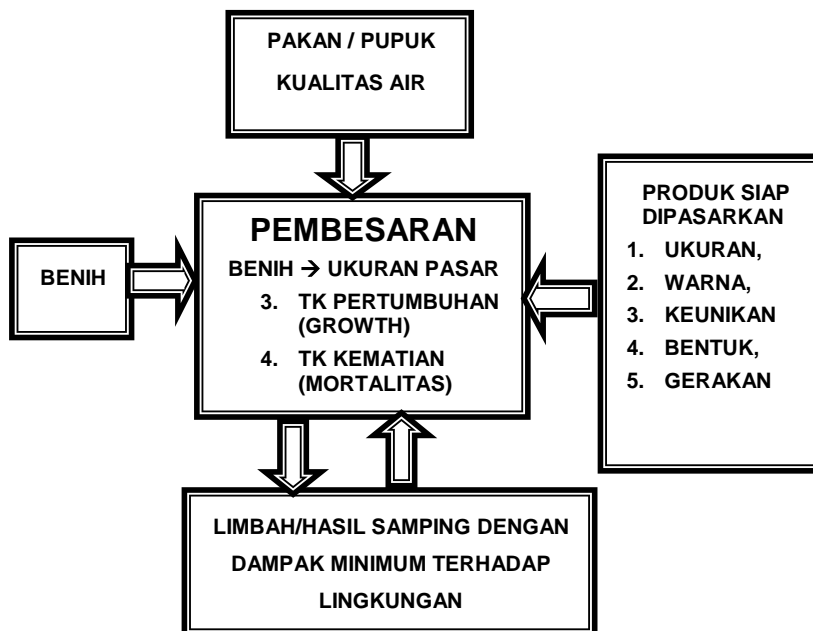
Rantai makanan yang sederhana terdapat dalam perairan yang relatif kecil seperti kolam / tambak, tetapi menjadi lebih kompleks dalam lingkungan perairan danau, reservoir, dan laut di mana rantai makanan berubah menjadi jaringan makanan (*food web*). Pada sistem tersebut hidup populasi ikan yang menempati posisi campuran, di antara trofik level yang

berbeda. Ikan-ikan tersebut memangsa baik tumbuhan maupun hewan air, sehingga tidak dapat dimasukkan dalam salah satu trofik level.

Kolam atau tambak yang dikelola dengan baik merupakan salah satu contoh rantai makanan yang sederhana dalam kondisi yang sederhana pula. Jumlah rantai makanan dalam hal ini dikurangi dengan meningkatkan pertumbuhan fitoplankton. Makrofitita seperti tumbuhan mengapung dan tumbuhan berakar tidak diharapkan tumbuh. Fitoplankton dimakan oleh zooplankton, detritus dan organisme bentos tersedia sebagai pakan ikan-ikan akuakultur, misal ikan karper, dan bandeng. Oleh karena itu, kolam atau tambak yang dikelola dengan baik dan penetrasi cahaya matahari cukup akan dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan yang hidup di dalamnya. Pada Akuakultur intensif organisme yang dipelihara 100% tergantung pada pakan buatan dan pakan alami tidak diharapkan pertumbuhannya dalam lingkungan pemeliharaan, oleh karenanya penjelasan tersebut di atas tidak berlaku.



Gambar 1. Prinsip dasar akuakultur perairan untuk ikan konsumsi



Gambar 2. Prinsip dasar akuakultur perairan untuk ikan hias

BAB II

INTENSITAS PRODUKSI DAN PRODUKSI POTENSIAL

Intensitas produksi biasanya diartikan sebagai tingkat produksi ikan per unit area, misal kg/ha/th atau kg/m²/hari. Semakin intensif Akuakultur dilakukan, maka semakin tinggi produksi ikan yang dihasilkan dan semakin tinggi pula biaya dan teknologi yang diterapkan. Jika tanah atau air merupakan faktor pembatas dalam perkembangan kegiatan akuakultur, maka dapat diterapkan akuakultur sistem intensif (pola teknologi maju) yang dipandang lebih efisien ditinjau dari pemanfaatan lahan dan airnya. Tetapi, dengan cara ini diperlukan biaya, tenaga kerja, volume air, dan pakan yang tinggi, yang bisa juga merupakan faktor pembatas.

Di China rata-rata produksi pada lokasi yang berbeda (People's Republic of China: 1999 – 2003) tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Total Perikanan Budidaya di China (2003)

	Produksi Total (ton)	Luas Area (Ha)	Panen (kg/Ha)
Budidaya Laut	12,533,061	1,532,152	8,180
Budidaya Air tawar	17,742,734	5,571,496	3,180
Kolam	12,515,093	936,262	5,220
Danau	1,051,930	936,262	1,120
Danau Buatan	1,841,245	1,660,027	1,110
Sungai	738,459	832,170	1,930
Sawah	1,023,911	194,297	2,950
lain-lain	572,396	194,297	2,950

Sedangkan produksi perikanan budidaya berdasar Provinsi dan Subsektor tahun 2005-2011 tersaji pada Tabel 2-7 (Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

Tabel 2. Produksi Perikanan Budidaya (Laut) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton)

Provinsi	Akuakultur Laut						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nangroe Aceh Darussalam	-	17	-	-	36	43	43
Sumatera Utara	548	-	612	352	1,386	1,888	3,566
Sumatera Barat	126	40	34	34	60	43	43
Riau	26	59	5	4	-	43	43
Jambi	-	-	-	-	-	-	-
Sumatera Selatan	-	-	-	316	357	44	-
Bengkulu	-	-	-	669	-	-	43
Lampung	821	1,693	2,094	1,473	4,201	9,448	10,696
Bangka Belitung	24	31	24	62	712	45	4,585
Kepulauan Riau	4,856	903	4,805	4,623	4,651	16,477	4,682
SUMATERA	6,401	2,743	7,574	7,533	11,403	29,016	24,022
DKI Jakarta	1,909	1,457	1,345	1,530	1,234	35,281	26,726
Jawa Barat	10,089	10,337	10,570	11,523	8,423	14,707	7,934
Jawa Tengah	25,984	2,532	1,854	2,249	2,934	4,809	5,737
D.I Yogyakarta	-	-	-	-	-	-	-
Jawa Timur	4,556	10,348	13,013	73,738	339,487	389,430	412,798
Banten	5,840	6,627	6,120	10,944	5,822	15,024	16,708
J A W A	48,378	31,301	32,902	99,984	357,900	459,249	469,903
Bali	161,121	164,769	152,306	129,174	136,000	99,883	106,667
Nusa Tenggara Barat	36,425	60,691	75,656	86,622	147,604	163,287	278,107
Nusa Tenggara Timur	271,880	481,123	504,709	696,279	498,428	347,828	377,203
BALI & NUSA TENGGARA	469,426	706,583	732,671	912,075	782,032	610,998	761,977
Kalimantan Barat	9,047	212	86	107	82	43	43
Kalimantan Tengah	-	-	36	30	31	43	43
Kalimantan Selatan	505	2,421	6,065	3,762	1,833	1,502	2,303
Kalimantan Timur	81	1,743	18,464	6,006	7,597	55,995	83,216
KALIMANTAN	9,633	4,376	24,651	9,905	9,544	57,994	85,688
Sulawesi Utara	7,739	6,630	4,502	4,827	8,347	48,546	103,544
Sulawesi Tengah	124,512	170,275	182,074	286,294	710,991	716,496	734,635
Sulawesi Selatan	201,406	406,474	415,727	461,593	627,383	815,777	1,024,310
Sulawesi Tenggara	12,359	26,076	82,322	124,858	186,616	353,431	588,745
Gorontalo	5,654	6,122	7,117	13,576	48,283	64,077	89,190
Sulawesi Barat	-	1,199	578	1,294	9,942	13,211	21,553
SULAWESI	351,670	616,776	692,320	892,442	1,591,562	2,011,537	2,561,976
Maluku	265	3,352	17,533	37,066	52,339	275,193	610,712
Maluku Utara	834	714	1,080	1,480	2,289	49,878	65,093
Papua Barat	3,467	-	762	5,293	12,865	20,613	26,280
Papua	-	77	39	226	149	43	43
MALUKU	4,566	4,143	19,414	44,065	67,642	345,908	702,261
J u m l a h	890,074	1,365,922	1,509,532	1,966,002	2,820,083	3,514,702	4,605,827

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

Tabel 3. Produksi Perikanan Budidaya (Tambak) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton)

Provinsi	Tambak						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nangroe Aceh Darussalam	12,336	19,596	26,451	30,936	25,851	31,041	23,405
Sumatera Utara	18,730	17,689	22,171	33,830	33,965	32,785	32,830
Sumatera Barat	5	5	4	5	10	43	43
Riau	741	245	507	839	964	2,371	2,120
Jambi	1,304	1,575	1,252	1,822	2,061	2,097	1,852
Sumatera Selatan	21,516	27,388	33,194	39,013	74,049	65,133	70,370
Bengkulu	1,438	790	786	839	1,021	45	1,125
Lampung	123,571	158,011	165,990	158,264	78,031	53,248	54,666
Bangka Belitung	152	154	165	388	490	44	44
Kepulauan Riau	-	-	253	130	9	43	43
SUMATERA	179,793	225,453	250,773	266,064	216,450	188,100	186,927
DKI Jakarta	143	99	1,751	1,966	760	1,030	1,800
Jawa Barat	65,073	73,325	92,302	107,293	107,690	170,684	179,980
Jawa Tengah	52,381	54,165	67,819	73,393	72,701	83,878	115,786
D.I Yogyakarta	213	224	301	428	464	43	44
Jawa Timur	122,467	75,954	104,865	78,922	111,445	158,927	177,682
Banten	10,877	11,744	15,262	16,190	15,874	56,309	59,345
J A W A	251,154	215,511	282,300	278,192	308,933	471,096	535,092
Bali	2,741	2,795	2,897	5,566	3,505	2,649	2,232
Nusa Tenggara Barat	11,222	12,695	23,114	35,796	31,692	40,544	67,999
Nusa Tenggara Timur	227	714	495	443	464	1,027	1,195
BALI & NUSA TENGGARA	14,190	16,204	26,506	41,805	35,661	44,220	71,425
Kalimantan Barat	1,864	2,090	3,130	8,200	4,440	12,889	10,089
Kalimantan Tengah	1,808	1,244	1,085	1,314	2,377	4,031	5,224
Kalimantan Selatan	5,316	3,415	6,027	7,820	11,277	15,378	20,101
Kalimantan Timur	26,978	21,828	31,720	33,196	31,333	53,517	51,164
KALIMANTAN	35,966	28,577	41,962	50,530	49,427	85,814	86,577
Sulawesi Utara	183	114	161	256	96	44	44
Sulawesi Tengah	9,347	10,181	18,987	11,702	13,591	23,214	42,057
Sulawesi Selatan	133,088	104,996	297,677	272,891	233,607	534,456	600,241
Sulawesi Tenggara	17,479	11,316	9,500	24,703	30,337	46,962	54,921
Gorontalo	1,553	459	746	1,804	2,290	4,081	3,212
Sulawesi Barat	-	13,723	4,483	10,479	15,042	16,018	17,928
SULAWESI	161,650	140,789	331,554	321,834	294,961	625,337	718,787
Maluku	482	150	160	180	629	44	1,741
Maluku Utara	360	8	6	23	69	43	43
Papua Barat	-	2,624	38	99	56	43	1,164
Papua	380	297	536	782	937	44	45
MALUKU	1,222	3,079	739	1,084	1,691	1,471	3,940
J u m l a h	643,975	629,613	933,834	959,509	907,123	1,416,038	1,602,748

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

Tabel 4. Produksi Perikanan Budidaya (Kolam) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton)

Provinsi	Kolam						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nangroe Aceh Darussalam	8,733	9,016	6,305	9,642	9,839	14,238	9,224
Sumatera Utara	14,243	15,674	16,742	18,541	12,228	29,512	41,181
Sumatera Barat	14,174	26,750	34,207	38,404	46,952	57,653	85,934
Riau	24,769	24,414	25,485	21,084	29,846	29,447	37,973
Jambi	5,531	5,872	7,934	9,335	11,838	17,456	20,212
Sumatera Selatan	34,768	43,932	51,059	60,308	68,207	100,160	140,731
Bengkulu	4,427	3,893	6,214	8,851	10,713	13,820	23,673
Lampung	13,417	13,966	19,318	23,919	21,987	32,378	50,453
Bangka Belitung	536	751	693	1,033	841	1,200	1,352
Kepulauan Riau	178	505	336	245	366	43	2,563
SUMATERA	120,776	144,773	168,293	191,363	212,817	296,190	413,296
DKI Jakarta	6,830	3,365	2,683	2,905	915	14,055	5,617
Jawa Barat	110,247	127,578	118,162	147,941	158,871	247,369	295,715
Jawa Tengah	25,360	28,350	34,619	44,191	55,031	66,964	94,566
D.I Yogyakarta	8,225	9,059	11,427	14,100	17,009	38,772	43,795
Jawa Timur	31,026	33,379	35,711	37,704	42,690	65,869	115,086
Banten	5,254	4,972	8,319	7,423	9,409	12,217	12,864
J A W A	186,942	206,703	210,921	254,264	283,924	445,246	567,644
Bali	680	654	786	875	1,107	2,626	6,602
Nusa Tenggara Barat	2,244	4,822	2,583	2,612	3,024	3,927	33,016
Nusa Tenggara Timur	267	1,804	584	853	775	45	45
BALI & NUSA TENGGARA	3,191	7,280	3,953	4,339	4,906	7,362	40,584
Kalimantan Barat	1,532	2,427	2,302	2,461	6,106	4,509	7,215
Kalimantan Tengah	863	857	979	2,200	5,162	8,706	12,505
Kalimantan Selatan	3,282	4,923	5,976	8,144	19,746	31,329	27,045
Kalimantan Timur	567	986	5,079	2,120	1,808	2,060	2,214
KALIMANTAN	6,244	9,193	14,337	14,925	32,821	46,604	48,979
Sulawesi Utara	4,294	4,194	5,995	7,158	7,953	6,976	33,039
Sulawesi Tengah	1,580	1,629	1,663	1,617	3,537	4,294	4,394
Sulawesi Selatan	2,904	1,737	2,168	2,315	3,662	4,886	6,273
Sulawesi Tenggara	4,392	911	926	486	848	3,730	4,169
Gorontalo	113	380	470	400	520	44	1,025
Sulawesi Barat	-	559	30	26	158	44	44
SULAWESI	13,283	9,410	11,252	12,002	16,678	20,963	49,509
Maluku	122	90	135	134	142	43	43
Maluku Utara	168	174	200	223	429	1,351	1,930
Papua Barat	4	3,211	169	914	1,192	45	2,335
Papua	1,236	1,114	1,115	1,002	1,159	1,263	2,798
MALUKU	1,530	4,589	1,618	2,273	2,921	3,444	7,115
J u m l a h	331,966	381,948	410,374	479,167	554,067	819,809	1,127,127

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

Tabel 5. Produksi Perikanan Budidaya (Karamba) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton)

Provinsi	Karamba						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nangroe Aceh Darussalam	342	27	4	128	65	43	43
Sumatera Utara	234	258	323	600	6,731	2,251	43
Sumatera Barat	9,558	3,448	4,294	3,044	3,200	3,267	2,371
Riau	987	2,741	2,864	7,983	7,988	12,468	4,367
Jambi	3,627	92	371	141	721	44	43
Sumatera Selatan	17,401	20,393	18,325	21,246	24,029	27,053	42,911
Bengkulu	39	228	60	96	68	43	43
Lampung	406	462	927	802	545	44	44
Bangka Belitung	-	3	-	1	1	-	-
Kepulauan Riau	-	-	-	-	-	-	-
SUMATERA	32,594	27,652	27,168	34,041	43,350	46,331	51,260
DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-	-
Jawa Barat	514	970	1,068	923	225	43	44
Jawa Tengah	375	481	495	617	1,445	2,557	2,697
D.I Yogyakarta	112	56	47	62	65	43	43
Jawa Timur	2,798	1,310	1,106	666	134	43	44
Banten	28	42	60	56	18	43	43
J A W A	3,827	2,859	2,776	2,323	1,887	3,296	4,044
Bali	-	46	49	-	-	158	-
Nusa Tenggara Barat	350	375	470	916	379	43	1,249
Nusa Tenggara Timur	-	-	-	-	-	-	-
BALI & NUSA TENGGARA	350	421	519	916	379	44	1,249
Kalimantan Barat	3,027	2,965	229	3,950	4,303	7,390	1,721
Kalimantan Tengah	3,359	3,751	4,285	5,030	7,254	11,228	13,634
Kalimantan Selatan	4,293	3,713	3,728	4,737	11,785	12,019	20,258
Kalimantan Timur	18,627	12,239	23,216	24,067	31,869	35,905	35,103
KALIMANTAN	29,306	22,668	31,457	37,784	55,211	66,543	70,715
Sulawesi Utara	1,302	1,266	263	190	534	3,825	3,112
Sulawesi Tengah	23	44	27	29	41	43	43
Sulawesi Selatan	2	-	-	-	104	123	194
Sulawesi Tenggara	-	9	458	-	-	-	-
Gorontalo	234	770	847	220	136	43	43
Sulawesi Barat	-	-	48	-	-	-	-
SULAWESI	1,561	2,089	1,643	440	814	4,402	3,667
Maluku	-	-	9	-	-	-	-
Maluku Utara	-	-	8	-	-	-	-
Papua Barat	-	-	-	-	-	12	234
Papua	251	510	349	266	131	223	43
MALUKU	251	510	367	266	131	43	44
J u m l a h	67,889	56,199	63,929	75,769	101,771	121,271	131,383

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

Tabel 6. Produksi Perikanan Budidaya (Jaring Apung) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton)

Provinsi	Jaring Apung						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nangroe Aceh Darussalam	-	345	479	289	200	44	43
Sumatera Utara	4,336	1,106	3,939	35,177	34,887	47,683	42,962
Sumatera Barat	5,070	8,378	10,825	48,164	24,769	35,849	36,664
Riau	163	-	-	40	98	43	16,875
Jambi	949	4,729	8,073	9,896	10,981	11,960	11,930
Sumatera Selatan	115	125	418	170	7,495	9,168	12,683
Bengkulu	8	-	11	27	79	43	43
Lampung	1,080	1,249	1,040	1,270	1,482	2,145	2,747
Bangka Belitung	7	28	20	18	32	43	43
Kepulauan Riau	-	-	-	-	-	-	-
SUMATERA	11,728	15,960	24,805	95,050	80,023	107,717	124,429
DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-	-
Jawa Barat	80,824	115,976	143,244	144,560	135,020	157,195	185,428
Jawa Tengah	6,737	6,965	7,169	9,864	11,067	15,990	21,823
D.I Yogyakarta	192	147	18	17	10	43	43
Jawa Timur	-	1,323	1,372	1,910	2,155	2,557	9,281
Banten	99	147	211	144	655	45	1,989
J A W A	87,852	124,558	152,013	156,495	148,906	176,617	218,544
Bali	115	145	165	396	519	1,811	3,533
Nusa Tenggara Barat	-	-	31	-	-	6,781	45
Nusa Tenggara Timur	-	-	-	-	-	-	-
BALI & NUSA TENGGARA	115	145	196	396	519	8,591	4,330
Kalimantan Barat	30	-	3,521	173	273	2,213	10,928
Kalimantan Tengah	-	-	32	49	165	43	43
Kalimantan Selatan	212	424	503	596	959	2,945	6,940
Kalimantan Timur	-	-	49	9	4	-	-
KALIMANTAN	242	424	4,105	827	1,401	5,452	18,126
Sulawesi Utara	7,965	1,489	8,502	9,310	6,496	7,499	2,943
Sulawesi Tengah	923	-	-	-	-	-	-
Sulawesi Selatan	-	-	-	40	-	-	-
Sulawesi Tenggara	-	-	-	-	-	-	-
Gorontalo	583	664	1,021	871	1,097	3,273	6,577
Sulawesi Barat	-	-	-	-	-	43	43
SULAWESI	9 471	2 153	9,523	10,220	7,593	10,776	9,524
Maluku	-	-	-	-	-	-	-
Maluku Utara	13	12	252	181	163	43	44
Papua Barat	-	-	-	-	-	43	-
Papua	-	-	-	-	-	-	-
MALUKU	13	12	252	181	163	43	44
J u m l a h	109,421	143,252	190,893	263,169	238,605	309,499	375,430

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

Tabel 7. Produksi Perikanan Budidaya (Sawah) Menurut Propinsi dan Subsektor 2005-2011 (Ton)

Provinsi	Sawah						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nangroe Aceh Darussalam	3,023	3,263	2,428	1,829	2,058	45	1,089
Sumatera Utara	6,302	5,213	9,623	9,083	7,950	4,987	4,816
Sumatera Barat	3,213	1,249	6,243	7,894	9,269	5,823	6,494
Riau	-	-	-	-	-	-	-
Jambi	8	8	8	8	19	43	43
Sumatera Selatan	7,925	8,598	8,873	9,425	10,660	15,491	24,681
Bengkulu	1,602	2,872	2,357	2,860	2,300	3,614	8,266
Lampung	448	464	611	430	744	43	43
Bangka Belitung	-	-	-	-	-	-	-
Kepulauan Riau	-	-	-	-	-	-	-
SUMATERA	22,521	21,667	30,142	31,530	33,000	30,873	45,525
DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-	-
Jawa Barat	34,519	27,529	26,223	23,309	31,784	32,660	25,556
Jawa Tengah	2,439	3,992	2,051	2,279	1,472	1,798	2,255
D.I Yogyakarta	389	186	157	134	134	44	43
Jawa Timur	51,278	41,822	17,248	45,814	11,879	17,232	43
Banten	5,210	5,150	4,360	4,020	3,725	2,327	45
J A W A	93,835	78,679	50,038	75,556	48,995	54,455	29,033
Bali	358	356	291	276	254	44	43
Nusa Tenggara Barat	97	965	89	142	139	127	242
Nusa Tenggara Timur	-	88	40	29	30	40	36
BALI & NUSA TENGGERA	455	1 409	420	447	423	44	44
Kalimantan Barat	-	-	-	-	-	2	-
Kalimantan Tengah	129	665	-	-	-	175	2
Kalimantan Selatan	117	113	265	263	443	288	256
Kalimantan Timur	-	-	-	-	-	27	21
KALIMANTAN	246	778	265	263	443	44	43
Sulawesi Utara	1,159	1,426	1,485	1,623	2,701	7,834	8,484
Sulawesi Tengah	102	-	-	-	2	10	19
Sulawesi Selatan	2,024	1686	2,276	1801	1,144	2126	2255
Sulawesi Tenggara	9	-	-	-	-	-	-
Gorontalo	2	28	32	9	5	43	43
Sulawesi Barat	-	-	351	334	201	142	43
SULAWESI	3,296	3,140	4,144	3,767	4,052	10,122	10,990
Maluku	-	-	-	-	-	-	-
Maluku Utara	-	-	-	-	-	-	-
Papua Barat	-	-	-	21	-	128	5
Papua	-	-	-	-	-	-	-
MALUKU	-	-	-	21	-	43	43
J u m l a h	120,353	105,673	85,009	111,563	86,913	96,605	86,448

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013)

BAB III

DATA AWAL DAN POLA KEGIATAN AKUAKULTUR

Pemilihan spesies untuk akuakultur (kultivan) dan sistem akuakultur yang akan dilakukan tergantung pada tujuan budidayanya : apakah untuk konsumsi lokal atau ekspor, olah raga (pemancingan), umpan hidup, restocking perairan umum, daur ulang limbah dan sebagainya. Menentukan jenis atau spesies yang akan dipelihara dan sistem budidaya yang akan diterapkan harus berdasar pada pendugaan tentang kebutuhan nasional akan produk akuakultur.

1. Biota untuk Akuakultur

Biota budidaya atau kultivan dapat digolongkan menjadi 4 (empat) kelompok, yaitu ikan (finfish), udang-udangan (crustasea), kekerangan (mollusca) dan rumput laut. Metode akuakultur pembesaran sampai ukuran konsumsi dan factor-faktor yang mempengaruhi hasil akuakultur akan ditulis pada bab tersendiri untuk

Ikan (Finfish).

Yang dimaksud ikan (fin fish) disini adalah ikan yang berenang dengan siripnya dan bernafas dengan insangnya. Ikan konsumsi yang biasa diakuakultur di perairan tawar di Indonesia: lele local dikenal juga sebagai “walking catfish” (*Clarias batracus*), lele dumbo (*Clarias gariepinus*);, ikan mas dikenal juga sebagai ikan “grass carp” (*Cyprinus carpio*), Gurame (*Osphronemus gouramy*) (Gambar 3), ikan baung (*Macrones nemurus*), belut (*Monopterus albus*), nilem (*Osteocilus hasselti*), nila (*Orheochromis niloticus*), sepat (*Trichogaster sp.*), toman (*Orheichepalus micropeltes*), tawes (*Puntius javanicus*), betutu (*Oxyeleotris marmorata*), jelawat (*Leptobarbus hoeveni*), patin (*Pangasius pangasius* (Gambar 4). Jenis2 ikan konsumsi yang biasa dibudidayakan di air payau (tambak, estuarine) adalah bandeng (*Chanos-chanos*), kakap putih (*Lates calcarifer*), beronang

(*Siganus sp*), Kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), kerapu bebek / tikus (*Cromileptes altivalis*) (Gambar 5), kerapu sunu (*Plectrocopomus leopardus*), kerapu lumpur (*Epinephelus Coiodes*). Jenis2 ikan konsumsi yang biasa dibudidayakan di laut adalah kakap putih (*Lates calcarifer*), beronang (*Siganus sp*), Kerapu tikus (*Epinephelus fuscoguttatus*), kerapu bebek (*Cromileptes altivalis*), kerapu sunu (*Plectrocopomus leopardus*), kerapu lumpur (*Epinephelus Coiodes*).



Gambar 3. Ikan Gurame
(*Osphronemus gouramy*)



Gambar 4. Ikan Patin
(*Pangasius pangasius*),



Gambar 5. Ikan Kerapu Bebek / Tikus (*Cromileptes altivalis*)

Udang-udangan (Crustasea).

Krustasea yang dimaksud dalam buku ini adalah binatang air yang berkaki sepuluh. Adapun krustasea untuk konsumsi yang biasa dibudidayakan di perairan tawar antara lain udang galah (*Macrobrachium rosenbergi*) (Gambar 6), lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*). Crustacea untuk konsumsi yang biasa dibudidayakan di perairan payau

antara lain kepiting bakau (*Scylla sp*) (Gambar 7), udang windu (*Panaeus monodon*), udang putih (*P. merguensis*), udang vaname (*P. vanamei*), rajungan (*Portunus pelagicus*) (Gambar 8). Sedangkan jenis krustasea yang biasa dibudidayakan di laut adalah rajungan (*Portunus pelagicus*) dan lobster (*Panulirus sp*) (Gambar 9)



Gambar 6. Udang Galah
(*Macrobanchium*)



Gambar 7. Kepiting Bakau
(*Scylla sp*)



Gambar 8. Rajungan (*Portunus pelagicus*)



Gambar 9. Lobster pasir / Laut
(*P. homarus*)

Kekerangan (Molusca)

Moluska merupakan hewan lunak yang bercangkang, terdiri dari gastropoda dan bivalve molusca. Gastropoda adalah siput yang berjalan menggunakan kaki perut. Memiliki sepasang antena sebagai kemoreseptor, sepasang mata sebagai fotoreseptor. Pada bagian perut terdapat lendir.

Gastropoda yang biasa dibudidayakan adalah keong macan (*Babylonia spirata* L.) (Gambar 10). Keong macan bisa diakuakultur di air

payau dan di laut. Harga jual per kilogram keong macan laut tersebut mencapai Rp. 45.000,-. Selain keong macan, gastropoda yang mempunyai nilai ekonomis penting lainnya adalah abalone (*Haliotis squamata* dan *Haliotis asinina*) (Gambar 11). Abalone merupakan spesies kerang-kerangan dari genus *Haliotis*. Di Indonesia sendiri, Abalone dikenal dengan nama kerang mata tujuh dan siput balik batu. Abalone cukup laris sebagai makanan di daerah amerika latin (Chili), Asia Tenggara, dan Asia Timur

Sedangkan bivalve adalah jenis moluska yang dikenal juga sebagai kerang-kerangan. Semua kerang-kerangan memiliki sepasang cangkang (disebut juga cangkok atau katup) yang biasanya simetri cermin yang terhubung dengan suatu ligamen (jaringan ikat). Pada kebanyakan kerang terdapat dua otot adduktor yang mengatur buka-tutupnya cangkang. Kerang tidak memiliki kepala (juga otak) dan hanya simping yang memiliki mata. Organ yang dimiliki adalah ginjal, jantung, mulut, dan anus. Kerang dapat bergerak dengan "kaki" berupa semacam organ pipih yang dikeluarkan dari cangkang sewaktu-waktu atau dengan membuka-tutup cangkang secara mengejut. Bivalve molusca yang banyak dibudidayakan adalah kerang hijau (*Perna viridis*) (Gambar 12), kerang darah (*Anadara granosa*). Kerang hijau dan kerang darah bias dibudidayakan di air payau dan juga di laut.

Kerang lain yang mempunyai nilai ekonomis penting dan dibudidayakan di laut adalah kerang mutiara (Gambar 13). Kerang penghasil mutiara umumnya berasal dari famili Pteriidae, namun yang umum dikenal hanya jenis-jenis tertentu seperti gold atau silver-lip pearl oyster (kerang mutiara bibir emas atau bibir perak) *Pinctada maxima*, black-lip pearl oyster (kerang mutiara bibir hitam) *Pinctada margaritifera*, Akoya pearl oyster (kerang mutiara Akoya) *Pinctada fucata* dan the winged-pearl oyster (kerang mutiara bersayap) *Pteria penguin*. Semua anggota famili ini hidup di laut. Setiap jenis kerang mutiara menghasilkan

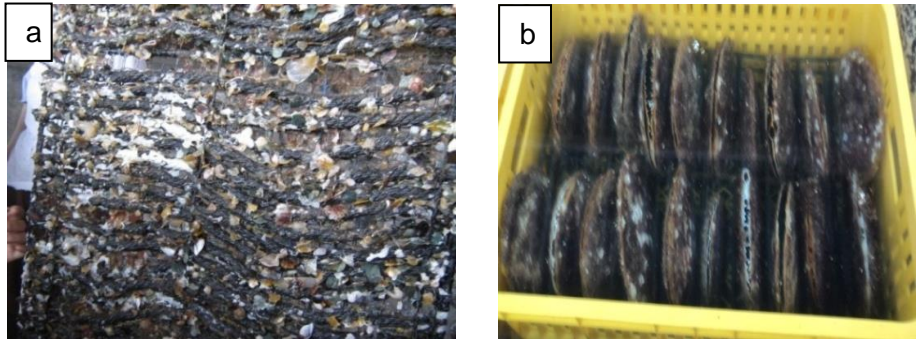
mutiara dengan spesifikasi yang berbeda. *Pinctada maxima* menghasilkan mutiara relatif lebih besar dari semua jenis kerang penghasil mutiara, berwarna perak, emas dan krem. Jenis ini banyak dibudidayakan di Indonesia, Birma, Thailand dan Australia. Sedangkan kerang jenis *Pinctada margaritifera* merupakan primadona negara-negara pasifik selatan. Mutiara yang dihasilkannya bervariasi dari warna krem sampai warna hitam. Warna hitam merupakan warna yang diminati pelanggan mutiara dunia saat ini. Dengan demikian harganya sangat mahal. Diameter mutiara yang dihasilkan umumnya lebih kecil daripada yang diproduksi *Pinctada maxima*. Kegiatan akuakultur pada tiram mutiara diawali dari pembenihan, pemeliharaan benih tiram (spat) tiram mutiara di laboratorium, pemeliharaan spat di karamba jaring apung, sampai tiram mutiara siap dioperasi untuk penanaman inti tiram mutiara. Pemijahan tiram mutiara bisa dilakukan secara alami atau secara buatan dengan manipulasi kejutan suhu (*thermal shock*).



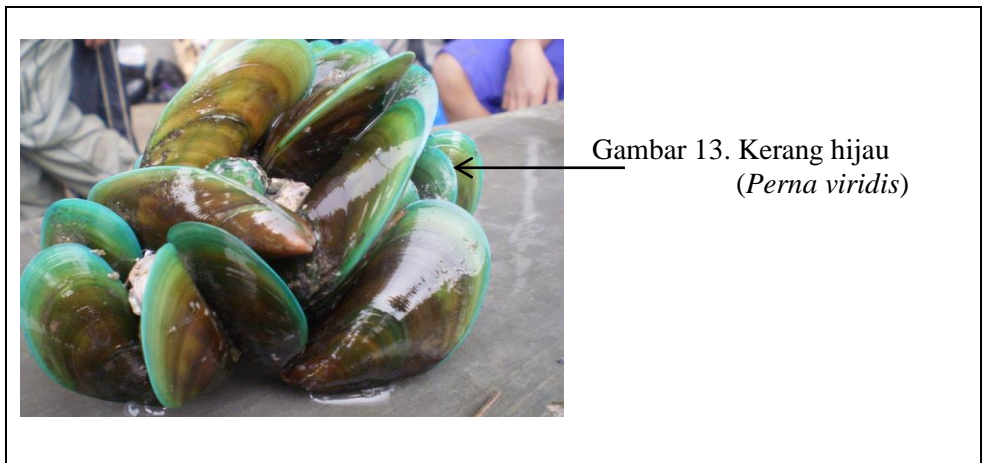
Gambar 10. Keong Macan
(*Babylonia spirata* L.)



Gambar 11. Abalone
(*Haliotis* sp)



Gambar 12. Kerang Mutiara (*Pinctada sp.*) . a) Spat (benih) kerang mutiara. b) Kerang mutiara dewasa



Gambar 13. Kerang hijau (*Perna viridis*)

Rumput laut

Indonesia kaya dengan berbagai rumput laut, antara lain adalah jenis *Gelidium sp.*, *Eucheuma sp.* (Rhodophyta) (Gambar 14), *Gracilaria sp.* (Gambar 15), *Sargassum sp.*, *Turbinaria sp.*, *Padina sp.* (Phaeophyta) dan *Ulva sp.* (Chlorophyta) merupakan jenis-jenis yang banyak ditemukan. Jenis rumput laut dalam perkembangannya yang dimanfaatkan hingga saat ini masih sangat terbatas, demikian juga dengan lingkup pemanfaatannya. Rumput laut tidak semua dibutuhkan dalam skala industri. Jenis-jenis rumput laut yang tidak dimanfaatkan dalam skala industri sebenarnya

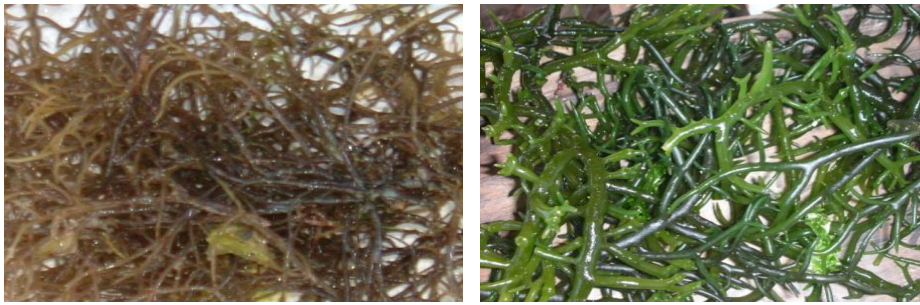
mempunyai manfaat yang tidak kalah penting. Pemanfaatan rumput laut tersebut antara lain sebagai sumber makanan yang dapat langsung dikonsumsi (Handayani, 2006).

Rumput laut yang banyak dimanfaatkan adalah dari jenis ganggang merah (*Rhodopyceae*) karena mengandung agar-agar, karaginan, porpiran, maupun furcellaran. Jenis-jenis yang ada di Indonesia selain hanya mengandung agar-agar dan karaginan, juga mengandung pigmen *fikobilin*, terdiri dari *fikoeritrin* dan *fikosianin*, merupakan cadangan makanan berupa karbohidrat (*Floridean starch*) (Indriyani dan Sumiarsih, 1997).

Potensi rumput laut serta permintaan pasar domestik dan luar negeri yang terus meningkat memberikan peluang yang sangat besar untuk mengembangkan akuakultur rumput laut. Kebutuhan rumput laut dunia terus meningkat (Rahman, 1999). Hasil akuakultur *Gracilaria* di tambak hingga saat ini belum dapat mencukupi tingginya permintaan pasar terutama industri agar-agar akan *Gracilaria* kering sebagai bahan baku utama penghasil agar. Intensifikasi akuakultur *Gracilaria* hingga saat ini terus digalakkan guna mencukupi kebutuhan industri agar-agar (Febriko *et.al*, 2008).

Cara yang memungkinkan dapat meningkatkan produktifitas tambak salah satunya yaitu dengan akuakultur campuran (polikultur) antara beberapa komoditas perikanan. Perkembangan teknologi akuakultur menunjukkan bahwa ikan bandeng (*Chanos chanos*) dapat dibudidayakan bersama *Gracilaria verrucosa* di tambak (Utojo dan Pirzan, 2000). Akuakultur sistem polikultur juga telah dibuktikan oleh Mardi (2011), pada uji laboratorium, percobaan dengan akuarium (ikan dan sistem kultur rumput laut) menunjukkan bahwa di aquarium dengan *Gracilaria* setelah 23 hari dan 40 hari bisa mengurangi kandungan nutrisi secara efektif. Konsentrasi dari NH_4^{4+} -N menurun dari 85.53% menjadi 69.45%, dan konsentrasi dari PO_4 -P berkurang dari 65.97% menjadi 26.74%. Hasil ini

menunjukkan bahwa *Gracilaria* mempunyai potensi untuk mereduksi kelebihan nutrisi di kawasan pantai, dan penanaman besar-besaran dari *Gracilaria lemaneiformis* merupakan cara yang efektif untuk mengendalikan *eutrophication* di perairan.



Gambar 14. Rumput Laut (*Eucheuma* sp.)



Gambar 15. Rumput Laut *Gracilaria*
(*Gracilaria* sp.)

Gambar 16. Anggur laut
(*Caulerpa* sp.)

2. Lokasi Untuk Kegiatan Akuakultur

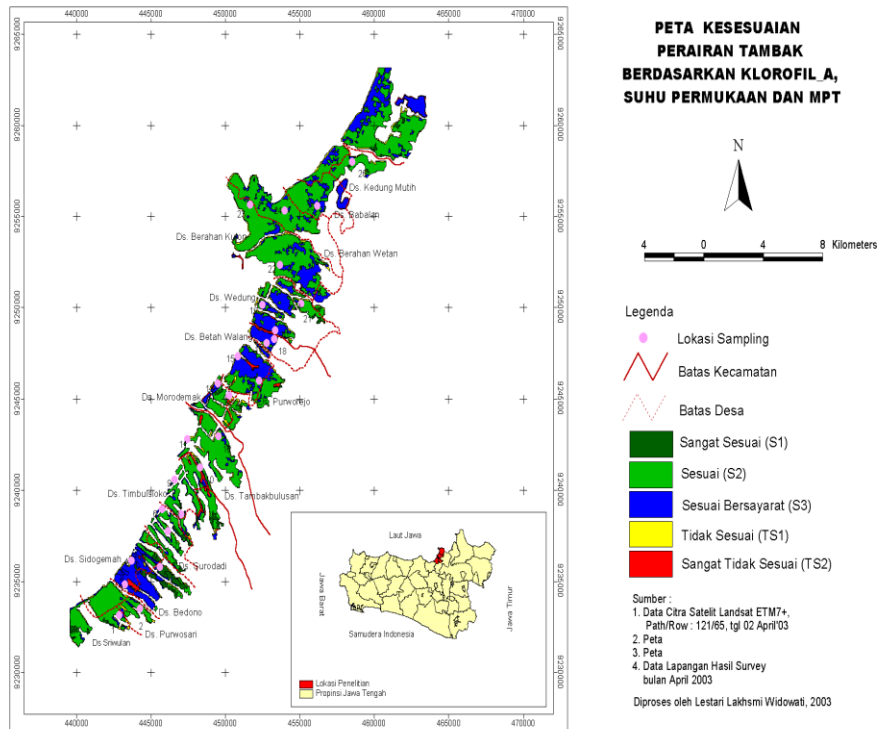
Kondisi ekologi dan sosial ekonomi daerah perlu diperhatikan. Iklim, terutama variasi temperatur dan curah hujan, kualitas air serta kondisi lokasi yang tersedia untuk kegiatan akuakultur penting untuk diperhatikan dalam membuat keputusan. Perkiraan kasar tentang lokasi yang tersedia untuk akuakultur diperlukan untuk menentukan jenis kegiatan yang dapat dikembangkan. Dalam hal ini survei pemilihan lokasi perlu dilakukan sebelum menentukan tempat yang akan digunakan untuk pengembangan akuakultur (Boyd, 1981). Informasi tentang sumber air dan biaya untuk

instalasi pengaliran air (jika diperlukan) sangat perlu diperhatikan (Ali Purnomo, 1990).

Jika kegiatan akuakultur akan tergantung pada pemupukan atau pakan alami, maka diperlukan data tentang ketersediaan pupuk organik dan anorganik serta harganya. Selain itu, jika pemberian pakan buatan dalam akuakultur akan diterapkan, maka diperlukan informasi adanya pabrik pakan buatan di dalam negeri serta ketersediaan bahan bakunya. Hal ini bertujuan untuk menekan biaya operasional karena pemberian pakan buatan bisa mencapai lebih dari 50% dari total biaya operasional (Shepherd and Bromage, 1988). Pada prinsipnya lokasi untuk kegiatan akuakultur dapat dilakukan di 3 (tiga) ekosistem perairan, yaitu perairan tawar, payau dan laut.

Penentuan lokasi untuk kegiatan akuakultur adalah langkah awal yang dilakukan dari serangkaian kegiatan yang akan dilakukan. Mengetahui lokasi yang tepat merupakan hal yang penting karena berhubungan dengan pertumbuhan dan keberhasilan budidaya. Setiap organisme budidaya memiliki kemampuan yang berbeda-beda untuk mendukung pertumbuhan yang optimal serta menjaga keberlangsungan hidupnya. Sebagai ilustrasi, pada budidaya rumput laut, akan berbeda syarat dan kondisi yang dibutuhkan dengan budidaya kerapu ataupun akuakultur tiram mutiara pada karamba jaring apung. Metode untuk mengetahui sekaligus menganalisis lokasi budidaya yang tepat salah satunya adalah dengan menggunakan penginderaan jauh (inderaja) dengan pengolahan berdasarkan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data penginderaan jauh digunakan untuk melihat area dengan cakupan yang luas, karena data ini didapatkan dari hasil pengambilan gambar oleh berbagai satelit yang mengorbit mengelilingi bumi. Sedangkan metode SIG digunakan untuk menganalisis data dari berbagai parameter pada lokasi yang diamati. Kombinasi yang digunakan antara inderaja dan SIG memberikan informasi kesesuaian lahan

pada lokasi yang luas. Sebagai contoh ilustrasi mengenai kesesuaian lahan untuk akuakultur dapat dilihat pada Gambar 16. di bawah ini.

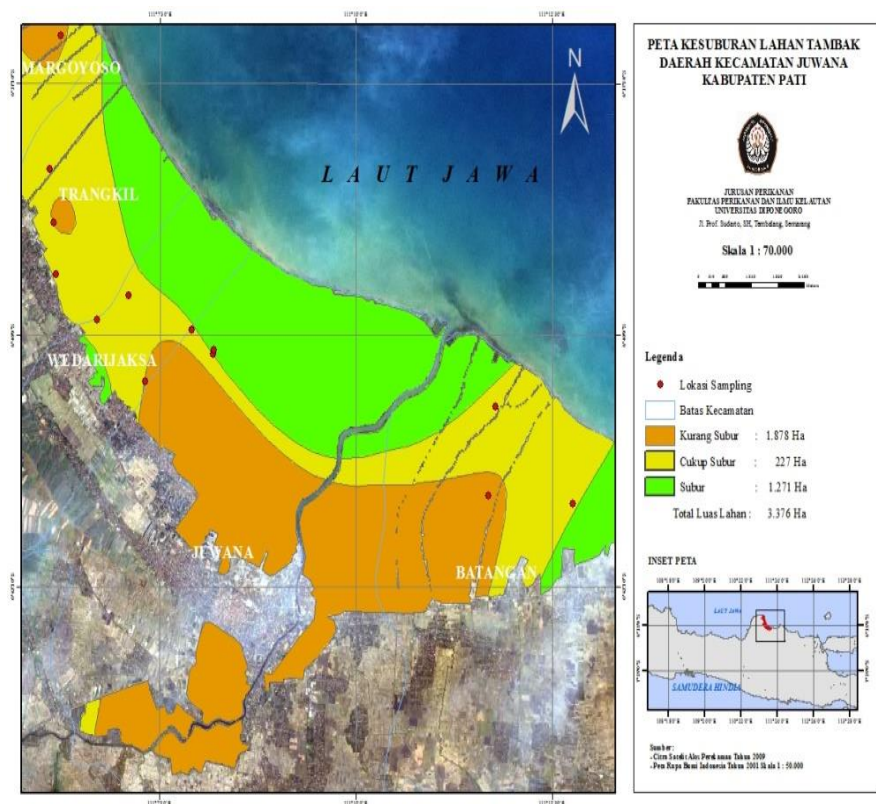


Gambar 17. Peta Kesesuaian Perairan Tambak berdasarkan Klorofil_a, Suhu Permukaan dan MPT

Gambar 16 diatas memberikan informasi mengenai pemetaan mengenai kondisi kesuburan perairan di Kabupaten Demak, berdasarkan faktor produktifitas perairan. Pemetaan (*mapping*) tersebut dapat memberikan referensi mengenai lokasi yang sangat sesuai sampai dengan lokasi yang tidak sesuai berdasarkan berbagai parameter, yang telah dianalisis dengan Sistem Informasi Geografis. Secara nyata, dapat disampaikan informasi mengenai kesesuaian lahan akuakultur di Kabupaten

Demak adalah sekitar 294 Ha dalam kondisi Sangat Sesuai, 6.100 Ha dalam kondisi Sesuai untuk dilakukan akuakultur, 2.500 Ha dalam kondisi Sesuai Bersyarat dan selebihnya dalam kondisi yang tidak sesuai. (Widowati, 2004).

Secara lebih rinci, dapat dilihat dari hasil penelitian oleh Widowati, *et al* (2012) mengenai kesuburan perairan yang akan digunakan untuk budidaya tambak di Kabupaten Pati, bahwa kondisi dari setiap kecamatan dapat digambarkan seperti tersaji pada Gambar 17

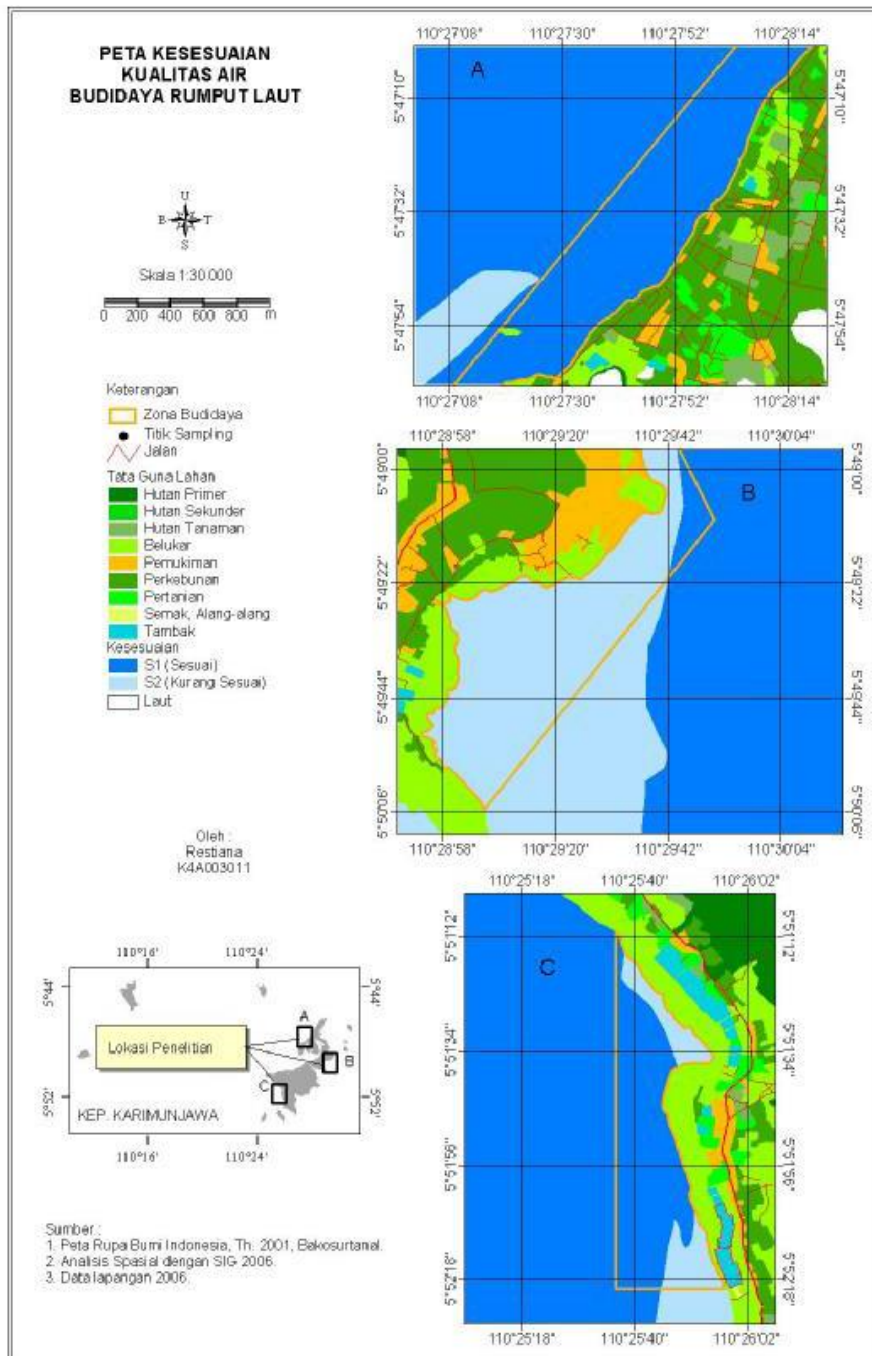


Gambar 18. Peta Kesesuaian Perairan Tambak berdasarkan Klorofil_a, Suhu Permukaan dan MPT

Peta diatas memberikan informasi mengenai kesuburan lahan tambak di Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati. Pada kabupaten tersebut terdapat

1.270 Ha lahan tambak yang subur, 227 Ha lahan tambak dalam kondisi cukup subur dan 1,878 Ha tambak dalam kondisi kurang subur.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dan informasi yang telah diberikan pada Gambar 14 dan Gambar 15 merupakan data base mengenai kondisi lahan budidaya. Hal ini selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan budidaya. Metode, teknologi, kultivan, ataupun manajemen tata lingkungan yang harus dilakukan agar budidaya yang diterapkan dapat berlangsung secara kontinyu dan berkualitas. Sebagai contoh penerapan *site selection* untuk budidaya rumput laut, penelitian telah dilakukan oleh Ariyati (2007) yang menunjukkan bahwa pada Perairan Karimunjawa, khususnya di perairan telaga mempunyai luas wilayah yang paling besar bagi pengembangan budidaya rumput laut dengan menggunakan semua metode tanam, baik metode apung (16 ha), lepas dasar (27 ha), ataupun tanam dasar 26 ha). Sebagian kecil perairan pulau Karimunjawa sebelah barat (perairan Legonboyo) sesuai untuk dikembangkan sebagai lahan budidaya rumput laut dengan menggunakan semua metode tanam, yaitu metode apung (15 ha), lepas dasar (10 ha) dan tanam dasar (6 ha), sedangkan perairan pulau Karimunjawa sebelah Timur (perairan Jelamun) hanya sesuai bila digunakan untuk budidaya rumput laut dengan metode apung (11 ha) dan lepas dasar (5 ha). Ariyati (2007).



Gambar 19. Peta kesesuaian lokasi untuk budidaya rumput laut di Kepulauan Karimunjawa

3. Estimasi Pasar Lokal dan Ekspor

Pada prinsipnya data awal yang diperlukan untuk perkembangan Akuakultur tidak sama antara satu daerah dengan daerah yang lainnya. Namun demikian ada beberapa data dasar yang secara umum diperlukan untuk membuat keputusan. Estimasi total kebutuhan konsumsi domestik atau kebutuhan ekspor produk perikanan merupakan data awal untuk perencanaan kegiatan akuakultur (Pillay and Kutty, 2005). Data produk perikanan ini merupakan data produksi realistik yang ada baik yang berasal dari hasil penangkapan maupun budidaya (Sheperd, 1978).

Kegiatan akuakultur merupakan tantangan untuk menerapkan konsep modern tentang *market oriented production*. Oleh karenanya, sebelum kegiatan akuakultur dimulai diperlukan data tentang kesukaan (demand) konsumen baik di pasar lokal maupun internasional (Pillay and Kutty, 2005). Akuakultur ikan lokal yang digemari masyarakat setempat perlu diutamakan jika tujuan kegiatannya adalah untuk meningkatkan produksi makanan serta meningkatkan gizi masyarakat di daerah tersebut. Oleh karena itu, informasi tentang biologi umum ikan lokal yang akan dibudidayakan merupakan data awal yang diperlukan dalam perencanaan. Pengetahuan yang memadai tentang siklus hidup ikan yang akan dipelihara diperlukan agar kegiatan pembesaran dapat berjalan dengan baik.

4. Skala Usaha dan Teknologi Kegiatan Akuakultur

Berdasar skala usaha yang diterapkan, maka pola kegiatan Akuakultur dapat digolongkan menjadi dua, yaitu kegiatan akuakultur skala rumah tangga dan kegiatan akuakultur skala industry. Sedangkan berdasar pada teknologinya, terutama pada kegiatan akuakultur udang di tambak dikenal 3 teknologi akuakultur, yaitu teknologi sederhana, teknologi madya dan teknologi maju

a. Akuakultur Skala Rumah Tangga

Akuakultur skala rumah tangga meliputi presentase waktu yang digunakan untuk pemeliharaan ikan yang dilakukan petani secara individu sampai pada unit produksi yang dikelola secara paruh waktu. Pola ini sangat cocok untuk peningkatan ekonomi dan pengembangan daerah pedesaan, mengingat biaya dan teknologi yang digunakan relatif rendah/sederhana. Seringkali budidaya ikan skala rumah tangga dikombinasikan dengan kegiatan pertanian dan peternakan, yang lebih dikenal dengan istilah budidaya ikan terpadu (Little and Muir, 1987 ; Little and. Edwards, 2003). Sebagai contoh adalah : budidaya mina-padi, mina-ayam, mina-bebek. Kombinasi kegiatan ini dapat meningkatkan hasil panen produk pertanian, sehingga menambah keuntungan bagi para petani.

Pematang kolam dapat digunakan untuk menanam sayuran, buah-buahan, dan palawija. Sedangkan air dalam kolam itu sendiri dapat digunakan untuk menyiram tanaman-tanaman tersebut sepanjang pematang kolam. Lumpur dari kolam pada saat pengolahan tanah dasar dapat menyuburkan tanaman. Air dalam kolam selain digunakan untuk memelihara ikan juga dapat digunakan untuk menanam tanaman air seperti sayuran. Oleh karena itu, akuakultur skala rumah tangga sangat cocok untuk dipadukan dengan kegiatan lainnya yang dikenal dengan pertanian terpadu (*integrated farming*) di daerah pedesaan.

Perlu ditekankan di sini bahwa akuakultur skala rumah tangga pada umumnya lebih cocok jika tujuan utama kegiatan tersebut adalah untuk perkembangan sosial – ekonomi daerah pedesaan. Biaya operasional yang diperlukan untuk kegiatan ini relatif terjangkau bagi para masyarakat setempat dan tenaga kerja pada umumnya para anggota keluarga. Selain itu, kegiatan akuakultur dapat pula merupakan kegiatan sambilan yang dapat menghasilkan keuntungan dan dapat menunjang standar hidup, serta dapat mencegah urbanisasi dari pedesaan ke perkotaan untuk mencari nafkah.

Namun demikian, keberhasilan budidaya ikan skala rumah tangga ini tergantung pada fasilitas penunjang yang ada.

b. Akuakultur Skala Industri

Ditinjau dari jumlah modal dan teknologi yang diterapkan, ada perbedaan karakteristik antara akuakultur skala rumah tangga dan skala industri (Shepherd and Bromage, 1988). Perbedaan tersebut adalah tingginya modal yang diperlukan dalam akuakultur skala industri, serta pengelolaan terpusat antara perdagangan skala besar lainnya. Akuakultur skala industri ini dapat dilakukan oleh pemerintah maupun swasta yang dalam hal ini diperlukan dana dari luar.

Akuakultur skala industri berkaitan dengan kapasitas produksi yang tinggi, sehingga perlu melibatkan penanganan pasca panen : pengawetan, pengolahan, dan pengembangan produk (Shepherd and Bromage, 1988). Dalam hal ini produksi benih dan pabrik pakan buatan merupakan aktivitas penting yang melibatkan keterpaduan secara vertikal. Untuk memaksimalkan keuntungan dalam kaitannya dengan pasar yang ada dan yang akan datang akuakultur skala industri wajib melaksanakan pemilihan jenis / spesies ikan yang akan dipelihara (ikan ekonomis penting) dan cara akuakulturnya.

c. Akuakultur Teknologi Sederhana

Pada akuakultur teknologi sederhana adalah pola budidaya udang yang paling sederhana dimana udang dipelihara tanpa diberi pakan tambahan. Produksi udang budidaya sepenuhnya tergantung pada pakan alami yang tumbuh di tambak dengan atau tanpa pemupukan, sedangkan pergantian air sepenuhnya tergantung pada pasang surut.

Pertumbuhan udang pada budidaya pola ini bagus selama dua bulan pertama yakni pada saat ketersediaan pakan alami dalam tambak masih

mencukupi, selanjutnya pertumbuhannya akan menurun sejalan dengan berkurangnya ketersediaan pakan alami.

Luas petak sederhana disarankan 0,5 ha bentuk empat persegi panjang. Perbandingan antara panjang dan lebar pematang 2 : 1 atau 3 : 1. Keuntungan bentuk empat persegi panjang adalah efektif dalam pemanfaatan lahan dan relatif murah dalam pembuatan pematang.

Penetrasi sinar matahari sampai ke dasar tambak perlu diperhatikan pada akuakultur pola sederhana mengingat pertumbuhan udang tergantung sepenuhnya pada ketersediaan pakan alami. Oleh karena itu, kedalaman air tambak antara 70 - 80 cm cukup baik untuk penetrasi sinar matahari dan pertumbuhan pakan alami, dilengkapi dengan earen sedalam 0,3 — 0,5 m untuk perlinelungan dan memudahkan pemanenan dan pengeringan.

d. Akuakultur Teknologi Madya

Akuakultur teknologi madya sebetulnya merupakan modifikasi dari teknologi sederhana. Pertumbuhan udang yang dipelihara tidak lagi tergantung sepenuhnya pada pakan alami, tetapi ditunjang dengan pemberian pakan buatan berupa pelet, atau pakan tambahan: cacahan kerang, ikan rucah. Pergantian air dilakukan dengan pasang surut dan penggunaan pompa dilakukan untuk menambah jika pasok air dari pasang surut tidak mencukupi mengingat penggantian air pada akuakultur teknologi madya lebih banyak dibanding pada teknologi sederhana.

Mengingat bahwa prinsip dasar perbedaan akuakultur udang teknologi madya dan sederhana hanya berdasar pada pengelolaan pemeliharaan dan pengelolaan kualitas air, maka tata letak petak madya relatif sama dengan tata letak petak sederhana, saluran diagonal dan keliling yang bermuara pada pintu buang dengan lebar 3 - 5 m dan kedalaman 50 — 80 cm untuk mempermudah pengeringan tambak dan dapat pula berfungsi sebagai tempat perlindungan udang di siang hari, serta sebagai

penampung untuk mempermudah pemanenan. Kemiringan 0,5 — 1 m ke arah pintu buang.

e. Akuakultur Teknologi Maju

Pertumbuhan udang pada akuakultur teknologi maju ditandai dengan padat penebaran yang tinggi tergantung sepenuhnya pada pakan buatan (pellet) berprotein tinggi dan pergantian air dalam tambak tidak tergantung pada pasang surut tetapi dilakukan dengan pompa. Penambahan kincir diperlukan untuk penambahan oksigen.

Luas petak maju relatif kecil antara 0,25 ha berbentuk empat persegi panjang tanpa caren (saluran keliling), dengan kedalaman air antara 1,2 — 1,5 m. Petak maju harus didesain sedemikian rupa sehingga kedap air, dan memungkinkan pergantian air dengan lancar serta pembuangan sisa pakan dan kotoran dapat dilakukan dengan sempurna untuk mencegah terjadinya penurunan kualitas air dalam tambak karena dekomposisi material organik tersebut. Kemiringan 0,5 — 1 m ke arah pintu pengeluaran.

d). Tandon

Kapasitas petak tandon tergantung pada tingkat teknologi budidaya yang diterapkan. Variasi pergantian air dalam petak pemeliharaan berkisar antara 20 - 30 %. Luas tandon / petak pembagi air antara 15 — 30 % dari luas area tambak dengan kedalaman 1,5 m. Petak pembagi air dibuat empat persegi panjang dengan perbandingan panjang dan lebar 2:1 atau 1 : 3 untuk memperpanjang jalannya air sehingga diharapkan partikel lumpur terlarut dalam air pasok mengendap dalam petak ini. Kemiringan / elevasi tandon 0,5 — 1 m ke arah pintu pembagi air.

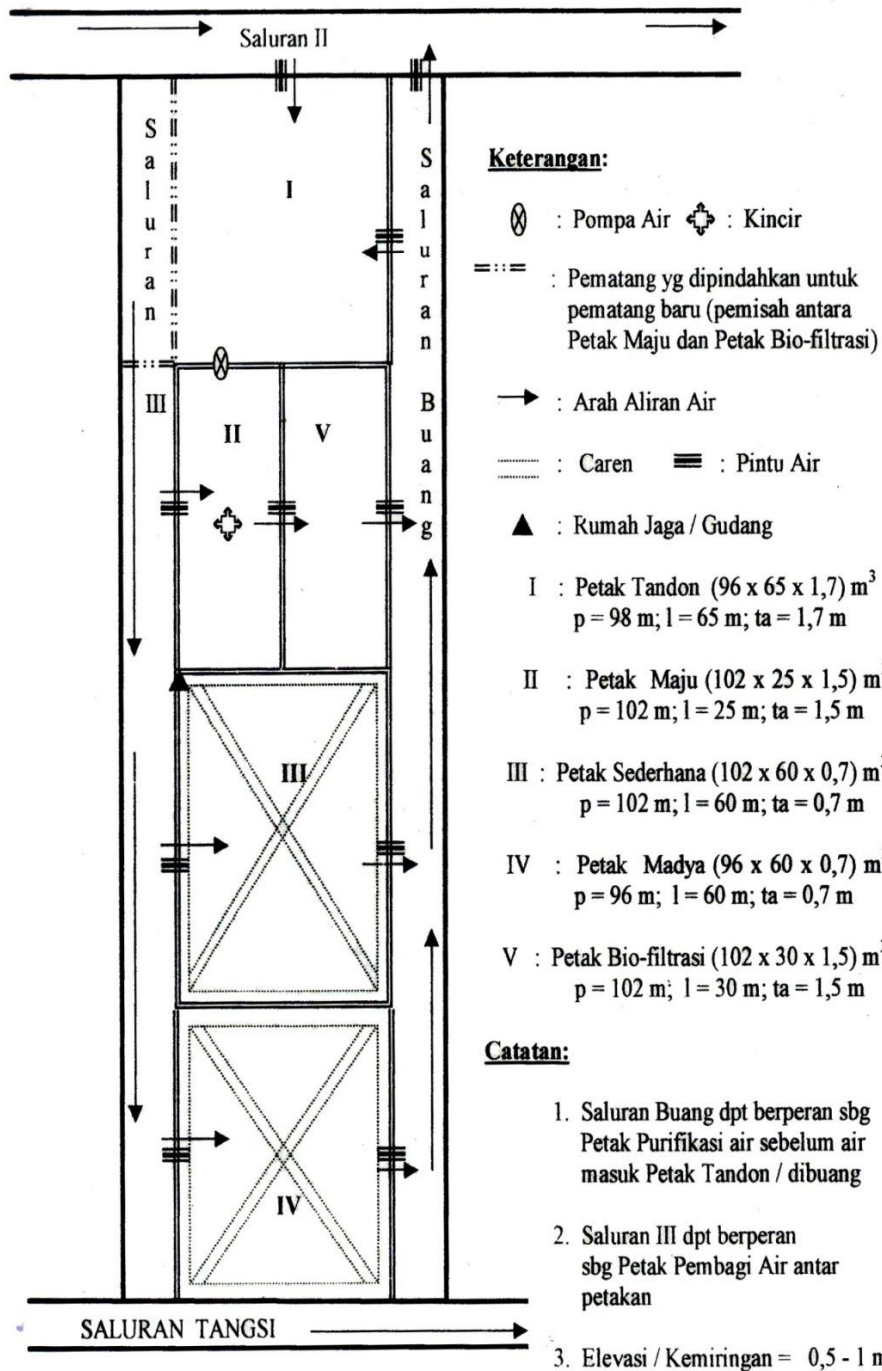
e). Petak Bio-filtrasi

Luas efektif petak biofiltrasi antara 2000 m², berbentuk empat persegi panjang. Petak bio-filtrasi berfungsi untuk menampung air dari saluran / petak purifikasi, untuk menekan kandungan bahan organik dalam air. Air

dari petak bio-filtrasi masuk secara gravitasi ke dalam tandon / petak pembagi air, sehingga kemiringannya dibuat 0,5 - 1 m ke arah saluran pasok. Secara umum, tata letak tambak percontohan yang meliputi teknologi sederhana, madya, dan maju yg dilengkapi dengan tandon, petak purifikasi dan petak biofiltrasi tersaji pada Gambar 19.

Pemilihan lokasi pada kegiatan akuakultur skala industri memegang peranan yang sangat penting karena kegagalan budidaya seringkali disebabkan oleh lokasi tidak tepat peruntukannya. Faktor-faktor yang penting untuk perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi antara lain :

- a. Pasok dan kualitas air,
- b. Topografi dan tipe tanah,
- c. Kriteria lingkungan,
- d. Fasilitas penunjang (infrastruktur), legal aspek, dan keamanan.



Gambar 20. Tata Letak Tambak Dempond

Pasok dan kualitas air

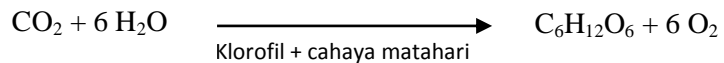
Ciri terpenting dalam pertimbangan lingkungan lokasi adalah suplai air. Air merupakan faktor terpenting dalam hal ini mengingat organisme yang akan dipelihara adalah organisme akuatik yang media hidupnya adalah air. Jumlah air yang tersedia akan sangat menentukan konstruksi wadah pemeliharaan dan kapasitas produksinya. Selain itu, kualitas air juga berpengaruh terhadap pemilihan spesies budidaya dan sistem budidayanya. Lokasi budidaya yang ideal disarankan mempunyai parameter kualitas air yang baik antara lain tidak tercemar oleh pencemaran industri, rumah tangga, pertanian, dan peternakan, mempunyai pH, suhu, oksigen, dan salinitas yang sesuai bagi organisme yang akan dipelihara.

Suhu air merupakan parameter kualitas air yang penting, sebab suhu berperan langsung dalam aktivitas dan proses metabolisme ikan serta berpengaruh terhadap kelarutan oksigen dalam air (Tabel 1). Masing-masing spesies ikan mempunyai toleransi terhadap suhu yang tidak sama. Ikan dan organisme air lainnya tidak dapat mengatur suhu tubuhnya dan selalu berubah sesuai dengan lingkungannya. Peningkatan suhu air akan meningkatkan metabolisme, meningkatkan konsumsi oksigen, serta meningkatkan aktivitasnya, sehingga produksi ammonia dan karbondioksida dalam air akan meningkat.

Salinitas perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi untuk akuakultur karena pengaruhnya terhadap tekanan dan keseimbangan osmotik organisme akuakultur. Pada saat memilih lokasi akuakultur perlu diperhatikan temperatur dan salinitas airnya, apakah variasinya besar atau kecil karena hal ini erat kaitannya dengan kandungan oksigen terlarut dalam air (Tabel 3).

Oksigen merupakan parameter kualitas air yang diperlukan bagi semua organisme hidup untuk pernapasan, memproduksi energi yang diperlukan, untuk proses pencernaan, dan asimilasi makanan, menjaga

keseimbangan osmotik, serta untuk aktivitasnya. Kebutuhan oksigen tergantung pada spesies, ukuran, umur, stadia, serta kondisi lingkungannya misalnya temperatur. Jika kebutuhan oksigen suatu organisme budidaya tidak tercukupi, maka pakan, konversi pakan (FCR), pertumbuhan dan kesehatannya akan terpengaruh. Oleh karena itu, perlu dijaga agar kandungan oksigen dalam wadah budidaya selalu mencukupi kebutuhan organisme yang dipelihara. Faktor utama yang mempengaruhi kandungan oksigen dalam air adalah komunitas alga planktonik. Pada siang hari, produksi oksigen meningkat karena adanya proses fotosintesa dan pada malam hari terjadi penurunan karena oksigen digunakan untuk respirasi.



Jika populasi alga meningkat, maka terjadi super-saturasi oksigen di siang hari, dan terjadi sub-saturasi di malam hari. Hal ini dapat mengakibatkan stress pada ikan. Kolam yang produktif kisaran DO bisa mencapai 7-8 ppm (Boyd, 1981).

Tabel 8. Kelarutan oksigen dalam air (mg/l) pada suhu dan salinitas yang berbeda pada tekanan sudara 760 mmHg (Stirling *et al.*, 1985)

SUHU	SALINITAS							
	0	5	10	15	20	25	30	3
4	13,1	12,7	12,2	11,8	11,5	10,7	10,7	10,3
6	12,5	12,1	11,6	12,25	10,9	10,2	10,2	9,8
8	11,8	11,45	11,1	10,7	10,4	9,7	9,7	9,4
10	11,3	10,9	10,6	10,2	9,9	9,3	9,2	9
12	10,8	10,45	10,1	9,8	9,5	8,9	8,8	8,6
14	10,3	9,95	9,7	9,4	9,1	8,6	8,5	8,2
16	9,9	9,55	9,3	9	8,7	8,2	8,1	7,9
18	9,5	9,15	8,9	8,6	8,4	7,9	7,8	7,6
20	9,1	8,8	8,6	8,3	8,1	7,6	7,7	7,3
22	8,7	8,6	8,3	8,1	7,9	7,5	7,4	7,2
24	8,4	8,3	8,1	7,8	7,6	7,1	7,1	6,9
26	8,1	8	7,7	7,5	7,3	6,8	6,8	6,6
28	7,8	7,7	7,5	7,3	7	6,6	6,6	6,4
30	7,6	7,4	7,2	7	6,8	6,4	6,4	6,1
32	7,3	7,2	7	6,9	6,6	6,1	6,1	5,9
34	7,1	7	6,9	6,7	6,4	6	6	5,8
36	6,9	6,8	6,7	6,5	6,2	5,9	5,9	5,7
38	6,7	6,6	6,5	6,4	6,1	5,7	5,7	5,6
40	6,5	6,5	6,3	6,3	6	5,6	5,6	5,5

pH sangat penting dalam akuakultur. Nilai pH menggambarkan keasaman atau alkalinitas perairan. pH air dinyatakan dalam skala berkisar antara 0 (asam) – 14 (basa). Kisaran pH yang baik untuk kehidupan dan pertumbuhan ikan adalah antara 6,5 – 8,5. Nilai pH yang ekstrem dapat mengakibatkan kerusakan pada permukaan jaringan insang, akibat lebih jauh adalah kematian (Mc Donald, 1983). Air laut pada umumnya bersifat alkalin (basa) dan pH nya berkisar antara 7,5 – 8,5 karena tingginya komposisi anion daripada kation. Air laut juga mempunyai daya penyangga (*buffering capacity*) tinggi sehingga dapat menahan guncangan pH. Perairan tawar pHnya berkisar antara 3 – 11 karena tingginya komposisi ion dalam

air (Albaster and Lloyd, 1980). Perairan tawar yang ber pH rendah mempunyai daya penyangga yang rendah pula, sehingga tidak dapat menahan guncangan pH. pH juga penting karena pengaruhnya terhadap daya racun pencemar seperti amonia, sianida, dan logam-logam berat (Albaster and Lloyd, 1980).

Amonia. Limbah utama dalam akuakultur ikan adalah amonia dan karbon dioksida. Molekul ammonia di dalam air bereaksi menjadi ammonium hidroksida dan segera membentuk keseimbangan reaksi membentuk amonium dan ion hidroksil. Gambaran reaksinya adalah sebagai berikut:



Ion ammonium (NH_4^+) tidak beracun, sedangkan ammonia yang tidak terionisasi (NH_3) sangat beracun bagi ikan. Kandungan NH_3 dalam air sebesar 0.02 mg/l merupakan konsentrasi minimum yang dapat diterima bagi sebagian besar ikan akuakultur. Disosiasi ammonia dalam air sangat tergantung pada Ph dan suhu air (Tabel 4). Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa pada pH 7 keberadaan ammonia yang tidak terionisasi tidak menjadi masalah. Sebaliknya, walaupun kadar total ammonia dalam air rendah, namun jika pH nya tinggi, maka kandungan ammonia yang tidak terionisasi akan meningkat dan berbahaya bagi organisme akuakultur. Stirling *et al* (1985) memberikan rumus untuk mendapatkan presentase ammonia yang tidak terionisasi jika suhu dan pH tidak terdapat dalam Tabel 4:

$$\% \text{ ammonia tidak terionisasi } (\text{NH}_3) = \frac{100}{1 + \text{anti log}(pKa - pH)}$$

$$pKa = 0,09018 + 2729,92/T (^\circ\text{C}) - 273$$

Air laut dan air tawar yang mempunyai daya dukung tinggi, seringkali menghadapi masalah dalam hal kandungan ammonia tidak terionisasi (beracun) yang diakibatkan tinggi padat penebaran yang tinggi, kurangnya pergantian air, pencemaarn serta suhu yang tinggi.

Tabel 9. Presentase NH₃ pada suhu dan pH yang berbeda (Trussell, 1972 In Shepherd and Bromage, 1988).

pH	SUHU AIR (°C)				
	5	10	15	20	25
6.5	0.04	0.06	0.09	0.13	0.18
6.7	0.06	0.09	0.14	0.20	0.28
7.0	0.12	0.19	0.27	0.40	0.55
7.3	0.25	0.37	0.54	0.79	1.10
7.5	0.39	0.59	0.85	1.25	1.73
7.7	0.62	0.92	1.35	1.96	2.72
8.0	1.22	1.82	2.65	3.83	5.28
8.3	2.41	3.58	5.16	7.36	10.00
8.5	3.77	5.55	7.98	11.18	14.97

Kekeruhan disebabkan oleh padatan organik atau anorganik yang terlarut dalam air, sebagai akibat dari erosi tanah, limbah pertambangan, buangan limbah runah tangga, limbah pulp dan kertas, serta berbagai limbah industry lainnya (Albaster and Lloyd, 1980). Beberapa padatan terlarut tersebut dapat bersifat racun, misal garam-garam logam. Sedangkan lainnya seperti limbah organik, mengakibatkan penurunan oksigen dalam air karena penguraian oleh bakteri yang bersifat aerobik. Jumlah dan kualitas padatan terlrut dalam air sangat dipengaruhi oleh pergerakan massa air. Pengeruh gravitasi akan mengakibatkan partikel yang besar dan berat akan lebih mudah mengendap daripada partikel yang ringan dan kecil. Namun demikian, pergerakan massa air dapat mencegah terjadinya sedimentasi, dan membuat partikel yang sudah mengendap tersuspensi kembali ke dalam air.

Padatan terlarut dalam air dapat menimbulkan masalah dalam sistem perairan (Albaster and Lloyd, 1980). Kandungan padatan terlarut dalam air dapat mengakibatkan kerusakan insang (Ellis, 1974; Eller, 1975; Raghavan *et al*, 1979). Jika kerusakannya parah maka dapat mengakibatkan kematian. Tingkat kematian ikan tergantung pada spesies ikan dan jenis padatan tersuspensi. Semakin besar partikelnya, semakin besar kerusakan yang dapat ditimbulkan pada jaringan insang (Ellis, 1974). Kandungan padatan tersuspensi dapat mengakibatkan penyakit pada ikan, yang dikenal dengan penyakit *fin-rot* (*Myxobacteria*) (Hebert and Merkens, 1961; Herbert and Richard, 1963). Sehingga menyebabkan terganggunya pertumbuhan ikan. Selain itu, kekeruhan juga dapat berpengaruh terhadap daya pandang ikan, sehingga mengakibatkan pakan tidak termakan, tidak nampak akibatnya pertumbuhan ikan terganggu (Sigler *et al*, 1984). Kekeruhan dibawah 100 mg/l masih dapat ditolerir oleh

Tercemarnya sumber air oleh logam-logam berat terlarut, minyak dan bahan pencemar lainnya (pestisida, herbisida, insektisida) merupakan kendala yang serius dalam pemilihan lokasi, karena bahan pencemar ini sukar dikontrol keberadaannya. Bahan pencemar dapat mengakibatkan kematian masal yang mendadak. Bahan pencemar juga mengurangi kandungan oksigen dalam air, terutama bahan pencemar organik. Biochemical Oksigen Demand (BOD) seingkali mengurangi kandungan oksigen dalam air sehingga tidak cukup untuk kehidupan organisme akuakultur yang akhirnya mengakibatkan kematian.

Limbah organik dapat dihilangkan dengan airasi yang kuat, dan kadangkala keberadaannya dapat berperan sebagai pupuk dan merangsang pertumbuhan pakan alami yang dapat dimanfaatkan oleh organisme akuakultur. Namun demikian, peningkatan limbah organik dalam air dapat mengakibatkan penurunan kandungan oksigen untuk proses dekomposisinya. Selain itu limbah organik kemungkinan mengandung zat

yang bersifat racun, organisme patogen (penyakit) yang berbahaya bagi organisme akuakultur serta dapat mengakibatkan perubahan rasa/bau ikan yang dipelihara. Masalah lain yang dapat ditimbulkan oleh limbah organik adalah dapat mengganggu kesehatan konsumen maupun penerimaan masyarakat terhadap produk akuakultur bersangkutan. Air yang mengandung limbah organik dapat digunakan asalkan air tersebut diolah terlebih dahulu.

Logam-logam berat bersifat racun bagi ikan, dan pada umumnya masuk perairan budidaya melalui buangan limbah industri. Logam berat utama yang sangat beracun bagi ikan adalah: Cu, Hg, Zn, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni. Nilai ambang toxic pada umumnya antara 0.1 – 1.0 ppm tergantung pada waktu dedah dan kualitas air, spesies, umur, dan ukuran organisme air.

Blooming alga seringkali merupakan ancaman budidaya ikan di daerah tropis kerana beberapa alasan. Pertama, *blooming* alga akan menggunakan oksigen terlarut dalam air, baik untuk respirasinya di malam hari maupun dengan meningkatnya BOD pada saat mati (*die off*), sehingga mengakibatkan terganggunya pernapasan ikan dan mengakibatkan kematian. Kedua, beberapa jenis *blooming* alga dapat mengeluarkan zat racun yang dapat mengakibatkan kematian ikan yang terkurung dalam wadah akuakultur. Kepadatan *blooming* alga dan kepekatannya juga dapat menyumbat insang, sehingga ikan susah bernafas. Beberapa spesies *blooming* alga yang mengeluarkan zat beracun antara lain: dari golongan alga biru: *Microcystis*; golongan phytoflagellata: *Prymnesium parvum*. Kematian ikan di kolam dalam kasus *blooming* alga pada umumnya terjadi di malam hari atau di pagi hari saat kandungan oksigen dalam air rendah. *Blooming* alga juga bisa terjadi di perairan laut, yang disebabkan oleh Dinoflagellata dan dikenal dengan istilah *red tide*. Red tide ini mengeluarkan racun yang dapat membunuh ikan-ikan liar maupun ikan yang dipelihara dalam karamba apung laut, selain itu juga dapat

mengakibatkan keracunan pada manusia yang dikenal dengan *paralytic shellfish poisoning*.

Tipe dan Topografi Tanah

Tipe Tanah.-- Tanah kolam atau tambak harus mampu menahan air. Tanah dengan tingkat infiltrasi yang rendah sangat cocok untuk konstruksi kolam/tambak. Tabel 3. Menunjukkan tingkat infiltrasi dari tipe tanah yang berbeda. Tipe tanah yang baik untuk konstruksi kolam/tambak adalah lempung (clay) yang kedap air (*impermeable*) yang mudah padat dan tidak mudah bocor (Ali Purnomo, 1990).

Tabel 10. Tingkat infiltrasi tanah untuk tipe tanah yang berbeda (Ali Purnomo, 1990)

Type Tanah	Tingkat Infiltrasi (mm/ha)
Clay	1 – 5
Clay loam	5 – 10
Silty loam	10 – 20
Sandy loam	20 – 30
Sand	30 – 100

Topografi.-- Pembuatan kolam air tawar di daerah kantung air, daerah irigasi atau daerah marginal akan lebih mudah dan murah karena tanah yang harus digali hanya sedikit. Sebagai contoh, jika akan dibangun kolam seluas 100 m x 40 m, maka hanya diperlukan 3.234 m³ tanah untuk membuat tanggul setinggi 2 m di atas permukaan tanah dengan kemiringan 2 : 1 dan lebar atas tanggul 1,5 m. tanah tersebut berasal dari penggalian kolam dengan kedalaman 1,1 m. Penggalian tanah untuk kolam tersebut sangat menghemat biaya. Namun demikian, kolam yang dibangun di daerah tersebut rawan banjir. Lokasi yang dipilih sebaiknya dekat dengan sarana transportasi untuk mempermudah pengangkutan material dan peralatan lain yang diperlukan serta untuk mempermudah pengangkutan hasil saat akan

dipasarkan. Lokasi yang dekat dengan rumah petani akan lebih baik karena keamanannya dapat terjamin.

Topografi tanah untuk konstruksi akuakultur air payau (tambak) perlu diperhatikan karena sangat erat kaitannya dengan pasok air laut. Topografi daerah yang datar dan berawa harus dihindari dalam pemilihan lokasi akuakultur air payau. Topografi tanah yang ideal adalah yang berkemiringan landai (sloping). Ada dua topografi tanah yang mempunyai ciri khas ditinjau dari keuntungan serta kerugiannya jika tambak dibangun di lokasi tersebut, yakni zona intertidal dan supratidal (Tabel 6).

Tabel 11. Zona intertidal dan supratidal untuk pertambakan (Ali Purnomo, 1990)

Parameter dan tahap perkembangan	Zona intertidal	Zona supratidal
Tipe Tanah	Mangroove dan rawa Berumput	Beririgasi, dataran kering
Elevasi	<ul style="list-style-type: none"> • Antara MHWL dan MLWL 	<ul style="list-style-type: none"> • Di atas air pasang • < 2 m di atas MHWL
Jenis Tanah	<ul style="list-style-type: none"> • Berpotensi asam sulfat • Kandungan pirit dan gambut tinggi • Daerah yang belum dikembangkan • Pada umumnya milik PEMDA 	<ul style="list-style-type: none"> • Pada umumnya tidak berpotensi asam sulfat • Milik perorangan • Harga tinggi
Pekerjaan Pengembangan	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan manual • Mekanisasi terbatas • Waktu yang diperlukan lama 	<ul style="list-style-type: none"> • Mekanisasi tinggi • Pekerjaan manual untuk tahap akhir • Waktu yang diperlukan cepat
Biaya konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> • Jika berhutan bakau biaya tinggi • Jika untuk akuakultur ekstensif dengan tambak yang dangkal dan luas, maka biayanya rendah • Jika untuk akuakultur intensif, biaya tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendah • Hanya untuk tambak intensif • Jika tanggul tambak dari tanah, maka biaya rendah • Jika tanggul tambak dari beton, maka biaya tinggi

Kondisi Tambak Pra Produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan reklamasi tanah • Jika tanah berpotensi asam sulfat diperlukan beberapa bulan untuk reklamasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemeliharaan dapat dilakukan segera setelah konstruksi tambak
Persiapan Tambak	<ul style="list-style-type: none"> • Pengeringan tanah dasar sulit • Memerlukan waktu lebih lama 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengeringan tanah dasar lebih mudah • Pengolahan tanah lebih cepat
Pengairan Tambak	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan gravitasi saat air pasang • Pompanisasi untuk akuakultur semi-intensif 	<ul style="list-style-type: none"> • Pompanisasi untuk pemasukan air
Pengendalian hama	<ul style="list-style-type: none"> • Masuknya hama sulit dipantau 	<ul style="list-style-type: none"> • Masuknya hama mudah dipantau
Panen	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih lama tergantung pada pasang surut • Berpengaruh terhadap kualitas produk 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah • Dapat dilakukan kapan saja
Dampak Terhadap Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> • Perusakan hutan bakau tidak terpantau 	<ul style="list-style-type: none"> • Intrusi air laut, meningkatkan salinitas tanah dan sumber air tanah
Pemilihan spesies akuakultur	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dipilih apa saja 	<ul style="list-style-type: none"> • Dipilih yang ekonomis penting

Kriteria lingkungan.-- Kriteria lingkungan khususnya diperlukan pada pemilihan lokasi untuk akuakultur laut, missal keramba. Jika suatu lokasi telah memenuhi persyaratan biologis, fisikawi dan kimiawi untuk organisme yang akan dipelihara, kriteria lain yang perlu dipertimbangkan adalah kriteria lingkungan. Kriteria lingkungan yang diperlukan dalam pemilihan lokasi meliputi: cuaca, terlindung (*sheltered*), arus, kedalaman, dan substrat dasar.

Cuaca-cuaca dalam hal ini meliputi arah dan kecepatan angin, karakteristik angin, panjang atau jarak antara perairan terbuka dengan daratan terdekat (*fetch length*) yang akan mempengaruhi tinggi/besar gelombang di suatu perairan laut. Hal tersebut mencerminkan apakah suatu daerah dapat dipilih untuk lokasi budidaya karamba, karena faktor-faktor

tersebut di atas dapat berpengaruh terhadap struktur karamba maupun ikan yang dipelihara di dalamnya.

Terlindung.-- Hanya sedikit bangunan selain pengeboran minyak lepas pantai yang dapat menahan kekuatan angin dan gelombang di lautan terbuka. Angin yang bertiup di atas permukaan laut akan merusak struktur yang berada di atas permukaan laut, sedangkan gelombang akan menghempaskan struktur ada. Oleh karena itu, tempat yang terlindung dari kekuatan tersebut merupakan salah satu kriteria penting dalam pemilihan lokasi untuk akuakultur laut.

Arus.-- pergantian air yang bagus dalam wadah budidaya (karamba, rakit, *long line*). Sangat penting sebagai airasi menggantikan oksigen yang telah dikonsumsi oleh organisme akuakultur serta untuk mengangkut kotoran dan sisa pakan. Pada akuakultur sistem ekstensif dimana pakan alami diperlukan, maka keberadaan arus penting sebagai pemasok pakan alami. Selain itu, arus juga berperan penting dalam pengaturan padat penebaran. Kecepatan arus yang layak untuk budidaya laut menurut Beveridge (1987) berkisar antara 10 – 50 cm/detik. Jika arus terlalu kuat maka dapat mengakibatkan deformasi karamba. Menghanyutkan pakan dan berpengaruh pada produksi ikan budidaya (energi ikan tidak digunakan untuk pertumbuhan, tetapi untuk menjaga keseimbangan). Sebaliknya jika arus terlalu lemah, maka pergantian air dalam sistem berkurang dan mengakibatkan sedimentasi sisa pakan dan sisa metabolisme disekitar lokasi budidaya.

Pola dan asal arus di perairan umum (danau, sungai, reservoir) berbeda dengan di laut. Pada perairan umum yang mengalir (*Lotic system*) misal sungai, air berasal dari tiga sumber, yakni mata air, hujan dan aliran permukaan. Aliran sungai dipengaruhi oleh adanya dua kekuatan, yaitu gravitasi dan hambatan (friksi). Oleh karena itu, kekuatan arus di sungai tergantung pada letak daerahnya. Pada daerah hulu, kecepatan arusnya

tinggi, sedangkan di daerah hilir kecepatan arusnya menurun. Kecepatan arus di perairan umum yang tergenang (*lentic water bodies*) misal danau dan reservoir pada umumnya lebih rendah daripada kecepatan arus di laut maupun sungai. Kecepatan arus di perairan danau atau reservoir dipengaruhi oleh angin dan kecepatan sungai yang masuk (*inflow*) maupun aliran keluar (*outflow*). Oleh karena itu, kecepatan arus di perairan lentic sangat bervariasi, dan pada umumnya bukan faktor yang dalam menentukan pemilihan lokasi untuk budidaya karamba. Namun demikian, lokasi untuk budidaya karamba (terutama dengan sistem ekstensif) sebaiknya dipilih di dekat outflow dimana arus di lokasi ini relatif cepat (pergantian air dan sistem dapat lebih baik), dan kandungan pakan alami lebih melimpah (Beveridge, 1987).

Kedalaman.—Untuk karamba tancap kedalaman bukan merupakan faktor pembatas, asalkan karamba yang dipasang terendam dalam air selama waktu pemeliharaan. Penurunan ketinggian air dalam karamba perlu diperhatikan karena dapat berakibat pada penurunan volume air dalam karamba, meningkatkan padat penebaran per volume air dan berdampak pada kualitas air. Karamba tancap pada umumnya dipasang di perairan sungai, danau atau reservoir dengan kedalaman tidak lebih dari 8 m. Begitu pula halnya untuk karamba apung.

Pemasangan karamba tancap maupun apung sebaiknya dipasang di perairan dengan kedalaman yang cukup (tidak kurang dari 8 m) untuk memaksimalkan pergantian air dalam karamba. Jarak antara dasar perairan dengan dasar karamba sebaiknya berkisar antara 4 – 5 m, untuk mencegah terjadinya sedimentasi sisa pakan dan kotoran, serta melancarkan pergantian atau sirkulasi dalam sistem. Khusus untuk budidaya laut, data pasang surut sangat diperlukan dalam pemilihan lokasi budidaya.

Substrat dasar.-- Substrat dasar suatu lokasi bervariasi dari bebatuan sampai lumpur berpengaruh terhadap konstruksi dan desain karamba.

Pemasangan karamba tancap, yang pada umumnya dilakukan di perairan lentic dan lotic diperlukan substrat dasar yang tidak terlalu keras untuk memudahkan penancapan bambu, sebaliknya juga tidak terlalu lunak agar konstruksi tidak mudah roboh. Sebaliknya untuk budidaya karamba di laut, dasar perairan yang berbatu akan lebih baik, karena pertukaran air (arus) di lokasi tersebut bagus, serta untuk mencegah terjadinya penumpukan sisa metabolisme dan kotoran. Akan tetapi, perairan dengan dasar terumbu karang tidak boleh dipilih karena merupakan daerah konservasi.

5. Fasilitas Penunjang, Legal Aspek dan Keamanan

Lokasi budidaya sebaiknya dekat dengan pasar, tempat pengolahan produk, jalan dan fasilitas penunjang lainnya misal: panti pembenihan, tempat pengolahan produk, sarana transportasi. Selain itu, lokasi yang disarankan bukan tanah sengketa, dan memiliki dokumen kepemilikna yang jelas, sehingga tidak menimbulkan kekacauan di kemudian hari. Selain itu juga aman dari penjarahan.

Lokasi untuk budidaya karamba di laut maupun di perairan umum (lentic, lotic water) peruntukan daerah tersebut perlu diperhatikan. Informasi dari pemerintah setempat tentang peruntukan perairan: untuk transportasi, daerah wisata, daerah penangkapan perlu diperhatikan untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan.

BAB IV

WADAH BUDIDAYA (*HOLDING SYSTEM*)

Wadah budidaya berfungsi untuk menjaga kondisi fisik lingkungan yang merupakan ekosistem buatan bagi organisme yang dipelihara, sehingga hasilnya dapat ditingkatkan. Oleh karena itu, tujuan wadah budidaya adalah untuk:

- a. Memungkinkan manipulasi stok dan lingkungan.
- b. Menjaga terlepasnya organisme budidaya, serta elemen penting lainnya (misal pakan) dari lingkungan tersebut.
- c. Mencegah masuknya elemen yang tidak diharapkan, misal organisme pengganggu (pest), penyaing (kompetitor), dan pemangsa (predator), serta zat pencemar ke dalam sistem.
- d. Memudahkan dalam panen dan perawatan.
- e. Konstruksi wadah budidaya tergantung pada spesies yang akan dipelihara.

Wadah budidaya terbagi menjadi 2 berdasarkan lokasi budidaya yaitu :

1. Sistem terbuka, dimana budidaya dilakukan pada perairan umum seperti danau, laut, waduk, sungai.
2. Sistem tertutup, dimana budidaya dilakukan pada perairan tertutup seperti kolam, tambak, atau dilakukan secara indoor dengan wadah seperti akuarium dan bak.

1. Wadah budidaya Sistem Terbuka

a. Karamba Jaring Apung.

Karamba Jaring Apung (KJA) (Gambar 20) adalah wadah budidaya yang memiliki rangka terbuat dari bambu atau kayu, dan kemudian dipasangkan jaring pada kerangka bambu tersebut untuk wadah organisme yang dibudidayakan. Jaring terbuat dari bahan polyethelene dengan mata jaring menyesuaikan organisme yang dibudidayakan, berfungsi sebagai

wadah untuk pemeliharaan ikan. Pemberat diberikan pada ujung-ujungnya dengan tujuan agar unit KJA tetap berada di tempat. Sedangkan untuk menjaga kestabilan dari unit tersebut, pelampung dari drum bisa dipasangkan pada rangka bambu. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen seperti rangka, kantong jaring, pelampung serta rumah jaga. Menurut Rochdianto (2005) KJA ditempatkan pada perairan dengan kedalaman lebih dari 2 meter. Biasanya digunakan pada akuakultur di laut, danau atau waduk. Ikan yang dibudidayakan biasanya ikan kakap, ikan kerapu untuk akuakultur laut, dan ikan mas, ikan tawes untuk budidaya di ait tawar.



Gambar 21. Karamba Jaring Apung (KJA)

b. Rakit Apung

Definisi dari Metode Rakit Apung adalah seperangkat unit budidaya menggunakan rangka bambu (seperti pada KJA), namun tidak menggunakan jaring. Rakit yang digunakan biasanya terbuat dari rangka bambu dengan variasi ukuran kurang lebih 3 x 3 m. Bagian-bagian rakit apung adalah sebagai berikut :

- Kerangka / Rakit : merupakan bagian yang berfungsi sebagai kerangka unit. Terbuat dari bambu atau kayu.
- Pelampung : berfungsi untuk mengapungkan keseluruhan sarana akuakultur. Terbuat dari drum plastik, drum besi yang telah dilapisi palastik ataupun pelampung stereoform. Ukuran dan jumlah pelampung disesuaikan dengan besarnya beban.

- Tali Ris : merupakan tempat untuk memelihara biota, terbuat dari bahan polyethylene. Bentuk dan ukurannya bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh jenis biota yang dibudidayakan. Pemasangan tali ris pada rakit dilakukan dengan cara mengikat ujung tali pada sisi rakit.
- Jangkar : Berfungsi untuk menahan keseluruhan sarana budidaya agar tetap berada tempatnya. Jangkar yang digunakan harus mampu menahan sarana akuakultur dari pengaruh arus, angin dan gelombang. Jangkar dapat terbuat dari besi, karung berisi pasir atau blok semen/beton.

Biota yang sering dibudidayakan menggunakan metode ini adalah tiram mutiara, kekerangan serta rumput laut. Secara teknis, organisme yang akan dibudidayakan ditempatkan pada wadah, dan kemudian wadah tersebut diikat pada tali ris dan digantungkan pada rakit. Gambar untuk wadah akuakultur yang digantungkan pada rakit adalah seperti pada Gambar 21



Gambar 22. “Tray” untuk wadah akuakultur kerang mutiara

c. *Long Line*

Metode long line adalah metode budidaya dengan menggunakan tali panjang yang dibentangkan. Metode ini banyak diminati oleh masyarakat karena alat dan bahan yang digunakan relatif murah dan teknologi yang digunakan relatif mudah. Metode ini sering diterapkan untuk budidaya rumput laut baik dari species *Euchema cottonii* ataupun *Gracillaria* sp

Teknik budidaya rumput laut dengan metode ini adalah kurang lebih menggunakan tali sepanjang 50-100 meter yang kedua ujungnya diberi jangkar. Setiap 25 meter diberi pelampung yang terbuat dari drum plastik atau styrofoam. Metode ini bisa diterapkan di tambak maupun di perairan terbuka seperti teluk. Gambar 22 memberikan ilustrasi untuk wadah akuakultur rakit banbu dan metode akuakultur long line untuk rumput laut.

Metode lepas dasar adalah metode akuakultur yang dilakukan pada dasar perairan. Sebagai wadah organisme yang dibudidayakan misalnya adalah kerang (kerang darah dan kerang hijau) ditempatkan pada keranjang pemeliharaan. Organisme lain yang biasa dibudidayakan dengan metode ini adalah rumput laut (*Gracillaria* sp). Pada pemeliharaan ini *Gracillaria* diletakkan pada dasar perairan. Metode ini relatif sederhana dan hanya memerlukan peralatan dan perawatan yang sangat sederhana.



Gambar 23. Rakit bambu untuk budidaya rumput laut metode

d. Karamba Tancap

Design konstruksi karamba tancap tidak jauh berbeda dengan karamba jaring apung. Hal yang membedakan adalah pada karamba tancap, wadah pemeliharaan tidak mengapung di perairan, namun cenderung menancap pada perairan. Pada karamba tancap ini dibutuhkan tiang bambu sebagai kerangka yang berfungsi untuk menancapkan wadah pemeliharaan pada

dasar perairan. Karamba tancap ini biasanya digunakan pada perairan yang tidak begitu dalam. Organisme yang dibudidayakan antara lain adalah kekerangan, dan rumput laut, ataupun ikan. Gambar karamba tancap seperti pada Gambar 23.



Gambar 24. Karamba Tancap

2. Wadah Budidaya Sistem Semi Tertutup

a. Kolam Air Deras

Budidaya dengan sistem kolam air deras pada umumnya dilakukan di daerah yang mempunyai pasok air melimpah. Pada kolam air deras dibutuhkan debit air minimal 20 liter/detik. Keuntungan dari wadah budidaya dengan sistem air deras ini adalah dapat memberikan hasil produksi yang lebih tinggi pada lahan yang sempit. Hal ini dapat terjadi karena suplai oksigen yang berlebih dengan adanya air yang terus-menerus mengalir dalam debit yang tinggi. Debit air yang tinggi ini memiliki tujuan selain untuk memberikan suplai oksigen yang berlebih, juga merangsang nafsu makan ikan, serta menjaga kualitas air agar senantiasa bersih dari kotoran-kotoran yang dihasilkan selama masa pemeliharaan. Organisme yang biasanya dibudidayakan dengan sistem air deras ini adalah ikan nila dan ikan mas.

b. Kolam Air Tenang

Budidaya dengan wadah dan konstruksi kolam air tenang ini umum dilakukan masyarakat, baik masyarakat pembudidaya ikan ataupun masyarakat awam. Ciri khas dari kolam air tenang ini adalah aliran air yang relatif konstant atau hanya sedikit terjadi pergantian air. Kolam biasanya terbuat dari tanah, dapat juga dikombinasikan dengan pemberian batu-bata dan semen (Gambar 24), ataupun dengan modifikasi kolam menggunakan terpal (Gambar 25). Wadah akuakultur ini digunakan untuk akuakultur ikan baik konsumsi seperti lele, nila, bawal ataupun gurami.

c. Tambak

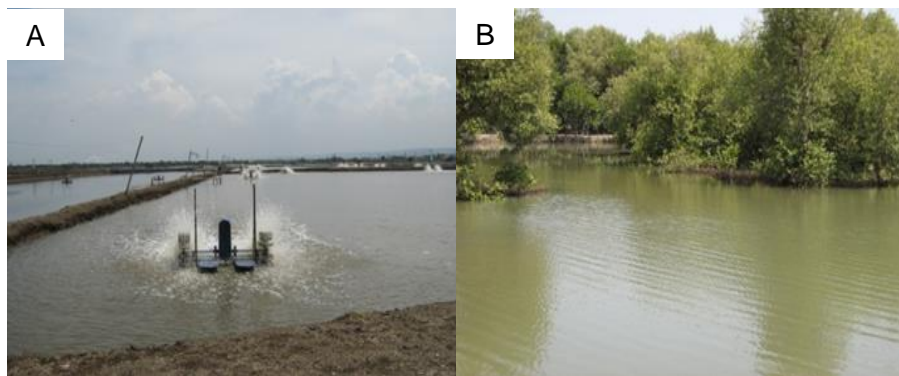
Tambak (Gambar 26) adalah kolam pemeliharaan yang terletak pada daerah pesisir yang masih dipengaruhi oleh fenomena pasang surut. Organisme yang sering dibudidayakan adalah ikan bandeng, udang, kepiting, kerang hijau, kerang darah, dan teripang, serta rumput laut. Secara dasar konstruksi tambak terdiri dari saluran inlet dan outlet, pematang, pintu air masuk / keluar. Beberapa tambak ada yang mempunyai caren adapula yang tidak. Caren adalah semacam saluran keliling di tambak yang berfungsi untuk tempat ikan ketika tambak sedang surut airnya, atau mempermudah ketika panen.



Gambar 25. Kolam Semen (tanggul dan kemalir) dengan tanah sebagai dasar kolam



Gambar 26. Kolam Tanah (A) dan Kolam Terpal (B)



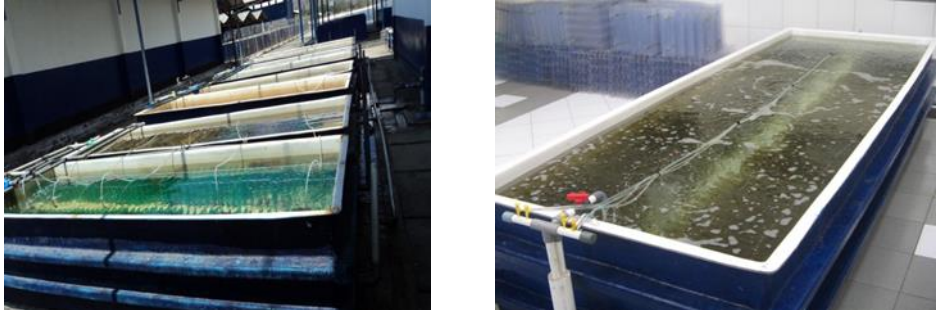
Gambar 27. Tambak Tambak Intensif (A); Tambak Ekstensif tradisional (B)

3. Wadah Akuakultur Sistem Tertutup

a. Bak Fiber Glass (Fiber Glass tank)

Bak pemeliharaan adalah wadah yang sepenuhnya dibuat oleh manusia sebagai wadah untuk budidaya biota air. Bak pemeliharaan dapat terbuat dari semen, dari fiber (Gambar 27) ataupun dari terpal yang sebelumnya telah diberi rangka dari bambu atau kayu, (dikenal dengan kolam terpal). Fungsi wadah ini adalah untuk kegiatan akuakultur ikan, yang pada umumnya dalam skala yang tidak begitu besar, atau pada media pemeliharaan yang terkontrol, pada skala indoor ataupun outdoor. Bak-bak

pemeliharaan ini biasanya berada pada laboratorium, unit hatchery atau akuakultur intensif.



Gambar 28. Bak Fiber / *Fiber Glass Tank*

b. Akuarium

Wadah budidaya ini merupakan wadah yang terbuat dari kaca, dan umumnya digunakan untuk budidaya ikan hias. Akuakultur ikan hias umumnya membutuhkan ruang yang tidak begitu luas, sebanding dengan ukuran ikan hias yang relatif lebih kecil dibandingkan ikan konsumsi. Oleh karena itu akuarium menjadi pilihan untuk budidaya ikan hias, baik dimulai dari pembenihan sampai pembesaran. Lebih lanjut, dengan dinding yang terbuat dari kaca ini, nilai keindahan ikan hias dapat dinikmati oleh para penggemarnya. Akuarium selain sebagai wadah budidaya juga memiliki nilai guna yang lain yaitu sebagai dekorasi ruangan. Dalam fungsi sebagai dekorasi ini, akuarium dapat dimodifikasikan menjadi berbagai bentuk yang unik, mulai dari bentuk balok sampai dengan bentuk silinder, ataupun tertanam dalam dinding ruangan. Design akuarium dengan berbagai organisme yang ada di dalamnya, seperti akuarium air laut, aquascape (taman dalam air), ataupun akuarium air tawar dengan berbagai modifikasinya merupakan salah satu bidang ilmu yang sangat menarik dalam bidang Akuakultur.

4. Pemilihan Material

Pemilihan material untuk wadah budidaya (*holding system*) sama pentingnya dengan pemilihan lokasi. Penggunaan *screen* dan jaring pada budidaya di kolam, tambak maupun karamba (di perairan tawar maupun laut) terutama bertujuan untuk mencegah masuknya predator, mencegah keluarnya organisme budidaya dari pintu air atau outlet. Untuk itu, material yang dipilih harus memenuhi kriteria: tahan lama, tidak mudah lapuk atau terkorosi dalam air, ringan, tidak disukai organisme penempel (*fouling organism*), mudah dibersihkan, mudah didapat dan murah.

BAB V

PEMILIHAN SPESIES DAN BENIH

Batasan spesies biota air untuk kegiatan akuakultur seyogyanya memenuhi beberapa kriteria berikut: kriteria biologis, kriteria teknis, dan ekonomis. Berbagai contoh jenis biota air yang memenuhi batasan kriteria biologis, kriteria teknis, dan ekonomis untuk dipelihara pada kegiatan budidaya di air payau, air tawar, dan laut (*mariculture*).

1. Pemilihan Spesies

Hampir semua jenis/spesies organisme air yang berguna bagi manusia dapat dibudidayakan. Namun, organisme air yang mempunyai nilai ekonomis penting merupakan jenis yang dapat dieksploitasi secara komersial dan yang diutamakan dalam akuakultur secara intensif. Pemilihan spesies udidaya dibatasi oleh kriteria biologis, teknis, dan ekonomis. Batasan-batasan dalam pemilihan jenis/spesies akuakultur tersebut antara lain:

- a. Kemampuan suatu spesies untuk bersaing di pasaran. Ciri khas spesies yang dapat bersaing di pasaran meliputi rasa, penampilan, tekstur, dan kemudian dalam pengolahannya. Faktor-faktor sosial-budaya masyarakat setempat dapat mempengaruhi pemasaran suatu jenis organisme air yang dibudidayakan, seringkali kandungan atau nilai gizi bukan merupakan masalah.
- b. Cepat pertumbuhannya dan efisien dalam mengkonversi pakan. Dalam hal ini pengertian tentang kebutuhan nutrisi organisme akuakultur sangat penting. Pada budidaya skala ekstensif (pola madya), ketersediaan pakan alami yang cukup dalam wadah akuakultur mutlak diperlukan. Hal ini dapat dilakukan dengan pemupukan kolam/tambak. Sebaliknya dalam budidaya intensif (pola teknologi maju), pakan buatan berprotein tinggi mutlak diperlukan. Jiika organisme yang dibudidayakan mempunyai

pertumbuhan yang cepat dengan kemampuan mengkonversi pakan yang baik, maka waktu yang diperlukan untuk pembesaran relatif singkat, dan biaya yang dikeluarkan untuk pakan relatif rendah.

- c. Tahan terhadap padat penebaran yang tinggi. Organisme budidaya harus mampu menghadapi kepadatan yang tinggi, karena tingginya padat penebaran dapat mengakibatkan timbulnya dan tersebarnya penyakit.
- d. Tahan terhadap penyakit dan perubahan lingkungan (mudah beradaptasi). Organisme yang tidak tahan terhadap perubahan lingkungan medianya akan mudah mengalami stress. Akibatnya akan mudah terserang penyakit.
- e. Dapat dipijahkan di panti pembenihan. Jika organisme budidaya tidak dapat dipijahkan di panti pembenihan, akibatnya pasok benih tergantung pada hasil tangkapan dari alam, sehingga kesinambungan produksi budidaya tidak bisa diharapkan.

Karakteristik biologis, teknis dan ekonomis yang telah dijelaskan di atas, yakni: cepat pertumbuhannya, efisien dalam mengkonversi pakan, benih mudah didapat, tahan terhadap perubahan lingkungan, tahan terhadap kepadatan tinggi, dan tahan terhadap penyakit dapat menjadi kendala jika harga spesies tersebut mahal.

Beberapa spesies organisme air dapat dibudidayakan secara bersamaan, yang dikenal dengan istilah *polyculture* atau IMTA (*Integrated Multi Trophic Aquaculture*). Dalam hal ini, spesies yang mempunyai kebiasaan makan (*feeding habit*) berbeda dapat dipelihara bersama (misal bandeng dengan udang, ikan nila dengan udang galah) sehingga pakan alami yang terdapat di kolam atau tambak dapat dimanfaatkan lebih efisien. Pemilihan spesies untuk akuakultur *polyculture* harus berhati-hati, jangan sampai spesies yang merupakan pemangsa atau pengganggu bagi yang lain, contoh bandeng dengan mujaher. Ikan bandeng memangsa klekap yang tumbuh di dasar tambak, sedangkan ikan mujaher membuat sarang di dasar

tambak pada saat akan memijah, sehingga pertumbuhan klekap yang merupakan pakan utama bagi bandeng terganggu.

Spesies ekonomi penting yang potensial untuk dibudidayakan di Indonesia antara lain:

- a. Budidaya laut ikan kerapu (*Ephinephalus sp*), ikan kakap (*Lates calcalifer*), ikan beronang (*Sigabus sp*); kerang-kerangan (*bivalve/molusca*): kerang mutiara (*Pinctada sp*), Tiram (*Oyster*); rumput laut (*Eucheuma sp, Gracilaria sp*), tripang (mentimun laut).
- b. Budidaya air payau (tambak): udang windu (*Penaeus monodon*), udang putih (*Penaeus marginensis*); ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk), ikan nila merah (*Oreochromis sp*).
- c. Budidaya air tawar (kolam maupun keramba di danau), danau buatan, sungai: ikan nila (*Oreochromis sp*), ikan mas (*Cyprinus sp*), ikan lele lokal (*Clarias bathracus*), ikan lele dumbo (*Clarias garipienus*), ikan betutu, ikan lele Bangkok (*Pangasius sp*), ikan gurame, ikan tawes; crustacean; udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*).
- d. Ikan hias air laut maupun ikan hias air tawar
- e. Pakan alami: *Chlorella sp, Tetraselmis sp, Isochiris sp, Brachionus, Artemia*, dan sebagainya

2. Pemilihan Benih

Benih yang digunakan untuk kegiatan Akuakultur dewasa ini sebagian besar tidak lagi tergantung pada hasil tangkapan dari alam. Kemajuan dalam bidang pembenihan telah memungkinkan sebagian besar benih organisme akuakultur berasal dari panti pembenihan atau *hatchery*. Beberapa kendala atau kelemahan jika benih berasal dari alam antara lain:

- a. Ketersediaan benih tergantung pada musim pemijahan (*spawning season*) dan daerah pemijahan (*spawning ground*). Setiap organisme air, baik ikan, udang (*crustacea*), maupun molusca mempunyai musim dan

daerah pemijahan tertentu. Oleh karena itu, jika benih untuk akuakultur masih tergantung pada alam, maka kesinambungan produksinya tidak dapat dipertahankan, atau dengan kata lain produksi tidak stabil tergantung pada pasok benih. Hal ini akan menjadi lebih parah jika keberhasilan pemijahan alami menurun akibat gangguan kondisi lingkungan.

- b. Akibat dari pemijahan alami yang bersifat musiman dan sesuai dengan daerah pemijahannya, maka jumlah benih tergantung pada musim dan daerah pemijahannya. Hal ini mengakibatkan fluktuasi harga benih yang cukup besar. Pada saat benih melimpah, harganya murah sedangkan daya tampung tempat pembesaran terbatas. Sebaliknya pada saat menjelang akhir musim pemijahan atau diluar musim pemijahan, dimana ketersediaan benih menurun, harga benih menjadi mahal.
- c. Kondisi dan ukuran benih dari alam sangat bervariasi mengingat kualitas induknya tidak diketahui. Ukuran benih yang seragam dan berkualitas bagus berasal dari induk yang sehat (unggul) sangat berpengaruh terhadap keberhasilan akuakultur pembesaran. Ukuran benih yang bervariasi akan berdampak pada terjadinya kompetisi ruang, pakan maupun pemanfaatan oksigen yang tidak seimbang. Akibatnya pertumbuhan dalam pemeliharaan pembesaran bervariasi.
- d. Kemungkinan tercampurnya benih dengan spesies lain yang mungkin merupakan penyaing atau pemangsa bagi organisme tujuan akuakultur. Selain itu benih dari alam kemungkinan juga membawa organisme patogen.
- e. Penangkapan benih dari alam yang terus menerus dapat mengakibatkan terjadinya *over fishing*, sehingga proses regenerasi/*recruitment* spesies tersebut terganggu. Hal ini berdampak pada terjadinya keseimbangan ekologis suatu perairan.

Disamping kelemahan-kelemahan tersebut, benih dari alam mempunyai keunggulan, yaitu ketahanan terhadap perubahan lingkungan yang cukup besar, mengingat kondisi di alam yang bervariasi, sehingga memudahkan dalam pembesarannya di tempat akuakultur yang kurang terkontrol.

Sebaliknya, benih yang berasal dari panti pembenihan pada umumnya bersifat rentan terhadap perubahan lingkungan di tempat pembesaran mengingat kondisi di panti pembenihan yang selalu terjaga. Namun demikian, banyak yang dapat diperoleh jika benih berasal dari panti pembenihan, antara lain:

- a. Ketersediaan benih terjaga sepanjang tahun karena tidak tergantung pada musim maupun daerah pemijahan.
- b. Harga benih relatif stabil karena ketersediaanya yang tidak tergantung pada musim maupun daerah pemijahan sehingga fluktuasi pasok dan harga bisa diatur.
- c. Kondisi dan ukuran benih relatif seragam, karena dalam pembenihan pemilihan bibit unggul dan seleksi benih sesuai ukuran dan umur dapat dilakukan.
- d. Kontaminasi dengan benih lain dan dari organisme patogen dapat dihindari.
- e. Tidak akan mengakibatkan terjadinya *over fishing*. Bahkan jika memungkinkan benih dari panti pembenihan dapat digunakan untuk ditebarkan atau *restocking* di perairan umum.

BAB VI BIOLOGI BIOTA

1. Ikan

Biologi ikan-ikan ekonomis penting tersaji berikut ini :

Ikan Mas

Ikan mas selama ini dikenal sebagai komoditi dengan nilai ekonomi tinggi. Persebarannya melingkupi hampir semua wilayah di Indonesia. Berikut adalah klasifikasi secara biologi dari ikan mas :

Kingdom :	Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Cypriniformes
Famili	: Cyprinidae
Genus	: Cyprinus
Spesies	: Cyprinus carpio

Secara umum ikan mas mempunyai tubuh Bilateral Simetris, yang artinya, tubuhnya terdiri dari dua belahan yang sama. Dan jika tubuh ikan mas dibelah, maka hasil kedua belahan sama. Bentuk tubuh ikan ini cenderung memanjang. Selain itu, ia juga memipih tegak atau dikenal dengan istilah *compressed*. Mulut ikan mas ada pada bagian tengah ujung kepala terminal atau berada tepat di ujung hidung. Mulut tersebut bisa disembulkan atau dikenal dengan istilah protaktil. Pada wilayah anterior mulut ikan mas terdapat dua pasang sungut. Adapun pada ujung dalam mulutnya, dijumpai gigi kerongkongan atau *pharyngeal teeth*. Gigi ini terdiri atas tiga baris gigi geraham. Umumnya hampir semua tubuh ikan mas tertutupi sisik. Namun perlu juga disebutkan, ada beberapa varietas yang sisiknya sedikit.

Jika dicermati, sisik pada ikan mas cenderung berukuran besar. Sisik ini termasuk sisik jenis sikloid atau lingkaran. Sisik ini juga digolongkan

sebagai Ctenoid yakni sisik dengan bentuk layaknya sisir. Bentuk ini lazim ditemui pada ikan dengan jari-jari sirip yang keras. Bentuk sirip ekor pada ikan mas dikenal dengan istilah emarginate yakni berpinggiran berlekuk tunggal. Dorsal atau sirip punggung ikan mas agak memanjang. Bagian belakangnya memiliki jari kera dan di bagian akhir yakni pada sirip ketiga juga keempat, jari tersebut menjadi bergerigi. Letak sirip punggung pada ikan ini agak berseberangan dengan ventral atau permukaan sirip perutnya. Sirip perut ini cenderung dekat dengan sirip dada atau subabdominal.

Pada sirip dada ikan mas, dijumpai operculum dan properculum. Adapun sirip pada duburnya (anal) memiliki ciri layaknya sirip punggung. Berjari keras dan pada bagian akhirnya sirip berubah bergerigi. Pada linea lateralis/gurat isi/garis rusuk ikan mas digolongkan lengkap. Linea lateralis ini ada pada pertengahan tubuh. Bentuknya melintang, mulai dari bagian tutup insang hingga ke ujung belakang area pangkal ekor. Organ Insang ikan mas terdiri atas tapis insang, tulang lengkung insang serta lembaran daun insang. Ikan mas tidak mempunyai lambung. Oleh sebab itu ia menggunakan lambung palsu. Lambung ini berfungsi untuk menampung makanan.

Kebiasaan makan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yaitu sering mengaduk-ngaduk dasar kolam, termasuk dasar pematang untuk mencari jasad-jasad organik. Karna kebiasaan makannya seperti ini, ikan mas (*Cyprinus carpio*) dijuluki sebagai bottom feeder atau pemakan dasar. Di alam, danau atau sungai tempat hidupnya, ikan ini hidup menepi sambil mengincar makanan berupa binatang-binatang kecil yang biasanya hidup dilapisan lumpur tepi danau atau sungai (Susanto,2004).

Ikan Gurami

Ikan gurami memiliki ukuran tubuh yang relatif panjang. Bentuk tubuhnya yang pipih memberikan kesan bentuk tubuh yang lebar meninggi. Seluruh permukaan tubuhnya tertutup oleh sisik-sisik yang besar, kasar, dan

kuat. Pada tubuh bagian bawah terdapat sirip perut yang memiliki jari-jari dan berfungsi sebagai alat peraba. Jika dilihat dari samping, bentuk tubuh ikan gurami tampak meninggi dan terkesan membulat. Ikan gurami tergolong jenis ikan yang hidup dengan habitat di perairan yang dalam dan tenang. Ikan gurami muda memiliki bentuk kepala yang lancip atau terkesan meruncing pada bagian depannya, namun bentuk tersebut akan berubah menjadi agak bulat saat ikan gurami telah tubuh menjadi ikan dewasa. Mulut ikan gurami berukuran kecil dengan bibir bagian bawah berukuran lebih panjang dan lebih menonjol ke depan sehingga bibir bagian bawah ini terkesan menutupi bibir bagian atas. Pada ikan gurami jantan yang sudah berumur tua akan muncul tonjolan yang berbentuk seperti cula di bagian kepalanya. Berikut adalah klasifikasi ikan gurami :

Filum	: Chordata
Sub-filum	: Vetrtebrata
Kelas	: Pisces
Ordo	: Perciformes Labirinthici
Sub ordo	: Anabantoidei
Famili	: Osphronemidae Anabantidae
Genus	: Osphronemus
Spesies	: <i>Osphronemus gourami</i>

Ikan gurame merupakan ikan yang mengalami perubahan kebiasaan makan. Aslamsyah (2008) menyatakan bahwa ikan gurame pada fase bulan pertama kehidupannya merupakan ikan karnivora yaitu pemakan detritus. Fase remaja kebiasaan makannya berubah menjadi omnivora (pemakan detritus dan dedaunan) dan memasuki fase dewasa ikan gurame menjadi ikan herbivora (pemakan dedaunan hijau) dengan perubahan kebiasaan makan ini menjadikan pertumbuhannya menjadi lambat.

Ikan Lele Dumbo

Ikan lele digemari semua lapisan masyarakat sebagai protein hewani alternatif yang harganya murah. Ikan lele mudah diolah, bergizi tinggi dan rasanya enak. Ikan lele dumbo mudah dipelihara, disimpan dan dipasarkan.

Kedudukan taksonomi ikan lele dumbo adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Ordo	: Ostariophysi
Famili	: Claridae
Genus	: Clarias
Spesies	: <i>Clarias gariepinus</i> Burchell

Lele dumbo memiliki kulit tubuh yang licin, berlendir dan tidak bersisik. Jika terkena sinar matahari, warna kulit menjadi pucat dan jika terkejut warna tubuhnya otomatis menjadi loreng seperti mozaik hitam dan putih. Mulut lele relative lebar yaitu lebih kurang $\frac{1}{4}$ dari panjang total tubuhnya. Tanda spesifik lain dari lele adalah kumis yang berjumlah 8 buah yang terdapat pada sekitar mulut berfungsi sebagai alat peraba ketikamencari makan. Lele memiliki tiga buah sirip tunggal yakni sirip punggung, sirip ekor dan sirip dubur yang berfungsi sebagai alat Bantu renang. Lele juga memiliki sirip berpasangan, yaitu sirip dada dan sirip perut. Sirip dada dilengkapi dengan tulang yang keras dan runcing yang disebut patil yang berguna untuk senjata dan alat bantu untuk bergerak.

Menurut Kordi (2010) bahwa ikan lele termasuk ikan pemakan segala bahan makanan (omnivor), baik bahan hewani maupun nabati. Pakan alami lele sangkuriang adalah binatang-binatang renik, seperti kutu air dari kelompok Daphnia, Cladocera, atau Copepoda. Ikan lele juga memakan larva jentik nyamuk, serangga atau siputsiput kecil. Meskipun demikian, jika telah dibudidayakan misalnya dipelihara di kolam lele dapat memakan

pakan buatan seperti pellet, limbah peternakan ayam, dan limbah-limbah peternakan lainnya (Himawan, 2008)

Ikan Kerapu Macan

Ikan kerapu atau sering juga disebut Grouper dipasarkan dalam keadaan hidup. Golongan ikan kerapu yang paling banyak adalah golongan *epinepelus* sp namun yang paling banyak dibudidayakan adalah jenis kerapu macan (*Epinepelus fuscoguttatus*) dan kerapu lumpur (*Epinepelus suillus*). Ikan kerapu macan (*Epinehelus fuscoguttatus*) digolongkan pada :

Class	: Chondrichthyes
Sub class	: Ellasmobranchii
Ordo	: Percomorphi
Divisi	: Perciformes
Famili	: Serranidae
Genus	: Epinephelus
Species	: <i>Epinepheus</i> sp

Ikan kerapu mempunyai bentuk tubuh yang pipih memanjang dan agak membulat, moncong panjang memipih dan menajam, maxillary lebar diluar mata, gigi pada bagian sisi dentary 3 atau 4 baris, terdapat bintik putih coklat pada kepala, badan dan sirip, bintik hitam pada bagian dorsal dan posterior. Habitat benih ikan kerapu macan adalah pantai yang banyak ditumbuhi algae jenis *reticulata* dan *Gracilaria* sp, setelah dewasa hidup di perairan yang lebih dalam dengan dasar terdiri dari pasir berlumpur. Ikan kerapu termasuk jenis karnivora dan cara makannya “mencaplok” satu persatu makan yang diberikan sebelum makanan sampai ke dasar. Pakan yang paling disukai kenik krustaceae (rebon, dogol dan krosok), selain itu jenis ikan-ikan (tembang, teri dan belanak).

Ikan Bandeng

Ikan bandeng memiliki nama lain yaitu *Milkfish*. Ikan ini memiliki tubuh langsing dengan sirip ekornya bercabang sehingga mampu berenang dengan cepat. Warna tubuhnya putih keperak – perakan. Mulut tidak bergerigi sehingga menyukai makanan ganggang biru yang tumbuh di dasar perairan (herbivora).

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Sub phylum	: Vertebrata
Class	: Pisces
Sub class	: Teleostei
Ordo	: Malacopterygii
Family	: Chanidae
Genus	: <i>Chanos</i>
Species	: <i>Chanos chanos</i> Forsk

Ciri umum ikan bandeng adalah tubuh memanjang agak gepeng, mata tertutup lapisan lemak (adipose eyelid), pangkal sirip punggung dan dubur tertutup sisik, tipe sisik cycloid lunak, warna hitam kehijauan dan keperakan bagian sisi, terdapat sisik tambahan yang besar pada sirip dada dan sirip perut. Bandeng jantan memiliki ciri-ciri warna sisik tubuh cerah dan mengkilap keperakan serta memiliki dua lubang kecil di bagian anus yang tampak jelas pada jantan dewasa (Hadie, 2000).

Ikan bandeng mempunyai kebiasaan makan pada siang hari. Di habitat aslinya ikan bandeng mempunyai kebiasaan mengambil makanan dari lapisan atas dasar laut, berupa tumbuhan mikroskopis seperti: plankton, udang renik, jasad renik, dan tanaman multiseluler lainnya. Makanan ikan bandeng disesuaikan dengan ukuran mulutnya, (Purnomowati, dkk., 2007). Pada waktu larva, ikan bandeng tergolong karnivora, kemudian pada ukuran fry menjadi omnivore. Pada ukuran juvenil termasuk ke dalam golongan

herbivore, dimana pada fase ini juga ikan bandeng sudah bisa makan pakan buatan berupa pellet. Setelah dewasa, ikan bandeng kembali berubah menjadi omnivora lagi karena mengkonsumsi, algae, zooplankton, bentos lunak, dan pakan buatan berbentuk pellet (Aslamyah, 2008).

2. Crustacea

Udang Putih

Klasifikasi udang putih menurut (Effendie, 1997):

Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Metazoa
Filum	: Arthropoda
Subfilum	: Crustacea
Kelas	: Malacostraca
Subkelas	: Eumalacostraca
Superordo	: Eucarida
Ordo	: Decapoda
Subordo	: Dendrobrachiata
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Haliman dan Adijaya (2004) menjelaskan bahwa udang putih memiliki tubuhberbuku-buku dan aktivitas berganti kulit luar (eksoskeleton) secara periodik (moulting). Bagian tubuh udang putih sudah mengalami modifikasi sehingga dapat digunakan untuk keperluan makan, bergerak, dan membenamkan diri ke dalam lumpur (burrowing), dan memiliki organ sensor, seperti pada antenna dan antenula.

Udang putih merupakan omnivora dan scavenger (pemakan bangkai). Makanannya biasanya berupa crustacean kecil dan polychaetes (cacing laut). Udang mempunyai pergerakan yang hanya terbatas dalam mencari makanan dan mempunyai sifat dapat menyesuaikan diri terhadap makanan

yang tersedia lingkungannya (Wyban, et al. 1991 dalam Mahendra, 2007). Udang windu termasuk golongan udang penaeid. Maka sifatnya antara lain bersifat nocturnal artinya aktif mencari makan pada malam hari atau apabila intensitas cahaya berkurang. Sedangkan pada siang hari yang cerah lebih banyak pasif, diam pada rumpun yang terdapat dalam air tambak atau membenamkan diri dalam lumpur (Effendi, 2000)

Udang Galah

Klasifikasi udang galah adalah sebagai berikut:

Phyllum	: Arthropoda
Subphyllum	: Mandibulata
Kelas	: Crustacea
Subkelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Famili	: Palamonidae
Subfamil	: Palamoniae
Genus	: <i>Macrobrachium</i>
Species	: <i>Macrobrachium rosenbergii, deMan.</i>

Secara umum, udang galah mempunyai karakteristik morfologis sebagai berikut:

- Tubuh beruas-ruas sebanyak 5 ruas yang masing-masing dilengkapi sepasang kaki renang; kulit keras dari chitin; pleura ke dua menutupi pleura pertama dan ke tiga;
- Badan terbagi tiga bagian : kepala+dada (*cephalothorax*); badan (*abdomen*); dan ekor (*uropoda*);
- Memiliki Tonjolan seperti pedang pada *carapace* disebut *rostrum* dengan gigi atas sejumlah 11-15 buah dan gigi bawah 8-14 buah.

Udang galah termasuk ikan yang rakus, udang galah makan segala jenis renik, baik cacing, plankton maupun zooplankton (**Murtidjo, 2008**). Udang memakan pakan dengan cara menangkapnya lalu dimasukkan

kedalam mulut selanjutnya akan dicerna dalam saluran pencernaan. Periode makan udang terjadi 2 kali dalam sehari yaitu pada pagi dan sore atau malam hari. Intensitas makan akan mengalami peningkatan pada ukuran udang yang semakin besar dan dewasa. Pemberian makanan tambahan pada udang galah berupa pellet (25% protein) dengan jumlah pakan 5% dari berat total biomasa populasi udang perhari (DKP Prov. DIY, 2007).

Kepiting

Klasifikasi kepiting adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Subphylum	: Crustacea
Class	: Malacostraca
Order	: Decapoda
Infraorder	: Brachyura
Family	: Portunidae
Genus	: Scylla
Species	: <i>S. serrata</i>

Bentuk tubuhnya melebar melintang dan mempunyai karapas berbentuk pipih dan persegi. Kepiting sejati mempunyai lima pasang kaki, sepasang kaki yang pertama dimodifikasi menjadi sepasang capit, dan ujung pasang kaki terakhir mempunyai bentuk agak pipih. Perutnya terlipat di bawah cephalothorax. Bagian mulut kepiting ditutupi oleh maxilliped yang rata. Insang kepiting terbentuk dari pelat-pelat yang pipih ("phyllobranchiate").

Kasry (1996) dalam Wijaya (2011), menyatakan bahwa kepiting bakau termasuk golongan hewan yang aktif pada malam hari (Nokturnal). Kepiting ini bergerak sepanjang malam untuk mencari pakan bahkan dalam semalam kepiting ini mampu bergerak mencapai 219 – 910 meter (Wijaya, 2011). Dalam mencari makan kepiting bakau lebih suka merangkak.

Kepiting lebih menyukai makanan alami berupa algae, bangkai hewan dan udang-udangan. Kepiting dewasa dapat dikatakan pemakan segala (Omnivora) dan pemakan bangkai (Scavanger). Sedangkan larva kepiting pada masa awal hanya memakan plankton. Kepiting menggunakan capitnya yang besar untuk makan, yaitu menggunakan capit untuk memasukan makanan ke alam mulutnya. Kepiting mempunyai kebiasaan unik dalam mencari makan, bila di daerah kekuasaannya diganggu musuh, maka kepiting dapat saja menyerang musuhnya dengan ganas (Soim, 1999 dalam Suryani, 2006).

Rajungan

Taksonomi rajungan menurut **Indriyani (2006)** adalah sebagai berikut :

- Filum : Arthropoda
- Kelas : Crustacea
- Sub kelas : Malacostraca
- Ordo : Eucaridae
- Sub ordo : Decapoda
- Famili : Portunidae
- Genus : *Portunus*
- Spesies : *Portunus pelagis* ♂ dan
Portunus trituberculatus ♀

Rajungan jantan berwarna dasar biru dengan bercak-bercak putih terang. Rajungan betina berwarna dasar hijau kotor dengan bercak-bercak putih kotor (Indriyani, 2006). Cangkang memiliki duri sebanyak sembilan buah terdapat pada sebelah mata kanan-kiri. Pada duri yang terakhir berukuran lebih panjang dari duri-duri lainnya dan merupakan titik ukuran lebar cangkang. Perut atau biasa disebut abdomen terlipat ke depan di bawah cangkang. Abdomen jantan sempit dan meruncing ke depan.

Abdomen betina melebar dan membulat, gunanya untuk menyimpan telur (Juwana dan Kasijan, 2000).

Lobster Air tawar

Menurut Patasik (2004) taksonomi lobster lobster air tawar adalah sebagai berikut :

Filum	: Arthropoda;
Sub filum	: Mandibulata;
Kelas	: Crustacea;
Sub kelas	: Malacostraca;
Sub ordo	: Eucarida;
Ordo	: Decapoda;
Sub ordo	: Reptantia;
Famili	: Parastacidae;
Genus	: Cherax;
Spesies	: <i>Cherax quadricarinatus</i> .

Habitat alami lobster di perairan yang dangkal, lobster termasuk hewan nocturnal. Lobster air tawar termasuk hewan yang makanannya berupa biji-bijian, umbi-umbian, cacing, lumut, tumbuhan air dan bangkai hewan. Di tempat akuakultur lobster menyukai pakan buatan berupa pelet. Lobster memanfaatkan antena panjangnya untuk mendeteksi makanan, kemudian menangkapnya dengan menggunakan capit selanjutnya dipegang dengan menggunakan kaki jalan pertama dan di belakang di dekat mulut untuk di konsumsi secara perlahan-lahan hingga habis (*continous feeder*) (Iskandar, 2003). Dalam sehari lobster mampu menghabiskan makanan sebanyak 3%- 5% berat badannya dan saat moulting lobster membutuhkan banyak protein serta mineral untuk proses pembentukan cangkangnya (Khoirunnisa dan Amri, 2002).

3. Kekerangan

Kerang Hijau

Kerang hijau termasuk moluska yang mempunyai cangkang yang simetris. Panjang cangkangnya lebih dari dua kali lebarnya, mempunyai insang yang berlapis-lapis dan mempunyai cilia. Hidup menempel pada benda-benda keras dengan bantuan benang byssus yang dihasilkan oleh kelenjar kaki (Asikin,1982). Kerang hijau merupakan hasil laut segar yang dikonsumsi luas oleh masyarakat. Hewan ini banyak dimanfaatkan sebagai salah satu sumber protein hewani.

Habitat kerang hijau adalah perairan estuari yang subur dengan kedalaman perairan sekitar 20 meter, suhu berkisar antara $26^{\circ} - 32^{\circ}\text{C}$, dan salinitas antara 27-35 per mil (Hartanti, 1998). Kerang hijau hidup subur di Indonesia pada muara-muara sungai dan hutan bakau, dengan kondisi lingkungan yang dasar perairannya berlumpur campur pasir, cahaya dan pergerakan air cukup, dengan kadar garam tidak terlalu tinggi. Klasifikasi kerang hijau menurut asikin adalah sebagai berikut:

Phylum	: Molusca
Kelas	: Pelecypoda
Ordo	: Mytilacea
Famili	: Mytilidae
Genus	: Mytilus
Spesies	: <i>Mytilus viridis</i>

Kebiasaan hidup kerang hijau adalah menempel pada substrat yang terdapat dalam air. Kerang hijau akan tumbuh dengan baik pada kedalaman 1-7 meter di perairan yang kaya akan plankton dan bahan organik tersuspensi. Kerang hijau dapat memijah sepanjang tahun di daerah tropis namun puncaknya biasa terjadi pada bulan Maret hingga Juli. Adapun telur yang dapat dihasilkan oleh satu induk kerang sebanyak 1,2 juta butir (Kastoro, 1992). Kerang hijau mendapatkan makanannya dengan cara

menyaring partikel-partikel dari suatu perairan (filter feeder). Kerang hijau akan memasukkan air melalui rongga mantel sehingga mendapatkan partikel-partikel yang ada dalam air. Makanan utama dari kerang hijau adalah mikroalga sedangkan makanannya adalah bakteri dan zat organik terlarut. Cara makan kerang hijau ini juga yang memungkinkan zat berbahaya seperti logam berat masuk ke dalam tubuh kerang hijau. Kerang hijau juga termasuk ke dalam organisme yang bersifat sesil sehingga kerang hijau lebih berpotensi terkena logam berat karena tidak bisa menghindari logam berat seperti organisme lain (Putri dan Aunurohim, 2013).

Kerang Darah

Anadara granosa disebut kerang darah karena ia menghasilkan hemoglobin dalam cairan merah yang dihasilkannya. Kerang andara terdapat di pantai laut pada substrat lumpur berpasir dengan kedalaman 10 m sampai 30 m. Klasifikasi kerang darah adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Moluska
Kelas	: Bivalva
Ordo	: Arcoida
Famili	: Arcidae
Subfamili	: Anadarinae
Genus	: <i>Anadara</i>
Spesies	: <i>Anadara granosa</i>

Ciri-ciri dari kerang darah adalah mempunyai dua keping cangkang yang tebal, elip, dan kedua sisi sama. Dua keping cangkang ini pada bagian dorsal dihubungkan oleh hinge ligament, yaitu semacam pita elastis yang terdiri dari bahan organik seperti zat tanduk. Kedua keping cangkang pada bagian dalam juga ditautkan oleh satu atau dua buah otot aduktor yang bekerja secara antagonis dengan hinge ligament (Suwignyo, 1998). Kerang darah merupakan ciliary feeder (sebagai deposit feeder atau filter feeder).

Sebagai filter feeder, kerang menyaring makanannya menggunakan insang yang berlubang-lubang. Makanan utamanya adalah plankton, terutama fitoplankton.

Tiram

Kerang Mutiara laut adalah hewan laut penghasil mutiara yang bertubuh lunak yaitu hewan dalam biologi di masukan dalam pilum *molusca*. Kerang mutiara dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Invertebrata
Pilum	: Mollusca
Klas	: Pellecypoda
Ordo	: Anysomyaria
Famili	: Pteridae
Genus	: Pinctada
Spesies	: <i>Pinctada</i> sp. dan <i>Pteria</i> sp.

Kerang mutiara mempunyai dua cangkang yang dapat membuka dan menutup dengan menggunakan otot aduktor dalam tubuhnya. Cangkang ini berfungsi untuk melindungi tubuh. Cangkang di bagian dorsal tebal dan di bagian ventral tipis. Cangkang ini terdiri dari tiga lapisan, yaitu:

- a. *Periostrakum* adalah lapisan terluar dari zat kitin yang berfungsi sebagai pelindung.
- b. *Lapisan prismatic*, tersusun dari kristal-kristal kapur yang berbentuk prisma.
- c. *Lapisan nakreas* atau sering disebut lapisan induk mutiara, tersusun dari lapisan kalsit (karbonat) yang tipis dan paralel

Cara makan tiram mutiara dilakukan dengan menyaring air laut dengan caramengambil makanan dilakukan dengan menggetarkan insang yang menyebabkan air masuk ke dalam rongga mantel. Kemudian dengan menggerakkan bulu insang, plankton yang masuk akan berkumpul di

sekeliling insang, selanjutnya melalui gerakan labial palp plankton akan masuk ke dalam mulut.

Abalone

Abalone (*Haliotis asinine*) merupakan komoditas baru dalam akuakultur Indonesia yang perlu dikembangkan karena dua hal utama. Pertama, organisme ini memiliki tingkat trofik yang rendah, yaitu konsumen tingkat pertama (herbivore) dengan makanan utama rumput laut. Kedua, abalone masih memiliki harga yang tinggi, bahkan merupakan salah satu makanan mewah baik didalam maupun luar negeri. Di Indonesia terdapat spesies abalone mata tujuh (*Haliotis asinina*) yang ukurannya relative cukup besar dan mudah ditemukan di daerah subtidal.

Menurut Darmawan (1998) dalam Cholik *et al* (2005) Klasifikasi Abalone adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Gastropoda
Sub Class	: Archaeogastropoda
Super Family	: Pleuromariaceae
Family	: Haliotidae
Genus	: <i>Haliotis</i>
Spesies	: <i>Haliotis asinine</i>

Abalone merupakan hewan herbivora yaitu hewan pemakan tumbuh-tumbuhan dan aktif makan pada suasana gelap. Jenis makanannya adalah seaweed yang biasa disebut makro alga, namun tidak semua dapat dimanfaatkan dengan baik sebagai sumber makanan. Saat ini, pakan yang terbaik yang diberikan adalah *Gracilaria* sp yang merupakan makanan favorit untuk kerang Abalone. Selain *Gracilaria* sp, jenis seaweed yang lain juga dapat diberikan, seperti *Ulva* sp.

Rumput laut

Menurut Anggadiredja *et al.* (2008), rumput laut merupakan golongan tanaman berderajat rendah, tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati, tetapi hanya mempunyai batang yang disebut *thalus*. Rumput laut yang biasanya tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya pada karang, lumpur, pasir, batu, dan benda keras lainnya. Dari sekian banyak jenis rumput laut yang tumbuh di alam, hanya dua jenis saja yang baru dapat dibudidayakan, yaitu jenis *Gracilaria* sp yang dibudidayakan di tambak dan jenis *Eucheuma cottoni* yang dibudidayakan di laut.

Klasifikasi *Gracilaria* sp. menurut Anggadireja *et al.* (2006) yaitu sebagai berikut:

- Divisi : Rhodophyta
- Kelas : Rhodophyceae
- Ordo : Gigartinales
- Famili : Gracilariaceae
- Genus : *Gracilaria*
- Spesies : *Gracilaria* sp.

Ciri umum dari *Gracilaria* sp. ini adalah mempunyai bentuk *thallus* silindris atau gepeng dengan percabangan mulai dari yang sederhana sampai pada yang rumit dan rimbun, diatas percabangan umumnya bentuk thalli (kerangka tubuh tanaman) agak mengecil, permukaannya halus atau berbintil-bintil, diameter *thallus* berkisar antara 0,5 – 2 mm. Panjang dapat mencapai 30 cm atau lebih (Anggadireja *et al.*, 2006). *Gracilaria* sp. memiliki warna yang hijau kemerahan. Warna pada rumput laut ini disebabkan oleh klorofil, karoten, dan bili protein (Kadi dan Atmaja, 1988).

Klasifikasi *Eucheuma cottonii* menurut Dawes dalam Kadi dan Atmadja (1988) adalah sebagai berikut:

Kingdom :Plantae
Divisi : Rhodophyta
Ordo : Gigartinales
Famili : Solieracea
Genus : Eucheuma
Species : *Eucheuma cottonii*

Eucheuma cottonii dapat dibedakan dari thallusnya. Pada *Eucheuma cottonii*, thallusnya bercabang-cabang berbentuk silindris atau pipih, percabangannya tidak teratur dan kasar (sehingga merupakan lingkaran) karena ditumbuhi oleh nodulla atau spine untuk melindungi gametan. Ujungnya runcing atau tumpul berwarna coklat ungu atau hijau kuning. Spina *Eucheuma cottonii* tidak teratur menutupi thallus dan cabang-cabangnya. Permukaan licin, cartilaginous, warna hijau, hijau kuning, abau-abu atau merah. Penampakan thallus bervariasi dari bentuk sederhana sampai kompleks (Ditjenkan Budidaya, 2004).

BAB VII

PEMBESARAN

Dalam akuakultur pembesaran, pertumbuhan organisme budidaya dan faktor-faktor yang mempengaruhinya merupakan hal yang penting, mengingat tujuan akuakultur adalah untuk mendapatkan pertumbuhan yang maksimum dalam waktu singkat dengan biaya dan pakan sekecil mungkin. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dalam Akuakultur :

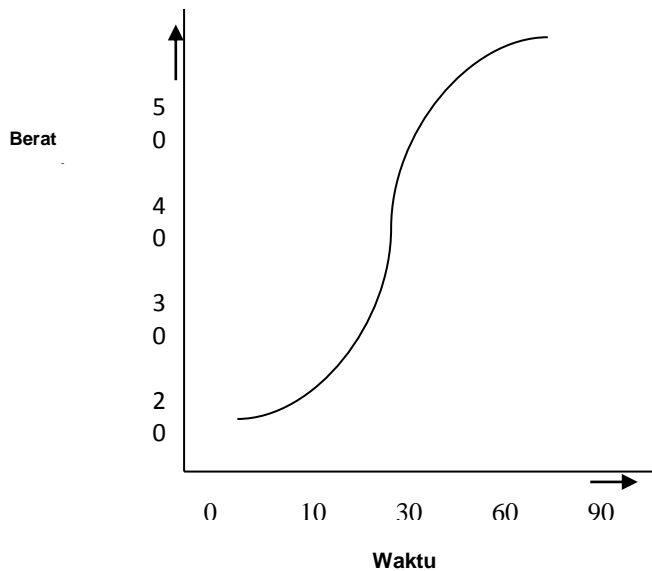
- a. Ukuran/stadia pada saat awal tebar
- b. Pengaturan padat tebar
- c. Faktor pakan dalam Akuakultur : pakan alami dan peranan pemupukan, pakan buatan
- d. Manipulasi stok dan lingkungan : manipulasi stok, manipulasi genetik, manipulasi lingkungan

1. Ukuran/stadia pada saat awal tebar

Pertumbuhan organisme akuakultur pada umumnya digambarkan dengan grafik berbentuk huruf S atau dikenal dengan bentuk sigmoid (Gambar 28). Organisme muda (misalnya larva) tumbuh secara perlahan, dalam hal pertumbuhan mutlak, sebab pada stadia muda atau awal, organ pencernaannya relatif masih sederhana sehingga tidak mampu untuk mencernakan pakan dalam jumlah banyak. Seiring dengan pertumbuhan organisme tersebut, kebutuhannya akan pakan juga semakin meningkat dan pertumbuhannya semakin cepat. Pertumbuhan mutlak paling cepat pada umumnya terjadi pada stadia juvenil akhir. Pada stadia tersebut sebagian besar pakan dan energi yang dikonsumsi digunakan untuk membentuk jaringan tubuh. Pada stadia dewasa, energi yang ada lebih banyak digunakan untuk mempertahankan diri dan reproduksi, sehingga sedikit sekali energi yang digunakan untuk pertumbuhan. Oleh karena itu, grafik pertumbuhan yang demikian, maka akan lebih baik jika panen dilakukan

sebelum organisme budidaya siap bereproduksi. Sebab pada saat tersebut organisme akuakultur bertumbuh dengan pesat, dan sebagian besar pakan yang dikonsumsi digunakan untuk pertumbuhannya.

Tingkat pertumbuhan organisme budidaya tergantung pada spesies, lingkungan, dan pakannya. Perbedaan ukuran pada saat tebar juga berpengaruh terhadap pertumbuhan selama pemeliharaan. Benih yang berukuran lebih besar akan tumbuh lebih pesat dan akan menghambat pertumbuhan benih yang berukuran kecil. Oleh karena itu, keseragaman ukuran benih pada saat tebar memegang peranan penting. Suhu memegang peranan penting terhadap pertumbuhan organisme akuakultur. Pada organisme berdarah panas, energi diperlukan untuk menjaga suhu tubuhnya.



Gambar 29. Tipe dasar kurve pertumbuhan (Laird and Needham, 1988)

Organisme akuakultur/kultivan merupakan organisme berdarah dingin, tidak memerlukan energi untuk mempertahankan suhu tubuhnya. Dalam hal ini, organisme akuakultur lebih efisien dalam mengkonversikan pakannya dibandingkan dengan organisme berdarah panas. Namun demikian, karena

organisme akuakultur merupakan organisme berdarah dingin, maka pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh suhu tubuhnya sehingga organisme akuakultur dari daerah sub-tropis yang bersuhu rendah pertumbuhannya lebih lambat dibandingkan organisme akuakultur di daerah tropis. Di negara-negara sub-tropis yang mempunyai empat musim sering dijumpai organisme akuakultur tidak tumbuh selama musim dingin. Suhu media yang diperlukan oleh organisme akuakultur sangat bervariasi tergantung pada spesies dan suhu air sekitarnya pada saat masa aklimatisasi.

2. Pengaturan padat tebar

Padat tebar adalah jumlah biota/biomassa benih dipelihara dalam satuan luas atau volume tertentu Effendi (2004). Padat tebar sangat berkaitan dengan produksi dan kecepatan tumbuh biota yang dipelihara (Hickling, 1971). Padat penebaran benih akan menentukan tingkat intensitas pemeliharaan. Semakin tinggi padat penebaran benih berarti semakin banyak jumlah/biomassa benih per satuan luas maka semakin tinggi tingkat pemeliharaannya. Faktor pembatas dalam menentukan padat tebar biota adalah lingkungan dan pakan (Hickling, 1971). Hal ini disebabkan karena padat tebar yang tinggi akan berdampak pada peningkatan kebutuhan oksigen dan pakan, serta buangan metabolisme seperti feses, ammonia, sehingga kandungan karbon dioksida (CO₂) juga meningkat. Akibatnya terjadi penurunan kualitas air media budidaya, pertumbuhan terhambat, kelulushidupan rendah serta ukuran biota menjadi heterogen. Sebaliknya jika padat tebar rendah akan mengakibatkan produksi yang rendah (Slembrouck *et al*, 2005). Oleh karena itu, pengaturan padat tebar sangat perlu diperhatikan mengingat pertumbuhan biota akuakultur sangat tergantung pada daya dukung media hidupnya. Menurut Hepher dan Pruginin (1981), peningkatan kepadatan akan diikuti dengan penurunan pertumbuhan sehingga pada kepadatan tertentu pertumbuhan akan terhenti karena telah mencapai titik maksimal. Peningkatan padat penebaran akan

diikuti dengan peningkatan jumlah pakan, buangan metabolisme tubuh, konsumsi oksigen dan dapat menurunkan kualitas air. Penurunan kualitas air akan mengakibatkan ikan menjadi stres sehingga pertumbuhan menurun dan ikan rentan mengalami kematian. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya hal tersebut maka peningkatan kepadatan harus disesuaikan dengan daya dukung media budidaya.

3. Pakan

Pakan merupakan pemasok energi bagi organisme budidaya untuk pertumbuhannya. Energi dari pakan ini juga digunakan untuk kegiatan atau fungsi tubuh lainnya. Setiap fungsi tubuh memerlukan energi yang tidak sama. Oleh karena itu, jika pasok energi dari pakan terbatas maka akan digunakan untuk kegiatan utama yakni bernafas dan pencernaan (metabolisme dasar), dan reproduksi, baru sisanya digunakan untuk pertumbuhan, sebagai dijelaskan berikut ini (Reay, 1979) :

$$C = F + R + U + P + G \quad \text{atau} \quad P = C - (F + R + U + G)$$

Keterangan:

C = Pakan yang dikonsumsi

R = Metabolisme

P = Pertumbuhan

F = Faeces

U = Ekskresi

G = Kematangan *gonade*

Mengingat tujuan akuakultur adalah memaksimalkan pertumbuhan, maka pakan yang diberikan diharapkan sebagian besar digunakan untuk pertumbuhan. Jika konversi pakan organisme budidaya tinggi maka jumlah pakan yang diubah menjadi daging semakin besar. Konversi pakan dalam hal ini dipengaruhi oleh kualitas pakan, spesies atau jenis ikan, dan kondisi

lingkungan akuakultur. Pakan merupakan salah satu komponen penting dalam kegiatan akuakultur karena energi yang dibutuhkan berasal dari pakan. Selain itu, pakan juga merupakan komponen akuakultur yang memerlukan biaya tinggi. Pemilihan pakan yang tidak tepat baik jumlah maupun kualitasnya akan mengakibatkan pertumbuhan terhambat, selain itu kesehatan dan proses reproduksinya juga terganggu. Oleh karena itu, perlu diketahui jenis dan jumlah pakan yang akan digunakan. Pemberian pakan dalam jumlah dan frekuensinya perlu diperhatikan mengingat pemberian pakan yang berlebih dan tidak tepat waktunya akan mengakibatkan penurunan kualitas air, peningkatan BOD, dan kesehatan ikan terganggu.

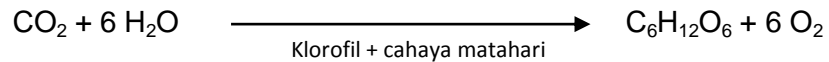
Selain itu protein merupakan salah satu komponen nutrisi yang penting karena harganya yang mahal dan peranannya yang penting terhadap pertumbuhan, sehingga biaya pakan pada pola akuakultur intensif dapat mencapai lebih kurang 50% dari total biaya produksi. Oleh karena itu, pemberian pakan yang tidak tepat dalam jumlah, waktu, dan frekuensinya mengakibatkan pemborosan dan dapat memperkecil keuntungan atau bahkan mengakibatkan kerugian. Kebutuhan ikan akan protein bervariasi tergantung spesies, stadia, dan umur, namun pada umumnya berkisar antara 28 – 50% dari berat pakan. Kandungan protein dalam pakan yang melebihi kebutuhan dapat mengganggu pertumbuhan karena energi yang dikeluarkan serta ekskresi amoniak meningkat dapat mengakibatkan stress dan kerusakan insang.

Pakan dalam kegiatan akuakultur dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu pakan alami yang erat kaitannya dengan pemupukan, serta pakan buatan.

a. Pakan Alami dan Peranan Pemupukan

Pakan alami lebih banyak digunakan dalam akuakultur ekstensif. Kegiatan akuakultur sistem ekstensif misalnya akuakultur ikan-ikan

herbivora misal bandeng (*Chanos chanos*), nila merah yang memanfaatkan pakan alami. Energi yang dibutuhkan oleh organisme akuakultur sebetulnya berasal dari matahari. Energi matahari dikonversikan menjadi pakan oleh tanaman air, alga berfilamen, dan phytoplankton melalui proses fotosintesa menghasilkan karbohidrat.



Mengingat pakan alami mutlak diperlukan dalam akuakultur sistem ekstensif, maka pertumbuhan pakan alami di kolam atau tambak harus dirangsang. Untuk merangsang pertumbuhan pakan alami dapat dilakukan dengan menambah unsur hara dalam tanah/air melalui pemupukan. Pupuk yang digunakan adalah pupuk organik dan/atau anorganik yang mengandung unsur hara utama, yaitu nitrogen, potasium, dan fosfor. Selain pupuk, pengapuran dengan CaCO_3 juga seringkali dilakukan sebelum pemupukan di kolam / tambak, terutama pada kolam air tawar dengan kesadahan air yang rendah (kurang dari 20 mg/l). Peranan kapur dalam hal ini adalah meningkatkan kesadahan, merangsang keluarnya unsur hara dari dalam tanah, merangsang perombakan material organik dalam tanah, meningkatkan pH serta daya penyangga tanah dan air, mengurangi terjadinya serangan penyakit. Pada saat melakukan pemupukan perlu diperhatikan dua hal :

- a) Penambahan pupuk tidak boleh berlebihan. Pemupukan yang berlebihan dapat mengakibatkan pertumbuhan phytoplankton yang melimpah yang dapat mengakibatkan penurunan kandungan oksigen dalam air, tertutupnya lapisan permukaan air oleh phytoplankton.
- b) Unsur hara yang dimasukkan melalui pemupukan diserap oleh lumpur dalam kolam sebelum dimanfaatkan oleh tanaman air atau phytoplankton. Hal ini dapat teratasi dengan pengeringan dasar kolam secara berkala agar material organik dalam lumpur teroksidasi, serta

pengapuran agar unsur hara dapat terlepas sehingga dapat dimanfaatkan oleh phytoplankton dan tumbuhan air lainnya.

Pupuk organik yang dilepaskan melalui proses dekomposisi material organik dimanfaatkan oleh phytoplankton dan tumbuhan air lainnya. Organisme perombak (dekomposer : misalnya bakteri dan protozoa) dapat membentuk jaringan makanan. Kolam-kolam yang dipupuk dengan pupuk organik (manure : kotoran unggas atau ternak) dapat menghasilkan zooplankton (*Daphnia*) dan larva *Chironomid* sepuluh kali lebih banyak daripada kolam yang dipupuk dengan pupuk anorganik. Larva *Chironomid* dan *Daphnia* merupakan makanan penting bagi ikan.

b. Pakan Buatan

Perkembangan kegiatan Akuakultur merangsang peningkatan produksi pakan buatan. Pembuatan pakan tersebut harus mempertimbangkan kebutuhan nutrisi organisme akuakultur meliputi energi, lemak, protein, vitamin, dan mineral. Selain itu perlu pula dipertimbangkan keberadaan atau ketersediaan bahan baku pembuat pakan buatan, harganya, serta daya cernanya.

Formulasi pakan yang seimbang sesuai dengan kebutuhan organisme akuakultur, serta jumlah pakan yang cukup merupakan dua faktor penting yang perlu diperhatikan agar kegiatan akuakultur dapat berjalan dengan baik. Tanpa mengkonsumsi pakan yang sesuai, ikan atau kultivan tidak akan dapat bereproduksi dan mudah stress. Oleh karena itu, untuk mendapatkan pakan yang seimbang dalam hal kandungan gizinya, diperlukan penelitian serta evaluasi biologis sebelum pakan tersebut dipasarkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan formulasi pakan dan perkembangan program pemberian pakan untuk ikan akuakultur tersaji pada Gambar 16. Jika nilai gizi pakan buatan tidak sesuai dengan kebutuhan ikan akuakultur akan mengakibatkan penurunan produksi, ikan mudah terserang penyakit karena stress. Pakan buatan dapat pula

berpengaruh terhadap kesehatan ikan karena kekurangan gizi, zat beracun yang terdapat dalam pakan serta ketidak seimbangan formula dalam pakan.

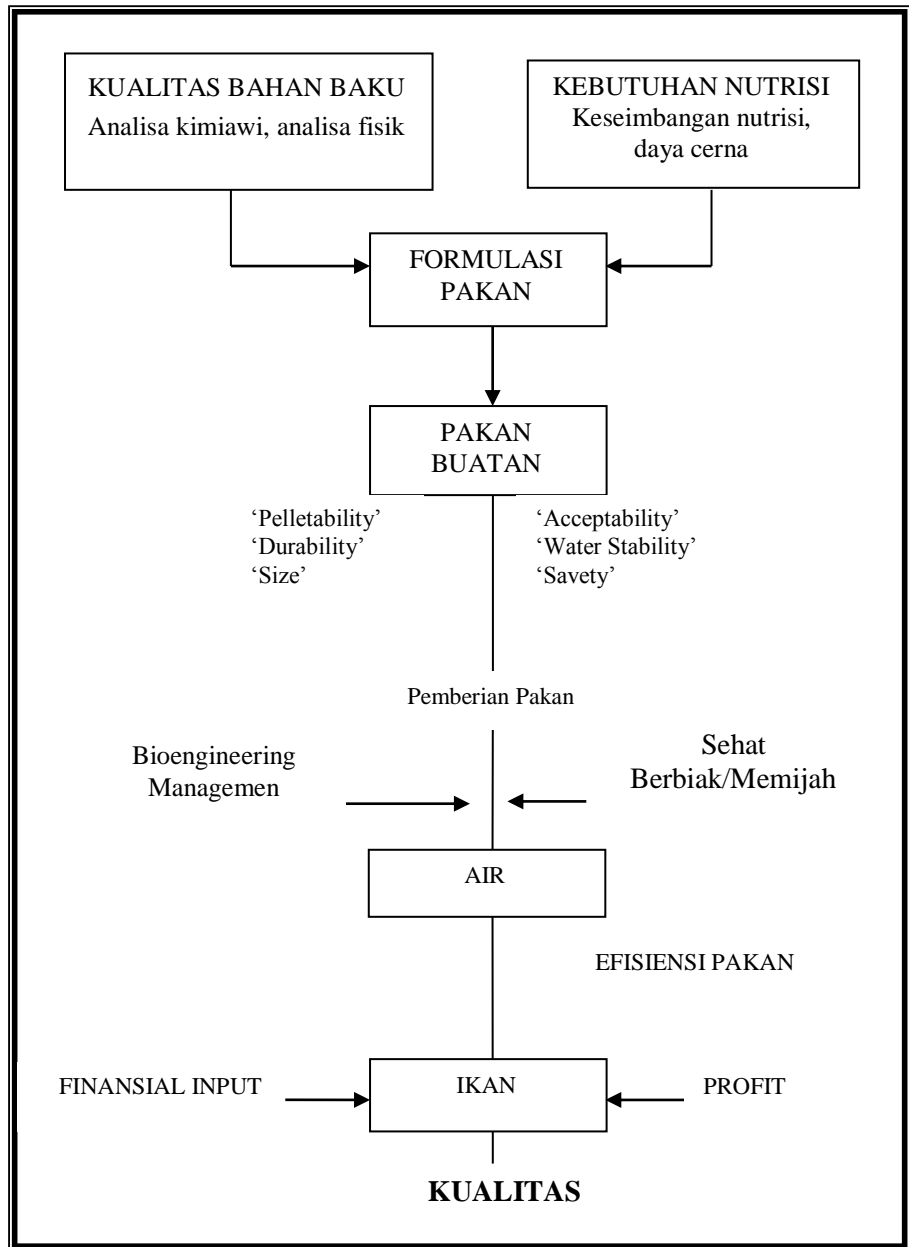
Berbagai jenis / bentuk pakan buatan terdapat di pasaran, antara lain: *moist pellet*, pelet kering, remah/butiran. Dibandingkan dengan pellet kering, *moist pellet* mempunyai beberapa kelemahan, antara lain kandungan airnya tinggi, mudah rusak, memerlukan *freezer* untuk pengangkutan dan penyimpanan, mudah terkontaminasi bakteri patogen. Pengangkutan dan penyimpanan *moist pellet* yang tidak baik dapat mengurangi kandungan nilai gizi dalam pakan, serta dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri dan jamur. Namun demikian, pada daerah dimana ikan rucah banyak dijumpai, harga *moist pellet* ini relatif lebih murah daripada pellet kering. Sebaliknya, pelet kering mudah diproduksi dalam jumlah besar, mudah dalam pengangkutan dan penyimpanannya.

Pada umumnya kombinasi antara bahan baku sumber protein hewani dan nabati digunakan dalam pembuatan pellet. Bahan baku yang umumnya digunakan antara lain : tepung ikan, tepung kedelai, bekatul, vitamin, mineral, dan bahan baku *aditive* lainnya. Kebutuhan protein organisme akuakultur berbeda antara spesies, umur, dan stadia.

Pada budidaya system intensif, pakan buatan mutlak diberikan kepada biota budidaya. Pemberian pakan yang tidak sesuai dapat menurunkan kualitas media budidaya. Menurut Perkasa (2001), sisa pakan dan kotoran ikan dirubah oleh bakteri sehingga menjadi ammonium dan ammonia. Ammonia merupakan substansi yang dapat membahayakan kehidupan ikan.

Buangan dari sisa pakan dan metabolisme mengandung bahan organik yang menyebabkan tingginya nilai BOD media budidaya. Selain kebutuhan oksigen biokimia yang tinggi, buangan berupa ammonia dan nitrit akan berbahaya bagi ikan jika tidak teroksidasi dengan baik. Kotoran ikan (feses) dan sisa pakan yang terdapat dalam media pemeliharaan merupakan penyebab penurunan kualitas air.

Adanya ammonia di dalam air akan meningkatkan kebutuhan oksigen biokimia BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), karena adanya peristiwa oksidasi, (Sumantojo, 1998). Ammonia pertama kali dikonversi menjadi nitrit oleh kelompok bakteri *Nitrosomonas* sp. dan kemudian dikonversi lagi menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrobacter* sp. Kadar ammonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang dapat berasal dari buangan ikan dan sisa pakan (Effendie, 2003). Menurut Sawyer dan McCarty (1978), kadar ammonia total melebihi 0,2 mg/l bersifat toksik bagi ikan. Pada kondisi oksigen rendah, ammonia yang dihasilkan melalui proses penguraian bahan organik maupun sekresi langsung ikan akan sulit mengalami proses penguraian lebih lanjut. Akumulasi ammonia dan ketersediaan oksigen pada tingkat konsentrasi 0,18 mg/l dapat menghambat pertumbuhan (Wedemeyer, 1996).



Gambar 30. Nutrisi Ikan dan Akuakultur Perairan (Cho et al., 1985 dalam Reay, 1978)

4. Manipulasi Stok Dan Lingkungan

Stok dan lingkungan akuakultur memegang peranan penting terhadap pertumbuhan kultivan. Oleh karena itu, stok dan kondisi lingkungan dapat dimanipulasi untuk meningkatkan produksi akuakultur. Manipulasi stok dalam hal ini dapat dilakukan sesuai dengan kondisi lingkungan pemeliharaan. Sebaliknya, kondisi lingkungan dapat direkayasa sesuai dengan stok yang akan dipelihara.

a. Manipulasi Stok

Manipulasi stok diawali pada saat pemilihan lokasi. Dalam hal ini, jika akuakultur dilakukan secara monokultur maka akan lebih mudah dibandingkan jika kegiatan pemeliharaan dilakukan dengan polikultur. Pada akuakultur monokultur maupun polikultur, padat penebaran awal, ukuran, serta jenis kelamin dan kondisi benih yang akan ditebar akan berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhannya selama pemeliharaan.

Keuntungan manipulasi stok dengan akuakultur polikultur adalah pemanfaatan kolom air dapat maksimal, karena organisme yang dipelihara menempati masing-masing kolom air dan memanfaatkan pakan alami yang tersedia dalam setiap kolom air (epipiton, makropita, phytoplankton, zooplankton, detritus, dan organisme benthos). Contoh untuk akuakultur polikultur adalah akuakultur antara ikan bandeng dan udang windu; ikan nila dengan ikan mas; ikan gurame, ikan nila, dan udang galah.

Salah satu contoh manipulasi stok adalah pada pemeliharaan ikan bandeng (*Chanos chanos* Forskal). Pada saat nener (benih bandeng) melimpah, maka petani tambak dapat membeli sebanyak-banyaknya karena harga relatif murah. Nener dapat dipelihara di petak peneneran. Setelah satu bulan di petak peneneran, benih siap ditebar di petak penggelondongan. Pada petak penggelondongan ini, kepadatan dapat diatur agar gelondongan berukuran tetap (stunting). Gelondongan ini kemudian secara bertahap

ditebar di petak pembesaran sesuai dengan kelimpahan pakan dan kondisi pasar.

Salah satu manipulasi stok yang saat ini banyak dilakukan adalah manipulasi genetika. Kawin silang (hibridasi) merupakan salah satu contoh manipulasi genetika yang banyak dilakukan. Salah satu contoh adalah kawin silang antara spesies ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memproduksi benih jantan berwarna merah. Ikan nila jantan pertumbuhannya lebih cepat daripada ikan nila betina.

b. Manipulasi Lingkungan

Kondisi lingkungan pemeliharaan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme akuakultur. Di daerah sub-tropis, suhu memegang peranan yang sangat penting terhadap pertumbuhan kultivan. Selain suhu, salinitas dan kandungan oksigen dalam air juga memegang peranan penting. Salah satu contoh manipulasi lingkungan dalam pemeliharaan ikan adalah pemeliharaan ikan mas dalam kolam air deras untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air. Pada pemeliharaan dalam kolam air deras, padat penebaran dapat ditingkatkan.

Dalam buku ini akan diberikan beberapa contoh akuakultur pembesaran lele, patin, nila, bandeng, udang *vanamae*, akuakultur kerang hijau, lobster laut, rumput laut *Echeuma cottonii* di laut, *Gracilaria sp* di tambak, dan akuakultur ikan terpadu (mina ayam; mina domba).

BAB VIII

MORTALITAS DAN PENANGGULANGANNYA

1. Mortalitas

Yang dimaksud dengan mortalitas adalah kematian. Dalam kegiatan Akuakultur, kematian sama pentingnya dengan pertumbuhan. Jika tingkat pertumbuhan organisme akuakultur lebih besar daripada tingkat kematiannya, maka pertumbuhan biomassa yang hidup dapat menyeimbangkan panen. Kematian dalam akuakultur dapat disebabkan oleh kematian alami karena:

- a) Kondisi lingkungan budidaya tidak sesuai dengan kebutuhan biologis kultivan.
- b) Kultivan tidak bisa menghindar dari ikan liar atau predator yang ada di dalam sistem.
- c) Kepadatan yang tinggi akan memudahkan penularan penyakit

Dalam hal ini penyebab utama kematian kultivan dapat dibagi menjadi dua faktor, yaitu faktor-faktor abiotik, dan biotic. Faktor-faktor abiotik yang dapat menyebabkan kematian kultivan dalam kegiatan akuaculture: penanganan (handling) selama pengangkutan benih, pengaturan padat penebaran benih, kandungan nutrisi dalam pakan, parameter lingkungan (kualitas air). Sedangkan faktor-faktor biotic yang mengakibatkan mortalitas antara lain predator: ikan-ikan pemangsa, reptilia, mamalia, burung; parasit: protozoa, crustacean, cacing, jamur; bakteri dan virus.

a. Faktor-faktor Abiotik

Kualitas air.- Faktor-faktor abiotik yang utama antara lain kualitas air meliputi: pH, gas-gas terlarut, logam berat, dan beberapa parameter kimia lainnya. Air yang masuk ke dalam sistem budidaya sangat dipegaruhi oleh faktor geologi, iklim, dan faktor manusia. Selain itu, kualitas air akuakultur

juga dapat dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan untuk wadah budidaya, aktifitas ikan budidaya serta organisme lainnya yang ada di dalam sistem.

Faktor-faktor abiotik yang bervariasi dapat menimbulkan dampak fisiologis terhadap kultivan, namun demikian ketidak mampuan kultivan untuk mendapatkan oksigen yang cukup adalah merupakan penyebab utama kematian. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan oksigen dalam air terlalu rendah, karena kerusakan organ pernapasan (insang), dan karena ketidak mampuan hemoglobin untuk mengikat oksigen dalam darah. Kondisi ini dapat diatasi dengan meningkatkan kandungan oksigen dalam media budidaya dengan airasi atau pergantian air.

Kandungan oksigen dalam air sangat dipengaruhi oleh gerakan air oleh angin, suhu air, kepadatan dan aktivitas organisme budidaya, serta organisme lain yang ada dalam sistem, misalnya tanaman air. Penggunaan oksigen yang meningkatnya dapat terjadi jika kandungan plankton melimpah (plankton bloom) serta meningkatnya kandungan bakteri dalam sistem karena adanya akumulasi limbah organik (feses, sisa pakan dalam air).

Parameter abiotik lain yang dapat mengakibatkan kematian alami adalah kandungan amonia yang tidak terionisasi (NH_3) dalam air yang merupakan hasil ekskresi utama organisme air, dan CO_2 akan berpengaruh terhadap pH air jika daya penyangga media air media akuakultur rendah. Suhu air dan pH air akan sangat mempengaruhi kelarutan amonia tidak terionisasi. Makin rendah pH air maka kandungan amonia tidak terionisasi makin kecil. NH_3 beracun bagi ikan karena gas ini dapat masuk ke dalam membran insang. Kandungan NH_3 yang tinggi dalam darah mengakibatkan terjadinya *hyperplasia proliferasi*, lamela insang menyatu sehingga ikan menjadi stress menyebabkan kematian. Akumulasi CO_2 dalam air tergantung kapasitas penyangga perairan tersebut. Kandungan CO_2 yang

tinggi dalam air dapat mengakibatkan kerusakan ginjal pada kultivan yang dikenal dengan *nephrocalcinosis*.

Nilai ambang batas faktor-faktor abiotik dan dampaknya terhadap kultivan bervariasi tergantung pada spesies, umur, ukuran, waktu dedah, kondisi lingkungan dan kondisi kesehatan organisme budidaya. Pengaruh faktor-faktor abiotik dapat berupa terhambatnya pertumbuhan, kerusakan jaringan tubuh, serta yang paling fatal adalah kematian. Perubahan lingkungan yang mendadak juga dapat berakibat fatal bagi organisme budidaya. Oleh karena itu, dalam akuakultur dikenal adanya aklimatisasi benih sebelum pemeliharaan.

Nutrisi sebagai faktor penyebab kematian bukan sebagai penghambat pertumbuhan kultivan, terjadi bila kekurangan atau kelebihan, serta kandungan racun dalam pakan yang terjadi dalam jangka waktu yang lama. Salah satu contoh penyakit karena pakan adalah *liver lipoid disease* yang disebabkan oleh tingginya kandungan lemak atau karbohidrat dalam pakan. Penyakit ini dapat mengakibatkan kematian mencapai 75%.

Selain itu, kekurangan vitamin dalam pakan (contohnya pada ikan lele) juga dapat mengakibatkan stress dan berkurangnya nafsu makan organisme akuakultur, sehingga menghambat pertumbuhan, warna kulit memudar, koordinasi berkurang, nervous, *haemorrhage*, *lesion*, pembengkakan liver, dan mudah terserang bakteri, yang akhirnya mengakibatkan kematian. Seiring dengan meningkatnya teknologi pembuatan pakan dan manajemen pemberian pakan, kematian yang disebabkan oleh rendahnya gizi kultivan semakin kecil.

Lain-lain.-- Kegiatan akuakultur dengan penanganan dibawah standart yang berlaku dapat mengakibatkan stress pada kultivan yang akhirnya mengakibatkan kematian. Seringkali pasok air di bawah kebutuhan, sehingga mengakibatkan kualitas air menjadi rendah.

Padat penebaran yang terlalu tinggi juga dapat mengakibatkan stress, terjadi persaingan dalam memanfaatkan ruang gerak (*space*), penggunaan oksigen, dan pakan. Kepadatan yang tinggi dapat mengakibatkan luka-luka pada tubuh kultivan karena benturan antara satu dengan yang lain. Luka ini dapat memungkinkan terjadinya infeksi sekunder oleh jamur atau bakteri.

Penanganan (*handling*) pada saat pengangkutan dapat mengakibatkan stress dan kematian. Oleh karena itu pada saat pengangkutan sebaiknya dibius dan/atau penambahan es untuk menurunkan suhu air selama pengangkutan, sehingga proses metabolisme dapat ditekan. Penggunaan bahan kimiawi selama pemeliharaan untuk membunuh parasit, bakteri dan virus yang melampaui batas dapat mengakibatkan stress dan kematian organisme budidaya.

b. Faktor-Faktor Biotik

Predator.-- Predator merupakan penyebab utama kematian populasi di alam dan pada kegiatan akuakultur. Oleh karena itu banyak upaya dilakukan untuk mencegah masuknya predator yang berupa hewan air maupun burung/unggas di dalam sistem. Pada akuakultur molusa (*bivalve*) dengan metode dasar, ketam (*crustacea*) dan bintang laut merupakan salah satu predator. Untuk menghindari bintang laut, metode akuakultur lepas dasar dapat diterapkan. Sedangkan untuk menghindari ketam dapat dipasang jarig sebagai pagar.

Ikan-ikan predator dapat dicegah masuk ke dalam tambak atau kolam dengan memasang saringan pada pintu pemasukan air. Pengolahan tanah tambak/kolam yang sempurna (misal pengeringan) dapat membunuh telur dan larva ikan-ikan predator. Penggunaan bahan-bahan pembasmi predator (misal saponin) sering sekali diterapkan sebelum kegiatan akuakultur (penebaran benih) dilakukan.

Sifat kanibalisme beberapa jenis ikan *carnivora* dan *crustacea* sering muncul jika dipelihara dengan kepadatan tinggi. Mengingat bahwa sifat

kanibalisme seringkali muncul jika kultivan dalam keadaan lapar, maka pemberian pakan yang sesuai kualitas dan kuantitasnya, serta waktu dan frekuensinya perlu diperhatikan.

Parasit dan jamur.-- Parasit banyak dijumpai pada ikan-ikan liar. Namun demikian tidak tertutup kemungkinan memasuki sistem akuakultur. Parasit dalam jumlah besar dapat mematikan inangnya. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya infeksi parasit. Salah satu jenis parasit yang banyak menyerang ikan air tawar adalah *Ichthyophthirius multifiliis*, protozoa bersilia, mengakibatkan timbulnya bintik putih pada ikan budidaya terutama pada budidaya air tawar. Parasit ini ada sepanjang tahun baik musim kemarau maupun penghujan. Parasit ini menyerang kulit ikan dan lamela insang, mengganggu pernapasan dan proses ekskresi ikan. Larva parasit ini tumbuh pada epidermis kulit. Parasit penting lainnya yang perlu mendapat perhatian pada kegiatan akuakultur adalah:

- a. Protozoa. Selain *ichthyophthirius multifiliis* penyakit parasit lainnya yang perlu diperhatikan adalah *Myxosoma cerebralis* yang menyerang otak.
- b. Cacing (Helminthes). Cacing cestoda penting yang banyak menyerang ikan diantaranya adalah *Monogenea*: spesies *Dactylogyru*s menyerang insang ikan salmonis. *Dactylogyru*s *vastator* banyak menyerang ikan-ikan kolam air tawar di daerah tropis, dan dapat mengakibatkan kematian masal. Sedangkan dari jenis *Digenea* tidak begitu penting karena jenis ini memerlukan ikan dan dua jenis organisme: ikan dan moluska dalam siklus hidupnya.
- c. Crustacea. Argulus merupakan salah satu jenis crustacea yang dapat mengakibatkan kematian masal terutama pada akuakultur air tawar di daerah tropis. Crustacea lain sebagai parasit yang perlu mendapat perhatian pada akuakultur air tawar tropis adalah Copepoda. Copepoda dari spesies *Myticoda intestinalis* merupakan parasit pada akuakultur kerang-kerangan (bivalve) terutama pada akuakultur metode dasar

(bottom culture). Parasit ini dapat menghambat pertumbuhan dan mengakibatkan kematian.

- d. Jamur. Jamur dikenal sebagai infeksi sekunder. Jamur yang terkenal sering menyerang kultivan adalah *Saprolegnia parasitica* yang banyak menyerang telur dan akan menyebar dari telur-tekur yang tidak terbuahi.

Bakteri.-- Tidak semua bakteri yang berkaitan dengan kultivan adalah pathogen. Seperti halnya virus, bakteri juga dapat mengakibatkan kematian masal kultivan. Ikan pada umumnya kehilangan nafsu makan sebelum mati. Bakteri penting yang banyak menyerang ikan salmonida adalah *Aeromonas salmonicida*, merupakan *pathogen obligate*. Kerusakan yang ditimbulkan karena racun yang menyerang ikan mengakibatkan pembengkakan gelembung renang, sel-sel darah putih berkurang, dan kerusakan jaringan kulit. Selain itu, golongan bakteri *Myobacteria* yang mengakibatkan penyakit *fin rot* (kerusakan ekor), dan penyakit insang serta ginjal. *Vibrio anguillarum* mengakibatkan penyakit vibriosis karena racun yang dikeluarkannya mengakibatkan *Haemorrhagic septicaemia*, jika akut, serta kerusakan jaringan kulit, serta abses. Serangan bakteri dapat diatasi atau dicegah dengan chemoterapi. Penggunaan obat-obatan antibiotik seperti sulphonamide, dapat pula dilakukan. Namun perlu diperhatikan dalam penggunaan antibiotik ini karena dapat mengakibatkan imun, resistan, serta berdampak terhadap manusia. Namun, seperti halnya pada parasit, penanganan terbaik untuk mengatasi serangan bakteri adalah mencegah terjadinya stress pada kultivan dengan meningkatkan higienitas lingkungan akuakultur.

Virus.-- Salah satu penyakit virus menyerang ikan-ikan salmonida adalah *Infectious Pancreatic Necroses* (IPN) yang pada umumnya menyerang larva dan gelondongan. Virus lainnya yang dikenal banyak menyerang ikan akuakultur adalah *Viral Haemorrhagic Septicaemia* (VHS)

dan *Infectious Haemorrhagic Septicaemia* (IHN). Tidak semua penyakit virus berhubungan dengan akuakultur skala intensif, tetapi pada umumnya serangan virus ini terjadi seiring dengan meningkatnya skala akuakultur.

2. Pencegahan Mortalitas

Pemilihan spesies budidaya, asal benih, dan padat penebaran yang sesuai, serta membuang organisme yang mati merupakan cara-cara yang dapat diterapkan untuk memanipulasi lingkungan akuakultur yang dapat mengurangi terjadinya kematian selama pemeliharaan. Selain itu, manipulasi lingkungan juga berkaitan erat dengan pemilihan lokasi, konstruksi wadah akuakultur, pakan dan perawatan kualitas air. Beberapa cara lainnya yang dapat diterapkan untuk memanipulasi stok dan lingkungan untuk mencegah dan menjaga penularan penyakit antara lain: membatasi pergerakan/perpindahan ikan; pemilihan benih yang tahan terhadap penyakit; manipulasi lingkungan.

Membatasi perpindahan ikan.-- Penyakit ikan pada umumnya terjadi di suatu tempat pada spesies tertentu. Untuk mencegah penyebaran penyakit tersebut perlu dilakukan pemantauan/kontrol terhadap perdagangan ikan (misal dengan karantina).

Pemilihan benih yang tahan terhadap penyakit.-- Cara lain untuk mengontrol penyebaran penyakit adalah dengan manipulasi genetik, yakni memproduksi benih yang tahan terhadap penyakit.

Manipulasi lingkungan.-- Manipulasi lingkungan bertujuan untuk merangsang pertumbuhan, meningkatkan tingkat kelulus hidupan karena ikan-ikan yang sehat akan bertumbuh lebih pesat dan bebas dari stress. Manipulasi lain yang bukan untuk merangsang pertumbuhan dapat dilakukan untuk meningkatkan daya tahan tubuh atau untuk mengurangi penyebaran pathogen.

Salah satu contoh manipulasi lingkungan adalah penggunaan bak-bak semen atau fiberglass dapat mencegah terjangkitnya *myxosomatosis* karena

penyakit ini pada umumnya muncul pada kolam air tawar yang berlumpur. Selain itu, pengeringan dasar kolam yang teratur sebelum pemeliharaan dimulai juga dapat menghambat atau bahkan membunuh spora dari protozoa penyebab penyakit ini.

Penggunaan air sumur, pakan yang berkualitas, *gravel filter*, disinfektan di hatchery dapat pula dilakukan untuk mencegah terjangkitnya penyakit. Menjaga kandungan oksigen tetap pada tingkat yang tinggi, menjaga pH air tetap pada kisaran antara 6,5 – 8,5 akan mencegah terjadinya stress serta akan meningkatkan daya tahan kultivan terhadap serangan penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Alabaster J.S. & Lloyd R, 1992. Water Quality Criteria or Fresh Water Fish. Butterworth for FAO London. 279 p.
- Ali Purnomo. 1990. Akuakultur Air Payau. Dirjen Perikanan Dep. Pertanian.
- Anom, 1987. Freshwater Fish Farming in China. Report by an FAO Mission. Fish Farming International, 4(3), 18 – 23.
- Ariyati R.W., Lachmuddin S., Endang A., 2007. Analisis Kesesuaian Perairan Pulau Karimunjawa dan Pulau Kemujan sebagai Lahan Akuakultur Rumput laut Menggunakan Sistem Informasi Geografis. Jurnal Pasir Laut. Vol 3. No. 1. Juli 2007 : 27-45.
- Aquaculture. OECD: Organisation For Economic Co-Operation And Development. University of Stirling, United Kingdom, ISBN 978-92-64-08872-6
- Bardach J.E., Ryther J.H. and McLarney W.O., 1972. Aquaculture. The Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organism. Wiley Interscience. 838 p.
- Basuki, F., dan Zain, M.Z. 2011. Analisis Potensi Akuakultur Rumput Laut, Bandeng, dan Kepiting di Kabupaten Pematang. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2011*, Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Gajahmada, 5 hlm.
- Badan Pusat Statistik, 2013. Produksi Perikanan Akuakultur Berdasar Provinsi Dan Subsektor Tahun 2005-2011
- Beveridge M.C.M, 1984. Cage and Pen Fish Farming Carrying Capacity models and the Environmental Impact. FAO Fish. Tech. Pap. 255. 131 p.
- Beveridge, M.C.M., 2004. Cage Aquaculture. Blackwell Publishing Ltd
- , 1987. Cage Aquaculture. Fishing News Books Ltd. England 362 p.
- Boyd C.E., 1981. Water Quality in Warm Water Fish Pond. Agriculture Experiment Station, Auburn University, Auburn. 359 p.

- Cho C.Y., Cowey C.B. and watanabe, T., 1985. Fish Nutrition in Asia-Methodological Approaches to Research and Development. Ottawa IDRC.
- Chopin, T., 2010. Integrated Multi-Trophic Aquaculture **In** Advancing The Aquaculture Agenda. Workshop Proceedings. Organisation For Economic Co-Operation And Development. pp 195-214
- Deniz, H., 2010. Turkey: Best practices in aquaculture management and sustainable development **In** Advancing The Aquaculture Agenda. Workshop Proceedings. Organisation For Economic Co-Operation And Development. pp 183-190
- Diaz, R.J., Agriculture's impact on aquaculture: Hypoxia and eutrophication in marine waters **In** Advancing The Aquaculture Agenda. Workshop Proceedings. Organisation For Economic Co-Operation And Development. pp 276-304
- FAO Technical Guidelines For Responsible Fisheries, 2004. Aquaculture Development. 47 pp
- Febriko, S.D., Suriawan A., Sofiati dan Rahman, M.A. 2008. Peningkatan Produksi Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* di Tambak dengan Penambahan Pupuk. *Dalam: Makalah Seminar Indonesia Aquakultur*, Yogyakarta, 14 hlm.
- Ellis M.M., 1974. Water Purity Standard for Fresh Water Fishes. Spec. Sci. Rep. US Fish Wildl. Serv., 2, 68 pp.
- Handayani, T. 2006. Protein pada Rumput Laut. *Jurnal Oseana*, XXXI(4):23-30.
- Holmer, M., Black, K., Duarte, C.M., Marba, N., karakassis, I., 2008. Aquaculture in the Ecosystem. Springer Science + Business Media B.V. ISBN-13: 978-1-4020-6809-6 e-ISBN-13: 978-1-4020-6810-2. 330 pp
- Hoanh, C.T., Tuong, P.T., Gowing, J.W. and Hardy, B., 2006. Environment And Livelihoods In Tropical Coastal Zones: Managing Agriculture–Fishery–Aquaculture Conflicts. CAB International 875 Massachusetts Avenue Wallingford 7th Floor Oxfordshire OX10 8DE Cambridge, MA 02139 USA. ISBN-13: 978-1-84593-107-0 (talk. paper). 323pp

<http://www.sorotgunungkidul.com/berita-gunungkidul-1141-keong-macan-laut-gesing-tembus-mancanegara.html#ixzz2mOPpW96V> Diunduh 27/11-2013

<http://udangsungaitimun.blogspot.com/2010/09>. Diunduh 27/11-2013

Jurnal Pasir Laut, Vol.3, No.1, Juli 2007 : 27-45

Little, D.C. and. Edwards, P. 2003. Integrated Livestock-Fish Farming Systems. Inland Water Resources And Aquaculture Service. Animal Production Service. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome. 33pp

Milne P.H., 1972. Fish and Shelfish Farming in Coastal Waters. Fishing News Book Farnham, 18. Surrey.

Muir, James F., David C. Little, James A. Young and John C. Bostock, 2010. Growing the wealth of aquaculture. In Advancing the Nielsen, L.S., Banta, G.T., Pedersen, M.F., 2004. Estuarine Nutrient Cycling: The Influence of Primary Producers The Fate of Nutrients and Biomass. Kluwer Academic Publishers Dordrecht / Boston / London. 315 Pp

Pillay, T.V.R and Kutty, M.N, 2005. Aquaculture principles and practices. Second edition. Blackwell Publishing Ltd. 640pp

People's Republic of China: 1999 - 2003 Aquaculture Production - Pacific Rim Fisheries Program

Priambodo, B., 2010. Pembesaran Lobster di Karamba Jaring Apung

Rahman, H.M.Y. 1999. Kebijakan Pengembangan Industri Rumput Laut dan Prospek Pemasaran Rumput Laut Indonesia. *Dalam: Makalah disampaikan pada Konsultasi Teknis Pengembangan Rumput Laut Lintas Sektor dan Sub Sektor Tanggal 29 September 1999 di Jakarta, Ditjen Perikanan Departemen Pertanian, 11 hlm.*

Rochdianto, A. 2005. Budi Daya Ikan di Jaring Terapung. Penebar Swadaya. Jakarta. 98 hal

Report Of The *Ad Hoc* Technical Expert Group On Mariculture, 2004. Solutions For Sustainable Mariculture – Avoiding The Adverse Effects Of Mariculture On Biological Diversity. Published By The

Secretariat Of The Convention On Biological Diversity. Isbn: 92-807-2406-1. Secretariat Of The Convention On Biological Diversity, 54 pp

Shepherd, C.J., 1978. Aquaculture: Some Current Problems and the Way Ahead. Proc. Roy. Soc. Edin, 76 B: 215 – 220.

Shepherd, C.J. and Bromage N. 1988. Intensive Fish Farming. Blackwell Scientific Publications

Spencer, B. E., 2002. Molluscan Shellfish Farming. Fishing News Books, Blackwell Publishing. 294 pp

Tacon, Albert G.J., 2010. Climate change, food security and aquaculture. In Advancing the Aquaculture. OECD: Organisation For Economic Co-Operation And Development. ISBN 978-92-64-08872-6 (PDF)

Utojo dan Pirzan, A.M. 2000. Polikultur Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) dan Rumput Laut (*Glacilaria verrucosa*) di Tambak. Jurnal Perikanan UGM (GMU J. Fish. Sci), II(1):19-24.

Widowati, L.L ., 2012. Restiana W. A., Diana C., 2012. Analisis Kesuburan Tambak di Kabupaten Pati Dengan Metode geostatistik Ditinjau Dari Aspek Produktivitas Primer. Buletin Oceanografi Marina. No. ISSN: 2089-3507. July 2012. Vol II : 36-44.

Widowati L.L. 2004. Analisis Kesesuaian Lahan Tambak di Kabupaten Demak, Ditinjau dari Aspek Produktifitas Primer. Thesis. Magister Manajemen Sumberdaya Pesisir. Program Pasca Sarjana. Undip.