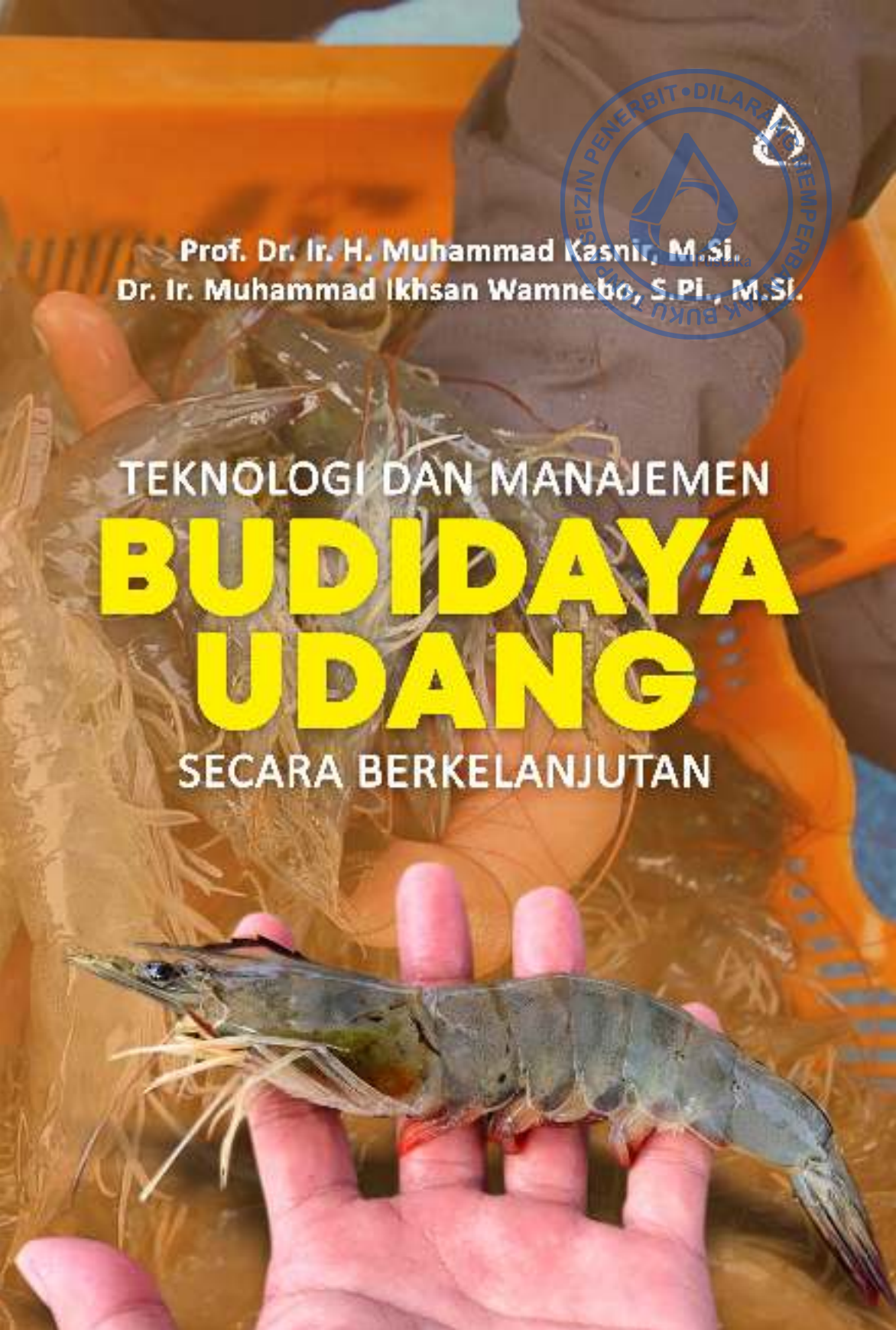




Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Kasnir, M.Si.
Dr. Ir. Muhammad Ikhsan Wamnebo, S.Pi., M.Si.

TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN
**BUDIDAYA
UDANG**
SECARA BERKELANJUTAN



Sanksi Pelanggaran Hak Cipta

**UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 28 TAHUN 2014 TENTANG HAK CIPTA**

Ketentuan Pidana

Pasal 113

- 1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- 2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- 3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- 4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Kasnir, M.Si.
Dr. Ir. Muhammad Ikhsan Wamnebo, S.Pi., M.Si.

TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN
BUDIDAYA
UDANG
SECARA BERKELANJUTAN

Diterbitkan Oleh
Nas Media Pustaka
Tahun 2023

Teknologi Dan Manajemen Budidaya Udang Secara Berkelanjutan

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Kasnir, M.Si.

Dr. Ir. Muhammad Ikhsan Wamnebo, S.Pi., M.Si.

*Copyright © M. Kasnir, M.I. Wanebo 2023
All rights reserved*



Layout : Rizaldi Salam
Desain Cover : Muh Taufik
Image Cover : Freepik.com

Terbitan Ebook, Januari 2023

xii + 186 hlm; 15.5 x 23 cm

ISBN 978-623-351-788-1

ELEKTRONIK ISBN 978-623-351-822-2 (PDF)

Diterbitkan oleh Penerbit Nas Media Pustaka

PT. Nas Media Indonesia

Anggota IKAPI

No. 018/SSL/2018

Jl. Batua Raya No. 3, Makassar 90233

Jl. Kenari Indah No. 2, Yogyakarta 55584

Telp. 0812-1313-3800

redaksi@nasmedia.id

www.nasmedia.id

Instagram : @nasmedia.id

Fanspage : nasmedia.id

Youtube: nasmedia entertainment

*Ebook ini adalah buku format digital PT. Nas Media Indonesia
Isi di luar tanggung jawab penerbit*

KATA PENGANTAR

Dalam rangka memperkaya pengetahuan tentang pengembangan tambak di wilayah pesisir, maka diharapkan kepada pembaca terutama para pengambil kebijakan dan praktisi akan sangat bermanfaat dalam pengembangan tambak di wilayah pesisir Negara Kesatuan Republik Indonesia. Sebagaimana kita ketahui bahwa budidaya udang selama ini memiliki banyak kendala, mulai dari kualitas air yang semakin menurun akibat berkurangnya atau rusaknya ekosistem mangrove, juga disebabkan karena meningkatnya bahan pencemar yang masuk di wilayah pesisir. Disamping itu kegiatan budidaya juga dianggap merusak ekosistem mangrove, karena memproduksi sejumlah hara yang secara potensial membahayakan ekosistem mangrove, pada saat panen dan pergantian air tambak secara rutin, mengalirkan buangan bahan organik ke hilir, daerah aliran sungai dan ekosistem laut. Oleh karenanya, sangatlah penting diciptakan praktek-praktek manajemen yang lebih bersifat berkesinambungan dan ramah lingkungan bagi sistem budidaya yang ada di daerah mangrove.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka kami mencoba menyusun buku ini untuk dapat dijadikan rujukan dalam pengembangan tambak di wilayah pesisir untuk bahan bacaan para praktisi dan akademisi. Dengan rampungnya buku ini, diharapkan menjadi bahan dalam mempertimbangkan sentuhan pembangunan di wilayah pesisir. Semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca, saran dan kiritikan bagi penyusunan buku ini sangat diharapkan untuk kesempurnaannya.

Ucapkan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam penyusunan buku ini.

Makassar, 2 Februari 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi

BAB I

PENDAHULUAN	1
1.1. Wilayah Pesisir	2
1.2. Pembangunan Berkelanjutan	6
1.3. Budidaya Tambak Udang Berkelanjutan.....	16
1.4 Sistem dan Teknologi Budidaya Udang	20

BAB II

ASPEK BIOLOGI	25
2.1. Morfologi.....	27
2.2. Klasifikasi	30
2.3. Ciri ciri.....	31
2.4. Siklus Hidup	31
2.5. Kebiasaan Makan	34
2.6. Pakan Alami Udang Windu	35
2.7. Habitat/Tempat Hidup	37
2.8. Pengaruh Sinar.....	38
2.9. Penyebaran	39
2.10. Moulting	39
2.11. Sistem Pencernaan.....	40
2.12. Sistem Reproduksi.....	41
2.13. Pertumbuhan Udang Windu	44
2.14. Kelangsungan Hidup	44



BAB III

KELAYAKAN PARAMETER BUDIDAYA UDANG..... 45

3.1. Kualitas Tanah	46
3.2. Kualitas Air.....	52
3.3. Hidro Oceanografi Perairan Pasang surut.....	64

BAB IV

ANALISIS KESESUIAN DALAM PERENCANAAN

PENGEMBANGAN TAMBAK..... 66

4.1. Kesesuaian Lokasi Tambak	67
4.2. Matriks Kesesuaian	71
4.3. Sistem Informasi Geografis (SIG).....	78
4.4. Beban Limbah Budidaya Tambak Udang dan Dampaknya Terhadap Kualitas Lingkungan Perairan Pesisir	80

BAB V

DAYA DUKUNG..... 86

5.1. Pengertian Daya Dukung.....	88
5.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Daya Dukung	92
5.3. Daya Dukung dapat ditingkatkan	104
5.4. Daya Dukung Lingkungan Perairan Pesisir	112
5.5. Kemampuan Perairan Pesisir dalam Mengencerkan Limbah.....	115
5.6. Daya Dukung Lahan Tambak Udang	118
5.7. Pendugaan Daya Dukung Lingkungan Perairan Pesisir	121

BAB VI

OPTIMASI LAHAN BUDIDAYA UDANG..... 130

6.1. Surplus Konsumen.....	133
6.2. Produktivitas.....	133
6.3. Sewa Lahan (<i>Land Rent</i>)	134

6.4. Biaya.....	138
6.5. Harga	140
6.6. Biaya Transportasi	140
BAB VII	
MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG.....	142
7.1. Perbaikan Sistim Kolam Tambak	144
7.2. Manajemen Budidaya Udang yang Baik dan Ramah Lingkungan di Daerah Mangrove.....	149
BAB VIII	
PENYAKIT UDANG	168
8.1. Penyebab Penyakit Udang Dalam Budidaya Udang .	170
8.2. Pengendalian Penyakit.....	176
DAFTAR PUSTAKA.....	179



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kriteria teknologi budidaya tambak udang	21
Tabel 2.1. Fase daur hidup udang windu.....	31
Tabel 3.1. Parameter dan Nilai Direkomendasikan kualitas tanah di wilayah pesisir.....	46
Tabel 3.2. Parameter dan Ambang Batas dan Batas Optimum Kualitas Air Tambak	52
Tabel 4.1. Parameter kesesuaian lahan tambak udang intensif/semi intensif.....	73
Tabel 4.2. Parameter kesesuaian lahan tambak udang tradisional/tradisional plus	74
Tabel 5.1. Tekstur tanah untuk pertambakan udang di kawasan pantai	118
Tabel 5.2. Luasan maksimum hamparan tambak udang dan teknologi yang diterapkan (dalam persen) pada lahan dengan kapasitas daya dukung lahan yang berbeda.....	119
Tabel 5.3. Tolak ukur dan kategori daya dukung pertambakan.	120
Tabel 8.1. Beberapa Jenis Virus Penyebab White Spot Syndrome	170

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bentuk pembangunan berkelanjutan yang didukung dengan kerangka trans disiplin (Munasinghe 2003)	10
Gambar 1.2. Segitiga keberlanjutan (Charles 2001)	12
Gambar 1.3. Keberlanjutan sistem budidaya (Chung and Kang 2002).....	13
Gambar 1.4. Skema keterkaitan berbagai aspek dalam pengembangan tambak udang berkelanjutan (Hampel dan Winter 1997).....	14
Gambar 2.1. Anatomi Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) Brock and Main (1994) dan b. bagian udang windu.....	28
Gambar 2.2. Siklus hidup Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) (Wyban dan Sweeney, 1991).....	32
Gambar 2.3. Tahapan larva udang Keterangan: 1. Udang betina bertelur; 2. Telur; 3. Naupli; 4. Zoea; 5. Mysis; 6. Post larva; 7. Juvenil (Wyban, dan Sweeney, 1991).....	33
Gambar 2.4. Sistem Pencernaan pada Udang ,Brock and Main (1994) dan Dall et al, 1990	41
Gambar 3.1. Kondisi Pematang dalam penguatan kostruksi pematang baik dengan melapisi dinding pematang dengan semen maupun dengan melakukan penanaman mangrove disekitar pematang tambak	49
Gambar 3.2. Siklus nitrogen dalam perairan tambak (sumber : Gunarto 2007).....	61
Gambar 3.3. Siklus nitrogen di perairan (Sumber : Welch, 1980)	62



Gambar 4.1. Tipe penggunaan sistem informasi geografis (SIG) dalam pengelolaan wilayah pesisir (Gunawan 1998).....	79
Gambar 4.2. Alur pakan udang di dalam tambak udang intensif (Primavera dan Apud 1994).....	83
Gambar 4.3. Alur pakan udang dan limbah nutrisi (N dan P) budidaya udang intensif (Boyd 1999).....	83
Gambar 5.1. Carrying Capacity Indicator (Rolasisasi, 2007) ...	92
Gambar 5.2. <i>The Law of Limiting Factors</i> dari daya dukung (Suratmo 1992)	105
Gambar 6.1. Penggunaan dari Nilai Produk dan Kurva Biaya untuk Ilustrasi Konsep “ <i>Land Rent</i> ” yang Merupakan Surplus Ekonomi Setelah Pembayaran Biaya Produksi	136
Gambar 6.2. Pengaruh Biaya Transportasi Produk dari Berbagai Lokasi ke Pasar terhadap <i>Land Rent</i> ...	138



BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir memiliki arti penting dan strategis bagi Indonesia baik dari segi ekologis, ketahanan pangan, ekonomi, keanekaragaman biologi, sosial budaya maupun keindahan alamnya. Hanya saja, wilayah pesisir di Indonesia dewasa ini sangat rentan terhadap perubahan alam, baik karena alam itu sendiri maupun akibat ulah manusia. Masalah pengelolaan wilayah pesisir yang melahirkan kemiskinan masyarakat pesisir, serta menimbulkan kerusakan lingkungan pesisir dipicu oleh beberapa faktor antara lain: rendahnya kualitas sumber daya manusia (SDM), lambatnya perubahan pola pikir dan perilaku masyarakat, dan masih tingginya tingkat pertumbuhan penduduk. Selain itu belum optimalnya pengelolaan perikanan penangkapan dan perikanan budidaya, serta perubahan alam yang sering mengancam kelestarian ekosistem, antara lain gempa bumi, tsunami, erosi, polusi, badai, banjir, gelombang pasang, abrasi, serta kenaikan permukaan air laut (global warming)

Wilayah pesisir secara ekologis adalah suatu wilayah peralihan antara ekosistem darat dan laut, dimana ke arah wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi oleh proses-proses kelautan, seperti pasang surut, angin laut, dan intrusi air laut, sedangkan ke arah laut wilayah pesisir meliputi perairan laut yang masih dipengaruhi oleh proses – proses alami seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di daratan seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Beatly 1994; Dahuri et al.1996; Clark 1996).

Jika dilihat dari pendekatan administrasi, kawasan pesisir adalah kawasan yang secara administrasi pemerintahan mempunyai batas terluar sebelah hulu dari kecamatan atau kabupaten atau kota dan ke arah laut sejauh 12 mil dari garis pantai untuk propinsi atau sepertiganya untuk kabupaten atau kota (Dahuri, et.al., 2001).

Pengertian wilayah pesisir menurut kesepakatan terakhir internasional adalah merupakan wilayah peralihan antara laut dan daratan, ke arah darat mencakup daerah yang masih terkena pengaruh percikan air laut atau pasang surut, dan ke arah laut meliputi daerah paparan benua (continental shelf) (Dahuri, dkk, 2001).

Jadi pada dasarnya garis batas kawasan pesisir hanyalah merupakan garis khayal yang letaknya dipengaruhi kondisi setempat dan secara konstan berubah karena proses natural yang sangat dinamis (Kay dan Alder, 1999). Di kawasan pesisir yang landai dengan sungai besar, garis batas dapat berada jauh dari garis pantai, sedangkan di pantai yang curam dan langsung berbatasan dengan laut dalam, kawasan pesisirnya sempit (Supriharyono, 2002). Untuk kepentingan pengelolaan, penetapan batas fisik kawasan pesisir didasarkan pada tujuan pengelolaan dan faktor yang mempengaruhi pemanfaatan sumber daya. Jika pengelolaan bertujuan untuk menurunkan tingkat pencemaran perairan pesisir atau untuk mengendalikan laju sedimentasi, maka batas ke arah darat hendaknya mencakup suatu daratan Daerah Aliran Sungai (DAS) sedangkan ke arah laut meliputi area yang masih dipengaruhi oleh pencemaran yang berasal dari darat yang terbawa oleh aliran sungai tersebut. Batas seperti ini sama dengan yang digunakan oleh United States Coastal Management Act dan California sejak tahun 1976 (Kay dan Alder, 1999). Betapa pentingnya pemahaman terhadap kawasan pesisir untuk mengantisipasi kerusakan land use/land cover yang semakin parah. Banyak penelitian yang secara konsisten fokus meneliti fenomena kawasan pesisir sebagai wilayah yang strategis tetapi juga teramat sensitif. Dan teknologi penginderaan jauh dan SIG sangat membantu dalam memahami proses perubahan yang terjadi di kawasan pesisir tersebut.

Dari pengertian-pengertian di atas dapat di tarik suatu kesimpulan bahwa wilayah pesisir merupakan wilayah yang unik

karena merupakan tempat percampuran antara daratan dan lautan, hal ini berpengaruh terhadap kondisi fisik dimana pada umumnya daerah yang berada di sekitar laut memiliki kontur yang relatif datar. Adanya kondisi seperti ini sangat mendukung bagi wilayah pesisir dijadikan daerah yang potensial dalam pengembangan wilayah keseluruhan. Hal ini menunjukkan garis batas nyata wilayah pesisir tidak ada. Batas wilayah pesisir hanyalah garis khayalan yang letaknya ditentukan oleh kondisi dan situasi setempat. Di daerah pesisir yang landai dengan sungai besar, garis batas ini dapat berada jauh dari garis pantai. Sebaliknya di tempat yang berpantai curam dan langsung berbatasan dengan laut dalam, wilayah pesisirnya akan sempit. Menurut UU No. 27 Tahun 2007 Tentang batasan wilayah pesisir, kearah daratan mencakup wilayah administrasi daratan dan kearah perairan laut sejauh 12 (dua belas) mil laut diukur dari garis pantai ke arah laut lepas dan/atau kearah perairan kepulauan.

Wilayah pesisir memiliki beraneka ragam sumberdaya yang memungkinkan pemafaatannya secara berganda (Tantu et al, 2012). Pemanfaatan sumberdaya wilayah pesisir, perlu dikelola dengan mempertimbangkan hubungan antara setiap sumberdaya dalam ekosistem wilayah pesisir atau memperhatikan ekosistem tersebut secara menyeluruh. Pada kawasan pesisir pemanfaatan lahan telah dilakukan untuk berbagai kepentingan salah satunya adalah pertambakan (Bengen, 2004).

Di wilayah pesisir terdapat ekosistem yang saling terkait satu dengan yang lainnya. Ekosistem pesisir merupakan suatu unit tatanan interaksi antara organisme dengan lingkungannya dan secara bersama – sama menjalankan fungsinya masing – masing pada suatu tempat atau habitat (Odum 1971). Ekositem pesisir merupakan himpunan integral dari komponen hayati (biotik) dan nir-hayati (abiotik) yang mutlak dibutuhkan untuk hidup dan meningkatkan mutu kehidupan (Bengen 2004). Selanjutnya dikatakan bahwa komponen hayati dan

nir-hayati secara fungsional berhubungan satu sama lain dan saling berinteraksi membentuk suatu sistem. Apabila terjadi perubahan pada salah satu sistem dari kedua komponen tersebut, maka dapat mempengaruhi keseluruhan sistem yang ada, baik dalam kesatuan struktur fungsional maupun dalam keseimbangannya (Bengen 2002; Moss 1980, diacu dalam Dahuri 2003).

Salah satu bentuk keterkaitan antara ekosistem di wilayah pesisir dapat dilihat dari pergerakan air sungai, aliran limpasan (run-off), aliran air tanah (ground water) dengan berbagai materi yang terkandung di dalamnya (nutrien, sedimentasi, dan bahan pencemar) yang kesemuanya akan bermuara ke perairan pesisir. Selain itu, pola pergerakan massa air ini juga akan berperan dalam perpindahan biota perairan (plankton, ikan, udang) dan bahan pencemar dari satu lokasi ke lokasi lainnya (Bengen 2004). Ekosistem yang terdapat di wilayah pesisir dan laut bersifat alamiah maupun bersifat buatan (man made). Ekosistem alami yang terdapat di wilayah pesisir yaitu hutan mangrove, terumbu karang (coral reefs), padang lamun (seagrass), pantai berpasir (sandy beach), pantai berbatu (rocky beach), dan perairan estuaria. Sedangkan ekosistem buatan (man-made) yaitu kawasan pariwisata, tambak, sawah pasang surut, kawasan industri, dan kawasan pemukiman (Cicin-Sain 1998; Bengen 2002). Keterkaitan berbagai ekosistem pesisir ini menyebabkan wilayah pesisir mempunyai produktivitas hayati yang cukup tinggi dan berperan penting dalam menunjang sumberdaya ikan (Bengen 2004).

Hal ini dapat dilihat dari kenyataan bahwa kehidupan sekitar 85 % biota laut tropis, termasuk Indonesia tergantung pada ekosistem pesisir (Berwick 1993) dan juga sekitar 90 % dari hasil tangkapan ikan di dunia berasal dari perairan pesisir (FAO 1998 diacu dalam Bengen 2004).

Sebagai wilayah yang mempunyai karakteristik unik, maka faktor – faktor lingkungan yang berpengaruh di wilayah pesisir seperti angin, gelombang, pasang surut, arus, serta faktor fisik dan kimia lainnya lebih bervariasi dibandingkan dengan ekosistem yang terdapat di laut lepas maupun yang terdapat di perairan darat. Karakteristik hidro-oseanografi yang sangat dinamis ini menjadikan pengelolaan wilayah pesisir, baik untuk kepentingan perikanan budidaya, konstruksi, pariwisata, serta kegiatan lainnya, harus dikerjakan secara bijak dan hati-hati. Dalam suatu wilayah pesisir terdapat berbagai tipe atau unit lahan atau perairan yang mempunyai karakteristik serta sifat biogeofisik yang berbeda.

Apabila dilihat dari persyaratan mengenai kualitas lingkungan, maka pembangunan di wilayah pesisir dapat dikelompokkan menjadi dua kegiatan pembangunan, yaitu : (i) kegiatan pembangunan yang memerlukan tingkat persyaratan kualitas perairan yang tinggi, seperti kegiatan pariwisata, tambak, serta kawasan konservasi dan; (ii) kegiatan pembangunan yang kurang atau tidak memerlukan persyaratan kualitas perairan yang tinggi, seperti kegiatan industri, transportasi serta kegiatan pertambangan.

1.2. Pembangunan Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan pada dasarnya merupakan suatu strategi pembangunan yang memberikan ambang batas pada laju ekosistem alamiah serta sumberdaya yang ada di dalamnya. Ambang batas ini tidak bersifat mutlak akan tetapi merupakan batas yang luwes yang bergantung pada kondisi teknologi dan sosial ekonomi tentang pemanfaatan sumberdaya alam serta kemampuan biosfir untuk menerima dampak kegiatan manusia (Dahuri et al, 1996). Terdapat 3 komponen utama yang sangat diperhitungkan dalam pembangunan berkelanjutan, yaitu komponen ekonomi, sosial dan lingkungan, dimana setiap komponen saling berhubungan dalam

satu sistem yang dipicu oleh kekuatan dan tujuan (Munasinghe 2003). Sektor ekonomi bertujuan untuk melihat pengembangan sumberdaya manusia, khususnya melalui peningkatan konsumsi barang dan jasa pelayanan. Sektor lingkungan difokuskan pada perlindungan integritas sistem ekologi. Sedangkan Sektor sosial bertujuan untuk meningkatkan hubungan antar manusia, pencapaian aspirasi individu dan kelompok, dan penguatan nilai serta institusi.

Perkembangan dimensi ekonomi seringkali dievaluasi dari makna manfaat yang dihitung sebagai kemauan untuk membayar (willingnes to pay) terhadap barang dan jasa yang dikonsumsi (Munasinghe 1992).

Pembangunan berkelanjutan harus berdasar pada 4 faktor (Munasinghe 2004), yaitu: (1) terpadunya konsep “equity” lingkungan dan ekonomi dalam pengambilan keputusan; (2) dipertimbangkan secara khusus aspek ekonomi; (3) dipertimbangkan secara khusus aspek lingkungan; dan (4) dipertimbangkan secara khusus aspek sosial budaya. Tambak merupakan salah satu jenis habitat yang dipergunakan sebagai tempat untuk kegiatan budidaya air payau yang berlokasi di daerah pesisir. Secara umum tambak biasanya dikaitkan langsung dengan pemeliharaan udang windu, walaupun sebenarnya masih banyak spesies yang dapat dibudidayakan di tambak misalnya ikan bandeng, ikan nila, ikan kerapu, kakap putih dan sebagainya. Tetapi tambak lebih dominan digunakan untuk kegiatan budidaya udang windu. Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan produk perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi berorientasi ekspor. Tingginya harga udang windu cukup menarik perhatian para pengusaha untuk terjun dalam usaha budidaya tambak udang.

Pengembangan budidaya tambak udang di wilayah pesisir sangat mempengaruhi kondisi sumberdaya pesisir, oleh karena itu kemampuan wilayah pesisir untuk menerima limbah dari kegiatan budidaya tambak udang harus selalu menjadi perhatian

serius. Kesalahan dalam pengelolaan budidaya tambak udang akan mengakibatkan terjadinya penurunan mutu lingkungan sehingga akan mengancam kelestarian sumberdaya pesisir dan pada akhirnya dapat membahayakan pula kesinambungan kegiatan budidaya udang tersebut (Tantu, 2011). Pada umumnya, isu utama dalam perencanaan pembangunan budidaya tambak udang yaitu: (1) teknologi yang tepat; (2) meminimumkan dampak lingkungan; (3) memperhatikan daya dukung lingkungan, (4) meminimumkan penyakit; (5) memaksimumkan nilai produksi dan (6) mengurangi kemiskinan (Nautilus Consultants 2000).

Para pengusaha yang sebelumnya tidak pernah terjun dalam usaha budidaya tambak secara beramai-ramai membuka lahan baru tanpa memperhitungkan aturan-aturan yang berkenaan dengan kelestarian lingkungan sehingga menimbulkan masalah. Masalah yang menonjol adalah terjadinya degradasi lingkungan pesisir akibat dari pengelolaan yang tidak benar, Penurunan mutu lingkungan pesisir akibatnya membawa dampak yang sangat serius terhadap produktivitas lahan bahkan sudah sampai pada ancaman terhadap keberlanjutan kegiatan budidaya tambak. Permasalahan yang dihadapi oleh para petambak saat ini sangat kompleks, antara lain penurunan produksi yang disebabkan oleh berbagai penyakit, sampai pada harga komoditi yang tidak stabil. Semuanya ini merupakan dilematis bagi para petambak, pada hal potensi sumberdaya alam pesisir yang dapat digarap untuk dimanfaatkan sebagai tambak masih cukup besar.

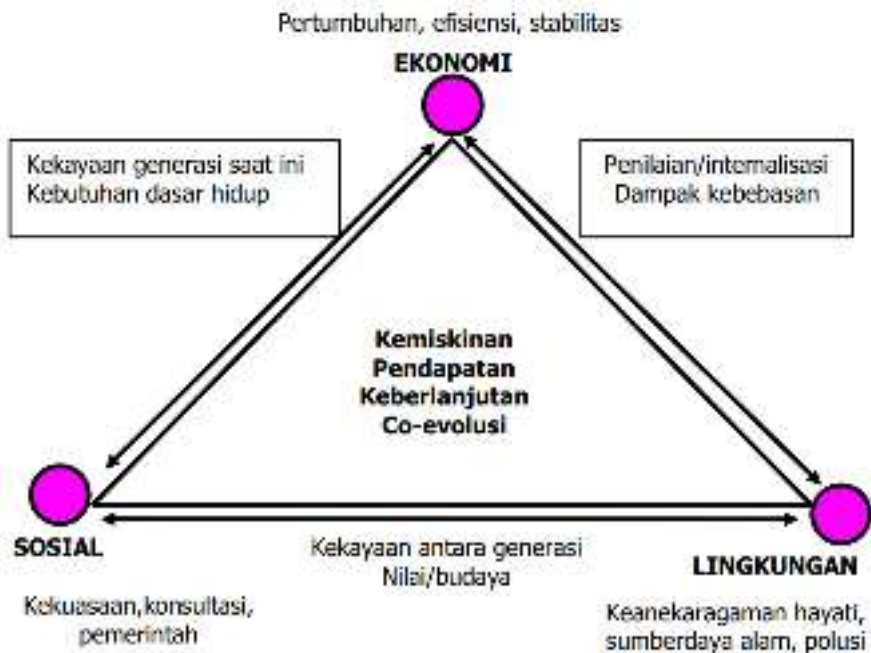
Keberlanjutan sistem perikanan budidaya ditentukan oleh beberapa aspek yaitu aspek teknologi (produksi), aspek sosial dan ekonomi, dan aspek lingkungan (Chung dan Kang 2000). Hampel dan Winther (1997) juga menyatakan bahwa untuk dapat melakukan pengembangan perikanan budidaya khususnya budidaya tambak

udang secara berkelanjutan, maka aspek sosial, aspek lingkungan dan aspek teknologi harus menjadi perhatian yang utama.

Agar dapat menempatkan berbagai kegiatan pembangunan di wilayah pesisir yang secara ekologis sesuai, maka kelayakan biofisik (biophysical sustainability) dari wilayah pesisir dan laut harus diidentifikasi terlebih dahulu. Pendugaan kelayakan biofisik ini dilakukan dengan cara mendefinisikan persyaratan biofisik (biophysical requirement) setiap kegiatan pembangunan, kemudian dipetakan/dibandingkan dengan karakteristik biofisik wilayah pesisir dan laut itu sendiri, sehingga dengan cara ini maka dapat ditentukan kesesuaian penggunaan setiap lokasi wilayah pesisir dan laut. Apabila kelayakan biofisik ini dipetakan dengan Sistem Informasi Geografis (GIS) maka ketersediaan biofisik (biophysical availability) wilayah pesisir dan laut dapat ditentukan sehingga pembangunan wilayah pesisir akan dapat terlaksana secara optimal. Penempatan wilayah pembangunan di lokasi yang sesuai, tidak saja menghindari kerusakan lingkungan, tetapi juga akan menjamin keberhasilan (viability) ekonomi kegiatan yang dimaksud dan secara sosial budaya akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Pembangunan berkelanjutan (sustainable development) adalah pembangunan untuk memenuhi kebutuhan hidup generasi saat ini tanpa merusak atau menurunkan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (WCED, 1987 diacu dalam DKP 2002). Sedangkan Menurut Palunsu (1997), pembangunan berkelanjutan mengandung 3 pengertian, yaitu: (1) memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kebutuhan masa yang akan datang, (2) tidak melampaui daya dukung lingkungan, dan (3) mengoptimalkan manfaat sumberdaya alam dan sumberdaya manusia dengan menyelaraskan manusia dan pembangunan dengan sumberdaya alam.

Pembangunan berkelanjutan pada dasarnya merupakan suatu strategi pembangunan yang memberikan semacam ambang batas pada laju ekosistem alamiah serta sumberdaya yang ada di dalamnya, dimana ambang ini tidak bersifat mutlak akan tetapi merupakan batas yang luwes yang bergantung pada kondisi teknologi dan sosial ekonomi tentang pemanfaatan sumberdaya alam serta kemampuan biosfir untuk menerima dampak kegiatan manusia (Dahuri 1996). Selanjutnya dikatakan bahwa pembangunan berkelanjutan berhubungan erat dengan pemanfaatan sumberdaya pesisir dan lautan secara berkesinambungan (sustainability), dimana ukuran sustainability dilihat dari sisi ekologis maupun ekonomis (Dahuri 2000).



Gambar 1.1. Bentuk pembangunan berkelanjutan yang didukung dengan kerangka trans disiplin (Munasinghe 2003)

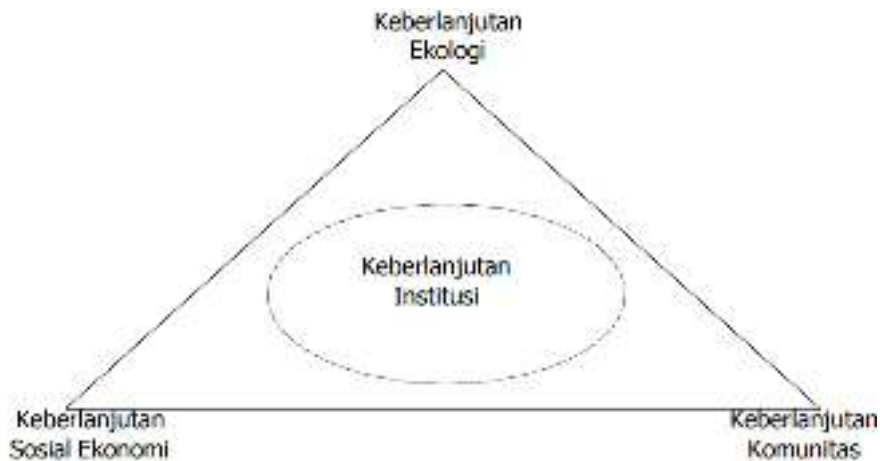
Terdapat 3 komponen utama yang sangat diperhitungkan dalam pembangunan berkelanjutan, yaitu komponen ekonomi, sosial dan lingkungan, dimana setiap komponen saling berhubungan dalam satu sistem yang dipicu oleh kekuatan dan tujuan (Munasinghe 2003). Sektor ekonomi untuk melihat pengembangan sumberdaya manusia, khususnya melalui peningkatan konsumsi barang dan jasa pelayanan. Sektor lingkungan difokuskan pada perlindungan integritas sistem ekologi. Sektor sosial bertujuan untuk meningkatkan hubungan antar manusia, pencapaian aspirasi individu dan kelompok, dan penguatan nilai serta institusi. Perkembangan dimensi ekonomi seringkali dievaluasi dari makna manfaat yang dihitung sebagai kemauan untuk membayar (willingnes to pay) terhadap barang dan jasa yang dikonsumsi (Munasinghe 1992). Selanjutnya dikatakan bahwa pembangunan berkelanjutan harus berdasar pada 4 faktor (Munasinghe 2004), yaitu: (1) terpadunya konsep “equity” lingkungan dan ekonomi dalam pengambilan keputusan; (2) dipertimbangkan secara khusus aspek ekonomi; (3) dipertimbangkan secara khusus aspek lingkungan; dan (4) dipertimbangkan secara khusus aspek sosial budaya. Bentuk pembangunan berkelanjutan yang didukung kerangka transdisiplin dapat dilihat pada Gambar 1.1

Apabila dituangkan dalam konsep pengelolaan sumberdaya perikanan berkelanjutan, maka terdapat 4 (empat) aspek keberlanjutan (Charles 2001) :

1. **keberlanjutan ekologi**, yaitu memelihara keberlanjutan stok/ biomassa sehingga tidak melewati daya dukungnya, serta meningkatkan kapasitas dan kualitas ekosistem
2. **keberlanjutan sosio-ekonomi**, yaitu memperhatikan keberlanjutan kesejahteraan pelaku perikanan pada tingkat individu, dimana mempertahankan atau mencapai tingkat kesejahteraan masyarakat yang lebih tinggi

3. **keberlanjutan komunitas**, yaitu memperhatikan keberlanjutan kesejahteraan komunitas masyarakat dalam pembangunan perikanan yang berkelanjutan.
4. **keberlanjutan kelembagaan**, yaitu menyangkut pemeliharaan aspek finansial dan administrasi yang sehat sebagai prasyarat ketiga pembangunan perikanan.

Segitiga keberlanjutan dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Segitiga keberlanjutan (Charles 2001)

Selanjutnya menurut Charles (2001), terdapat tiga komponen kunci dalam sistem perikanan berkelanjutan: (1) sistem alam yang mencakup ikan, ekosistem, dan lingkungan biofisik; (2) sistem manusia yang mencakup nelayan, sektor pengolah, pengguna, komunitas perikanan, lingkungan sosial/ekonomi/budaya; dan (3) sistem pengelolaan perikanan yang mencakup perencanaan dan kebijakan perikanan, manajemen perikanan, pembangunan perikanan, dan penelitian perikanan.

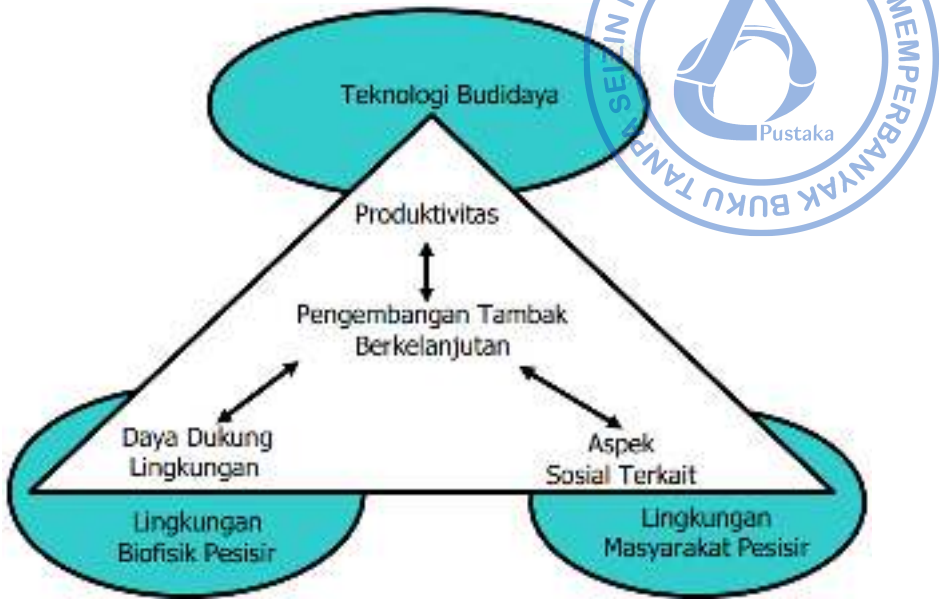
Sedangkan dari sistem perikanan budidaya, keberlanjutan ditentukan oleh beberapa aspek yaitu aspek teknologi (produksi), aspek sosial dan ekonomi, dan aspek lingkungan (Chung dan Kang

2000). Hampel dan Winther (1997) juga menyatakan bahwa untuk dapat melakukan pengembangan perikanan budidaya khususnya budidaya tambak udang secara berkelanjutan, maka aspek sosial, aspek lingkungan dan aspek teknologi harus menjadi perhatian yang utama.

Kerangka keberlanjutan sistem perikanan budidaya dapat dilihat pada Gambar 1.3 dan 1.4.



Gambar 1.3. Keberlanjutan sistem budidaya (Chung and Kang 2002)



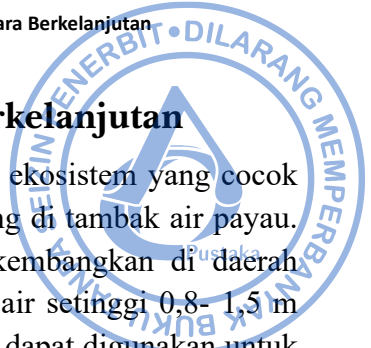
Gambar 1.4. Skema keterkaitan berbagai aspek dalam pengembangan tambak udang berkelanjutan (Hampel dan Winter 1997)

Pembangunan berkelanjutan (sustainable development) mempunyai makna tercapainya tingkatan pembangunan yang sukses dan proteksi ekosistem yang berhasil atau dengan perkataan lain, dalam pembangunan yang berkelanjutan terdapat unsur yang menjaga atau memproteksi sumberdaya alam dan lingkungan laut melalui rencana strategis pembangunan yang luwes dan professional, dan pemanfaatan secara optimal sumberdaya kelautan yang mampu memenuhi kebutuhan wilayah pembangunan. Pembangunan berkelanjutan mengandung ciri pokok atau kekuatan untuk efisiensi, produktif, inovatif dan tumbuh agregasinya. Kecepatan perubahan atau pertumbuhan terhadap proses waktu selalu menggambarkan nilai positif sehingga sektor pertumbuhan tidak pernah menurun dan sasaran utamanya adalah peningkatan produktivitas, kerjasama pembangunan yang kontinyu, distribusi alokasi yang adil dan

kestabilan produksi yang mantap dengan keragaman kecil (Purwanto 2002).

Agar dapat menempatkan berbagai kegiatan pembangunan di lokasi yang secara ekologis sesuai, maka kelayakan biofisik (biophysical sustainability) dari wilayah pesisir dan laut harus diidentifikasi terlebih dahulu. Pendugaan kelayakan biofisik ini dilakukan dengan cara mendefinisikan persyaratan biofisik (biophysical requirement) setiap kegiatan pembangunan, kemudian dipetakan /dibandingkan dengan karakteristik biofisik wilayah pesisir dan laut itu sendiri, sehingga dengan cara ini maka dapat ditentukan kesesuaian penggunaan setiap unit (lokasi) wilayah pesisir dan laut. Apabila kelayakan biofisik ini dipetakan dengan informasi tentang tata guna ruang saat ini, maka ketersediaan biofisik (biophysical availability) wilayah pesisir dan laut dapat ditentukan sehingga pembangunan wilayah pesisir akan dapat terlaksana secara optimal. Penempatan wilayah pembangunan di lokasi yang sesuai tidak saja menghindari kerusakan lingkungan, tetapi juga akan menjamin keberhasilan (viability) ekonomi kegiatan yang dimaksud dan secara sosial budaya akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Pencapaian pembangunan secara berkelanjutan, tidak cukup hanya melihat aspek ekonomi, sosial dan lingkungan saja, namun juga harus mempertimbangkan aspek spasial dan temporal. Konsep keberlanjutan ini akan terus berkembang melalui proses perkembangan secara evolusi dengan berjalan melintas waktu yang ditentukan oleh nilai-nilai dalam masyarakat, manusia, perubahan keadaan ekonomi, serta perubahan dalam realitas politik (Anwar 2001).



1.3. Budidaya Tambak Udang Berkelanjutan

Kawasan pesisir Indonesia memiliki ekosistem yang cocok bagi pengembangan kegiatan budidaya udang di tambak air payau. Pengoperasian tambak udang biasanya dikembangkan di daerah pasang surut. Di kawasan tersebut tersedia air setinggi 0,8- 1,5 m selama periode rata-rata pasang tinggi, yang dapat digunakan untuk budidaya udang dan untuk pengeringan secara sempurna pada saat diperlukan (BPPT 1995).

Pertambakan yang dibangun di kawasan pesisir difungsikan untuk pemeliharaan (budidaya) udang. Harris E (1997) mendefinisikan budidaya udang sebagai kegiatan membesarkan benih udang (benur) menjadi udang marketable size (size 30), selama lebih kurang 4 bulan masa pemeliharaan. Selama masa pemeliharaan, setiap ekor udang bila mendapat pakan dan air yang baik, akan tumbuh dengan cepat guna memproduksi daging udang.

Di Indonesia, budidaya udang di tambak dikategorikan pada tiga sistem produksi, yaitu sistem ekstensif, semi intensif dan intensif. Effendi I (1998) menambahkan, pada tambak intensif padat penebarannya di atas 100.000 ekor per ha, menggunakan benur dari hatchery dengan pergantian air 3-4 hari sekali. Padat penebaran yang tinggi membutuhkan pakan dalam jumlah besar. Kegiatan budidaya udang di Kecamatan Tanah Merah Kabupaten Indragiri Hilir menerapkan sistem semi intensif dengan padat penebaran cukup tinggi, menggunakan kincir dan pakan buatan atau pellet. Dalam kondisi demikian, beban bahan organik tambak menjadi tinggi. Bahan organik berasal dari ekskresi udang, sisa pakan dan bangkai organisme yang mengendap di dasar tambak. Untuk menanggulangi hal tersebut, pada tambak semi intensif dilakukan pengaerasian dan pergantian air yang cukup, baik kuantitas maupun frekuensinya. Upaya tersebut dilakukan guna mempertahankan kualitas air bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan optimum

organisme target. Untuk mempertahankan agar kualitas air tetap optimum bagi organisme budidaya, di tambak intensif seluas 1 ha dibutuhkan air sebanyak 29-39 liter per detik. Jumlah tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tambak semi intensif dan ekstensif. Salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan pertambakan udang adalah ketepatan pemilihan lokasi.

Kekeliruan pemilihan lokasi akan menyebabkan membengkaknya kebutuhan modal, tingginya biaya operasi, rendahnya produksi dan munculnya masalah lingkungan. Pengalaman membuktikan bahwa lokasi pertambakan, teknologi yang diterapkan dan pola sebaran tambak di suatu kawasan pantai akan berdampak luas terhadap mutu lingkungan, stabilitas produksi tambak dan keuntungan ekonomi usaha pertambakan (BPPT 1995).

Dengan demikian, keputusan yang diambil untuk memilih lahan yang sesuai untuk pertambakan harus mempertimbangkan aspek ekologi, ekonomi dan sosial. Kesesuaian lahan (land suitability) merupakan kecocokan (adaptability) suatu lahan untuk tujuan penggunaan tertentu, melalui penentuan nilai (kelas) lahan serta pola tata guna tanah yang dihubungkan dengan potensi wilayahnya, sehingga dapat diusahakan penggunaan lahan yang lebih terarah berikut usaha pemeliharaan kelestariannya (Hardjowigeno S dan Widiatmaka 2001).

Lahan untuk usaha pertambakan harus memenuhi persyaratan biologis, teknis, sosial ekonomi dan higienis, karena kesesuaian lahan pertambakan akan sangat menentukan produktivitas tambak. Beberapa hal yang harus diperhatikan secara ekologis guna keberhasilan usaha pertambakan yaitu: pasokan air, topografi, tipe tanah, vegetasi (Rabanal HR et al. 1976).

Pengembangan budidaya tambak harus mengacu pada konsep pembangunan berkelanjutan, yaitu konsep pengelolaan berbasis sumberdaya alam serta orientasi perubahan teknologi dan institusi

dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan generasi masa kini, tanpa mengurangi kebutuhan generasi yang akan datang (Asbar, 2007). Pembangunan berkelanjutan seperti (sektor pertanian, kehutanan dan perikanan), konversi lahan, sumberdaya air, tumbuhan, dan hewan, tidak terdegradasi secara lingkungan, sesuai dengan teknis, menguntungkan secara ekonomi, dan dapat diterima secara sosial.

Istilah budidaya perairan (akuakultur) berasal dari bahasa Inggris “Aquaculture” yang berarti pengusahaan budidaya organisme akuatik termasuk ikan, moluska, krustase dan tumbuhan akuatik. Kegiatan budidaya menyiratkan semacam intervensi dalam proses pemeliharaan untuk meningkatkan produksi, seperti pennebaran yang teratur, pemberian pakan, perlindungan terhadap pemangsa (predator) pencegahan terhadap serangan penyakit dan sebagainya (Pusat Riset Perikanan Budidaya, 2001). Kegiatan budidaya dapat dilaksanakan di lingkungan air payau, air tawar dan air laut. Pemilihan jenis (spesies) tertentu akan berkaitan langsung dengan lingkungan perairan sebagai habitat dari spesies yang dipelihara.

Tambak merupakan salah satu jenis habitat yang dipergunakan sebagai tempat untuk kegiatan budidaya air payau yang berlokasi di daerah pesisir. Secara umum tambak biasanya dikaitkan langsung dengan pemeliharaan udang windu, walaupun sebenarnya masih banyak spesies yang dapat dibudidayakan di tambak misalnya ikan bandeng, ikan nila, ikan kerapu, kakap putih dan sebagainya. Tetapi tambak lebih dominan digunakan untuk kegiatan budidaya udang windu. Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan produk perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi berorientasi ekspor. Tingginya harga udang windu cukup menarik perhatian para pengusaha untuk terjun dalam usaha budidaya tambak udang. Para pengusaha di bidang lain yang sebelumnya tidak pernah terjun dalam usaha budidaya tambak udang windu secara beramai-ramai membuka lahan baru tanpa memperhitungkan aturan-aturan yang berkenaan

dengan kelestarian lingkungan sehingga menimbulkan masalah. Masalah yang menonjol adalah terjadinya degradasi lingkungan pesisir akibat dari pengelolaan yang tidak benar. Penurunan mutu lingkungan pesisir akibatnya membawa dampak yang sangat serius terhadap produktivitas lahan bahkan sudah sampai pada ancaman terhadap kelangsungan hidup kegiatan budidaya tambak udang. Permasalahan yang dihadapi oleh para petambak udang saat ini sangat kompleks, antara lain penurunan produksi yang disebabkan oleh berbagai penyakit, adanya berbagai pungutan liar di jalan sampai pada harga udang yang tidak stabil.

Semuanya ini merupakan dilematis bagi para petambak, pada hal potensi sumberdaya alam pesisir yang dapat digarap untuk dimanfaatkan sebagai tambak udang masih cukup besar. Timbulnya permasalahan tersebut disebabkan oleh pengelolaan kawasan pesisir yang tidak benar. Konsep pembangunan daerah pesisir selama ini dilaksanakan sendiri-sendiri oleh berbagai pihak yang berkepentingan sehingga sering terjadi benturan kepentingan. Untuk itu perlu adanya pemecahan masalah secara menyeluruh yang melibatkan berbagai pihak yang berhubungan dengan mengambil keputusan, hukum, sosial budaya dan ekonomi.

Tiga aspek utama yang perlu diperhatikan dalam usaha Budidaya udang yang berkelanjutan adalah teknologi, sosial ekonomi dan Budidaya ramah lingkungan. Aspek teknologi perlu diterapkan mencapai efisiensi dan meningkatkan kualitas produksi udang yang berkelanjutan. Aspek social ekonomi yang perlu diperhatikan adalah peningkatan kesejahteraan dan pendapatan masyarakat sekitar sehingga mereka juga merasakan keberhasilan petambak dan sekaligus mampu menyerap tenaga kerja di sekitar lingkungan tambak.

“Aspek ketiga yaitu Budidaya ramah lingkungan adalah Budidaya dengan memperhatikan lingkungan tambak dan

lingkungan sekitarnya. Budidaya udang dengan penebaran sesuai dengan daya dukung tambak adalah salah satu upaya yang perlu dilakukan. Dengan padat tebar antara 60-80 PL/m², sudah cukup menguntungkan dan mendukung keberlanjutan usaha Budidaya”

Operasionalisasi tambak harus memenuhi beberapa syarat seperti adanya Instalasi Pengolahan Limbah (IPAL), tandon air dan sistem resirkulasi serta klasterisasi. Menurutnya, semua ini akan berujung pada peningkatan produktivitas lahan dan kesinambungan usaha Budidaya udang itu sendiri. Disamping itu, penambahan lahan tambak harus diikuti dengan penanaman pohon bakau untuk menambah area green belt (sabuk hijau) yang bisa melindungi tambak dari abrasi sekaligus sebagai nursery ground bagi komoditas lain. Pohon bakau juga dapat berfungsi untuk memperkuat tanggul tambak. 30 % dari luas total areal tambak harus dipergunakan sebagai lahan bakau. Sehingga hal ini akan sekaligus mengurangi resiko munculnya penyakit dan menghindari kerugian dari usaha Budidaya udang. Pengalaman dari Budidaya udang windu di masa lalu, jangan sampai terulang kembali. “Pembudidaya harus memperhatikan lingkungan sehingga dapat berbudidaya secara berkelanjutan, seperti padat tebar yang sesuai daya dukung tambak dan menggunakan sistem Budidaya polikultur.

1.4 Sistem dan Teknologi Budidaya Udang

Perikanan budidaya tambak udang di wilayah pesisir sangat berpengaruh terhadap kondisi sumberdaya pesisir, sehingga kemampuan wilayah pesisir untuk menerima limbah dari kegiatan budidaya tambak udang harus selalu menjadi perhatian serius. Kesalahan dalam pengelolaan budidaya tambak udang akan mengakibatkan terjadinya penurunan mutu lingkungan sehingga akan mengancam kelestarian sumberdaya pesisir dan pada akhirnya dapat membahayakan pula kesinambungan kegiatan budidaya

udang tersebut. Pada umumnya, isu utama dalam perencanaan pembangunan budidaya tambak udang yaitu: (i) teknologi yang tepat; (ii) meminimumkan dampak lingkungan; (iii) memperhatikan daya dukung lingkungan, (iv) meminimumkan penyakit; (v) memaksimumkan nilai produksi dan; (vi) mengurangi kemiskinan (Nautilus Consultants 2000). Kriteria teknologi budidaya tambak udang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1.
Kriteria teknologi budidaya tambak udang

Kriteria	Teknologi budidaya		
	Intensif	Semi Intensif	Tradisional
Pakan	Pakan formula lengkap	Pakan alami dan tambahan pakan buatan	Pakan alami
Pengelolaan air	Pompa dan aerasi	Pasang surut dan pompa	Pasang surut
Padat penebaran (ekor/ha/MT)	150 000 – 500 000	15 000 – 150 000	1000 – 15 000
Ukuran petak tambak (ha)	0.1 - 1	1 - 5	3 – 20
Produksi (ton/MT)	2 - 20	0.5 – 5	0.1 – 0.5
Lama pemeliharaan (bulan)	3 - 4	3 - 4	4 – 6
Dampak budidaya	Sangat tinggi	Sedang - tinggi	tidak signifikan

Sumber : Suyanto dan Mujiman (2003); Chamberlain (1991, diacu dalam Kusumastanto 1994); Deb (1998); Effendi (1998); Central Proteinaprima. (2002)

Teknologi budidaya tambak udang terdiri dari teknologi budidaya udang intensif, semi intensif, dan tradisional. Pembagian teknologi budidaya tersebut didasarkan pada beberapa kriteria yaitu : pakan, pengelolaan air, padat penebaran, ukuran petak tambak, dan produksi. Tambak udang intensif dapat menghasilkan produksi yang tinggi namun lama operasional budidayanya pendek, sebaliknya budidaya tambak tradisional produksinya kecil namun lama operasional budidayanya panjang (Boers 2001). Selanjutnya dikatakan bahwa tambak udang tradisional adalah tambak udang yang cara pembuatan hingga pengoperasiannya tidak menggunakan peralatan moderen, umumnya dilakukan oleh petani yang berpengetahuan rendah, berorientasi pada kelestarian, dan produktivitasnya tergantung dari alam sedangkan budidaya tambak udang intensif menggunakan peralatan yang moderen, menggunakan input pakan untuk memacu pertumbuhan udang, dan biasanya kurang berorientasi pada kelestarian alam.

Berdasarkan pengelolaan air tambak udang, dikenal beberapa sistem, yaitu (Soewardi 2002) :

(1) Sistem terbuka

Prinsipnya adalah air buangan tidak digunakan lagi dan dilakukan penambahan air baru. Sistem ini diterapkan apabila kondisi lingkungan perairan masih baik (tercemar ringan atau tidak tercemar), sumber air laut dan air tawar terdapat dalam jumlah yang cukup, seperti di wilayah pesisir Sulawesi, Maluku, Papua, serta daerah pantai selatan Jawa.

(2) Sistem semi tertutup

Prinsipnya adalah sampai dengan umur pemeliharaan tertentu (90 hari), air yang dibuang digunakan kembali melalui kolam – kolam filter, sedimentasi, treatment dan aerasi. Setelah umur 90 hari, air buangan tidak digunakan lagi dan digunakan

air yang baru. Sistem ini biasanya diterapkan apabila kondisi perairan fluktuatif (kadang kadang kualitas air baik dan kadang – kadang kurang baik) akibat pengaruh musim atau faktor lain, seperti di wilayah pesisir pantai timur Sumatera atau pantai utara Jawa.

(3) Sistem tertutup

Prinsipnya adalah air buangan tambak didaur ulang dan dimurnikan lagi pada kolam – kolam treatment sehingga dapat digunakan kembali. Sistem ini biasanya diterapkan apabila kondisi perairan sangat berat sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pergantian air setiap saat, seperti disebagian besar daerah pantai utara Jawa.

Salah satu penyebab terjadinya penurunan kualitas lingkungan perairan pesisir adalah buangan limbah budidaya selama operasional yang mengandung bahan organik yang berkonsentrasi tinggi serta nutrisi sebagai konsekuensi masukan akuinput dalam budidaya yang menghasilkan sisa pakan dan feses yang kemudian terlarut dalam perairan (Johnsen et al.1993; Buschman et al. 1996; McDonald et al. 1996; Boyd et al.1998; Boyd 1999). Nitrogen dan fosfat yang masuk ke lingkungan perairan menjadi sangat penting untuk diperhatikan dalam sistem manajemen budidaya karena dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (Gonzales et al. 1996; Horowitz dan Horowitz 2000; Montoya and Velasco 2000).

Adanya input nutrisi yang berlebih ke kolom air dapat meningkatkan konsentrasi nutrisi serta terjadinya peledakan populasi fitoplankton. Selain itu, tingginya kandungan bahan organik dalam perairan dapat juga menimbulkan peledakan populasi organisme patogen.

Penurunan kelayakan kualitas perairan sebagai dampak dari buangan limbah budidaya dapat mempengaruhi kehidupan udang yang dibudidayakan dan bahkan dapat mengakibatkan kegagalan panen serta menurunnya fungsi produktivitas lahan budidaya (Golburg et al. 2001; Boyd 2003). Oleh karena itu, pengembangan budidaya tambak udang di wilayah pesisir harus ramah lingkungan. Menurut Soewardi (2007), kegiatan budidaya tambak udang yang ramah lingkungan adalah kegiatan budidaya tambak udang yang proses pembuatan dan proses produksinya dilakukan dengan cara tidak merusak lingkungan yaitu dengan memperhatikan aspek lingkungan, seperti adanya jalur hijau (green belt), adanya tandon buangan dan pemasukan air, perbandingan tambak udang dan jalur hijau (60%:40 %), serta tidak menggunakan obat – obatan antibiotika.



BAB II

ASPEK BIOLOGI

Udang windu yang dikenal dengan sebutan black tiger shrimp adalah spesies udang laut yang dapat mencapai ukuran besar, di alam bebas dapat mencapai 35 cm dan berat sekitar 260 gram, sedangkan yang dipelihara di tambak, panjang tubuhnya hanya mencapai 20 cm dan berat sekitar 140 gram (Mujiman dan Suyanto, 1989). Udang windu memiliki kulit tubuh yang keras, berwarna hijau kebiruan dan berloreng-loreng besar. Namun udang dewasa yang hidup di laut memiliki warna kulit merah muda kekuningan dengan ujung kaki renang yang berwarna merah. Sedangkan udang muda memiliki kulit dengan ciri khas totol-totol hijau. Udang windu merupakan salah satu jenis udang perairan laut yang mempunyai nilai jual yang tinggi dan menduduki tempat penting disektor perikanan, baik sebagai komoditi ekspor maupun sebagai sumber protein untuk konsumsi dalam negeri, sehingga udang windu sangat berpotensi untuk dikembangkan baik melalui pembenihan di panti pembenihan (hatchery) maupun pembesarannya.

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu unggulan lokal perikanan dan kelautan nasional yang banyak dibudidayakan meskipun beberapa jenis udang lain telah dikembangkan dan dibudidayakan di Indonesia, antara lain udang galah, udang putih, dan udang vanamei. Sejarah mencatat Sulawesi Selatan pernah menjadi produsen udang windu terkemuka di era tahun 1980-1990. Namun karena serangan penyakit yang disebabkan oleh virus di awal 1991 menyebabkan ribuan hektar tambak udang di Sulsel mengalami gagal panen. Selanjutnya produksi udang ocal terus merosot dan sulit untuk bangkit kembali. Kabupaten takalar merupakan salah satu titik sentral produksi udang windu di Indonesia khususnya di Sulawesi Selatan. Takalar sebagai penghasil benih udang windu, juga merupakan penghasil induk ocal unggulan yang disebar di beberapa kabupaten di Sulawesi Selatan (Anonim, 2011).

Adanya ketersediaan induk dan benih yang semakin berkurang di laut menyebabkan semakin turunnya produksi udang windu hasil tangkapan, sehingga produksi udang windu melalui budidaya perlu ditingkatkan. Peningkatan produksi udang melalui budidaya tersebut dapat terlaksana bila disuplai faktor-faktor produksi, khususnya jika benih udang windu dapat terjamin sepenuhnya.

Pengetahuan tentang biologi udang sangat penting untuk menunjang keberhasilan dalam budidaya udang. Tujuan mempelajari biologi udang adalah untuk mengetahui :

- sifat-sifat udang,
- Tingkah laku dan kebiasaan udang,
- Anatomi / bagian tubuh udang

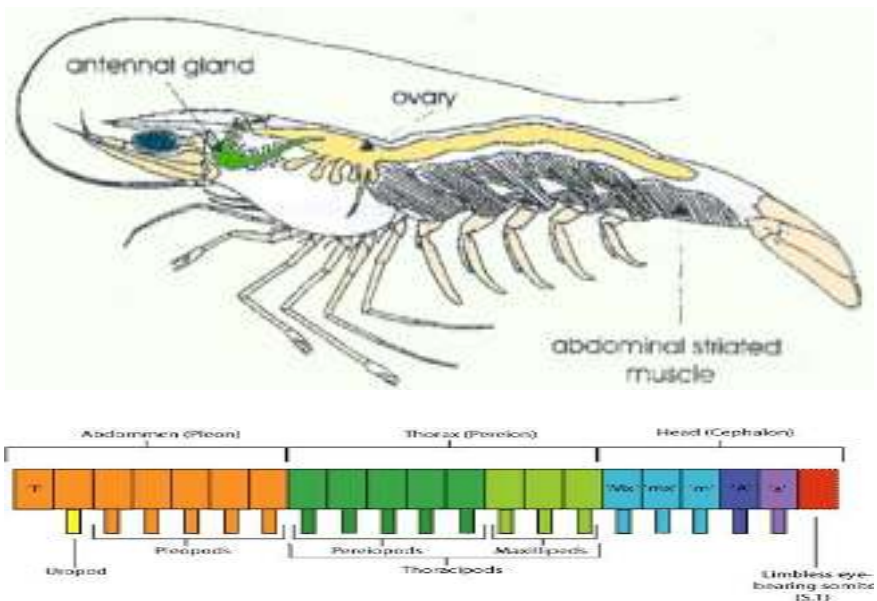
Sehingga dapat mengenal udang lebih jauh dan memberikan gambaran cara pembudidayaannya secara lebih baik.

2.1. Morfologi

Udang merupakan jenis **ikan konsumsi air payau**, badan beruas berjumlah 13 (5 ruas kepala dan 8 ruas dada) dan seluruh tubuh ditutupi oleh kerangka luar yang disebut eksosketelon. Umumnya udang yang terdapat di pasaran sebagian besar terdiri dari udang laut. Hanya sebagian kecil saja yang terdiri dari udang air tawar, terutama di daerah sekitar sungai besar dan rawa dekat pantai. Udang air tawar pada umumnya termasuk dalam keluarga Palaemonidae, sehingga para ahli sering menyebutnya sebagai kelompok udang *palaemonid*. Udang laut, terutama dari keluarga Penaeidae, yang bisa disebut udang *penaeid* oleh para ahli. Udang merupakan salah satu bahan makanan sumber protein hewani yang bermutu tinggi. Bagi Indonesia udang merupakan primadona ekspor non migas. Permintaan konsumen dunia terhadap udang rata-rata naik. 11,5% per tahun. Walaupun masih banyak kendala, namun

hingga saat ini negara produsen udang yang menjadi pesaing baru ekspor udang Indonesia terus bermunculan.

Udang windu merupakan jenis kultivan konsumsi air payau, badan beruas berjumlah 13 (5 ruas kepala dan 8 ruas dada) dan seluruh tubuh ditutupi oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton. Berikut gambar morfologi udang windu dewasa:



Gambar 2.1. a. Anatomi Udang Windu (*Penaeus monodon*) Brock and Main (1994) dan b. bagian udang windu

Dilihat dari luar tubuh udang terdiri dari dua bagian yaitu bagian depan dan bagian belakang bagian depan disebut bagian kepala yang sebenarnya terdiri dari bagian kepala dan dada yang menyatu itu dinamakan kepala-dada (cephalothorax) serta bagian perut (abdomen) terdapat ekor dibagian belakangnya. Semua bagian badan beserta anggota-anggotanya terdiri dari ruas-ruas (segmen) kepala dada terdiri dari 13 ruas yaitu kepalanya sendiri 5 ruas dan dadanya 8 ruas sedangkan bagian perut terdiri dari 6 ruas. Tiap ruas

badan mempunyai sepasang anggota badan yang beruas-ruas pula seluruh tubuh tertutup oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton yang terbuat dari bahan chitin. Kerangka tersebut mengeras, kecuali pada sambungan-sambungannya antara dua ruas tubuh yang berdekatan. Hal ini memudahkan mereka untuk bergerak (Mujiman dan Suyanto, 2005).

Tubuh udang dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian kepala dan bagian badan bagian kepala menyatu dengan bagian dada disebut cephalothorax yang terdiri dari 13 ruas yaitu 5 ruas di bagian kepala dan 8 ruas di bagian dada. Bagian badan dan abdomen terdiri dari 6 ruas tiap-tiap ruas (segmen) mempunyai sepasang anggota badan (kaki renang) yang beruas-ruas pula pada ujung ruas keenam terdapat ekor kipas 4 lembar dan satu telson yang berbentuk runcing. Tubuh udang windu terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut :

1. Bagian Kepala

Bagian kepala dilindungi oleh cangkang kepala atau karapaks. Bagian depan meruncing dan melengkung membentuk huruf S yang disebut cucuk kepala atau rostrum. Pada bagian atas rostrum terdapat 7 gerigi dan bagian bawahnya 3 gerigi untuk P monodon. Bagian kepala lainnya adalah :

- Sepasang mata majemuk (mata facet) bertangkai dan dapat digerakkan.
- Mulut terletak pada bagian bawah kepala dengan rahang (mandibula) yang kuat.
- Sepasang sungut besar atau antena.
- Dua pasang sungut kecil atau antennula.
- Sepasang sirip kepala (Scophocerit).
- Sepasang alat pembantu rahang (Maxilliped).
- Lima pasang kaki jalan (pereopoda), kaki jalan pertama, kedua dan ketiga bercapit yang dinamakan chela.



Pada bagian dalam terdapat hepatopankreas, jantung dan insang.

2. Bagian Badan dan Perut (Abdomen)

Bagian badan tertutup oleh enam ruas, yang satu sama lainnya dihubungkan oleh selaput tipis. Ada lima pasang kaki renang (pleopoda) yang melekat pada ruas pertama sampai dengan ruas kelima, sedangkan pada ruas keenam, kaki renang mengalami perubahan bentuk menjadi ekor kipas (uropoda). Di antara ekor kipas terdapat ekor yang meruncing pada bagian ujungnya yang disebut telson. Organ dalam yang bisa diamati adalah usus (intestine) yang bermuara pada anus yang terletak pada ujung ruas keenam (Anonim, 2012).

2.2. Klasifikasi

Udang yang dibudidayakan dalam tambak adalah udang laut yang umumnya seluruh tubuhnya terbungkus kulit yang keras dari bahan chitin, disebut eksoskeleton, kecuali sambungan antar ruas (Rachmatun dan Takarina, 2009)

Adapun klasifikasi udang windu adalah sebagai berikut (Anonim, 2010):

- *Phylum* : **Arthropoda**
- *Subphylum* : **Crustacea**
- *Class* : **Malacostraca**
- *Subclass* : **Eumalacostraca**
- *Superorder* : **Eucarida**
- *Order* : **Decapoda**
- *Suborder* : **Natantia**
- *Superfamily* : **Penaeoidea**
- *Family* : **Penaeidae**
- *Genus* : ***Penaeus* / *Litopenaeus***
- *Species* : ***Penaeus monodon***

Penaeus vannamei diganti (*Litopenaeus vannamei*) Pada th 1997 nama *Penaeus vannamei* diubah menjadi *Litopenaeus vannamei* oleh DR.Isabel Perez Farfante dan DR. Brian Kensley.

2.3. Ciri ciri

Udang windu (*Penaeus monodon*) memiliki ciri ciri antara lain : Duri rostrum bag atas (5- 9), bag bawah (1-4) rata-rata 7/3, rostrum agak sigmoid. Dari segi warna Warna kehitaman/kehijauan/kebiruan belang putih/kekuningan sebanyak 9 garis, sedangkan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) memiliki ciri-ciri, duri rostrum bagian atas (5-8), bagian bawah (2-4) rata-rata 6/2 dan warna putih kadang agak kecoklatan atau kebiruan tergantung lingkungan.

2.4. Siklus Hidup

Daur hidup udang windu sebenarnya telah banyak diteliti antara lain oleh Motos (1981) dalam Sulistyono dan Nurdjana, membagi daur hidup udang windu menjadi enam tahap, yaitu sebagai berikut

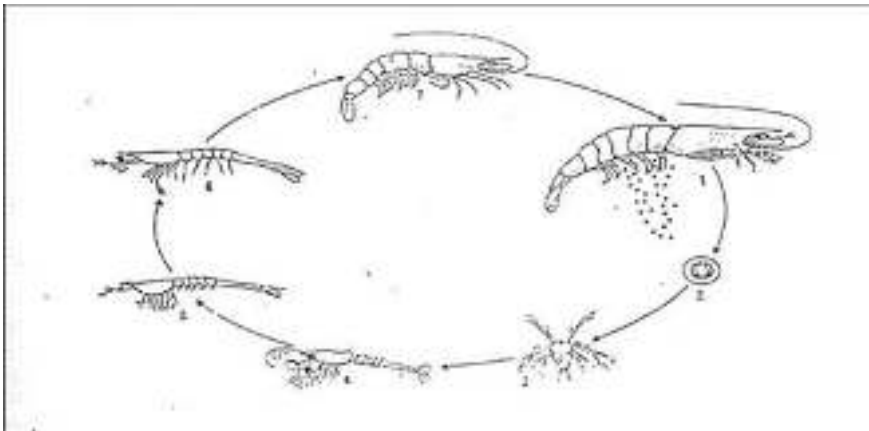
Tabel 2.1.

Fase daur hidup udang windu

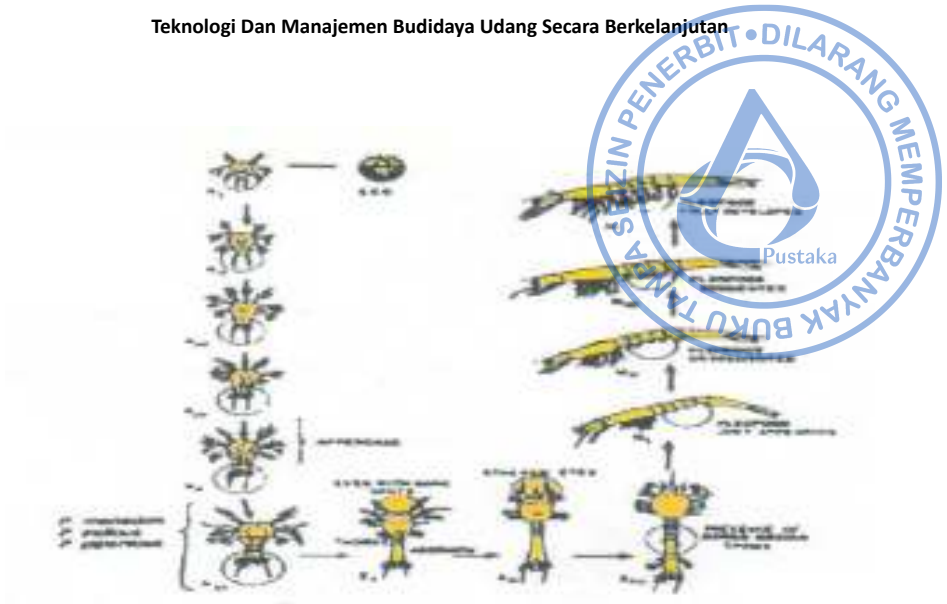
Fase	Ciri-ciri
Fase embrio	Dimulai pada saat pembuahan sampai penetasan.
Fase larva	Terdiri dari stadia nauplius, zoea, mysis dan post larva. Akhir dari tahap ini ditandai oleh ruas abdomen keenam yang lebih panjang dari panjang cangkang dan warna tubuh yang transparan yang ditutupi oleh pita berwarna coklat gelap memanjang dari pangkal antenna hingga telson.
Fase juvenile	Pada stadia awal ditandai oleh warna tubuh yang transparan dengan pita coklat gelap di bagian sentral. Tahap ini ditandai dengan fluktuasi perbandingan, ukurantubuh mulai stabil, yang berarti telah menginjak tahap udang muda.

Fase udang muda	Pada tahap ini proporsi ukuran tubuh mulai stabil dan tumbuh tanda-tanda seksual dimana alat kelamin pada udang windu jantan yaitu petasma mulai terlihat setelah panjang cangkang 30 mm, sedangkan pada betina thelicum mulai terlihat setelah panjang cangkang mencapai 37 mm.
Fase sub adult	Ditandai dengan adanya kematangan seksual
Fase dewasa	Udang windu dewasa ditandai dengan kematangan gonad yang sempurna. Pada udang jantan mempunyai spermatozoa pada pasangan ampula terminalis dan pada udang betina mempunyai ovocytus yang telah berkembang di dalam ovariumnya.

Siklus hidup Udang Windu (*Penaeus monodon*) menurut Wyban dan Sweeney (1991) adalah udang betina bertelur – naupli – protozoa – mysis – postlarva – juvenil – udang dewasa



Gambar 2.2. Siklus hidup Udang Windu (*Penaeus monodon*) (Wyban dan Sweeney, 1991)



Gambar 2.3. Tahapan larva udang **Keterangan:** 1. Udang betina bertelur; 2. Telur; 3. Naupli; 4. Zoea; 5. Mysis; 6. Post larva; 7. Juvenil (Wyban, dan Sweeney, 1991)

Udang windu daur hidupnya mempunyai beberapa tahap. Tahap pertama dimulai sejak udang tumbuh menjadi dewasa dan matang gonad dan bergerak kelaut dalam. Disini udang akan melakukan perkawinan, memijah dan bertelur. Telur akan menetas dan berkembang menjadi larva, nauplius, protozoa dan mysis. Kemudian tahap kedua dimulai dengan perubahan mysis menjadi post larva yang mulai bergerak ke daerah pantai dan mencapai estuaria, disini udang sampai dewasa dan bergerak ke tengah laut untuk memijah lagi (Toro dan Sugiarto, 1979). Sutaman (1993) mengemukakan bahwa perkembangan dan pertumbuhan larva udang windu mengalami beberapa perubahan bentuk dan ganti kulit. Secara bergantian larva dimulai dari menetas menjadi post larva . Menurut Amri (2003) bahwa ada 4 tahap moulting yakni tahap pertama proecdysis, tahap kedua ecdysis, tahap ketiga metecdysis dan tahap keempat intermoult.

Telur yang telah dibuahi akan menetas dalam waktu 12 sampai 15 jam dan berkembang menjadi larva (Martosudarmo dan Ranoemihardjo 1979). Larva masih memiliki cadangan makanan dalam tubuh berupa kuning telur. Stadia zoea terdiri dari tiga substadia yang berlangsung selama enam hari dan mengalami alih bentuk tiga kali. Stadia mysis dicirikan oleh bentuk larva yang mulai menyerupai udang dewasa. Pleopod dan telson mulai berkembang dan larva bergerak mundur. Selanjutnya stadia mysis mengalami alih bentuk menjadi postlarva. Selama lima hari pertama stadia postlarva udang bersifat planktonis, dan pada postlarva-VI udang mulai merayap di dasar (Rahmatun, dan Ahmad, 1989).

2.5. Kebiasaan Makan

Kebiasaan makan pada udang penaid (windu dan vanamei) merupakan hewan nocturnal. Aktif di malam hari atau kondisi gelap. Dan dia termasuk hewan “Omnivore scavenger” atau pemakan segala, disamping itu memiliki kebiasaan mangsa sesama jenis (kanibal). Makanan alami bagi peneid adalah detritus, Algae (fitoplankton terutama diatom), Lumut, Zooplankton : Copepoda, Polychaeta, Larva kerang, Bahkan (menurut beberapa ahli) sangat mungkin kotorannya dimakan kembali.

Udang mengetahui makanan dengan bantuan organ sensor berupa bulu-bulu halus yang terdapat pada antenula, antena, mulut, capit, dan maxillaped yang dapat mengetahui sinyal kimiawi. Udang mengambil makanan dengan capitnya yang terdapat pada kaki jalan 1,2 dan 3. kemudian dimasukkan mulutnya. Udang windu bersifat omnivor, pemakan detritus dan sisa- sisa organik baik hewani maupun nabati. Udang ini mempunyai sifat dapat menyesuaikan diri dengan makanan yang tersedia di lingkungannya, tidak bersifat terlalu memilih-milih (Toro dan Soegiarto, 1979). Sedang pada tingkat mysis, makanannya berupa campuran diatome, zooplankton

seperti balanus, veligere, copepod dan trehophora (Poernomo, 1976). Pada stadia mysis makanan udang windu terdiri dari campuran diatomae mulai memakan zooplankton yang terdiri dari trochopora, calanus, veliger, copepoda dan larva polychatea jadi bersifat karnivora (Villaluz et al., yang dikutip M.Ghufran 2010). Hirata (1979) mengatakan bahwa perubahan kebiasaan makan dari udang *Penaeus monodon* Fabricus berubah dari herbivore pada stadia zoea menjadi karnivora pada pasca larva melalui omnivore pada stadia mysis. Yang (1979) menyatakan bahwa ketika udang mengalami perubahan dari stadia zoea menjadi mysis, maka udang juga mengalami perubahan dalam kebiasaan makanannya, yaitu dari pemakan fitoplankton (herbivore) menjadi pemakan segala (omnivore). Secara keseluruhan, Marte (1980) menggolongkan udang windu kedalam jenis hewan omnivore. Udang windu akan bersifat kanibal bila kekurangan makanan (Soetomo, 2000).

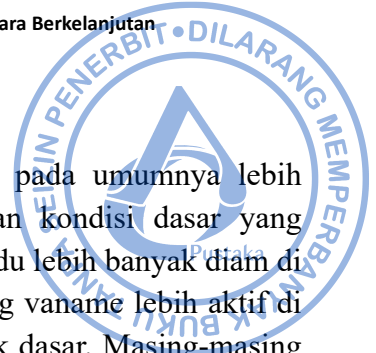
2.6. Pakan Alami Udang Windu

Pakan alami sangat diperlukan dalam budidaya dan pembenihan organisme akuatik, karena akan menunjang kelangsungan hidup organisme tersebut. Pada saat telur udang baru menetas maka setelah makanan cadangan habis, benur udang membutuhkan pakan yang sesuai dengan bukaan mulutnya (Chumaidi et al., 1990). Pakan alami ialah makanan hidup bagi larva atau benih ikan dan udang. Dengan bentuk dan ukuran mulut yang kecil, benur sangat cocok diberikan pakan alami. Pakan yang baik dan sesuai akan memacu pertumbuhan udang windu dan menghasilkan udang windu yang sehat. Pakan merupakan bagian yang penting dalam agribisnis udang windu karena menempati 40-50 % dari total biaya produksi yang dikeluarkan.

Pakan alami merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan produksi budidaya. Disamping kualitas kebersihan

pakan terjamin, penghematan waktu, tenaga dan biaya juga akan diraih apabila produksi pakan alami dilakukan dengan baik. Pakan alami mempunyai kandungan gizi yang lengkap dan mudah dicerna oleh benur. Ukuran tubuhnya yang relatif kecil sangat sesuai dengan lebar bukaan mulut benur. Sifatnya yang selalu bergerak aktif akan merangsang benih/larva ikan untuk memangsanya. Pakan alami ini dapat memberikan gizi secara lengkap sesuai kebutuhan untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Suprayitno, 1986). Pemberian pakan yang berlebihan atau tidak sesuai mengakibatkan kualitas air media sangat rendah. Disamping air media cepat kotor dan berbau amis, angka mortalitas benur pun semakin meningkat.

Keberhasilan agribisnis udang windu ditentukan oleh tersedianya pakan yang memadai, baik kuantitas maupun kualitasnya. Pakan merupakan unsur utama dalam pertumbuhan udang. Penyediaan pakan sering menjadi kendala karena harganya yang tinggi, serta biaya pembuatannya yang cukup mahal. Pakan yang lengkap mempunyai kandungan protein, karbohidrat, lemak dan mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan udang windu (Ghufran, 2010). Pakan terdiri atas pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami udang windu banyak terdapat didalam tambak. Yang tergolong pakan alami adalah plankton dan bentos, sedangkan pakan buatan adalah pakan tambahan yang dibuat oleh pabrik pembuatan pakan atau dibuat oleh petani ikan. Dalam budi daya udang, pakan merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan usaha. Karena itu pengelolaan pakan, yang terdiri atas pemilihan jenis pakan, penyimpanan, pemberian dan sebagainya harus dilakukan sesuai dengan kebutuhan udang budi daya dan target produksi.



2.7. Habitat/Tempat Hidup

Habitat atau tempat hidup udang pada umumnya lebih menyukai hidup di dasar perairan, dengan kondisi dasar yang berlumpur atau lumpur berpasir. Udang windu lebih banyak diam di dasar sepanjang hidupnya. Sedangkan udang vaname lebih aktif di dalam kolom air dan suka menggaruk-garuk dasar. Masing-masing jenis udang memiliki pengaruh (sensitivitas) yang berbeda terhadap sinar, ada yang sensitif dan ada yang tidak terpengaruh.

Amri (2003) menyatakan bahwa habitat udang berbeda-beda tergantung dari jenis dari persyaratan hidup dari tingkatan-tingkatan dalam daur hidupnya. Udang windu bersifat euryhaline yakni bisa hidup di laut yang berkadar garam tinggi hingga perairan payau yang berkadar garam rendah. Udang windu juga bersifat benthik, hidup pada permukaan dasar laut yang lumer (soft) terdiri dari campuran lumpur dan pasir terutama perairan berbentuk teluk dengan aliran sungai yang besar dan pada stadium post larva ditemukan di sepanjang pantai dimana pasang terendah dan tertinggi berfluktuasi sekitar 2 meter dengan aliran sungai kecil, dasarnya berpasir atau pasir lumpur.

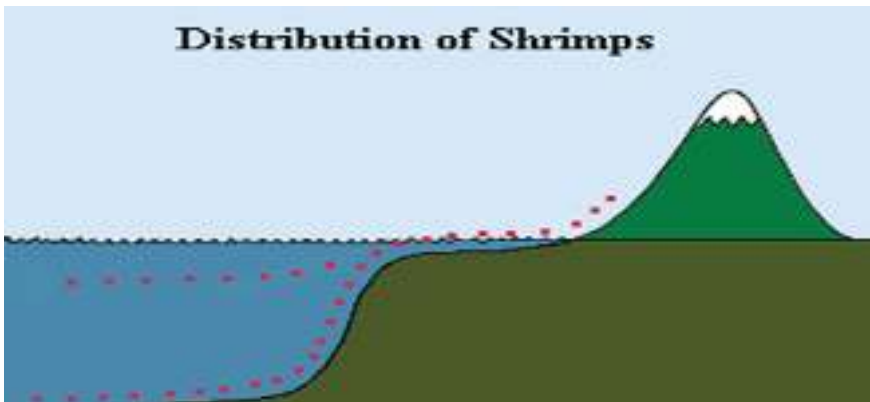
Toro dan Soegiarto (1979) menyatakan bahwa hutan mangrove merupakan habitat udang, hal ini ditandai oleh perpaduan antara tekstur dasar perairan hutan mangrove (berlumpur) dengan sistem perakaran vegetasi penyusun hutan mangrove, terlebih-lebih larva dan udang muda yang kondisinya masih lemah, akan berlindung dari serangan arus dan aliran air yang deras serta terhindar dari hewan pemangsa.

Pada siang hari, udang hanya membenamkan diri pada lumpur maupun menempelkan diri pada sesuatu benda yang terbenam dalam air (Soetomo, 2000). Apabila keadaan lingkungan tambak cukup baik, udang jarang sekali menampakkan diri pada siang hari. Apabila

pada suatu tambak udang tampak aktif bergerak di waktu siang hari, hal tersebut merupakan tanda bahwa ada yang tidak sesuai. Ketidakesuaian ini disebabkan oleh jumlah makanan yang kurang, kadar garam meningkat, suhu meningkat, kadar oksigen menurun, ataupun karena timbulnya senyawa-senyawa beracun (Suyanto dan Mujiman, 1994).

2.8. Pengaruh Sinar

Udang Penaeid dapat dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan kebiasaan sembunyi.



1. Hidup di air jernih, sembunyi di siang hari, terang bulan, saat darurat. *P. duorarum*, *P. latisulcatus*, *P. plebejus*, kemungkinan *P. brasiliensis*, *P. notialis*.
2. Hidup di air agak keruh, keluar di malam hari, tetapi kadang-kadang siang hari (darurat) *P. aztecus*, *P. esculentus*, *P. monodon*, *P. japonicus* and *P. semisulcatus*.
3. Hidup di air keruh kadang-kadang sembunyi. *P. indicus*, *P. merguensis*, *P. chinensis* = *orientalis*], *P. setiferus* dan mungkin *P. occidentalis* and *P. schmitti* (Dall et al., 1990).



2.9. Penyebaran

Penyebaran Udang windu umumnya tersebar di beberapa negara seperti dari China (Taiwan), Thailand, Philippina, Malaysia, Indonesia, Australia, India sampai Madagaskar (Afrika). Sedangkan udang vaname ditemukan Pantai Pacific Timur dari Sonora (Mexico Utara) hingga Amerika tengah dan Selatan Tumbes, Peru.

2.10. Moulting

- Moulting merupakan sifat alami bagi udang, untuk tumbuh. Moulting terjadi secara periodik.
- Pada saat larva proses moulting dapat terjadi setiap beberapa jam, kemudian setiap hari dan semakin tua umurnya semakin jarang frekuensi moultingnya.
- Moulting disamping merupakan proses alami untuk tumbuh secara periodik juga dapat dipengaruhi adanya perubahan lingkungan. Proses moulting diatur oleh hormon *ecdysteroid* yang dihasilkan oleh organ-Y.
- Ada 3 penyebab moulting :
 - Secara alami / periodik
 - Karena rangsangan yang sengaja diberikan
 - Stress berat yang biasanya diikuti dengan kematian

Berat (gr)	Moulting (hari)
2 – 5	7 – 8
6 – 9	8 – 9
10 – 15	9 – 12
16 – 22	12 – 13
23 – 40	14 – 16
50 – 70 (Betina)	18 – 21
50 – 70 Jantan	23 – 30

Chanratchakool *et al*, 1998)



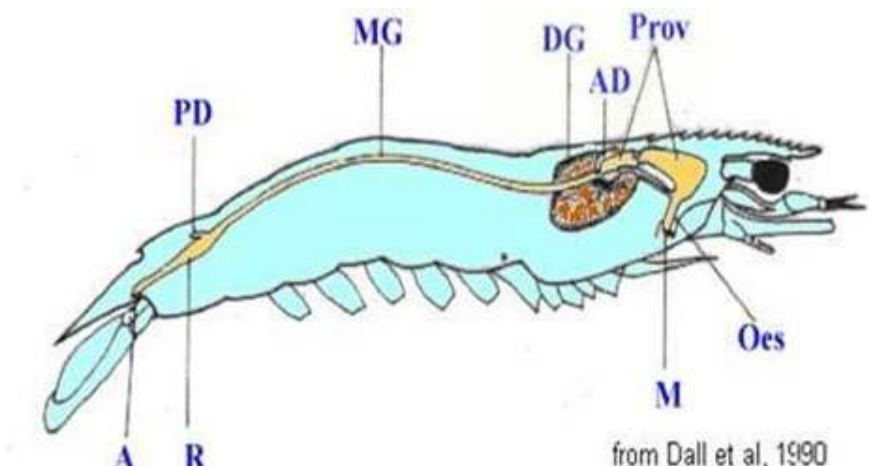
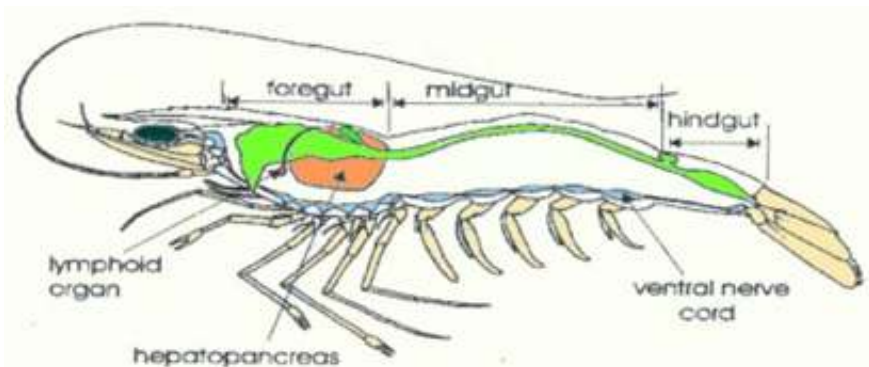
$$\text{Log } M = 0.8405 + 0.2114 \text{ Log } W$$

M : periode moulting

W : berat udang

2.11. Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan pada udang terdiri atas: Mulut – esophagus – stomach (ventriculus) – hepatopancreas – intestine – rectum – anus. Stomach merupakan tempat penghancuran makanan hingga halus sebelum sari-sari makanan diserap oleh usus. Hepatopancreas (midgut gland) menghasilkan enzyme, menyimpan dan menyusun nutrisi sesuai kebutuhan.

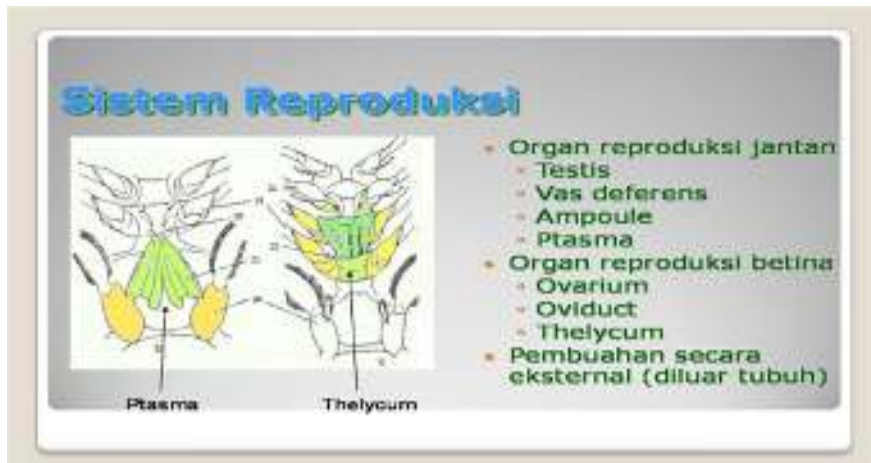




- A : anus
 AD : anterior diverticulum of midgut
 DG : digestive gland
 M : mouth
 MG : midgut
 Oes : oesophagus
 Prov : proventriculus
 R : rectum
 PD : posterior diverticulum of midgut

Gambar 2.4. Sistem Pencernaan pada Udang ,Brock and Main (1994)
 dan Dall et al, 1990

2.12. Sistem Reproduksi



Thelycum

- Pada udang windu thelycum tertutup, sehingga dapat menampung spermatophora sebelum betina melepaskan telurnya. Sebelum kawin (mating), didahului moulting.
- Pada udang vaname thelycum terbuka.



Mating dan Spawning

- Pada udang windu, mating dan spawning terjadi saat betina moulting, waktunya tengah malam.
- Pada vaname mating dan spawning terjadi saat tidak moulting, waktunya setelah matahari terbenam.

Syaraf

- Sistem syaraf sangat sederhana.
- Terdiri dari Central ganglion di kepala dan syaraf ventral cord (tangga tali) yang memanjang sampai ekor.
- Menghubungkan sejumlah syaraf ke sebagian organ sensor seperti antena, antenulae, mata, dll.

Mata

- Mata pada udang (Compound eye) berfungsi untuk membedakan gelap-terang dan mengamati adanya gerakan. Tidak dapat digunakan untuk melihat makanan.
- Udang tahu ada makanan melalui organ sensor pada antena (Chaemoreceptor).
- Di tangkai mata terdapat X-organ yang berfungsi mengontrol pertumbuhan. Bila organ ini dihilangkan dengan memotong mata (ablasi) maka akan mempercepat perkembangan gonad.

Pernapasan

- Insang merupakan organ pernafasan yang utama
- Juga digunakan untuk mengekskresikan amonia
- Untuk osmose regulasi dan menyerap mineral

Sistem peredaran darah

Sistem peredaran darahnya terbuka.

Terdiri dari jantung, sejumlah arteri yang mengedarkan darah ke organ utama, tidak memiliki vena (pembuluh balik), terdapat sejumlah sinus.

Hemolymph masuk jantung melalui ostia dan keluar melalui arteri kemudian ke sinus. Aliran balik diatur oleh klep flap. Oksigen dibawa oleh hemocyanin (komponen yang mengandung Cu).

Hemolymph terdiri dari mineral anorgonaik (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , dll), material organik (gula, protein dan lemak), hemocyanin dan hemocyte.

Sistem pertahanan

- Kulit yang keras terbentuk dari chitine merupakan tameng utama terhadap serangan dari luar atau masuknya berbagai macam penyakit.
- Tidak ditemukan antibody sehingga tidak ada sistem kekebalan.
- Non-specific, bawaan (innate), belum bisa divaksin
- Penggumpalan kemungkinan oleh transglutaminase cepat, cross-linking enzim Protein dan enzyme dalam hemolymph.
- Bacterial agglutinasi-aktivitas sangat tinggi-tanpa perlu rangsangan-mengandung lectin
- Antibacterial protein dan peptida

Sistem pertahanan

- Terdiri dari hemocyte bebas dan sel tetap
- 3 tipe hemocyte:
 - Hyaline cells (HC) tanpa granula
 - Small granular hemocytes (SGH)
 - Large granular hemocytes (LGH)
- Respon fisika dan kimia yang kompleks
 - Phagocytosis, encapsulasi, melanisasi.
- Lymphoid organ memegang peran

Sistem ekskresi

- Kelenjar antena (antennal gland atau green gland) berfungsi mengontrol volume/tekanan cairan internal dan ion (misalnya Mg^{2+})

- Sel kelenjar antena berfungsi untuk ekskresi dan resorpsi selektif
- Coelomosec untuk memfilter darah
- Nephrocyte dalam sumbu insang dan menempel pada kaki.

2.13. Pertumbuhan Udang Windu

Pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai perubahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu (Effendie, 1997). Pertumbuhan pada organisme dapat terjadi secara sederhana dengan meningkatkan jumlah sel-selnya, dan juga dapat terjadi sebagai akibat dari peningkatan ukuran sel (Kimball, 1994). Wickins (1982) mengemukakan bahwa pertumbuhan pada udang merupakan penambahan protoplasma dan pembelahan sel yang terus menerus pada waktu ganti kulit. Secara umum dinyatakan bahwa laju pertumbuhan Crustacea merupakan fungsi dan frekuensi ganti kulit dan penambahan berat badan setiap proses ganti kulit atau moulting.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan adalah pakan dan lingkungan. Pakan berfungsi sebagai nutrisi dan energi yang digunakan untuk mempertahankan hidup, membangun tubuh dan untuk proses perkembangannya. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang adalah suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), pH, nitrit, dan ammonia (Ekawati dkk., 1995).

2.14. Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir periode pemeliharaan dan jumlah individu yang hidup pada awal periode pemeliharaan dalam populasi yang sama. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingginya prosentase kelangsungan hidup adalah faktor biotik dan abiotik seperti kompetitor, kepadatan populasi, penyakit, umur, kemampuan organisme dalam beradaptasi dan penanganan manusia (Effendie, 1997).



BAB III

KELAYAKAN PARAMETER BUDIDAYA UDANG



3.1. Kualitas Tanah

Kualitas tanah merupakan persyaratan yang memegang peranan yang sangat penting dalam menentukan baik tidaknya tanah dijadikan sebagai lahan pertambakan udang. Tanah yang baik tidak hanya mampu menahan air, akan tetapi juga harus mampu menyediakan berbagai unsur hara untuk makanan alami udang yang dibudidayakan. Parameter kualitas tanah yang digunakan sebagai syarat minimal untuk budidaya tambak udang yaitu tekstur tanah, pH, kandungan bahan organik, unsur hara dan kandungan pirit. Sedangkan parameter pendukung kualitas tanah untuk kegiatan budidaya tambak udang yaitu pH_{FOX} , KTK, Kation (K, Ca, Na, dan Mg), dan redoks. Nilai parameter kualitas tanah dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1.

Parameter dan Nilai Direkomendasikan kualitas tanah di wilayah pesisir

Parameter	Satuan	Nilai direkomendasikan *)
$\text{pH}_F (\text{H}_2\text{O})$	-	5 – 6.5
Redoks	meV	+ 10 meV (-) + 50 meV
C organik	%	4 – 20 %
N – Total	%	0.4 – 0.75
P_2O_5	mg/l	30 – 60 mg/l
Pirit	%	< 2 %
Pasir	%	-
Liat	%	-
Debu	%	-
KTK	me/100 g	> 20 me/100 g
K	me/100 g	0.5 – 1.0 me/100 g (> 500 mg/l)
Ca	me/100 g	5.0 – 20.0 me/100 g (> 1.200 mg/l)

Na	me/100 g	0.7 – 1.0 me/100 g
Mg	me/100 g	1.0 – 8.0 me/100 g (> 500 mg/l)

Ket : *) Poernomo (1992) ; Widigdo (2002); Taslihan A et al. (2003)

Derajat Keasaman Tanah

Tanah yang produktif untuk dijadikan tambak adalah tanah yang mempunyai pH netral sampai basa, dimana tanah seperti ini kaya akan garam nutrien yang dapat merangsang pertumbuhan pakan alami. pH tanah berpengaruh terhadap kesuburan air tambak karena menentukan kelarutan unsur hara dalam air (Widigdo, 2002).

Nilai pH_F (H_2O) yang cukup baik, yaitu kisaran 7,01-7,04. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kemasaman aktif tambak relatif netral, Hal ini menjadi informasi yang menarik tentang adanya potensi kemasaman yang masih tersimpan dalam partikel tanah tambak yang sewaktu – waktu dapat bangkit jika didukung oleh kondisi alamiah atau bisa juga disebabkan oleh perlakuan pembudidaya tambak, terutama pada saat proses pengeringan dan pembalikan/pembajakan tanah. nilai parameter pH_F (H_2O) tanah tambak masih layak untuk budidaya tambak udang sesuai dengan nilai yang direkomendasikan yaitu 5.0 – 8.5 (Ilyas et al., 1987; Boyd dan Musig, 1992; Poernomo, 1992; Baliao, 2000; Taslihan et al., 2003). Tanah tambak dengan pH antara 5.0 – 8.5 digolongkan oleh Karthik et al. (2005) sebagai slight karena nilai pH tanah tersebut tergolong baik dan penghambatnya sangat mudah sekali diatasi (Pantjara dan Sahib, 2008; Mustafa dan Rachmansyah, 2008).

Tekstur Tanah

Analisis struktur tanah berdasarkan tingkat sodisitas tanah dengan menggunakan persamaan SAR (Sodium Adsorbtion Rate) = $Na^+ \times [0.5 (Ca^{2+} + Mg^{2+})]^{-0.5} = X \text{ me.l}^{-1}$, diperoleh nilai SAR (Sodium Adsorbsium Rate) sebesar 7.39 me.l^{-1}). Pada tanah dengan struktur

fasa sodik, konsentrasi natrium (Na) yang tinggi pada kompleks jerapan tanah dapat menyebabkan rusaknya struktur tanah. Akibat lebih lanjut agregat tanah yang merupakan daya kohesi internal tanah akan menjadi lemah sehingga tanah mudah hancur (Buringh P, 1983; Ahern, 1998).

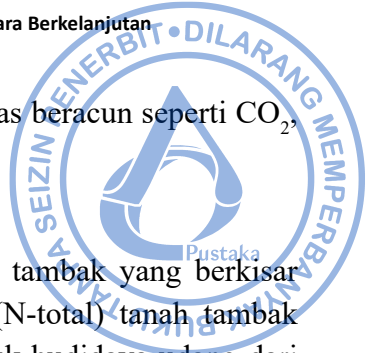
Kondisi struktur tanah seperti ini masih dapat dilakukan pembuatan kontruksi tambak serta saluran irigasi, dengan syarat pematang tambak dan saluran irigasi harus dibuat agak lebih lebar (Mustafa dan Rachmansyah, 2008; Afrianto dan Liviawaty, 1991; Taslihan et al., 2003). Selain itu, dipergunakan juga kontruksi penahan pematang tambak. Pada tambak udang intensif, penguatan kontruksi pematang tambak dapat mempergunakan bilah – bilah bambu atau semen yang ditempatkan pada sisi bagian dalam dan luar pematang tambak. Penguatan ini dimaksudkan agar tambak dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Sedangkan pada tambak tradisional, penguatan kontruksi pematang tambak dapat dilakukan dengan menanam mangrove dibagian sisi dalam dan luar pematang tambak dan saluran irigasi. Mangrove dengan perakaran yang kuat diharapkan dapat memperkuat kontruksi pematang dan saluran irigasi sehingga tidak mudah rusak.



Gambar 3.1. Kondisi Pematang dalam penguatan kostruksi pematang baik dengan melapisi dinding pematang dengan semen maupun dengan melakukan penanaman mangrove disekitar pematang tambak

C-Organik Tanah

Nilai kandungan C - organik tanah tambak untuk budidaya udang berdasarkan nilai yang direkomendasikan yaitu 4.0 – 20.0 % (Poernomo 1992; Widigdo, 2002). Pada tambak yang nilai kandungan bahan organiknya masih rendah masih diperlukan penambahan pupuk organik sedangkan pada tambak yang nilai kandungan bahan organik sudah layak atau sesuai tidak diperlukan lagi penambahan pupuk organik. Keberadaan bahan organik tanah dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) serta daya serap tanah terhadap basa – basa (Soepardi, 1983; Hanafiah, 2004). Kandungan bahan organik tanah sangat mempengaruhi pertumbuhan algae dasar, karena merupakan sumber nitrogen, dimana makin tinggi kandungan bahan organik tanah maka makin tinggi pula jumlah nitrogen yang terdapat dalam tanah sehingga pertumbuhan algae dasar akan semakin baik Tetapi di sisi lain, kandungan bahan organik tanah yang berlebihan dapat membahayakan komoditas yang dibudidayakan, karena dalam proses penguraian algae dasar yang mati selalu membutuhkan



oksigen dan akibatnya akan menimbulkan gas beracun seperti CO_2 , H_2S , dan NH_3 (Boyd, 1995).

Nitrogen (N-Total) dan Fosfor (P_2O_5)

Kandungan nitrogen (N-total) tanah tambak yang berkisar antara 0,02-0,06 %. Kandungan nitrogen (N-total) tanah tambak ini tergolong rendah atau kurang subur untuk budidaya udang dari nilai yang direkomendasikan yaitu 0.40 – 0.70 % (Poernomo, 1992; Widigdo, 2002). Karena itu, masih diperlukan pengolahan tanah serta pemberian pupuk untuk meningkatkan kandungan nitrogen (N-total) tanah. Kandungan nitrogen merupakan salah satu petunjuk tingkat kesuburan tanah tambak, karena makin besar kandungan unsur nitrogen dalam tanah, maka makin tinggi pertumbuhan algae dasar di tambak (Soepardi, 1983; Effendi, 2003; Hanafiah, 2004).

Kandungan fosfor (P_2O_5) tanah tambak yang sesuai atau ideal berkisar antara 30 – 60 mg/l. Ketersediaan fosfat lebih besar 60 mg/l dalam tanah tambak dapat digolongkan sebagai slight atau tergolong baik dengan faktor pembatas yang sangat mudah diatasi (Karthik et al., 2005).

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Unsur Kapasitas Tukar Kation (KTK) ini penting dalam budidaya tambak udang, karena menentukan kemampuan tanah dalam mengabsorpsi elektrolit – elektrolit, seperti NH_4 , sulfida, serta unsur – unsur lain yang bersifat racun yang membahayakan bagi organisme yang dibudidayakan. Nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah tambak di wilayah pesisir cukup baik untuk budidaya tambak udang berdasarkan nilai yang direkomendasikan yaitu > 20 me/100 g (Poernomo, 1992; Widigdo, 2002).



Unsur Hara Makro (K, Ca, Na, dan MG)

Ketersediaan unsur hara makro seperti K, Ca, Na, dan Mg dalam tanah merupakan indikator tingkat kesuburan tanah. Nilai Kalium (K) tanah tambak di wilayah pesisir sebagian besar tergolong cukup tinggi untuk budidaya tambak udang dari nilai yang direkomendasikan yaitu 0.5 – 1.0 me/100 g (> 500 mg/l) (Poernomo, 1992; Widigdo, 2002). Sumber utama Kalium (K) berasal dari air laut yang masuk ke dalam tambak udang bersamaan dengan terjadinya waktu pasang. Kalium (K) ini dapat diserap oleh algae dasar dalam bentuk K^+ dari tanah, dimana fungsi utama Kalium (K) ini adalah untuk pembentukan karbohidrat dan khlorofil bagi algae dasar. Kandungan Kalium (K) dalam tanah tambak dapat digunakan untuk menduga produktivitas algae dasar di tambak.

Kandungan Kalsium (Ca) tanah tambak di wilayah pesisir tergolong cukup tinggi untuk budidaya tambak udang dari nilai yang direkomendasikan yaitu 5.0 – 20.0 me/100 g (> 1.200 mg/l) (Poernomo, 1992; Widigdo, 2002). Ketersediaan Kalsium (Ca) ini akan berpengaruh langsung terhadap kualitas serta proses moulting (penggantian kulit) udang di tambak. Unsur Kalsium (Ca) ini akan dimanfaatkan juga oleh algae dasar dalam bentuk Ca^{++} .

Nilai Natrium (Na) yang direkomendasikan yaitu 0.7 – 1.0 me/100 g. Peningkatan unsur Natrium (Na) dalam tanah dapat merubah struktur tanah tambak dan selanjutnya juga dapat mempengaruhi pertumbuhan komoditas yang dibudidayakan (Giap et al., 2005). Sedangkan nilai kandungan Magnesium (Mg) yang direkomendasikan yaitu 1.0 – 8.0 me/100 g (> 500 mg/l) (Poernomo, 1992 ;Widigdo, 2002).

Kandungan Pirit Tanah

Kandungan pirit tanah tambak terbentuk karena adanya besi dan bahan organik tanah serta adanya sulfat yang diubah menjadi

sulfida oleh mikroba (Pantjara dan Sahib, 2008). Nilai kandungan pirit ini merupakan faktor ekstrim yang dapat membahayakan kehidupan organisme budidaya (Poernomo, 1992). Kandungan pirit tanah untuk budidaya tambak udang dengan nilai yang direkomendasikan $< 2\%$ (Poernomo, 1992; Widigdo, 2002). Kandungan pirit yang tinggi berpotensi untuk meningkatkan Fe^{2+} dan SO_4^- serta memasamkan air tambak (Pantjara dan Sahib, 2008; Mustafa dan Rachmansyah, 2008).

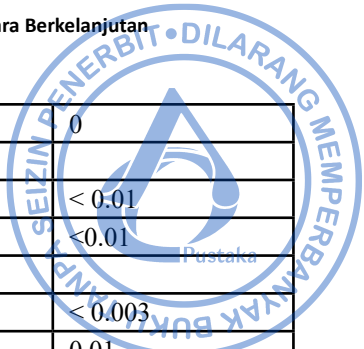
3.2. Kualitas Air

Kualitas air merupakan persyaratan yang sangat penting dan juga menjadi salah satu faktor yang menentukan keberhasilan kegiatan budidaya tambak udang. Pengukuran parameter kualitas air perairan tambak udang dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2.

Parameter dan Ambang Batas dan Batas Optimun Kualitas Air Tambak

No	Parameter	Nilai	
		Batas	Optimum
1.	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	21-32	29-30
2.	Salinitas (ppt)	0-35	15-25
3.	TSS (ppm)	25-500	25-80
4.	Kecerahan (cm)	25-60	30-40
5.	pH	6.5 – 8.5	7.5 – 8.5
6.	Alkalinitas (ppm)	> 50	> 100
7.	Kesadahan (ppm)	> 40	20 – 300
8.	Oksigen terlarut (ppm)	> 2	≥ 3
9.	NH_4^+-N (mg/l)	1,0	0
10.	NO_3^--N (mg/l)	0,25	0
11.	Total Phosphate (ppm)	0.05 – 0.50	0,5
12.	BOD_5 (ppm)	< 25	< 25
13.	COD (ppm)	40 - 80	< 40



14.	H ₂ S (ppm)	0.001	0
15.	Cu (ppm)	-	
16.	Cd (ppm)	0.013 – 0.328	< 0.01
17.	Pb (ppm)	0.001-1.157	<0.01
18.	Zn (ppm)	-	
19.	Hg (ppm)	0.051 – 0.167	< 0.003
20.	Fe (ppm)	0.03	0.01
21.	Deterjen (ppm)	-	<0.1
22.	Organoclorin (ppm)	-	<0.02

Sumber *): Boyd (1990), Poernomo (1992); Wedmeyer (1996); Widigdo (2002); Soewardi (2002); dan MenKLH (2004).

Suhu

Suhu air merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh pada metabolisme, konsumsi oksigen, pertumbuhan dan sintasan udang yang dibudidayakan, dimana semakin tinggi suhu perairan maka proses metabolisme semakin semakin cepat demikian pula sebaliknya (Pan Lu- Qing et al., 2007). Peningkatan suhu 10°C, akan meningkatkan konsumsi oksigen organisme sekitar 2 – 3 kali lipat, disisi lain peningkatan suhu ini dapat mengurangi kelarutan oksigen dalam perairan (Nontji, 1993). Suhu yang relatif tinggi dapat merubah sifat fisika dan kimia perairan yang mengakibatkan kehidupan organisme terganggu (Nybakken, 1992; 1998). Menurut Boyd (1998), suhu optimal yang diperlukan oleh biota atau organisme yang hidup didaerah tropis berkisar antara 25 – 35 °C. dan suhu optimum antara 29 – 30°C (Boyd, 1990; Poernomo, 1992; Widigdo, 2002; Soewardi, 2002). Suhu air mempunyai peranan paling besar dalam perkembangan dan pertumbuhan udang. Kecepatan metabolisme udang meningkat cepat sejalan dengan meningkatnya suhu lingkungan. Secara umum suhu optimal bagi udang windu adalah 25-30 oC. Suhu diatas 30 oC masih dianggap baik bagi budidaya udang. Udang akan kurang aktif apabila suhu air



turun dibawah 18 oC dan pada suhu 15 oC atau lebih rendah akan menyebabkan udang stress bahkan mati (Wardoyo, 1997).

Salinitas

Parameter salinitas memiliki pengaruh langsung terhadap parameter lainnya di dalam perairan. Salinitas dapat mempengaruhi kelarutan oksigen perairan, kadar fosfat serta proses osmoregulasi organisme perairan. Salinitas air dapat menjadi faktor pembatas dalam budidaya tambak pada musim kemarau dan menjadi tidak bermasalah pada musim hujan (Mustafa dan Rachmansyah 2008). Nilai yang direkomendasikan untuk budidaya udang yaitu 5 – 35 ‰ dan untuk pertumbuhan optimum diperlukan salinitas 15-25 ‰ (Boyd, 1990; Poernomo, 1992; Widigdo, 2002; Soewardi, 2002).

Menurut Aziz (2010) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemeliharaan udang pada salinitas rendah masih belum menunjukkan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup yang optimum. Menurut Sumeru dan Anna (1992), berdasarkan toleransinya terhadap salinitas, maka udang windu termasuk ke dalam golongan euryhalinelaut, yaitu hewan laut yang dapat hidup di salinitas rendah. Hal ini sejalan dengan Poernomo (1989), salinitas yang terlalu tinggi dapat menghambat terjadinya proses ganti kulit (moulting) yang merupakan indikasi pertumbuhan udang. Sebaliknya pertumbuhan udang akan lebih cepat pada salinitas rendah, tetapi lebih sensitif terhadap penyakit. Pertumbuhan udang yang semakin cepat membuat udang lebih banyak mengalami moulting. Ketika molting, udang sangat rentan terhadap penyakit. Hal ini karena kondisinya masih sangat lemah dan kulit luarnya belum mengeras (Aziz, 2010).

Kematian udang pada masa pemeliharaan diduga akibat daya tahan tubuh udang yang semakin menurun pada salinitas yang semakin rendah hingga menimbulkan stress, dan menyebabkan udang windu mudah terinfeksi WSSV. Menurut Van de Braak et

al. (2002) dalam Saptiani (2012), pengaruh stress dapat berdampak respon imun udang. Menurut Hastuti et al. (1987) salinitas optimal bagi pemeliharaan larva udang windu adalah 25-35 ppt. menurut Poernomo (1989), salinitas yang baik untuk pemeliharaan udang adalah 20-30 ppt.

Derajat Keasaman (pH) Air

pH adalah singkatan dari potential of Hidrogen yang merupakan formulasi dari $-\log$ konsentrasi H^+ . Fluktuasi pH dalam air berhubungan dengan aktivitas fitoplankton serta tanaman air lainnya dalam menggunakan CO_2 selama proses fotosintesis. Secara alami pH dipengaruhi oleh konsentrasi CO_2 dan senyawa bersifat asam, dimana pH biasanya meningkat pada siang hari seiring dengan menurunnya konsentrasi CO_2 .

Kisaran derajat keasaman yang sesuai untuk budidaya udang yaitu 6.5 – 8.5 dengan kisaran optimum 8.0-8.5 (Poernomo, 1992; Widigdo, 2002; Soewardi, 2002; MenKLH, 2004).

pH merupakan indikator keasaman dan kebasaaan air. pH perlu dipertimbangkan karena mempengaruhi metabolisme dan proses fisiologis udang. Kisaran optimum pH untuk pertumbuhan udang windu adalah 6,5-8,5 (Tsai, 1989); 8,0-8,5 (Poernomo, 1988). Derajat kemasaman lebih dikenal lebih dikenal dengan istilah pH. pH singkatan dari (Puissance negatif De H), yaitu logaritma dari kesepakatan ion-ion H (hydrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat kemasaman atau pH air menunjukkan aktifitas ion hydrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hydrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu.

Oksigen Terlarut

Oksigen yang terlarut dalam air berasal dari proses fotosintesis oleh fitoplankton dan tumbuhan air lainnya serta difusi dari udara (APHA, 1989). Difusi oksigen dari atmosfer ke perairan

berlangsung relatif lambat walaupun terjadi pergolakan massa air, sehingga sumber oksigen terlarut yang berasal dari difusi oksigen hanya sekitar 35 % (Effendi, 2003). Oksigen terlarut ini sangat penting bagi kehidupan organisme budidaya untuk pernapasan dan mengoksidasi bahan organik didalam tambak. Pencemaran limbah organik dapat menyebabkan menurunnya kandungan oksigen terlarut dalam perairan (Connel dan Miller, 1995 diacu dalam Efendi, 2003).

Rendahnya oksigen terlarut berpengaruh terhadap fungsi biologis organisme budidaya dan akan berakibat terhadap lambatnya pertumbuhan. Menurut Lee et al. (1978) bahwa kandungan oksigen terlarut pada suatu perairan dapat digunakan sebagai indikator kualitas perairan dan terbagi dalam empat kategori, yaitu: 1) kadar oksigen terlarut > 6 mg/l kategori tidak tercemar sampai tercemar sangat ringan; 2) kadar oksigen terlarut antara 4.5 – 6.4 termasuk kategori tercemar ringan; 3) kadar oksigen terlarut 2.0 – 4.4 mg/l termasuk kategori tercemar sedang; dan 4) kadar oksigen terlarut < 2.0 termasuk kategori tercemar berat.

Kandungan oksigen terlarut dalam batas toleransi untuk budidaya udang yaitu ≥ 3 mg/l (3 -10 mg/l) dan optimum 4-7 mg/l (Boyd, 1990; Poernomo, 1992; Wedmeyer, 1996; Widigdo, 2002).

Total Suspended Solid (TSS)

Kandungan total suspended solid (TSS) dalam perairan secara tidak langsung akan mempengaruhi kehidupan organisme, karena dapat meningkatkan kekeruhan perairan dan mempengaruhi proses fotosintesis. Sedangkan pengaruh langsung dapat mengganggu kehidupan dan perkembangan biota serta dapat menyebabkan kematian biota karena dapat menutup insang dan menghambat saluran pernapasan (APHA, 1989; Davis dan Cornwell, 1991 diacu dalam effendi, 2003).

Pada tambak udang intensif munculnya TSS disebabkan pemberian pakan buatan (pellet) yang tidak termakan (uneaten food) berupa sisa pakan dan hasil metabolisme berupa feces yang terlarut dalam air tambak (Boyd, 1998; Johnsen et al., 1993; Primavera dan Apud, 1994). Pada tingkat budidaya intensif, kebutuhan akan nutrisi tergantung pada pakan buatan (pellet) dan apabila pakan buatan (pellet) yang diberikan banyak yang tidak termakan (uneaten food) maka akan menyebabkan tingginya kandungan bahan organik dalam tambak udang sehingga kandungan TSS dalam perairan tambak udang juga akan meningkat.

Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/ BOD₅*)

BOD₅ merupakan salah satu indikator pencemaran organik pada suatu perairan. Perairan yang mempunyai nilai BOD₅ tinggi mengindikasikan bahwa perairan tersebut telah tercemar oleh bahan organik. BOD₅ mengindikasikan jumlah bahan organik perairan yang mudah diuraikan secara biologis serta jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses dekomposisi (Widigdo, 2002 ; Davis dan Cornwell, 1991 diacu dalam Effendi, 2003). Bahan organik yang diuraikan secara biologis melibatkan bakteri melalui sistem oksidasi aerobik dan anaerobik. Proses oksidasi aerobik akan menyebabkan terjadinya penurunan oksigen terlarut sampai pada tingkat terendah dan mengakibatkan kondisi perairan menjadi anaerob yang berdampak terhadap kematian organisme. Boyd (1990) mendefinisikan BOD₅ sebagai jumlah oksigen dikonsumsi oleh proses respirasi aerob dalam botol yang diinkubasi pada suhu sekitar 20°C selama lima hari dalam keadaan tanpa cahaya.

Tingkat pencemaran suatu perairan dapat dilihat berdasarkan nilai BOD₅ dan terbagi dalam 4 (empat) kategori (Lee et al., 1978) : (1). Nilai BOD₅ < 2.9 mg/l termasuk kategori tidak tercemar; (2) nilai BOD₅ antara 3,0 – 5.0 mg/l termasuk kategori tercemar ringan;



(3) nilai BOD_5 antara 5.1 – 14.9 mg/l termasuk kategori tercemar sedang; dan (5) nilai $BOD_5 \geq 15$ mg/l termasuk kategori tercemar berat.

Ammonia (NH_3 -N)

Kadar ammonia (NH_3 -N) pada perairan alami biasanya kurang dari 0.1 mg/l (McNeely et al., 1979 diacu dalam Effendi, 2003) dan apabila kadar ammonia (NH_3 -N) perairan melebihi 0.2 mg/l, maka perairan tersebut akan sedikit berpengaruh bagi beberapa jenis biota yang sangat sensitif (Sawyer dan McCarty, 1978 diacu dalam Effendi, 2003). Kadar ammonia (NH_3 -N) yang tinggi merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, limpasan (run off) pertanian dan peternakan. Pada umumnya, fitoplankton lebih banyak menyerap ammonia (NH_3 – N) dibandingkan dengan nitrat (NO_3 -N), karena lebih banyak dijumpai diperairan, baik dalam kondisi aerobik maupun anaerobik (Welch, 1980).

Kandungan ammonia perairan tambak yang direkomendasikan yaitu < 1.0 mg/l (Boyd, 1990; Poernomo, 1992; Wedmeyer, 1996; Widigdo, 2002; MenKLH, 2004).

Dalam budidaya udang, selalu ditemukan ammonia dalam jumlah yang besar, karena ammonia adalah bentuk ekskresi bernitrogen pada Crustacea. Hal ini berkaitan dengan nutrisi pada pakan yang mengandung protein, karena ammonia merupakan hasil metabolisme protein. Telah diketahui toksisitas ammonia memberi pengaruh pada kelangsungan hidup, ammonia dan moulting. Toksisitas ammonia mempengaruhi pH perairan, jika toksisitas ammonia meningkat maka pH akan meningkat (Rocotta, 2000).

Ammonia atau hasil oksidasinya (nitrit) pada lingkungan dapat menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen. Hal ini dikatakan oleh Wang et al. (2003) bahwa perubahan status nitrit

pada lingkungan dapat menginduksi hypoxia pada jaringan dan mengganggu metabolisme respirasi pada udang. *Penaeid*. Ammoniak (NH_3) tidak terionisasi bersifat toksik sedangkan ion ammonia memiliki tingkat toksisitas yang rendah atau tidak sama sekali toksik (Chen, 1986).

Nitrit (NO_2)

Nitrit merupakan peralihan antara ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) melalui proses nitrifikasi dan antara nitrat dan gas nitrogen melalui proses denitrifikasi. Proses denitrifikasi berlangsung dalam kondisi anaerob. Pada proses denitrifikasi, gas N_2 yang dapat terlepas dilepaskan dari dalam air ke udara. Keneradaan nitrit menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang mempunyai kadar oksigen terlarut rendah (Effendi, 2003).

Di perairan alami, kandungan nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit lebih sedikit dari nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dan bersifat tidak stabil dengan keberadaan oksigen, karena nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) ini langsung dioksidasi menjadi nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$). Pada umumnya, perairan alami mengandung NO_2 sekitar 0.001 mg/l (Canadian Council of Resource and Environment Ministers, 1987 diacu dalam Effendi, 2003) dan jarang melebihi 1 mg/l (Sawyer dan McCarty 1978, diacu dalam Effendi, 2003). Seperti halnya ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) juga beracun terhadap udang/ikan, senyawa nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dapat mengoksidasi besi (Fe) di dalam hemoglobin dan mengakibatkan kemampuan darah untuk mengikat oksigen terlarut akan menurun (Poernomo, 1988). Pada udang yang darahnya mengandung tembaga (Cu) (hemocyanin) mungkin terjadi oksidasi Cu oleh NO_2 dan memberikan akibat yang sama seperti pada udang (Smith dan Russo, 1975 dalam Poernomo, 1989).



Kandungan nitrit ($\text{NO}_2 - \text{N}$) masih dalam batas yang aman untuk budidaya udang berdasarkan nilai yang direkomendasikan yaitu $< 0.25 \text{ mg/l}$ (Boyd, 1990; Poernomo, 1992; Wedmeyer, 1996; Widigdo, 2002; MenKLH, 2004)

Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan juga sebagai sumber pertumbuhan tanaman air dan algae. Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Effendi, 2003). Senyawa nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi merupakan proses ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang sangat penting dalam siklus nitrogen yang berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi ammonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri ini merupakan bakteri kemotrofik, yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi.

Pada musim hujan biasanya kandungan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) lebih tinggi jika dibandingkan pada musim kemarau, hal ini disebabkan karena nitrogen oksida yang berupa nitrat (NO_3) yang terdapat di atmosfer akan turun ke bumi bersama air hujan, dimana air hujan mengandung NO_3 sekitar 0.2 mg/l (Effendi, 2003).

Apabila suatu perairan menunjukkan kadar nitrat lebih dari 5 mg/l ($> 5 \text{ mg/l}$), maka perairan tersebut mengalami pencemaran limbah antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan sisa kotoran hewan. Kadar nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) yang lebih dari 2 mg/l dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan, yang selanjutnya dapat menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (blooming). Pada perairan yang menerima limpasan air dari daerah pertanian yang banyak mengandung pupuk, maka kadar

nitrat dapat mencapai 1.000 mg/l (Davis dan Cornwell, 1991 diacu dalam Effendi, 2003).

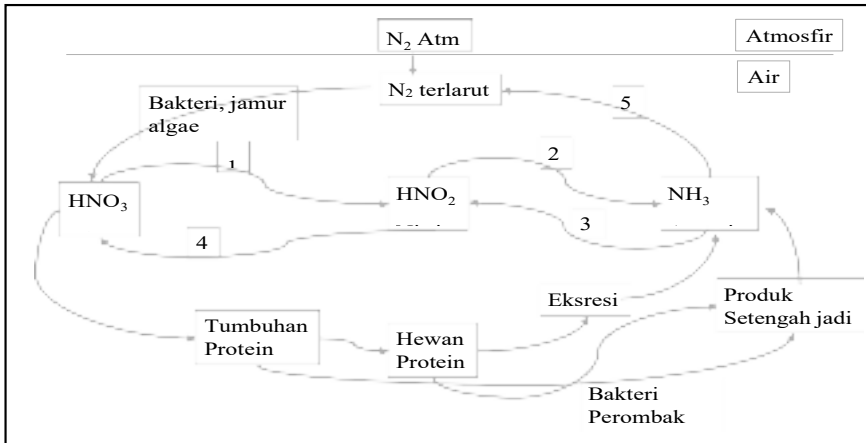
Kandungan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) yang terdapat dalam suatu perairan, dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat kesuburannya, yaitu perairan oligotrofik mempunyai kandungan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) antara 0 – 1 mg/l, perairan mesotrofik mempunyai kandungan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) antara 1– 5 mg/l, dan perairan eutrofik mempunyai kandungan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) antara 5 – 50 mg/l (Vollenweider dan Wetzel, 1975 diacu dalam Effendi, 2003). Berdasarkan hal ini, maka kandungan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) masih dalam batas yang layak untuk budidaya udang dan kondisi perairan pesisir Kecamatan Mangara Bombang tidak mengarah kepada terjadinya proses pengayaan (eutrofikasi).

Lebih jelasnya siklus nitrogen dalam perairan tambak dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Siklus nitrogen dalam perairan tambak (sumber : Gunarto 2007)

Dari gambar 6. terlihat bahwa ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan, nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) merupakan senyawa hasil sampingan dari proses perombakan bahan organik yang bersifat racun bagi organisme budidaya, dimana tingkat keracunan akan semakin tinggi apabila pH mencapai ≥ 9.0 . Sedangkan untuk siklus nitrogen di perairan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3.3. Siklus nitrogen di perairan (Sumber : Welch, 1980)

Keterangan : 1. Bakteri penghasil nitrit; 2. Bakteri penghasil ammonia; 3. *Nitrosomonas javanica* dan *Nitrosomonas europaea*; 4. *Bakteri Nitrobacter agile* dan *Nitrobacter wingradskyi*; 5. Bakteri penghasil N_2 bebas.

Fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)

Fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) dapat menjadi faktor pembatas, baik secara temporal maupun secara spasial, karena sumber sumber fosfat lebih sedikit dibandingkan dengan sumber nitrogen di perairan (Raymont 1980; Effendi 2003). Senyawa fosfat merupakan unsur zat hara yang dapat dijadikan sebagai petunjuk kesuburan perairan dan dibutuhkan oleh organisme untuk pertumbuhan dan perkembangannya salah satunya adalah fitoplankton. Fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) merupakan faktor pembatas produktivitas primer dan merepresentasikan nutrisi

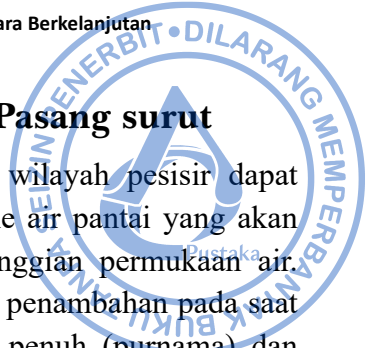
fosfat (P) terlarut. Kandungan fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) pada perairan alami jarang melebihi 1 mg/l (Boyd 1995). batas kisaran nilai yang direkomendasikan untuk budidaya udang yaitu 0.05 – 0.5 mg/l (Boyd 1990; Poernomo 1992; Wedmeyer 1996; Widigdo 2002; MenKLH 2004).

Berdasarkan kadar fosfat, perairan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu : perairan oligotrofik yang mempunyai kadar fosfat 0.003 – 0.01 mg/l, perairan mesotrofik mempunyai kadar fosfat 0.011 – 0.031 mg/l dan perairan eutrofik mempunyai kadar fosfat 0.031 – 0.1 mg/l (Wetzel 1975 diacu dalam Effendi 2003).

Kekeruhan

Nilai kekeruhan pada tambak udang intensif dan tradisional berada pada kisaran 5,35-151 NTU, Tingkat kekeruhan yang tergolong tinggi biasanya pada musim hujan disebabkan karena terjadinya proses pengadukan dasar perairan akibat adanya aktivitas gelombang sehingga menyebabkan perairan pesisir menjadi keruh. Canter (1997, diacu dalam Bahtiar, 1994; Effendi, 2003) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang positif antara nilai padatan tersuspensi dengan nilai kekeruhan suatu perairan, dimana semakin tinggi nilai padatan tersuspensi (TSS), maka akan semakin tinggi nilai kekeruhan dan akan memberikan pengaruh terhadap kepentingan perikanan budidaya (Alabaster dan Lloyd, 1982 diacu dalam Effendi, 2003).

Operasionalisasi kegiatan budidaya udang pada puncak musim hujan dapat dilakukan dengan syarat melakukan treatment air laut sebelum digunakan sebagai media dalam petak pemeliharaan. Selain itu, dapat pula diupayakan meminimalisasi proses pergantian air tambak (less water exchange) atau tanpa pergantian air tambak (zero water exchange).



3.3. Hidro Oceanografi Perairan Pasang surut

Pola pasang surut yang terjadi di wilayah pesisir dapat mengakibatkan terjadinya perbedaan volume air pantai yang akan memberikan perubahan terhadap luas ketinggian permukaan air. Volume air wilayah pesisir akan mengalami penambahan pada saat terjadinya pasang tinggi yaitu pada bulan penuh (purnama) dan volume air akan mengalami penurunan pada saat surut terendah yaitu pada bulan gelap. Adanya aksi pasang surut yang terjadi dapat menyebabkan terjadinya perbedaan volume air disuatu perairan serta terjadinya perbedaan ketinggian muka perairan (Bishop, 1984). Tinggi pasang surut dipengaruhi oleh posisi bulan, dimana tinggi pasang berbeda antara bulan penuh (purnama) dengan bulan setengah (sabit) dan selain itu pula, perbedaan tinggi pasang juga dipengaruhi oleh lokasi perairan tersebut berada (Pariwono, 1997).

Nilai tunggang pasang surut ini dapat digunakan untuk penentuan dasar pelataran tambak agar tidak lebih tinggi dari Mean Sea Level (MSL), sehingga pengisian air dan pengeringan tambak dapat dilakukan dengan baik. Selain itu, untuk menentukan elevasi lahan yang layak untuk budidaya tambak udang tadisional/tradisional plus dengan asumsi 100% pengisian air dilakukan secara gravitasi. Nilai tunggang pasang surut di wilayah pesisir Kecamatan Mangara Bombang ini tergolong rendah, dimana kisaran pasang surut yang ideal untuk tambak udang adalah antara 1.5 - 2.5 m (Yamashita & Sutardjo, 1977 diacu dalam Mustafa dan Tarunamulia, 2008). Sedangkan menurut Asbar (2005), pasang surut ideal untuk budidaya tambak tradisional adalah 1.30 m.

Berdasarkan nilai tunggang pasang surut yang mendekati 1 m, maka ketinggian 0 – 2 meter dari MSL masih bisa menerima suplai air laut dari pasang surut walaupun dengan menggunakan bantuan pompa terbatas untuk membantu memaksimalkan proses pengisian dan pengeringan air tambak. Sedangkan untuk ketinggian

>2 meter sudah tidak layak untuk budidaya tambak udang tradisional/tradisional plus. Lokasi tambak udang juga sebaiknya tidak terlalu jauh atau dekat dengan sumber air, karena kegiatan budidaya tambak udang khususnya teknologi tradisional/tradisional plus hanya mengandalkan kondisi pasang surut untuk pengisian air kedalam tambak udang (Poernomo, 1988). Sedangkan teknologi intensif dan semi intensif walaupun dalam proses pengisian maupun pergantian air menggunakan pompa akan tetapi efisiensi biaya harus tetap diperhitungkan.

Kecepatan Arus

Kecepatan arus perairan yang terjadi pada umumnya disebabkan oleh angin dan arah angin, dimana arus akan berubah – ubah tergantung pada kondisi pasang surut. Adanya arus di laut disebabkan oleh perbedaan densitas masa air laut, tiupan angin terus menerus diatas permukaan laut dan pasang-surut terutama di daerah pantai (Raharjo dan Sanusi, 1983 dalam Satriadi dan Widada, 2004). Pasang surut juga dapat menggantikan air secara total dan terus menerus sehingga perairan terhindar dari pencemaran (Winanto, 2004). Sedangkan distribusi pantai dapat merubah dan meredam arus (Sidjabat, 1976). Arus mempunyai pengaruh positif dan negatif bagi kehidupan biota perairan. Arus dapat menyebabkan ausnya jaringan jasad hidup akibat pengikisan atau teraduknya substrat dasar berlumpur yang berakibat pada kekeruhan sehingga terhambatnya fotosintesa. Pada saat yang lain, manfaat dari arus adalah menyuplai makanan, kelarutan oksigen, penyebaran plankton dan penghilangan CO₂ maupun sisa-sisa produk biota laut (Beverige, 1987 ; Romimohtarto, 2003). Kenyataan yang tidak dapat ditoleransi terhadap kuat maupun lemahnya arus akan menghambat kegiatan budidaya laut (Ghufro dan Kordi, 2005).



BAB IV

ANALISIS KESESUIAN DALAM PERENCANAAN PENGEMBANGAN TAMBAK



4.1. Kesesuaian Lokasi Tambak

Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan suatu bidang lahan untuk penggunaan tertentu, seperti untuk budidaya tambak. Analisis kesesuaian lahan untuk budidaya tambak perlu dilakukan agar menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan penggunaan lahan yang sesuai. Menurut Rossiter (2007) analisis kesesuaian lahan sangat penting dilakukan karena lahan memiliki sifat fisik, sosial, ekonomi dan geografi yang bervariasi atau lahan diciptakan tidak sama. Sifat yang bervariasi dari lahan tersebut dapat mempengaruhi penggunaan lahan tersebut.

Analisis kesesuaian lahan merupakan suatu proses pendugaan keragaan lahan apabila lahan digunakan untuk tujuan tertentu (Howerton 2001) atau sebagai metode yang menjelaskan atau memprediksi kegunaan potensial dari lahan (van Dieven et al. 1991). Apabila potensi lahan sudah dapat ditentukan, maka perencanaan penggunaan lahan dapat dilakukan berdasarkan pertimbangan yang rasional (Rayes 2007). Dengan demikian, analisis kesesuaian lahan merupakan alat perencanaan penggunaan lahan yang strategis dan dapat memprediksi keragaan lahan mengenai keuntungan yang diharapkan dan kendala penggunaan lahan yang produktif serta degradasi lingkungan yang diperkirakan akan terjadi karena penggunaan lahan. Kesesuaian lahan merupakan suatu kunci sukses dalam kegiatan akuakultur yang mempengaruhi kesuksesan dan keberlanjutannya (Pérez et al. 2003). Oleh karena itu, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menentukan kesesuaian lahan untuk budidaya tambak, faktor pembatas, agar produktivitas tambak dapat meningkat dan berkelanjutan serta dapat menjadi acuan bagi penentu kebijakan secara umum dalam penentuan Rencana Tata Ruang Wilayah.

Budidaya tambak udang yang berlokasi di daerah pesisir sangat berhubungan dengan kondisi tata ruang, sosial budaya,

keamanan dan ekonomi masyarakat pesisir tersebut. Oleh karena itu pendekatan pemecahan masalah perlu digarap secara terintegrasi. Pada saat itu sudah waktunya untuk melaksanakan pendekatan dan isu bagi pembangunan budidaya yang lestari dan bertanggungjawab melihat kenyataan bahwa produksi perambakan khususnya komoditi udang di tanah air menurun drastis akibat dari kesalahan pengelolaan. Para pengusaha tambak udang mulai meninggalkan lahannya begitu saja karena menderita kerugian terus menerus.

Pemahaman terhadap budidaya yang berkelanjutan perlu dikumandangkan di berbagai pihak. Pemerintah perlu menetapkan tindakan pengawasan terhadap pelaksanaan undang-undang dan peraturan yang berkenaan dengan pengelolaan kawasan pesisir. Pendekatan yang seimbang dan terinformasi dapat dilakukan untuk memusatkan isu-isu perhatian terhadap konsep pembangunan budidaya yang berwawasan lingkungan dan bertanggungjawab. Penyiapan lingkungan yang kondusif untuk pembangunan budidaya berkelanjutan adalah merupakan tanggungjawab bersama, baik pemerintah, swasta, petani tambak dan para ilmuwan. dimana permasalahan tersebut di atas dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan yang berbasis kesesuaian lahan (pemilihan lokasi), pemilihan spesies, dan pemilihan teknologi.

Kesesuaian lahan budidaya tambak dicirikan oleh karakteristik biofisik lingkungan perairan (volume air yang tersedia di pantai, tipe pantai, pasang surut, arus debit air tawar, fisika-kimia –biologi perairan, fisika-kimia tanah, iklim), ketersediaan benih dan pakan baik kualitas maupun kuantitas, manajemen budidaya, serta sarana dan prasarana produksi.

Alokasi pemanfaatan lahan budidaya tambak yang tidak terkendali akan memicu penurunan kualitas lingkungan perairan dan berdampak pada proses biologi dalam sistem produksi perikanan budidaya tambak, serta dampak ekologi yang lebih luas. Aspek

social ekonomi merupakan faktor pendorong terjadinya tekanan lingkungan yang menitikberatkan pada pencapaian target maksimasi keuntungan dalam jangka pendek. Hal ini akan memicu terjadinya mismanagement dalam alokasi sumberdaya dan lingkungan perairan. Karena itu analisis kesesuaian lahan diperlukan dalam pengembangan budidaya tambak secara berkelanjutan.

Luasan areal dan pola teknologi yang diterapkan harus seimbang karena apabila terjadi penumpukan penerapan teknologi maju di satu hamparan akan menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar. Limbah yang dihasilkan berupa sisa pakan dan feses yang terbuang ke badan air merupakan potensi sumber bahan organik, N dan P yang dapat mempengaruhi kelayakan kualitas air bagi kehidupan budidaya udang dan ikan yang pada akhirnya akan menurunkan kualitas lingkungan. Seharusnya pola penerapan teknologi di suatu hamparan dapat dikendalikan melalui pengawasan pihak pemerintah agar tercapai lingkungan budidaya yang ideal.

Penentuan kesesuaian lahan untuk kegiatan pertambakan ditujukan untuk mengurangi atau mencegah dampak negatif yang ditimbulkan, serta menjamin kegiatan pertambakan tersebut dapat berlangsung secara optimal, terpadu dan berkelanjutan, ditinjau secara ekologis maupun sosial ekonomis (Bakosurtanal 1996; Hardjowigeno 2001).

Keberhasilan pertambakan udang terletak pada ketepatan pemilihan lokasi, dimana kekeliruan dalam pemilihan lokasi akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan modal, tingginya biaya operasi, rendahnya produksi dan munculnya masalah lingkungan (Poernomo 1992). Pengalaman membuktikan bahwa lokasi pertambakan, teknologi yang diterapkan dan pola sebaran tambak di suatu kawasan pantai akan berdampak luas terhadap mutu lingkungan, stabilitas produksi tambak dan keuntungan ekonomi usaha pertambakan. Lahan untuk usaha pertambakan harus

memenuhi persyaratan ekologis, biologis, teknis, sosial ekonomi, dan higienis, karena kesesuaian lahan pertambakan akan sangat menentukan produktivitas budidaya tambak (Gunarto 2007; Mustafa et al. 2008).

Pengembangan pertambakan yang tidak terkendali telah membawa dampak negatif terhadap mutu lingkungan, dimana mutu air secara fisik, kimiawi dan mikrobiologis akan mengalami penurunan yang tajam. Gejala ini akan diperburuk lagi oleh adanya perkembangan permukiman, pencemaran, perindustrian dan konversi hutan mangrove di wilayah pesisir. Pengembangan wilayah pesisir dengan sasaran penentuan kesesuaian lahan untuk kegiatan pertambakan udang, maka klasifikasi kesesuaian lahannya ditujukan untuk mengurangi atau mencegah dampak negatif yang ditimbulkan, serta menjamin kegiatan pertambakan udang tersebut dapat berlangsung secara optimal, terpadu dan berkelanjutan, ditinjau secara ekologis maupun sosial ekonomis (Bakosurtanal 1996; Hardjowigeno 2001). Keberhasilan pertambakan udang terletak pada ketepatan pemilihan lokasi, dimana kekeliruan dalam pemilihan lokasi akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan modal, tingginya biaya operasi, rendahnya produksi dan munculnya masalah lingkungan (Poernomo 1992). Pengalaman membuktikan bahwa lokasi pertambakan, teknologi yang diterapkan dan pola sebaran tambak di suatu kawasan pantai akan berdampak luas terhadap mutu lingkungan, stabilitas produksi tambak dan keuntungan ekonomi usaha pertambakan.

Lahan untuk usaha pertambakan harus memenuhi persyaratan ekologis, biologis, teknis, sosial ekonomi, dan higienis, karena kesesuaian lahan pertambakan akan sangat menentukan produktivitas budidaya tambak (Gunarto 2007; Mustafa et al. 2008). Kawasan yang sesuai untuk tambak harus memenuhi persyaratan (Widigdo 2000; Csavas 1994): (1) lahan terletak di daerah pasang

surut dengan elevasi air sedalam 0.5 – 1.0 m selama periode pasang naik, dapat dikeringkan tuntas ketika air pasang terendah; (2) memiliki kemiringan dan ketinggian lahan yang ideal untuk tambak; (3) memiliki sumber air tawar dan payau sepanjang tahun untuk menjaga salinitas pertumbuhan; (4) memiliki sumber air yang kualitasnya memenuhi baku mutu untuk kehidupan biota akuatik; (5) kualitas tanah (tanah tekstur liat, lempung sampai berpasir); (6) lahan tambak harus bebas banjir rutin dan terlindung dari gelombang laut yang besar; (7) pembukaan tambak pada lahan mangrove wajib mempertahankan jalur hijau di sepanjang pantai dan alur sungai dan; (8) total luas tambak setiap hamparan merupakan satu kesatuan ekosistem tidak boleh melebihi daya dukung lingkungan pada hamparan tersebut; (9) kemudahan pemasaran; (10) tata guna lahan; (11) kebijakan pemerintah, keamanan, dan sarana sosial.

Perkembangan pertambakan yang tidak terkendali telah membawa dampak negatif terhadap mutu lingkungan, dimana mutu air secara fisik, kimiawi dan mikrobiologis akan mengalami penurunan yang tajam. Gejala ini akan diperburuk lagi oleh adanya perkembangan permukiman, pencemaran, perindustrian dan konversi hutan mangrove di wilayah pesisir.

4.2. Matriks Kesesuaian

Dalam pembuatan matrik kesesuaian harus berbasis komoditi budidaya misalnya udang, maka semua parameter kunci yang berpengaruh pada udang menjadi parameter dalam penyusunan matriks, dalam matrik biasanya disusun berdasarkan beberapa level mulai dua level (sesuai dan tidak sesuai) ini berarti bahwa penyusunan matrik didasarkan pada kisaran parameter yang optimal berarti sesuai dan di luar parameter optimal berarti tidak sesuai. Namun dalam analisis kesesuaian terkadang ada beberapa level misalnya ada tiga level (sangat sesuai, sesuai dan tidak sesuai).

Dalam penyusunan matrik parameter yang dibangun berdasarkan hasil kajian pustaka, sehingga parameter tersebut dapat di gunakan. Pemanfaatan lahan untuk pengembangan budidaya tambak udang didasarkan pada beberapa parameter. Berdasarkan parameter ini, kemudian dibangun dan dikembangkan suatu matriks kesesuaian lahan budidaya tambak udang yang disesuaikan dengan kondisi spesifik wilayah pesisir Kecamatan Mangara Bombang. Pembuatan dan pengembangan matriks parameter kesesuaian lahan budidaya tambak udang dilakukan pada tingkat penerapan teknologi intensif/semi intensif serta tradisional/tradisional plus (Tabel 5.1 dan 5.2).

Penentuan parameter, pemberian bobot dan skor meminta masukan, klarifikasi, dan justifikasi dari para tenaga ahli (expert) yang berkompeten dibidang perikanan budidaya tambak udang yang disesuaikan dengan kondisi saat ini wilayah pesisir Kecamatan Mangara Bombang. Berbagai dikusi dan bertemu langsung dengan para tenaga ahli dilakukan oleh penulis untuk mendapatkan parameter penentu untuk penilaian kesesuaian lahan di wilayah pesisir Kecamatan Mangara Bombang. Tenaga ahli berasal dari para peneliti di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Maros dan juga tenaga ahli yang berasal dari proyek Australia (ACIAR) untuk pemetaan tambak

Tabel 4.1.

Parameter kesesuaian lahan tambak udang intensif/semi intensif

Parameter	SS (Sangat Sesuai)	S (Sesuai)	KS (Kurang Sesuai)
Kemiringan lahan (%)	2 - 10	0 - 2	> 10
Kandungan liat (%)	10 - <30	30 - 50	> 50; <10
Penggunaan lahan	Tambak Kebun campuran Tegalan	Semak belukar	Sawah
Ketinggian lahan (m)	2.0 – 2.5	> 2.5 – 4.0	> 4.0; < 2.0
Jarak dari pantai (m)	130 – 600	> 600 – 900	> 900; < 130
Jarak dari sungai (m)	50 – 200	> 200 - 400	> 400 ; < 50
Salinitas (o/oo)	15 – 20	10 - <15 > 20 – 35	3 - < 10 > 35
Kedalaman solum tanah (cm)	> 120	60 – 120	< 60
pH tanah	6.5 – 8.5	5.0 - < 6.5	> 8.5; < 5,0
Bahan organik tanah (%)	0.5 – 1.0	> 1.0 – 2.50	> 2.50 ; < 0.5
Pirit (%)	Tidak ada	< 0.5	> 0.5

Sumber : Kapetsky et al. (1987); Poernomo (1992); Boyd (1995); Giap et al. (2005); Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Maros (2008); Boyd (2008); Pengamatan lapangan (2008); Justifikasi tenaga ahli (2008)



Tabel 4.2.
Parameter kesesuaian lahan tambak udang tradisional/tradisional plus

Parameter	SS (Sangat Sesuai)	S (Sesuai)	KS (Kurang Sesuai)
Kemiringan lahan (%)	0 - 2	-	> 2 – 10 ; > 10
Kandungan liat (%)	> 35	18 - 35	< 18
Penggunaan lahan	Tambak Semak belukar	Kebun campuran Tegalan	Sawah
Ketinggian lahan (m)	0 – 2	-	> 2,0
Jarak dari pantai (m)	130 – 300	> 300 - 600	> 600; <130
Jarak dari sungai (m)	50 – 100	> 100 - 200	> 200 ; < 50
Salinitas (o/oo)	15 - 20	> 20 – 35 10 - < 15	> 35 ; 3 - < 10
Kedalaman solum tanah (cm)	> 100	60 - 100	< 60
pH tanah	6.5 – 8.5	5.0 - < 6.5	> 8.5; < 5.0
Bahan organik tanah (%)	> 1.0 – 2.5	0.5 – 1.0 2.5 – 4.0	> 4.0 ; < 0.5
Pirit (%)	Tidak ada	< 1.0	>1.0

Sumber : Kapetsky et al. (1987); Poernomo (1992); Boyd (1995); Giap et al. (2005); Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Maros (2008); Boyd (2008); Pengamatan lapangan (2008); Justifikasi tenaga ahli (2008)

Pemberian bobot dan skor pada setiap parameter, didasarkan pada pertimbangan, yaitu: (1) parameter yang pengaruhnya dominan dan relatif tidak dapat diubah mempunyai faktor pembobot yang paling tinggi; (2) parameter yang pengaruhnya sama dengan parameter yang lain mempunyai faktor pembobot yang sama dan ; (3) parameter yang kurang dominan mempunyai faktor pembobot yang lebih kecil (lampiran 1 dan 2).

Basis data untuk masing – masing parameter kesesuaian lahan diatas disusun sebagai tema (layer) dalam bentuk digital. Data atau parameter yang tersedia dalam bentuk peta analog, dapat digitasi on screen dengan bantuan software arc view 3.3, menjadi peta digital dengan tahapan : (i) registrasi, koordinat peta analog disamakan terlebih dahulu dengan koordinat peta yang akan didigitasi; (ii) digitasi, merubah peta analog menjadi peta digital (digitasi on screen); (iii) editing, untuk memperbaiki hasil digitasi; (iv) anotasi, untuk memasukkan data atribut; (v) topology, untuk membentuk topologi; (vi) transformasi, untuk mengubah koordinat (derajat) menjadi koordinat meter UTM dan ; (vi) edgematching, untuk menggabungkan peta jika terdiri atas beberapa lembar.

Tema/layer yang dibutuhkan tetapi tidak tersedia dalam bentuk vektor dan peta analog, maka dipergunakan citra landsat 7 ETM⁺ untuk mengetahui kondisi penutupan dan penggunaan lahan (Lo 1996; Kushardono 1999; Sitanggang 1999; Danoedero 2004) dengan bantuan perangkat lunak ER MAPPER versi 7.0. Hasilnya berupa citra terklasifikasi yang dapat didigitasi on screen sehingga menghasilkan peta digital dengan bantuan software Arc View 3.3 yang dapat dipakai sebagai peta tematik atau layer. Peta hasil digitasi dan peta hasil klasifikasi citra landsat diintegrasikan untuk menghasilkan peta awal atau peta dasar (base map)(Danoedoro 1996). Tema/layer kualitas tanah yaitu kandungan liat, pH tanah, bahan organik tanah, dan kandungan pirit diperoleh dengan melakukan intepolasi data yaitu dengan memasukkan setiap parameter melalui titik-titik pengamatan/pengambilan data kualitas tanah dari GPS (format UTM) menjadi suatu area (polygon) dengan menggunakan metode Nearest Neighbour (Purwadhi et al. 1997; Burrough dan McDonnell 1998; Morain 1999). Data dalam bentuk spasial (peta digital) inilah yang siap dipakai sebagai tematik/layer dalam analisis kesesuaian lahan tambak udang di wilayah pesisir Kecamatan Mangara Bombang.

Pemetaan kawasan yang sesuai bagi budidaya tambak udang dilakukan dengan operasi tumpang susun (overlay operation) secara bertahap dari setiap tema/layer yang dipakai sebagai parameter. Proses tumpang susun (overlay) dilakukan dengan cara mencari irisan (intersection) dua buah tema/layer. Hasil irisan (intersection) kedua tema/layer tersebut adalah sebuah tema baru yang memuat ciri – ciri dari kedua tema/layer asal. Proses diteruskan sampai diperoleh irisan (intersection) dari seluruh tema/layer. Sebelum operasi tumpang susun (overlay operation), setiap tema/layer dinilai tingkat pengaruhnya terhadap penentuan lahan untuk budidaya tambak udang. Pemberian nilai pada masing-masing tema/layer ini menggunakan pembobotan (weighting) dan setiap tema/layer dibagi menjadi beberapa kelas yang kemudian diberi skor.

Proses tumpang susun didasarkan pada nilai indeks kesesuaian lahan dengan menggunakan pendekatan Index Overlay Model- IOM (Bonham dan Carter 1994):

$$I = \frac{\sum_i^n S_{ij} * B_i}{\sum_i^n B_i}$$

dimana :

I = indeks terbobot poligon terpilih

S_{ij} = skor kelas ke-j dalam peta ke-i

B_i = bobot peta ke-i

n = jumlah peta

Berdasarkan nilai indeks kesesuaian tersebut, kemudian dapat ditentukan Kelas kesesuaian lahan. Selang nilai indeks pada setiap kelas kesesuaian ditentukan melalui titik tengah dari selisih nilai indeks tertinggi dengan nilai indeks terendah. Pengelompokkan nilai kelas kesesuaian lahan sangat sesuai (SS), sesuai (S), dan kurang sesuai (KS) menggunakan formulasi sebagai berikut :



$$S_{nkl} = \left(\frac{I_{maks} - I_{min}}{3} \right)$$

dimana :

- S_{nkl} = Selang nilai kelas kesesuaian lahan tambak udang
 I_{maks} = Nilai indeks overlay tertinggi
 I_{min} = Nilai indeks overlay terendah

Hasil akhir dari analisis SIG melalui pendekatan Index Overlay Model adalah diperolehnya peringkat kelas kesesuaian lahan untuk budidaya tambak udang. Kelas kesesuaian lahan terdiri tiga kelas kesesuaian (Pusat Pengembangan Perikanan 1992; Poernomo 1992), yaitu :

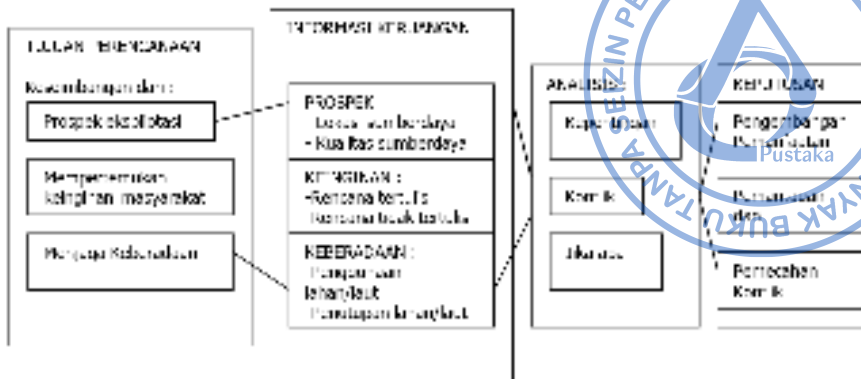
1. **Kelas Sangat Sesuai (SS)**, yaitu: Lahan atau kawasan yang sesuai untuk tambak udang tanpa adanya faktor pembatas yang berarti, atau memiliki faktor pembatas yang bersifat minor dan tidak akan menurunkan produktivitasnya secara nyata.
2. **Kelas Sesuai (S)**, yaitu: Lahan atau kawasan yang mempunyai faktor pembatas yang berpengaruh terhadap produktivitas tambak udang. Di dalam pengelolaannya diperlukan tambahan masukan (input) teknologi dan tingkatan perlakuan
3. **Kelas Kurang Sesuai (KS)**, yaitu: Lahan atau kawasan yang kurang sesuai diusahakan untuk tambak udang karena mempunyai faktor pembatas yang berat dan bersifat tidak permanen.

Penyusunan peta kesesuaian lahan ini dimaksudkan untuk memberikan informasi secara spasial tentang lokasi dan luas lahan yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya tambak udang intensif/semi intensif dan tradisional/tradisional plus.

4.3. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem informasi geografis (SIG) dapat digunakan dalam aplikasi manajemen sumberdaya di wilayah pesisir. Sistem informasi geografis (SIG) mempunyai kemampuan memberikan gambaran secara bersamaan dari berbagai faktor yang kompleks dengan proses tumpang susun (overlay operation) (Aronoff 1989; Esri 1990; Prahasta 2001; Radiarta et al. 2003). Sistem informasi geografis (SIG) dapat memudahkan dalam melakukan analisis keruangan (spasial analysis) dan pemantauan terhadap perubahan lingkungan wilayah pesisir. Kemampuan sistem informasi geografis (SIG) dalam analisis keruangan dan pemantauan dapat digunakan untuk mempercepat dan mempermudah penataan ruang (pemetaan potensi) sumberdaya wilayah pesisir yang sesuai dengan daya dukung lingkungannya (Maguire 1999; Barus dan Wiradisastra 2000).

Menurut Gunawan (1998), tipe penggunaan sistem informasi geografis (SIG) dalam pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan secara terpadu antara lain untuk: (i) mengetahui tingkat eksploitasi sumberdaya alam (SDA); (ii) mempertemukan keinginan manusia yang bervariasi, dan (iii) menjaga keberadaan /kelangsungan ekosistem pesisir. Sistem informasi geografis (SIG) paling tidak terdiri atas subsistem pemrosesan, subsistem analisis data dan subsistem yang menggunakan informasi; (iv) membantu memfasilitasi berbagai pihak sektoral, swasta dan pemerintah daerah dalam perencanaan sesuatu, pemetaan, dan pengintegrasian untuk mengetahui pilihan – pilihan manajemen dan alternatif perencanaan yang optimal; (v) merupakan alat yang digunakan untuk menunjang pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir yang berwawasan lingkungan.



Gambar 4.1. Tipe penggunaan sistem informasi geografis (SIG) dalam pengelolaan wilayah pesisir (Gunawan 1998)

Beberapa kriteria utama yang harus menjadi pertimbangan dalam melakukan evaluasi kesesuaian lahan dengan menggunakan sistem informasi geografis (SIG) bagi pengelolaan wilayah pesisir antara lain (Dahuri 1998) :

- (1) Model dan struktur data digunakan dapat dipakai pada wilayah yang luas dengan ketelitian dan resolusi yang tinggi .
- (2) Data spasial maupun non spasial yang telah tersusun, dapat diperbaiki, disimpan, diambil pada saat tertentu dan dapat ditampilkan secara efisien dan efektif .
- (3) Tersedianya peralatan dengan kemampuan analisis spasial untuk pemodelan wilayah pesisir, yang dapat melakukan proses-proses analisis dan pemodelan tersebut.

Sistem informasi geografis (SIG) pertama kali digunakan dalam bidang perikanan budidaya pada tahun 1980-an (Kapetsky et al. 1987; Raharjo 1996). Pemanfaatan data penginderaan jauh (Landsat TM, Landsat 7 ETM+, SPOT, IKONOS, QUICKBIRD) yang dipadukan dengan SIG akan membantu membentuk data base terutama penutupan atau penggunaan lahan di wilayah pesisir. Sistem informasi geografis (SIG) mempunyai keunggulan dalam

penerapannya dibidang sumberdaya perikanan budidaya dengan menyederhanakan pemasalahan dan pemanfaatan waktu yang lebih efektif dan efisien.

Aplikasi sistem informasi geografis (SIG) dalam pengelolaan basis data sumberdaya alam seperti areal konservasi dan perikanan budidaya mempunyai beberapa keuntungan (Kam et al.1992; Lo 1996): (i) mampu mengintegrasikan data dari berbagai format (grafik, teks) dari berbagai sumber; (ii) mampu bertukar data diantara berbagai disiplin ilmu dan lembaga; (iii) mampu memproses dan menganalisis data secara lebih efisien dan efektif; (iv) mampu melakukan pemodelan, pengujian dan perbandingan beberapa alternatif kegiatan sebelum diaplikasikan di lapangan; (v) mampu melakukan pembaruan data secara efisien terutama grafik; dan (vi) mampu menampung data dalam jumlah besar.

Meskipun demikian, pemanfaatan sistem informasi geografis (SIG) dalam bidang perikanan budidaya masih sangat terbatas dan ada beberapa hal penyebab keterbatasan dalam pemanfaatan sistem informasi geografis (SIG) (Nurwadjedi 1995; Nath et al.2000 dalam Perez et al. 2003; Radiarta et al. 2003), yaitu: (1) kurang dirasakannya keuntungan SIG ini dalam bidang perikanan budidaya; (2) terbatasnya pengetahuan akan dasar – dasar SIG dan metodologinya; (3) interaksi antar pengguna SIG.

4.4. Beban Limbah Budidaya Tambak Udang dan Dampaknya Terhadap Kualitas Lingkungan Perairan Pesisir

Limbah utama dari kegiatan budidaya tambak udang adalah bahan organik yang terutama berasal dari sisa – sisa pakan, kotoran, dan bahan – bahan terlarut. Limbah yang berupa organik pada umumnya terdiri dari protein, karbohidrat, dan lemak yang berasal

dari sisa kotoran dan pakan yang sebagian akan larut dan sebagian lagi akan mengendap di dasar.

Bahan organik tersebut ada yang bersifat mudah didegradasi secara biologi (biodegradable) dan ada yang sulit atau tidak dapat didegradasi secara biologis (non biodegradable) (Suryadiputra 1995).

Komposisi limbah tambak terdiri atas 77 % anorganik dan 22,1 % organik yang mengandung protein 65%, karbohidrat 25 % dan lemak 10%. (Sugiharto 1987; Nurdjana dan Arifin 1997). Bahan organik ini akan mengakibatkan laju produksi CO_2 dan senyawa toksit seperti NH_3 dan H_2S menjadi tinggi sehingga kondisi kualitas air tambak cepat menurun (Boyd 1999; Horowitz dan Horowitz 2000). Kandungan gas-gas ini dalam jumlah tertentu akan membahayakan kehidupan udang (organisme budidaya) serta dapat merangsang perkembangan (bloating) berbagai mikroorganisme, penyakit udang (bakteri, jamur, dan virus). Kondisi ini pada akhirnya dapat menyebabkan kegagalan panen atau menurunnya produksi udang secara drastis (Bucher dan Ismail 1993).

Bahan organik di dasar tambak akan meningkat seiring dengan masa pemeliharaan udang karena adanya penambahan dari hasil ekresi dan sisa pakan yang tidak dibuang seluruhnya ke luar tambak. Pemberian pakan (kering) dengan jumlah 2 (dua) kali lipat produk biomassa (basah), jika dihitung konversinya maka hanya 10–12 % yang dapat dipanen menjadi biomassa sedangkan 90 % lainnya terbuang ke lingkungan (Nurdjana dan Arifin 1997). Bahan organik yang mengandung protein ini akan diuraikan menjadi polipeptida, asam amino, dan ammonia sebagai hasil akhir yang menumpuk di dasar tambak.

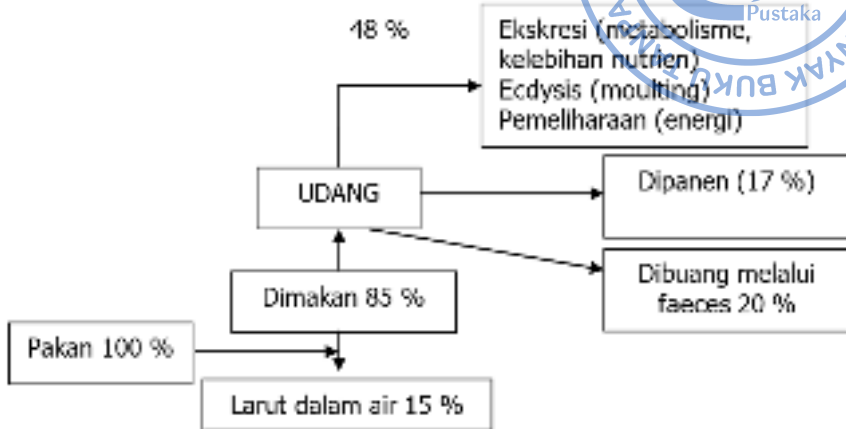
Rachmansyah (2001) dalam penelitiannya dengan menggunakan pakan 3.014 t/ha/mt, mendapatkan produksi limbah budidaya dari tambak berupa bahan organik sebesar 1.929 kg /ha/

MT, 0.2547 kg N/ha/MT dan 0.0663 kg P/ha/MT. Kandungan total fosfat dan total nitrogen sebagai produk samping (limbah) budidaya udang yang dibuang ke lingkungan dipengaruhi oleh faktor jumlah pakan yang dikonsumsi (efisiensi pakan), jumlah pakan yang tidak dikonsumsi, jumlah faeces, produksi biomassa udang, retensi fosfat dan nitrogen dalam udang windu, kandungan fosfat dan nitrogen dalam pakan, volume air tambak dan persentase pergantian air harian, dan laju pembasuhan (Haris 2000).

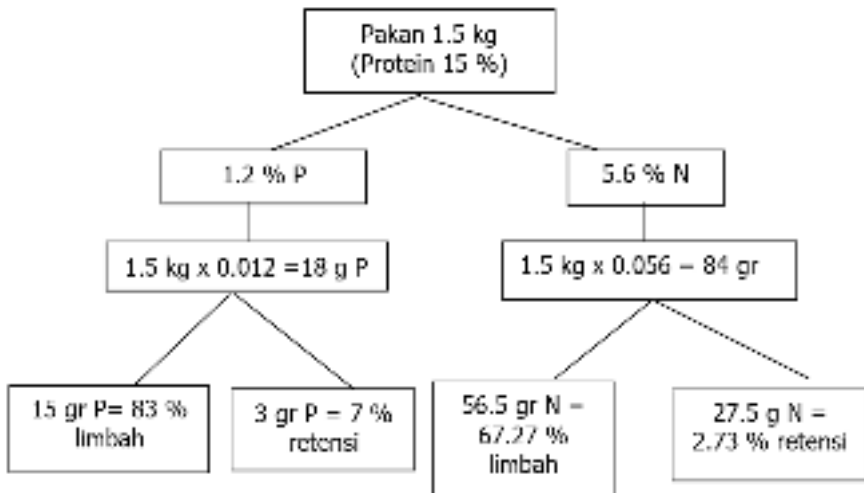
Hasil monitoring yang dilakukan oleh Primavera (1994) terhadap tambak udang intensif menyebutkan bahwa 15 % dari pakan yang diberikan akan larut dalam air, sementara 85 % yang dimakan, sebagian besar juga akan dikembalikan lagi ke lingkungan dalam bentuk limbah. Hanya 17 % dari jumlah pakan yang diberikan dikonversikan menjadi daging udang, 45 % terbuang dalam bentuk ekskresi (metabolisme, kelebihan nutrisi), ecdysis (moulting) dan pemeliharaan (energi) dan 20 % dari pakan yang diberikan dikembalikan ke lingkungan dalam bentuk limbah padat berupa faeces (Gambar 7).

Selanjutnya Boyd (1999) mengatakan bahwa apabila pakan yang diberikan bermutu baik dengan kadar protein 35 % (kandungan N dan P dalam pakan masing – masing 84 gr dan 18 gr), dapat menghasilkan food conversion ratio (FCR) sebesar 1.5 artinya bahwa untuk menghasilkan 1 kg udang diperlukan 1.5 kg pakan. Dalam kondisi ini, hanya sekitar 27.5 gr N dan 3 gr P yang akan dikonversi menjadi daging udang dan sekitar 56.6 gr N dan 15 gr P akan terbuang ke lingkungan perairan. Beban limbah yang terbuang ke lingkungan perairan dalam bentuk N dan P sangat ditentukan oleh kapasitas produksi tambak, dimana semakin tinggi produksi tambak per satuan luas (kg/ha), maka akan semakin besar limbah N dan P yang terbuang ke lingkungan perairan (Gambar 8). Limbah hasil budidaya yang masuk ke lingkungan perairan akan mengalami proses

dekomposisi oleh bakteri, dimana oksigen merupakan kebutuhan bakteri untuk mendekomposisi limbah tersebut (Willioghby 1968, diacu dalam Meade 1989; Wedmeyer 1996; Boyd 1999).



Gambar 4.2. Alur pakan udang di dalam tambak udang intensif (Primavera dan Apud 1994)



Gambar 4.3. Alur pakan udang dan limbah nutrisi (N dan P) budidaya udang intensif (Boyd 1999)

Kibria et al. (1996) menyatakan terdapat hubungan linier yang positif antara laju kehilangan fosfor per ton ikan silver perch (*Bidayus bidyus*) dengan food conversion rasio (FCR). Karena itu, perbaikan FCR sangat penting untuk mereduksi beban limbah P dari sistem akuakultur ke dalam perairan. Kehilangan P yang utama adalah yang bersumber dari feses dan pakan yang tidak termakan. Akan tetapi, pelepasan P tersebut ke dalam lingkungan perairan tergantung pada karakteristik fisika-kimia perairan seperti pH, temperatur, oksigen, turbulensi dan aktivitas mikroba, dimana semakin rendah pH air maka kehilangan P semakin besar (Persson 1988, diacu dalam Kibria et al. 1996).

Pengkayaan materi organik di perairan pesisir akan menstimulasi aktivitas mikroba yang memerlukan oksigen sehingga dapat menimbulkan deoxygenasi pada substrat dan kolom air akibat adanya pengurangan konsentrasi intersial oksigen dan meningkatnya konsumsi oksigen, meningkatnya reduksi sulfat, meningkatkan denitrifikasi serta meningkatnya pelepasan nutrien inorganik seperti nitrat, nitrit, ammonium, silikat, dan fosfat (Barg 1992; Buchhman et al. 1996; Mc.Donald et al. 1996). Limbah nutrien dan organik baik dalam bentuk terlarut maupun partikel yang berasal dari pakan yang tidak termakan serta ekskresi, umumnya dikarakteristikasi oleh peningkatan total suspended solid (TSS), BOD, COD, dan kandungan C, N, dan P (Barg 1992). Luas wilayah dampak pengkayaan nutrien tergantung pada karakteristik produksi budidaya, kedalaman badan air, topografi dasar perairan, kecepatan arus, dan angin yang akan menentukan penyebaran pengendapan partikel, input organik dan redistribusi limbah (Barg 1992; Silvert 1992; Johnsen et al. 1993).

Buangan limbah akuakultur dan hatchery dapat mendegradasi kualitas perairan jika mengandung konsentrasi TP 0.15 ppm (Waren-Hakanson diacu dalam Kibria et al. 1996) dan 0.1 ppm terlarut (Alabaster 1982, diacu dalam Kibria et al. 1996), cenderung dapat

menimbulkan proses eutrofikasi badan air yang menerima beban limbah dari sistem budidaya. Menurut Subandar (2000) komponen utama yang menentukan beban limbah N dan P dalam sistem budidaya udang bersumber dari pakan, penggantian air, pemupukan dan benur (bibit). Limbah yang bersumber dari pakan sekitar 6% N dan 1.3% P, pada sistem budidaya semi-intensif dengan jumlah pakan 3000 kg/ha/MT menghasilkan N sekitar 162 kg/ha/MT dan 35.1 kg/ha/MT.

Komunitas indigeneus yang mampu memanfaatkan relung yang ada yang dapat diintegrasikan dalam satu kawasan, memiliki kemampuan untuk mengasimilasi dan mineralisasi limbah organik, diduga sangat penting peranannya dalam meminimasi dampak lingkungan perairan pesisir (Barg 1992; Silvert 1992; Shpigel et al. 1993; Buschman et al. 1996; Troel et al. 1999). Dampak lingkungan yang diakibatkan oleh pengembangan perikanan budidaya udang tergantung pada praktek budidaya udang yang dilakukan, besarnya luasan usaha yang dilakukan, tingkat teknologi, beban limbah alami maupun limbah budidaya yang dihasilkan, volume badan air, laju pergantian (flushing rate), serta karakteristik lain dari badan air (Phillips 1985; Cornel and Whoriskey 1993).



BAB V

DAYA DUKUNG

Dalam kehidupan dan aktivitas manusia sehari-hari, lahan merupakan bagian dari lingkungan sebagai sumberdaya alam yang mempunyai peranan sangat penting untuk berbagai kepentingan bagi manusia. Lahan dimanfaatkan antara lain untuk pemukiman, pertanian, peternakan, pertambangan, jalan dan tempat bangunan fasilitas sosial, ekonomi dan sebagainya.

Bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan luas lahan garapan cenderung makin kecil, keadaan ini menyebabkan meningkatnya tekanan penduduk terhadap lahan. Kemudian di daerah perladang berpindah kenaikan kepadatan penduduk juga meningkatkan tekanan penduduk terhadap lahan karena naiknya kebutuhan akan pangan akibatnya diperpendeknya masa istirahat lahan (Soemarwoto, 2001). Selanjutnya, (Siwi, 2002) menyatakan bahwa meningkatnya kepadatan penduduk daya dukung lahan pada akhirnya akan terlampaui. Hal ini menunjukkan bahwa lahan di suatu wilayah tidak mampu lagi mendukung jumlah penduduk di atas pada tingkat kesejahteraan tertentu (Mustari et.al., 2005).

Lingkungan secara alami memiliki kemampuan untuk memulihkan keadaannya. Pemulihan keadaan ini merupakan suatu prinsip bahwa sesungguhnya lingkungan itu senantiasa arif menjaga keseimbangannya. Sepanjang belum ada gangguan “paksa” maka apapun yang terjadi, lingkungan itu sendiri tetap bereaksi secara seimbang. Perlu ditetapkan daya dukung lingkungan untuk mengetahui kemampuan lingkungan menetralisasi parameter pencemar dalam rangka pemulihan kondisi lingkungan seperti semula.

Apabila bahan pencemar berakumulasi terus menerus dalam suatu lingkungan, sehingga lingkungan tidak punya kemampuan alami untuk menetralisasinya yang mengakibatkan perubahan kualitas. Pokok permasalahannya adalah sejauh mana perubahan ini diperkenankan.

Tanaman tertentu menjadi rusak dengan adanya asap dari suatu pabrik, tapi tidak untuk sebahagian tanaman lainnya. Contoh, dengan buangan air pada suatu sungai mengakibatkan peternakan ikan mas tidak baik pertumbuhannya, tapi cukup baik untuk ikan lele dan ikan gabus.

Berarti daya dukung lingkungan untuk kondisi kehidupan ikan emas berbeda dengan daya dukung lingkungan untuk kondisi kehidupan ikan lele gabus. Kenapa demikian, tidak lain karena parameter yang terdapat dalam air tidak dapat dinetralisasi lingkungan untuk kehidupan ikan emas. Ada saatnya makhluk tertentu dalam lingkungan punya kemampuan yang luar biasa beradaptasi dengan lingkungan lain, tapi ada kalanya menjadi pasif terhadap faktor luar. Jadi faktor daya dukung tergantung pada parameter pencemar dan makhluk yang ada dalam lingkungan.

5.1. Pengertian Daya Dukung

Daya dukung lingkungan adalah Kemampuan lingkungan untuk mendukung perikehidupan semua makhluk hidup yang meliputi ketersediaan sumberdaya alam untuk memenuhi kebutuhan dasar atau tersedianya cukup ruang untuk hidup pada tingkat kestabilan sosial tertentu disebut daya dukung lingkungan. Keberadaan sumberdaya alam di bumi tidak tersebar merata sehingga daya dukung lingkungan pada setiap daerah akan berbeda-beda. Oleh karena itu, pemanfaatannya harus dijaga agar terus berkesinambungan dan tindakan eksploitasi harus dihindari.

Pengertian (konsep) dan ruang lingkup daya dukung lingkungan menurut UU 32/2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lain, sedangkan

pelestarian daya dukung lingkungan hidup adalah rangkaian upaya untuk melindungi kemampuan lingkungan hidup terhadap tekanan perubahan dan atau dampak negatif yang ditimbulkan oleh suatu kegiatan, agar tetap mampu mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lain (http://www.komisiinformasi.go.id/assets/data/arsip/UU_32_Tahun_2009.pdf). Menurut Soemarwoto (2001), daya dukung lingkungan pada hakekatnya adalah daya dukung lingkungan alamiah, yaitu berdasarkan biomas tumbuhan dan hewan yang dapat dikumpulkan dan ditangkap per satuan luas dan waktu di daerah itu. Menurut Khanna et al. (1999), daya dukung lingkungan hidup terbagi menjadi 2 (dua) komponen, yaitu kapasitas penyediaan (supportive capacity) dan kapasitas tampung limbah (assimilative capacity).

Daya dukung lingkungan adalah kapasitas atau kemampuan ekosistem untuk mendukung kehidupan organisme secara sehat sekaligus mempertahankan produktivitas, kemampuan adaptasi, dan kemampuan memperbarui diri. Daya dukung lingkungan diartikan sebagai kemampuan lingkungan untuk mendukung kehidupan manusia (Sunu, 2001 : 6).

Daya dukung lingkungan/carrying capacity adalah batas atas dari pertumbuhan suatu populasi, di mana jumlah populasi tersebut tidak dapat lagi didukung oleh sarana, sumberdaya dan lingkungan yang ada. Atau secara lebih singkat dapat dijelaskan sebagai batas aktivitas manusia yang berperan dalam perubahan lingkungan. Konsep ini berasumsi bahwa terdapat kepastian keterbatasan lingkungan yang bertumpu pada pembangunan (Zoer'aini, 1997).

Sedangkan menurut Lenzen dan Murray (2003), kebutuhan hidup manusia dari lingkungan dapat dinyatakan dalam luas area yang dibutuhkan untuk mendukung kehidupan manusia. Luas area untuk mendukung kehidupan manusia ini disebut jejak ekologi (ecological footprint). Lenzen juga menjelaskan bahwa untuk mengetahui

tingkat keberlanjutan sumberdaya alam dan lingkungan, kebutuhan hidup manusia kemudian dibandingkan dengan luas aktual lahan produktif. Perbandingan antara jejak ekologi dengan luas aktual lahan produktif ini kemudian dihitung sebagai perbandingan antara lahan tersedia dan lahan yang dibutuhkan. Carrying capacity atau daya dukung lingkungan mengandung pengertian kemampuan suatu tempat dalam menunjang kehidupan makhluk hidup secara optimum dalam periode waktu yang panjang. Daya dukung lingkungan dapat pula diartikan kemampuan lingkungan memberikan kehidupan organisme secara sejahtera dan lestari bagi penduduk yang mendiami suatu kawasan.

Definisi daya dukung lingkungan/carrying capacity :

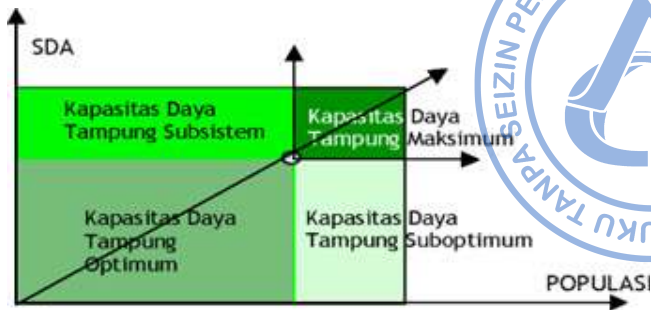
- Jumlah organisme atau spesies khusus secara maksimum dan seimbang yang dapat didukung oleh suatu lingkungan;
- Jumlah penduduk maksimum yang dapat didukung oleh suatu lingkungan tanpa merusak lingkungan tersebut;
- Jumlah makhluk hidup yang dapat bertahan pada suatu lingkungan dalam periode jangka panjang tanpa membahayakan lingkungan tersebut;
- Jumlah populasi maksimum dari organisme khusus yang dapat didukung oleh suatu lingkungan tanpa merusak lingkungan tersebut;
- Rata-rata kepadatan suatu populasi atau ukuran populasi dari suatu kelompok manusia di bawah angka yang diperkirakan akan meningkat dan di atas angka yang diperkirakan untuk menurun disebabkan oleh kekurangan sumberdaya. Kapasitas pembawa akan berbeda untuk tiap kelompok manusia dalam sebuah lingkungan tempat tinggal, disebabkan oleh jenis makanan, tempat tinggal, dan kondisi sosial dari masing-masing lingkungan tempat tinggal tersebut.

•

Carrying Capacity/CC (kapasitas daya tampung) merupakan kemampuan optimum lingkungan untuk memberikan kehidupan yang baik dan memenuhi syarat kehidupan terhadap penduduk yang mendiami lingkungan tersebut. Apabila kemampuan optimum telah terpenuhi, sedangkan populasi cenderung meningkat maka akan terjadi persaingan dalam memperebutkan sumberdaya (SD). Untuk mengurangi disparitas pemenuhan kebutuhan masing-masing individu akan sumberdaya (SD) maka diperlukan sebuah teknologi yang dapat membantu memperbesar kapasitas sumberdaya (SD). Adanya konsep Carrying Capacity (CC) berdasarkan sebuah pemikiran bahwa lingkungan mempunyai batas kapasitas maksimum guna mendukung pertumbuhan populasi penduduk yang berbanding lurus dengan azas manfaatnya.

Kapasitas daya tampung (CC) dibedakan atas 4 (empat) tingkatan, yaitu :

1. CC Maksimum, apabila SD yang tersedia telah dimanfaatkan semaksimal mungkin dan telah melebihi daya dukung SD dalam memenuhi kebutuhan populasi penghuninya.
2. CC Subsistem, apabila pemanfaatan SD melebihi kapasitas daya tampung SD akan tetapi populasi tidak optimum sehingga melebihi kebutuhan populasi.
3. CC Suboptimum, apabila pemanfaatan SD yang ada berada di bawah rata-rata kebutuhan populasi.
4. CC Optimum, apabila kapasitas daya tampung SD berada di bawah rata-rata kebutuhan populasi.



Gambar 5.1. Carrying Capacity Indicator (Rolasisasi, 2007)

5.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Daya Dukung

Daya dukung berkelanjutan ditentukan oleh banyak faktor, baik faktor biofisik maupun sosial-budaya-ekonomi. Kedua kelompok faktor ini saling mempengaruhi. Faktor biofisik penting yang menentukan daya dukung daya dukung berkelanjutan ialah proses ekologi yang merupakan sistem pendukung kehidupan dan keanekaragaman jenis yang merupakan sumberdaya gen. Misalnya hutan adalah salah satu faktor ekologi dalam sistem pendukung kehidupan. Hutan melakukan fotosintesis menghasilkan oksigen yang kita perlukan untuk pernafasan kita. Apabila proses fotosintesis terhenti atau menurun dengan drastis karena hutan atau tumbuhan pada umumnya habis atau sangat berkurang, kandungan oksigen dalam udara akan menurun dan kehidupan kita akan terganggu. Hutan juga mempunyai fungsi orologi yaitu melindungi tata air dan tanah dari erosi. Kerusakan hutan akan mengakibatkan rusaknya tata air dan terjadinya erosi tanah. Erosi tanah akan menurunkan kesuburan tanah yang berarti menurunkan produksi dan menambah biaya produksi, menyebabkan pendangkalan sungai, waduk dan saluran irigasi; menurunkan produksi ikan dan memperbesar bahaya banjir.

Mahluk hidup secara keseluruhan merupakan sistem dalam daur materi. Rusaknya daur materi akan mengakibatkan pencemaran. Dan lebih hebatnya lagi, kerusakan daur materi akan mengancam kelangsungan hidup semua mahluk hidup.

Faktor sosial budaya juga mempunyai peranan yang sangat penting, bahkan menentukan dalam daya dukung berkelanjutan. Sebab akhirnya manusialah yang menentukan apakah pembangunan akan berjalan terus atau terhenti. Kemelaratan pada salah satu pihak merupakan hambatan untuk pembangunan. Tetapi pada lain pihak kemelaratan juga merupakan cambuk untuk perjuangan memperbaiki nasib diri sendiri. Sebaliknya kekayaan pada salah satu pihak mengandung kekuatan untuk pembangunan.

Faktor-faktor yang dapat menentukan daya dukung lingkungan dalam kondisi baik atau tidak antara lain, adalah ketersediaan bahan baku dan energi, akumulasi limbah dari aktivitas produksi (termasuk manajemen limbahnya) dan tentu interaksi antar makhluk hidup yang ada di dalam lingkungan. Dengan kata lain daya dukung harus mampu mencakup daya dukung lingkungan fisik, biologi dan persepsi atau psikologis.

Dalam upaya pelestarian fungsi lingkungan hidup (pengelolaan), akan selalu ada kegiatan-kegiatan seperti kegiatan pemanfaatan (termasuk penataan dan pemeliharaan), pengendalian, pemulihan dan juga pengembangan kawasan lingkungan hidup. Pembangunan berkelanjutan adalah upaya pelestarian yang paling baik, karena dalam prosesnya akan selalu memperhatikan daya dukung lingkungan sehingga dapat dijadikan modal pembangunan untuk generasi-generasi selanjutnya.

Untuk itu, sebelum melakukan pengelolaan hendaknya ditentukan terlebih dahulu nilai dari daya dukung lingkungan yang menjadi targetnya. Dalam penentuan daya dukung suatu kawasan

perlu diperhatikan setidaknya tiga aspek utama, yaitu ekologi, ekonomi dan sosial. Hal ini penting mengingat bahwa interaksi antara kegiatan pengelolaan dengan ekosistem dari kawasan tersebut akan tergambarkan dengan sangat kompleks, sehingga memerlukan pendekatan yang multidimensi. Proses perencanaan pembangunan dengan konsep daya dukung mengandung pengertian adanya kemampuan dari alam dan sistim lingkungan buatan untuk mendukung kebutuhan yang melibatkan keterbatasan alam yang melebihi kemampuannya, yang secara tidak langsung dapat menyebabkan degradasi atau kerusakan lingkungan. Keterbatasan fisik lingkungan dapat ditoleransi jika terdapat kompensasi biaya untuk menghindari resiko atau bahaya yang terjadi. Dengan demikian pembangunan hanya dapat dilakukan pada tempat yang memiliki zona potensial. Selain aspek fisik, daya dukung juga tergantung pada kondisi sosial, masyarakat, waktu dan tempat (Suryanto, 2007).

Daya dukung lingkungan yaitu kemampuan sebidang lahan dalam mendukung kehidupan manusia (Sumarwoto, 2001). Kemudian Notohadiprawiro (1991) menjelaskan bahwa daya dukung tersebut dinilai menurut ambang batas kesanggupan lahan sebagai suatu ekosistem untuk menahan keruntuhan akibat dampak penggunaan. Pembahasan daya dukung meliputi : tingkat penggunaan lahan, pemeliharaan mutu lingkungan, tujuan pengelolaan, pertimbangan biaya pemeliharaan dan kepuasan pengguna sumberdaya.

Implementasi daya dukung lingkungan dapat dilakukan dengan tiga cara :

1. Daya dukung lingkungan disusun pada level minimum sebagai aktivitas baru yang dapat diakomodasikan sebelum terjadi perubahan yang nyata dalam lingkungan yang ada. Misalnya : daya dukung untuk wilayah pertanian, kehutanan dan kegiatan wisata.

2. Perubahan dapat diterima, tetapi pada level tertentu dibatasi agar tidak mengalami proses degradasi serta sesuai dengan ketentuan standart. Cara ini kemungkinan dapat lebih meluas dan relevan terutama untuk ambang batas udara dan air. Contoh implementasi model ini adalah ijin pembuangan limbah yang disesuaikan dengan kapasitas jaringan air.
3. Kapasitas lingkungan diterima sebagai aktivitas baru. Model ini dipakai untuk manajemen sumberdaya. Cara ini kemungkinan tidak relevan dengan kasus perkembangan kota, namun dapat relevan dalam kasus drainase yang menyebar pada lahan pertanian basah (Suryanto, 2007).

Kemudian Notohadiprawiro (1991) menjelaskan bahwa tata ruang secara umum memenuhi kriteria kesesuaian lahan, wawasan lingkungan dan wawasan ekonomi bila diterapkan secara bersama-sama. Penggunaan lahan di bawah kelayakan memang memenuhi kriteria kesesuaian (menghemat penggunaan lahan), namun potensi ekonomi lahan tidak dimanfaatkan sepenuhnya. Pemanfaatan yang melampaui ukuran kelayakan berarti melanggar kedua kriteria tata guna lahan (kesesuaian dan wawasan lingkungan). Dalam hal ini penggunaan lahan terpaksa disubsidi dengan bahan dan energi berupa teknologi, sehingga lahan digunakan secara tidak efisien dan menjadi suatu sistem yang mantap semu (metastable).

Setiap daerah memiliki karakteristik geografi yang berbeda-beda serta ditambah dengan kegiatan manusia dengan berbagai kepentingannya, sehingga daya dukung lingkungan akan sangat bervariasi. Di daerah yang kondisi daya dukung lingkungannya masih relatif baik, sebagian masyarakat masih kurang memperhatikan dampak lingkungan sehingga mengakibatkan berkurangnya daya dukung lingkungan. Hal ini akan dapat berlaku sebaliknya, yaitu kemampuan lingkungan untuk mendukung kehidupan manusia akan berkurang. Perkembangan teknologi dan kemajuan industri

akan berdampak pada kualitas daya dukung lingkungan yang pada akhirnya akan merusak lingkungan itu sendiri (Sunu, 2001: 10).

Lingkungan yang berada di sekitar kita sangat bervariasi, hal ini juga menunjukkan bervariasinya kemampuan pendukung dari lingkungan tersebut. Daya dukung tidak mutlak, melainkan dapat berkembang sesuai dengan faktor yang mendukungnya, yaitu faktor geografi (iklim, perubahan cuaca, kesuburan tanah, erosi); faktor sosial budaya dan iptek (Supardi, 1994).

Dalam UU No. 52 Tahun 2009 tentang Perkembangan Kependudukan dan Pembangunan Keluarga, merinci daya dukung lingkungan menjadi tiga, yakni daya dukung lingkungan alam, daya tampung lingkungan binaan dan daya tampung lingkungan sosial. Namun, UU ini tidak merinci lebih jauh bagaimana daya dukung tersebut dapat diukur ataupun dihitung.

Ada beberapa kebutuhan informasi sumberdaya lahan yang diperlukan diketahui, yaitu : tanah, iklim, topografi dan formasi geologi, vegetasi dan kondisi sosial ekonomi. Informasi tentang tanah pada akhirnya akan menunjukkan kondisi keragaman sifat lahan yang sangat penting dalam penilaian kemampuan lahan serta tindakan-tindakan budidaya yang diperlukan. Informasi iklim mencakup data tentang : temperatur, curah hujan, kecepatan dan arah angin. Informasi tentang topografi dan formasi geologi meliputi : ketinggian lahan di atas permukaan air laut, derajat kemiringan lereng, dan posisi pada bentang alam. Kondisi topografi berpengaruh secara tidak langsung terhadap kualitas tanah termasuk ancaman erosi dan potensi lahan untuk diusahakan.

Vegetasi merupakan salah satu unsur lahan, yang dapat berkembang secara alami atau sebagai hasil dari aktivitas manusia baik pada masa yang lalu atau masa kini. Vegetasi dapat dipertimbangkan sebagai petunjuk untuk mengetahui potensi lahan



dan kesesuaian lahan bagi suatu kegunaan tertentu melalui kehadiran tanaman-tanaman indikator (Sitorus, 1998: 25).

Selain faktor-faktor tersebut diatas, faktor lain yang mempengaruhi daya dukung yaitu

- Produktivitas Lahan.

Jumlah penduduk Indonesia saat ini mencapai 216 juta jiwa dengan angka pertumbuhan 1.7 % per tahun. Angka tersebut mengindikasikan besarnya bahan pangan yang harus tersedia. Kebutuhan yang besar jika tidak diimbangi peningkatan produksi pangan justru menghadapi masalah bahaya latent yaitu laju peningkatan produksi di dalam negeri yang terus menurun. Sudah pasti jika tidak ada upaya untuk meningkatkan produksi pangan akan menimbulkan masalah antara kebutuhan dan ketersediaan dengan kesenjangan semakin melebar.

Keragaman di atas menunjukkan bahwa laju pertumbuhan produksi pangan nasional rata-rata negatif dan cenderung menurun, sedangkan laju pertumbuhan penduduk selalu positif yang berarti kebutuhan terus meningkat. Keragaan total produksi dan kebutuhan nasional dari tahun ke tahun pada ketiga komoditas pangan utama di atas menunjukkan kesenjangan yang terus melebar; khusus pada kedelai sangat memprihatinkan. Kesenjangan yang terus meningkat ini jika terus di biarkan konsekwensinya adalah peningkatan jumlah impor bahan pangan yang semakin besar, dan kita semakin tergantung pada negara asing.

Rendahnya laju peningkatan produksi pangan dan terus menurunnya produksi di Indonesia antara lain disebabkan oleh: (1) Produktivitas tanaman pangan yang masih rendah dan terus menurun; (2) Peningkatan luas areal penanaman-panen yang stagnan bahkan terus menurun khususnya di lahan pertanian pangan

produktif di pulau Jawa. Kombinasi kedua faktor di atas memastikan laju pertumbuhan produksi dari tahun ke tahun yang cenderung terus menurun. Untuk mengatasi dua permasalahan teknis yang mendasar tersebut perlu dilakukan upaya-upaya khusus dalam pembangunan pertanian pangan khususnya dalam kerangka program ketahanan pangan nasional.

Sulitnya melakukan peningkatan produksi pangan nasional antara lain karena pengembangan lahan pertanian pangan baru tidak seimbang dengan konversi lahan pertanian produktif yang berubah menjadi fungsi lain seperti permukiman. Lahan irigasi Indonesia sebesar 10.794.221 hektar telah menyumbangkan produksi padi sebesar 48.201.136 ton dan 50 %-nya lebih disumbang dari pulau Jawa (BPS, 2000). Akan tetapi mengingat padatnya penduduk di pulau Jawa keberadaan lahan tanaman pangan tersebut terus mengalami degradasi seiring meningkatnya kebutuhan pemukiman dan pilihan pada komoditi yang memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi seperti hortikultura. Jika tidak ada upaya khusus untuk meningkatkan produktivitas secara nyata dan/atau membuka areal baru pertanian pangan sudah pasti produksi pangan dalam negeri tidak akan mampu mencukupi kebutuhan pangan nasional.

Dari sisi perluasan areal lahan tanaman pangan ini upaya yang dapat ditempuh adalah: (1) Memanfaatkan lahan lebak dan pasang surut termasuk di kawasan pasang surut (Alihamsyah, dkk, 2002) (2) Mengoptimalkan lahan tidur dan lahan tidak produktif di pulau Jawa. Kedua pilihan di atas mutlak harus di barengi dengan menerapkan teknologi produktivitas mengingat sebagian besar lahan tersebut tidak subur untuk tanaman pangan.

Luas lahan pasang surut dan Lebak di Indonesia diperkirakan mencapai 20,19 juta hektar dan sekitar 9,5 juta hektar berpotensi untuk pertanian serta 4,2 juta hektar telah di reklamasi untuk pertanian (Ananto, E.,2002). Memanfaatkan lahan lebak dan Pasang

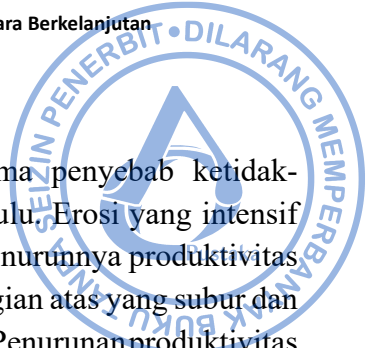
Surut dipandang sebagai peluang terobosan untuk memacu produksi meskipun disadari bahwa produktivitas di lahan tersebut masih rendah. Produktivitas rata-rata tanaman pangan padi, Jagung dan Kedelai di lahan lebak/pasang surut dengan penerapan teknologi konvensional hasilnya masih rendah yaitu : secara berturut turut sekitar 3,5 ton/ha; 2,8 ton/ha dan 0,8 ton/ha. Kendala utama pengembang di lahan ini adalah keragaman sifat fisiko-kimia seperti pH yang rendah, kesuburan rendah, keracunan tanah dan kendala Bio fisik seperti pertumbuhan gulma yang pesat, OPT dan cekaman Air (Moeljopawiro, S., 2002).

Lahan kering di Indonesia sebesar 11 juta hektar yang sebagian besar berupa lahan tidur dan lahan marginal sehingga tidak produktif untuk tanaman pangan. Di Pulau Jawa yang padat penduduk, rata-rata pemilikan lahan usaha tani berkisar hanya 0,2 ha/KK petani. Namun, banyak pula lahan tidur yang terlantar. Ada 300.000 ha lahan kering terbengkelai di Pulau Jawa dari kawasan hutan yang menjadi tanah kosong terlantar. Masyarakat sekitar hutan dengan desakan ekonomi dan tuntutan lapangan kerja tidak ada pilihan lain untuk memanfaatkan lahan-lahan kritis dan lahan kering untuk usaha tani pangan seperti jagung, padi huma dan kedelai serta kacang tanah. Secara alamiah hal ini membantu penambahan luas lahan pertanian pangan, meskipun disadari bahwa produktivitas di lahan tersebut masih rendah, seperti jagung 2,5 – 3,5 ton/ha dan padi huma 1,5 ton/ha dan kedelai 0,6 – 1,1 ton/ha, tetapi pemanfaatannya berdampak positif bagi peningkatan produksi pangan.

Melihat kenyataan di atas maka solusi terbaik adalah: (1) pemerintah sebaiknya memberikan izin legal atas hak pengelolaan lahan yang telah diusahakan petani yaitu semacam HGU untuk usaha produktif usaha tani tanaman pangan sehingga petani dapat memberikan kontribusi berupa pajak atas usaha dan pemanfaatan lahan tersebut, (2) memberikan bimbingan teknologi budidaya

khususnya untuk menerapkan teknologi organik dan Bio/hayati guna meningkatkan kesuburan lahan dan menjamin usaha tani yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dan (3) Melibatkan stakeholder dan swasta yang memiliki komitmen menunjang dalam sistem Agribisnis tanaman pangan sehingga akan menjamin kepastian pasar, Sarana Input teknologi produktivitas dan nilai tambah dari usaha tani terpadunya. Pengelolaan lahan kering untuk pertanian dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi produktivitas organik agar memberikan kontribusi yang nyata bagi peningkatan produksi pangan dan kesejahteraan masyarakat. Sebagai contoh jika 150.000 ha lahan ini digunakan untuk budidaya Jagung jika dengan tambahan teknologi produktivitas organik dapat menghasilkan rata-rata 6,5 ton/ha yang dilakukan dengan 2 kali MT maka akan terjadi penambahan produksi sebesar: 1,95 juta ton jagung, berarti akan mensubstitusi lebih dari 60% impor Jagung. Multiple efek dari usaha tani tanaman pangan ini sangat berarti dalam upaya meningkatkan kesejahteraan petani dan masyarakat sekitar dan bagi kepentingan nasional.

Berbagai praktek eksplorasi lahan yang tidak sesuai dengan daya dukung lahannya hendaklah dihindari. Penggunaan lahan diatas daya dukung lahan haruslah disertai dengan upaya konservasi yang benar-benar. Oleh karena itu, untuk menjamin keberlanjutan pengusahaan lahan, dapat dilakukan upaya strategis dalam menghindari degradasi lahan melalui: (1) Penerapan pola usaha tani konservasi seperti agroforestry, tumpang sari, dan pertanian terpadu; (2) Penerapan pola pertanian organik ramah lingkungan dalam menjaga kesuburan tanah; dan (3) Penerapan konsep pengendalian hama terpadu merupakan usaha-usaha yang harus kita lakukan untuk menjamin keberlanjutan usaha pertanian kita dan jika kita ingin menjadi pewaris yang baik.



Tingkat kesuburan tanah

Erosi tanah merupakan faktor utama penyebab ketidak-berlanjutan kegiatan usahatani di wilayah hulu. Erosi yang intensif di lahan pertanian menyebabkan semakin menurunnya produktivitas usaha tani karena hilangnya lapisan tanah bagian atas yang subur dan berakibat tersembul lapisan cadas yang keras. Penurunan produktivitas usaha tani secara langsung akan diikuti oleh penurunan pendapatan petani dan kesejahteraan petani. Disamping menyebabkan ketidak-berlanjutan usahatani di wilayah hulu, kegiatan usahatani tersebut juga menyebabkan kerusakan sumberdaya lahan dan lingkungan di wilayah hilir, yang akan menyebabkan ketidak-berlanjutan beberapa kegiatan usaha ekonomi produktif di wilayah hilir akibat terjadinya pengendapan sedimen, kerusakan sarana irigasi, bahaya banjir dimusim penghujan dan kekeringan dimusim kemarau.

Penggunaan pupuk kimia yang berkonsentrasi tinggi dan dengan dosis yang tinggi dalam kurun waktu yang panjang menyebabkan terjadinya kemerosotan kesuburan tanah karena terjadi ketimpangan hara atau kekurangan hara lain, dan semakin merosotnya kandungan bahan organik tanah. Misalnya petani menggunakan urea (hanya mengandung hara N) dalam dosis tinggi secara terus menerus, sementara tanaman mengambil unsur hara tidak hanya N (nitrogen) dalam jumlah yang banyak, maka akan terjadi pengurasan hara lainnya. Unsur hara pokok yang dibutuhkan tanaman semuanya ada 16 unsur, sehingga apabila tidak ditambahkan akan terjadi pengurasan hara lainnya (15 hara) dan pada saatnya akan terjadi kemerosotan kesuburan karena terjadi kekurangan hara lain. Dilaporkan di persawahan yang intensif misal Delanggu diduga kekurangan hara mikro Zn dan Cu. Memang seyogyanya semua hara yang dibutuhkan tanaman perlu ditambahkan, namun yang demikian sulit dilakukan. Kecuali dengan penambahan pupuk organik secara

periodik yang mengandung hara lengkap yang sekarang semakin jarang dilakukan petani.

Penanaman varietas padi unggul secara mono kultur tanpa adanya pergiliran tanaman, akan mempercepat terjadinya pengusiran hara sejenis dalam jumlah tinggi dalam kurun waktu yang pendek. Hal ini kalau dibiarkan terus menerus tidak menutup kemungkinan terjadinya defisiensi atau kekurangan unsur hara tertentu dalam tanah.

Akibat dari ditinggalkannya penggunaan pupuk organik berdampak pada penyusutan kandungan bahan organik tanah, bahkan banyak tempat-tempat yang kandungan bahan organiknya sudah sampai pada tingkat rawan, sekitar 60 persen areal sawah di Jawa kandungan bahan organiknya kurang dari 1 persen. Sementara, sistem pertanian bisa menjadi sustainable (berkelanjutan) jika kandungan bahan organik tanah lebih dari 2 %. Bahan organik tanah disamping memberikan unsur hara tanaman yang lengkap juga akan memperbaiki struktur tanah, sehingga tanah akan semakin remah. Namun jika penambahan bahan organik tidak diberikan dalam jangka panjang kesuburan fisiknya akan semakin menurun.

Tingkat kesuburan lahan pertanian produktif terus menurun; revolusi hijau dengan mengandalkan pupuk dan pestisida memiliki dampak negatif pada kesuburan tanah yang berkelanjutan dan terjadinya mutasi hama dan pathogen yang tidak diinginkan. Sebagai contoh lahan yang terus dipupuk dengan Urea (N) cenderung menampakkan respon kesuburan tanaman seketika, tetapi berdampak pada cepat habisnya bahan organik tanah karena memacu berkembangnya dekomposer dan bahan organik sebagai sumber makanan mikroba lain habis ($< 1\%$). Pemakaian pupuk kimia, alkali dan pestisida yang terus menerus menyebabkan tumpukan residu yang melebihi daya dukung lingkungan yang jika tidak terurai akan menjadi “racun tanah” dan tanah menjadi “Sakit”.

Akibatnya disamping hilangnya mikroba pengendali keseimbangan daya dukung kesuburan tanah, ketidak-seimbangan mineral dan munculnya mutan-mutan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang kontra produktif. Di lahan sawah/irigasi dengan berbagai upaya program revolusi hijau yang telah ada tidak lagi memberikan kontribusi pada peningkatan produktivitas karena telah mencapai titik jenuh (Levelling Off) dan produktivitas yang terjadi justru cenderung menurun.

Upaya yang harus dilakukan adalah melakukan Soil Management untuk mengembalikan kesuburan tanah dengan memasukkan berbagai ragam mikroba pengendali yang mempercepat keseimbangan alami dan membangun bahan organik tanah, kemudian diikuti dengan pemupukan dengan jenis dan jumlah yang tepat dan berimbang serta teknik pengolahan tanah yang tepat. Telah diketahui bahwa mikro- organisme unggul berguna dapat diintroduksi ke tanah dan dapat diberdayakan agar mereka berfungsi mengendalikan keseimbangan kesuburan tanah sebagaimana mestinya. Selain itu, sekumpulan mikro-organisme diketahui menghuni permukaan daun dan ranting. Sebagian dari mereka ada yang hidup mandiri, bahkan dapat menguntungkan tanaman (Mashar, 2000). Prinsip-prinsip hayati yang demikian telah diungkapkan dalam kaidah-kaidah penerapan pupuk hayati (misal : Bio P 2000 Z).

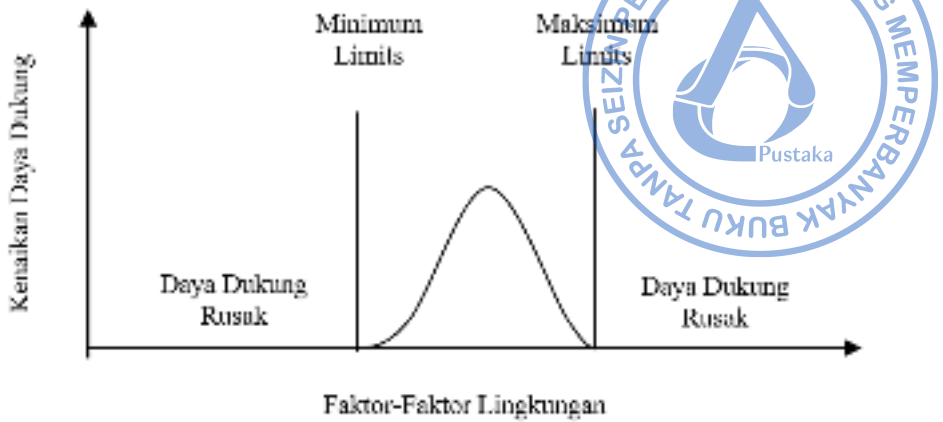
Untuk mendapatkan performa hasil maksimal dari tanaman unggul baru yang diharapkan memerlukan persyaratan-persyaratan khusus “Presisi” dalam budidayanya seperti kesuburan lahan, pemupukan, mengamankan dari OPT (Anonim, 2003) dan/atau perlakuan spesifik lainnya. Pada kenyataannya baik tanaman unggul seperti padi VUB, Hibrida dan PTB; dan kedelai serta Jagung hibrida akan mampu memproduksi tinggi jika pengawalan manajemen budidayanya dipenuhi dengan baik, tetapi jika tidak justru terjadi sebaliknya. Hasilnya lebih rendah dari varietas lokal. Hal ini berarti

bakal calon penerapan varietas unggul berproduktivitas tinggi harus dilakukan pengawalan dan manajemen teknologi penyerta dengan baik dan diterapkan secara paripurna. Untuk hal tersebut petani harus diberikan dampingan dan memanejemen budidaya secara intensif.

5.3. Daya Dukung dapat ditingkatkan

Daya dukung dapat dinaikkan kemampuannya oleh manusia dengan memasukkan dan menambahkan ilmu dan teknologi kedalam suatu lingkungan. Namun demikian peningkatan daya dukung lingkungan memiliki batas-batas dimana pada keadaan tertentu cenderung sulit atau tidak ekonomis lagi bahkan tidak mampu lagi dinaikkan kemampuannya karena akan terjadi kerusakan pada sumberdaya atau ekosistem.

Penggunaan ilmu pengetahuan dan teknologi yang tidak bijaksana justru akan menghancurkan daya dukung lingkungan. Di alam dikenal the law of limiting factors, yang menyatakan adanya batas minimum dan maksimum dalam alam (Gambar 2). Diluar batas toleransi ini, maka akan terjadi kerusakan dari sumberdaya alam dan ekosistem ini bahkan berpeluang untuk terjadinya kehancuran sumberdaya dan ekosistem tersebut. Disamping itu, daya dukung tidak hanya dilakukan dalam penilaian aspek fisik dan ekologisnya saja akan tetapi juga dapat digunakan dalam memperkirakan nilai daya dukung dari aspek sosial, misalnya penilaian terhadap terjadinya perubahan perilaku sosial dari masyarakat.



Gambar 5.2. *The Law of Limiting Factors* dari daya dukung (Suratmo 1992)

Nilai yang dihasilkan dari perhitungan atau pendekatan daya dukung dari sumberdaya alam dan lingkungan adalah penting untuk menentukan bentuk-bentuk pengelolaan terhadap sumberdaya tersebut terutama dalam tujuan menjaga, mengendalikan, dan juga melestarikan lingkungan. Penilaian yang sistematis terhadap sumberdaya alam dan lingkungan yang menjadi dasar dari kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya dilakukan terutama untuk mengetahui potensinya.

Mengacu pada batasan-batasan konsep pulau-pulau kecil dan daya dukung tersebut diatas, maka ada beberapa daya dukung yang perlu diperhatikan beserta kriteria-kriterianya dalam rangka pembangunan pulau-pulau kecil yang berkelanjutan. Daya dukung tersebut antara lain:

(a) Daya Dukung Ekologis

Daya dukung ekologis, menurut Pigram (1983) in Rauf (2007) dinyatakan sebagai tingkat maksimum penggunaan suatu kawasan atau suatu ekosistem, baik berupa jumlah maupun kegiatan yang diakomodasikan di dalamnya, sebelum terjadi

suatu penurunan dalam kualitas ekologis kawasan atau ekosistem tersebut. Kawasan yang menjadi perhatian utama dalam penilaian daya dukung ekologis ini adalah jenis kawasan atau ekosistem yang tidak dapat pulih, seperti berbagai ekosistem lahan basah (wetland) antara lain rawa.

Pengertian ekosistem, yang digunakan sebagai dasar dari penilaian daya dukung ini, dinyatakan sebagai suatu sistem (tatanan) kesatuan secara utuh antara semua unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi. Odum (1994) menyatakan bahwa ekosistem adalah suatu sistem dalam alam yang mengandung makhluk hidup dan lingkungannya yang terdiri dari zat-zat yang tak hidup dan saling mempengaruhi, dan diantara keduanya terjadi pertukaran zat atau energi yang diperlukan dalam dan untuk mempertahankan kehidupannya.

Kondisi ekosistem ini harus dipertahankan, walaupun secara alamiah kondisi ini tidak statik, karena setiap biota yang ada dan hidup didalamnya akan menjadi tua dan mati dan selanjutnya akan digantikan oleh biota lainnya. Namun bila ada gangguan, yang melampaui batas pemulihan dari ekosistem ini, maka proses pemulihannya akan memakan waktu yang sangat panjang (dapat berpuluh tahun dan bahkan beribu tahun). Lama waktu pemulihan suatu ekosistem tergantung dari : (1) kondisi atau tingkat kerapuhan ekosistem tersebut), (2) lamanya terjadi gangguan, dan (3) frekwensi terjadinya gangguan ini (misalnya terjadi berulang-ulang).

Tingkat kerapuhan suatu ekosistem sangat tergantung pada kondisi parameter yang mendukung didalamnya seperti keberadaan vegetasi dan satwa, kondisi topografi, tanah, iklim dan juga keterlibatan manusia didalamnya. Selain itu, terdapat perbedaan dalam tingkat kerapuhan masing-masing ekosistem, seperti ekosistem kawasan estuari cenderung lebih sensitif

dan rawan terhadap gangguan dibandingkan dengan hutan lainnya. Pendekatan ekologis, atau juga dapat digunakan untuk mendapatkan gambaran maupun untuk menentukan indikator kerusakan ekosistem atau lingkungan akibat kegiatan manusia pada suatu kawasan yang antara lain dapat digambarkan oleh adanya berbagai kerusakan seperti pada vegetasi, habitat satwa, degradasi tanah, kerusakan visual objek wisata alam dan berbagai bentuk lainnya.

Terumbu karang merupakan daya tarik utama kegiatan wisata di Thailand selain itu memiliki peran penting bagi pulau-pulau dan wilayah pesisir dalam hal proteksi terhadap badai serta kehidupan subsistem dari masyarakat lokal. Prediksi Bank Dunia (1996), menyatakan bahwa 1 km² terumbu karang sehat bisa menghasilkan 12-50 ton sumber makanan laut setiap tahunnya (Ochieng et al. 1997).

(b) Daya Dukung Fisik

Daya dukung fisik suatu kawasan atau areal merupakan jumlah maksimum penggunaan atau kegiatan yang dapat diakomodasikan dalam kawasan atau areal tersebut tanpa menyebabkan kerusakan atau penurunan kualitas kawasan tersebut secara fisik (Pigram, 1983 in Rauf, 2007). Contoh yang dapat dikemukakan disini adalah bentuk ukuran dan model konservasi yang akan dilakukan pada suatu lahan akibat telah terjadinya erosi yang berlebihan. Tingkat atau jumlah erosi tanah yang terjadi telah terlampauinya batas daya dukung pada kawasan tersebut secara fisik.

(c) Daya Dukung Ekonomi

Daya dukung ekonomi adalah tingkat produksi (skala usaha) yang memberikan keuntungan maksimum dan ditentukan

oleh tujuan usaha secara ekonomi. Dalam hal ini digunakan parameter - parameter kelayakan usaha secara ekonomi.

(d) Daya Dukung Sosial

Konsep daya dukung sosial pada suatu kawasan merupakan gambaran dari persepsi seseorang dalam menggunakan ruang pada waktu yang bersamaan, atau persepsi pemakai kawasan terhadap kehadiran orang lain secara bersama dalam memanfaatkan suatu area tertentu. Konsep ini berkenaan dengan tingkat comfortability atau kenyamanan dan apresiasi pemakai kawasan karena terjadinya atau pengaruh over-crowding pada suatu kawasan.

Daya dukung sosial suatu kawasan dinyatakan sebagai batas tingkat maksimum, dalam jumlah dan tingkat penggunaan, dalam suatu kawasan dimana dalam kondisi yang telah melampaui batas daya dukung ini akan menimbulkan penurunan dalam tingkat dan kualitas pengalaman atau kepuasan pengguna (pemakai) pada kawasan tersebut (Pigram 1983 in Rauf, 2007). Terganggunya pola, tatanan atau sistem kehidupan dan sosial budaya manusia (individu, kelompok) pemakai ruang tersebut, yang dapat dinyatakan sebagai ruang sosialnya, juga merupakan gambaran telah terlampauinya batas daya dukung sosial ruang tersebut. Disamping dampak yang terjadi yang mengganggu kenyamanan atau kepuasan pemakai kawasan/ruang ini, dampak negatif lanjutan lainnya dapat terjadi misalnya menurunnya spesies biota di suatu kawasan.

Kawasan pulau-pulau kecil sangat rentan secara ekologis. Selain itu wilayah ini memiliki keterkaitan ekologis, sosial ekonomi dan sosial budaya dengan ekosistem disekitarnya. Dengan alokasi ruang yang didasarkan pada daya dukung ekologis, jaringan sosial budaya antara masyarakat dan integrasi

kegiatan social ekonomi yang sudah berlangsung selama ini, akan memberikan pilihan investasi yang tepat. Tata ruang dengan pendekatan ekosistem harus menjadi instrumen kebijakan utama untuk menjaga keamanan dan keselamatan sosial budaya dan ekologis dalam pengelolaan pulau-pulau kecil (Dahuri, 1998).

Konsep daya dukung (carrying capacity) perairan sebenarnya berakar pada disiplin ilmu demografi, biologi dan ekologi terapan. Seidl dan Tisdell (1999) melacak asal usul dari konsep ini dan menyatakan bahwa sebenarnya konsep dasar dari daya dukung terkait dengan teori Malthus yang menggambarkan pertumbuhan populasi manusia hanya dibatasi oleh ketersediaan makanan. Selanjutnya konsep Malthus ini berkembang dan menjadi dasar bidang-bidang ilmu seperti biologi populasi, demografi dan ekologi terapan. Berbagai definisi terhadap konsep daya dukung telah para ahli. Odum (1959) mengatakan bahwa daya dukung dapat diartikan sebagai kondisi maksimum suatu ekosistem untuk menampung komponen biotik yang terkandung didalamnya. Diatas level daya dukung ini, tidak akan terjadi peningkatan populasi yang berarti. Dalam ilmu ekologi terapan, hal ini terkait dengan parameter dari kurva pertumbuhan logistik (Logistic Growth Curve). Namun Doherty (1988) menyatakan bahwa kaitan tersebut “salah kaprah” karena tidak memperhitungkan faktor lingkungan dan berbagai faktor lainnya yang berperan di alam. Dikatakan oleh Doherty (1988), konsep daya dukung yang realistis tidak dapat dijelaskan hanya dengan kurva pertumbuhan logistik yang mengabaikan sifat-sifat alami seperti: a. adanya pergerakan spasial (migrasi) species dari waktu ke waktu, dan sifat stokastik alam. Dengan kata lain, kondisi suatu sumber daya tertentu yang terdapat pada suatu ekosistem alami seperti laut, akan bervariasi dari tahun ke tahun yang dikarenakan adanya pengaruh faktor-faktor biotik dan abiotik serta pengaruh antar species yang terdapat di dalam ekosistem tersebut.

Apabila suatu ekosistem telah mengalami gejala over-population, maka akan sulit untuk ekosistem tersebut pulih kembali. Selanjutnya, Cohen (1995) menyimpulkan bahwa tidak ada satuangka mutlak yang dapat menunjukkan daya dukung ekosistem dalammenampung semua kegiatan manusia, karena berbagai variable yangmenentukan besarnya daya dukung ekosistem tersebut sangat bervariasi dan selalu tergantung pada tingkat pemanfaatan yang dilakukan olehmanusia sendiri. Selaras dengan salah satu tujuan strategis Departemen Kelautan danPerikanan yakni pemanfaatanaan sumberdaya perikanan dan kelautan yangsesuai dengan daya dukung perairan, maka perlu untuk melakukan kajianyang dapat memberikan gambaran secara ilmiah daya dukung perairanguna menunjang kegiatan pembangunan perikanan dan kelautan. Hal ini penting dilakukan mengingat informasi seperti ini mutlak diperlukan untukkelangsungan pembangunan perikanan dan kelautan di suatu wilayah. Hasil kajian daya dukung akan berguna dalam penentuan opsi kebijakan (policy option) yang diperlukan bagi pembuat kebijakan pengelolaansumberdaya perikanan dan kelautan, yakni departemen temampuan suatu perairan dalam menerima suatu beban bahan tertentu dari luar sistem perairannya sehingga dapat dinetralkan atau distabilkan kembali dalam jangka waktu tertentu memiliki jumlah dengan batasan tertentu. Batasan tersebut dapat didefinisikan berdasarkan regulasi yang ada atau dapat dihitung kondisi nyatanya di perairan tersebut. Kondisi nyata inilah yang menjadi batasan atau disebut pula ambang batas suatu perairan mempertahankan kestabilannya atau sering disebut pula daya dukung lingkungan perairan. Pada suatu perairan dengan perairan lainnya memiliki daya dukung lingkungan yang berbeda-beda. Perbedaan ini ditentukan oleh berbagai faktor fisik, kimia dan biologi beserta interaksi di dalam perairannya. Faktor fisik meliputi kondisi sirkulasi perairan yang ditentukan oleh proses-proses hidrodinamika, faktor kimia meliputi komposisi kimiawi perairan dan faktor biologi berkaitan erat dengan

keberadaan suatu organisme yang menempati suatu habitat dalam suatu ekosistem yang berinteraksi dengan faktor fisik dan kimia perairan. Kondisi ini terlihat menjadi sangat kompleks, oleh karena itu melalui teknologi pemodelan, kondisi ini dapat disederhanakan dan mudah untuk dipahami bagaimana keseluruhan sistem bekerja.

Skenario pemodelan yang akan dibangun untuk mengkaji daya dukung di suatu perairan dibagi dalam dua kelompok besar yaitu perairan alamiah dan perairan non alamiah (sudah terdapat aktifitas manusia). Pada perairan yang masih alamiah, skenario disusun berdasarkan karakter kondisi fisik, kimia dan biologi yang telah ada dengan cara mengidentifikasi interaksi diantaranya. Setelah diketahui interaksinya, kemudian disusun parameter-parameter yang berperan dalam menentukan daya dukung lingkungan di perairan tersebut. Masing-masing parameter kemudian dimodelkan dengan berbagai nilai dari nilai yang minimum sampai dengan nilai yang ekstrim. Dari selang nilai ini, akan dicari nilai paling optimal yang tidak akan menimbulkan dampak negatif bagi kestabilan interaksi antara faktor fisik, kimia dan biologi, khusus faktor biologi yaitu biota yang menyusun suatu ekosistem di perairan. Nilai optimal yang diperoleh dijadikan dasar atau batasan alamiah jika ada suatu aktifitas yang dibangun mengeluarkan sejumlah bahan atau limbah yang masuk kedalam perairan.

Pada perairan non alamiah, pendekatan pembangunan skenario pemodelan dilakukan dengan mengidentifikasi parameter fisik, kimia dan biologi yang timbul dari aktifitas manusia yang telah ada. Setiap parameter yang memberikan peluang untuk mengganggu kestabilan perairan dimodelkan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar dampak yang akan ditimbulkannya. Nilai-nilai ambang batas non alamiah akan dapat diketahui jika pada kondisi maksimum secara optimal perairan dapat menetralkannya.

Nilai batas alamiah dapat diketahui jika perairan tersebut masih menunjukkan tidak terdapatnya gangguan dari aktifitas manusia.

Modul model Hidrodinamika digunakan untuk mengkaji karakteristik fisik perairan meliputi pola sirkulasi arus dan tinggi muka laut. Modul model Adveksi-Dispersi digunakan untuk mengkaji pola penyebaran konsentrasi parameter-parameter kimia terlarut, sedangkan modul model Pergerakan Sedimen Kolom Air dan Pergerakan Partikel digunakan untuk mengkaji pola penyebaran konsentrasi parameter kimia laut yang tersuspensi di dalam sedimen. Modul model tumpahan minyak akan menjadi penting digunakan jika perairan yang akan dikaji daya dukung lingkungannya sering terdapat tumpahan minyak atau berpotensi terjadi tumpahan minyak. Modul Model Ekosistem digunakan untuk mengkaji interaksi antara proses fisik, kimia dan biologi perairan yang memberikan kontribusi terhadap daya dukung lingkungan perairan. Modul model GIS Kelautan akan bermanfaat untuk mengintegrasikan hasil pemodelan dan simulasi ke dalam sistem informasi geografis sehingga dapat dengan mudah untuk menginterpretasikan kedalam peta-peta daya dukung lingkungan perairan. Modul model Aliran Sungai bermanfaat jika perairan yang akan dikaji daya dukung lingkungannya merupakan perairan yang terdapat muara sungai dimana aliran sungai ini akan menjadi penting dalam mengkaji daya dukung lingkungan.

Modul model yang dapat digunakan untuk membangun model dengan skenario dan simulasi daya dukung lingkungan perairan dapat dilihat pada menu yang terdapat di bagian kanan.

5.4. Daya Dukung Lingkungan Perairan Pesisir

Permasalahan utama dalam pengelolaan wilayah pesisir adalah pencemaran, overfishing, erosi dan sedimentasi pantai, kepunahan jenis dan konflik penggunaan ruang, akibat tingginya tekanan lingkungan yang ditimbulkan oleh penduduk beserta segenap

kiprah kehidupan dan pembangunannya terhadap lingkungan wilayah pesisir yang memiliki kemampuan terbatas (Dahuri, 2003). Karena itu, setiap aktivitas pemanfaatan di wilayah pesisir harus benar – benar memperhatikan aspek daya dukung lingkungan. Daya dukung lingkungan adalah nilai mutu suatu lingkungan yang ditimbulkan oleh semua unsur atau komponen (fisika, kimia dan biologi) dalam satu kesatuan ekosistem (Poernomo, 1997). Apabila diterapkan sebagai daya dukung lingkungan perairan pesisir menjadi kemampuan kolom air dalam menerima beban limbah organik, termasuk didalamnya adalah kemampuan untuk mendaur ulang atau mengasimilasi beban limbah tersebut sehingga tidak mencemari lingkungan perairan pesisir (Widigdo 2000).

Kemampuan kolom air untuk menerima beban limbah ditentukan oleh kemampuan pengenceran (flushing) dan kapasitas asimilasi (purifikasi) perairan pesisir. Jika beban limbah yang masuk ke lingkungan perairan pesisir melampaui kapasitas asimilasi dan kemampuan pengenceran (flushing) kolom air, maka dapat dikatakan perairan pesisir akan menjadi tercemar. Pada dasarnya konsep daya dukung mengacu pada pemikiran bahwa lingkungan memiliki kapasitas maksimum untuk mendukung suatu pertumbuhan organisme (Bengen, 2002). Faktor penentu daya dukung lingkungan perairan pesisir adalah (Rompas 1998): (1) kualitas air perairan pesisir; (2) dinamika perairan; (3) tingkat kesuburan perairan (oligotrofik, mesotrofik, atau eutrofik); (4) beban limbah; (5) jenis dan jumlah mikroba dan; (6) aktivitas manusia di pesisir. Karena itu, pengukuran kualitas air perairan pesisir penerima limbah atau tingkat pencemarannya sangat penting untuk memperkirakan level pengenceran dan kemampuan asimilasinya, apakah sudah berada pada level rendah (tingkat pencemaran tinggi) atau masih pada level tinggi (tingkat pencemaran rendah).

Kechington dan Hudson (1984) mendefinisikan daya dukung (carrying capacity) sebagai jumlah kuantitas maksimum organisme budidaya yang didukung oleh suatu badan air dalam jangka waktu panjang. Daya dukung didefinisikan juga sebagai kemampuan suatu ekosistem pesisir untuk menerima sejumlah limbah tertentu sebelum ada indikasi terjadinya kerusakan lingkungan (Krom 1986, Quano 1993; Turner 1988). Daya dukung lingkungan erat kaitannya dengan kapasitas asimilasi lingkungan yang menggambarkan jumlah limbah yang dapat dibuang ke dalam lingkungan tanpa menyebabkan polusi (UNEP 1993).

Kemampuan asimilasi perairan pesisir untuk menerima limbah sangat dipengaruhi oleh laju pengenceran (flushing time), volume air yang tersedia di perairan pesisir, dan beban limbah yang masuk ke lingkungan perairan pesisir (Gowen et al., 1989, diacu dalam Barg, 1992). Flushing time didefinisikan sebagai rata – rata waktu tinggal suatu partikel di dalam badan air yang dicirikan oleh efektivitas perpindahan polutan sehingga lingkungan menjadi bersih (Lee et al., 2000; Gou et al., 2000; Gregory et al., 2003). Daya dukung merupakan ultimate constraint yang dihadapkan pada biota oleh adanya keterbatasan lingkungan seperti ketersediaan makanan, ruang atau tempat berpijah, penyakit, siklus predator, temperatur, cahaya matahari, atau salinitas (Dahuri, 2002, www.pesisir.or.id/journal/carrying%20capacity.PDF).

Saat ini, konsep pengembangan daya dukung lingkungan dalam kegiatan perikanan budidaya tambak udang didasarkan pada konsep daya dukung ekologis (lingkungan), ekonomi, dan sosial yang dapat didefinisikan sebagai berikut (Bengen, 2002; Supriharyono, 2002; Scones, 1999 diacu dalam Prasetyawati, 2001) :

1. Daya dukung ekologis : tingkat maksimum (baik jumlah maupun volume) pemanfaatan suatu sumberdaya atau ekosistem

- yang dapat diakomodasi oleh suatu kawasan sebelum terjadi penurunan kualitas ekologis.
2. Daya dukung fisik : jumlah maksimum pemanfaatan suatu sumberdaya atau ekosistem yang dapat diabsorpsi oleh suatu kawasan tanpa menyebabkan penurunan kualitas fisik.
 3. Daya dukung sosial : tingkat kenyamanan dan apresiasi pengguna suatu sumberdaya atau ekosistem terhadap suatu kawasan akibat adanya pengguna lain dalam waktu bersamaan.
 4. Daya dukung ekonomi : tingkat skala usaha dalam pemanfaatan suatu sumberdaya yang memberikan keuntungan ekonomi maksimum secara berkesinambungan.

Menurut Dahuri (2003), daya dukung kawasan sangat ditentukan oleh : (1) kondisi biogeofisik kawasan, dan (2) permintaan manusia akan sumberdaya alam dan jasa-jasa lingkungan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Karena itu, daya dukung kawasan ditentukan dengan menganalisis: (1) kondisi biogeofisik yang menyusun kemampuan kawasan pesisir dalam memproduksi/ menyediakan sumberdaya alam dan jasa-jasa lingkungan, dan (2) kondisi sosial ekonomi budaya dalam memenuhi kebutuhan manusia yang tinggal di dalam kawasan atau di luar kawasan pesisir, tetapi berpengaruh terhadap kawasan pesisir akan sumberdaya alam dan jasa-jasa lingkungan. Pada akhirnya, daya dukung kawasan akan menentukan kelangkaan sumberdaya alam vital dan jasa lingkungan yang dibutuhkan oleh manusia dan organisme yang mendiami kawasan tersebut.

5.5. Kemampuan Perairan Pesisir dalam Mengencerkan Limbah

Sebagai penerima limbah baik limbah yang berasal dari daratan (up land) maupun dari wilayah pesisir itu sendiri, maka kondisi suatu perairan pesisir sangat ditentukan oleh besarnya beban

limbah yang diterima baik kualitas maupun kuantitasnya. Sumber limbah yang masuk ke lingkungan perairan pesisir secara garis besar dikelompokkan menjadi tujuh sumber, yaitu : (i) industri; (ii) limbah rumah tangga; (iii) pertambangan; (iv) pelayaran; (v) pertanian; (vi) perikanan ; dan (vii) peternakan (Dahuri 1998; Damar 2004). Bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah tersebut berupa unsur hara (nutrien), sedimen, logam berat, pestisida, organisme patogen, organisme eksotik, sampah dan bahan – bahan yang menyebabkan oxygen terlarut berkurang (oxygen depleting substances).

Limbah yang masuk ke perairan pesisir, sifat dan kondisinya ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu : (i) pengenceran dan turbulensi oleh arus melalui proses fisik dan kimiawi dengan cara absorpsi, pengendapan didasar perairan serta pertukaran ion; (ii) proses biologis dengan cara diserap oleh ikan, plankton nabati atau ganggang laut serta ; (iii) terbawa langsung oleh arus (Romimohtarto dan Juwana 1991). Bahan pencemar akan mengalami pengenceran setelah memasuki perairan dan secara simultan proses-proses lainnya akan mengangkut bahan pencemar lain menjauh serta akan mempengaruhi parameter kimia dan biologi perairan (Dahuri, 1998).

Secara langsung dan tidak langsung dampak limbah terhadap perikanan yaitu menurunnya jumlah populasi organisme, kerusakan habitat serta lingkungan perairan sebagai media hidupnya (Clark, 1996). Dalam kegiatan perikanan budidaya, kondisi yang paling berpengaruh adalah terjadinya penurunan kandungan oksigen terlarut yang merupakan faktor pembatas bagi kehidupan biota perairan serta terjadinya eutrofikasi akibat pengkayaan nutrien (N dan P) yang menyebabkan terganggunya proses ekologis perairan serta nilai guna perairan untuk kegiatan budidaya (Damar, 2004).

Kemampuan perairan pesisir dalam mengencerkan limbah selain sangat ditentukan oleh jumlah beban limbah yang masuk

ke lingkungan perairan pesisir, juga ditentukan oleh faktor-faktor yang mendukung kemampuan asimilasi tersebut yaitu faktor hidro-oseanografi (arus, pasang surut, batimetri) serta volume air penerima limbah. Apabila limbah yang masuk atau dibuang ke lingkungan perairan pesisir telah melampaui kemampuan asimilasi atau daya dukung lingkungan perairan maka akan berdampak terhadap berubahnya fungsi ekologis perairan pesisir.

Menurut Soewardi (2002), kemampuan pengenceran perairan pesisir terhadap limbah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : (1) tingkat pencemaran perairan pesisir; (2) volume air laut yang tersedia di pantai yang dipengaruhi oleh frekwensi pasang surut, ketinggian pasang surut, dan kelandaian dasar pantai, dan ; (3) besar beban limbah yang masuk. Tingkat pencemaran perairan pesisir yang masih rendah atau tercemar ringan mempunyai daya pengenceran yang lebih tinggi terhadap limbah dibandingkan dengan perairan yang tingkat pencemarannya tinggi. Tingkat pencemaran perairan dapat ditentukan melalui parameter fisika, kimia, dan biologi (Manahan 2002).

Faktor lain yang mempengaruhi kemampuan pengenceran perairan pesisir adalah ketersediaan volume air laut, dalam hal ini volume air laut yang masuk ke pantai pada saat pasang surut. Alison (1981, diacu dalam Widigdo 2002) mengatakan bahwa agar kualitas perairan masih tetap layak untuk budidaya, maka perairan penerima limbah cair kegiatan budidaya harus memiliki volume 60 – 100 kali lipat dari volume limbah yang dibuang ke perairan umum tersebut.

Kapasitas daya tampung perairan penerima limbah berbanding lurus dengan kualitas dan kuantitas perairan. Jika perairan yang akan digunakan untuk pertambakan telah memenuhi persyaratan kualitatif, maka kuantitas perairan penerima akan menjadi faktor penentu berapa banyak limbah yang dapat diterima

oleh badan perairan agar kualitas perairan masih layak digunakan untuk kegiatan budidaya secara berkelanjutan (Widigdo 2002).

5.6. Daya Dukung Lahan Tambak Udang

Daya dukung lahan tambak dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tipe dasar pantai, tipe garis pantai, arus, amplitudo pasut, elevasi, mutu tanah, air tawar, jalur hijau, dan curah hujan. Dari faktor – faktor tersebut dapat ditentukan teknologi budidaya yang tepat, yaitu tradisional, semi intensif dan intensif (Poernomo, 1992). Dalam budidaya tambak tradisional yang tergantung pada pakan alami bagi udang, maka harus dipilih dasar tambak lempung sampai liat berpasir. Sementara itu, lempung liat berpasir hingga lempung berpasir dapat diterapkan untuk tingkat budidaya semi intensif dan intensif karena menggunakan pakan buatan sebagai sumber pakannya (Poernomo, 1992). Tekstur tanah untuk pertambakan dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 5.1.

Tekstur tanah untuk pertambakan udang di kawasan pantai

Teknologi Budidaya	Tekstur Tanah	Fraksi Tanah (%)		
		Liat	Debu	Pasir
Tradisional	Lempung berpasir	15-20	35-40	25-30
		40-50	5-10	46-55
Semi Intensif	Lempung –liat berpasir	25-30	10-20	50-60
Intensif	Lempung-berpasir	10-20	20-30	50-60

Sumber : Poernomo (1992); Ditjen Perikanan Budidaya (2003)

Teknologi budidaya udang intensif (maju) dapat dibangun hanya pada lahan pantai dengan kategori daya dukung tinggi dan untuk lebih menjamin kelestarian mutu lingkungan sebaiknya tidak seluruh hamparan (100 %) dikonversi menjadi tambak intensif. Budidaya tambak udang dengan teknologi semi intensif hanya dapat

diterapkan pada lahan pantai dengan kategori daya dukung tinggi dan sedang, dan budidaya tambak udang dengan teknologi tradisional dapat diterapkan pada kategori daya dukung lahan tinggi, sedang, dan rendah, karena jumlah buangan limbah yang dihasilkan kecil dan untuk jangka panjang tidak banyak berpengaruh terhadap mutu lingkungan disekitar hamparan tambak tersebut (Poernomo, 1992; Ditjen Perikanan Budidaya, 2003)

Daya dukung lahan pesisir untuk lokasi pertambakan ditentukan oleh mutu air tanah, sumber air (asin dan tawar), hidro-oceanografi (arus dan pasang surut), topografi, klimatologi daerah pesisir dan hulu, tipe garis pantai, curah hujan, bentuk teluk, posisi hamparan lahan, jalur hijau (Poernomo, 1992). Faktor–faktor tersebut berpengaruh terhadap produktivitas tambak dan merupakan faktor pembatas pada luasan/hamparan areal tambak dalam hubungannya dengan tingkat teknologi budidaya yang dihasilkan (Prasetyawati, 2001) (Tabel 6.1).

Tabel 5.2.

Luasan maksimum hamparan tambak udang dan teknologi yang diterapkan (dalam persen) pada lahan dengan kapasitas daya dukung lahan yang berbeda.

No	Kategori daya Dukung Lahan	Distribusi Luas Areal		
		Budidaya Udang Intensif (%)	Budidaya udang semi intensif (%)	Budidaya udang tradisional (%)
1.	Tinggi	100	0	0
		75	25	0
		50	50	0
		25	75	0
		50	50	0
		50	30	20
		50	20	30
		50	10	40



2.	Sedang	0	0	100
		0	75	25
		0	50	50
		0	25	75
3.	Rendah	0	0	100
4.	Tidak Layak	0	0	0

Sumber : Poernomo (1992); Ditjen Perikanan Budidaya (2003)

Tolak ukur dan kategori daya dukung pertambakan dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 5.3.

Tolak ukur dan kategori daya dukung pertambakan

No	Tolak Ukur		Kategori daya Dukung		
			Tinggi	Sedang	Rendah
1	2		3	4	5
1.	Tipe pantai	dasar	Terjal, karang berpasir, terbuka	Terjal, karang berpasir atau sedikit berlumpur, terbuka	Sangat landai berlumpur tebal berupa teluk /laguna
2.	Tipe pantai	garis	Konsistensi tanah tidak labil	Sama dengan kategori tinggi	Konsistensi sangat labil tanah
3.	Arus perairan		Kuat	Sedang	Lemah
4.	Amplitudo pasang surut		11 – 21 dm	8 – 11 dm dan 21 – 29 dm	<8 dan 29 dm
5.	Elevasi		Dapat diairi cukup pada saat pasang tinggi rataaan	Sama dengan kategori tinggi	Dibawah rataaan sudut terendah
6.	Tekstur tanah		Tekstur sandy clay, sandy clayloam, tidak bergambut, tidak berpirit	Tekstur sandy clay, sandy clay-loam, kandungan pirit rendah	Tekstur Lumpur atau Lumpur berpasir, bergambut, kandungan pirit tinggi
7.	Ketersediaan air tawar		Dapat dikeringkan total pada saat surut rendah rataaan	Sama dengan kategori tinggi	Dekat dengan sungai tetapi tingkat siltasi tinggi atau air bergambut
8.	Permukaan air tanah		Dekat dengan mutu air dan jumlah memadai	Diantara rataaan surut rendah dan surut rendah terendah	Di atas rataaan surut rendah.

9.	Jalur hijau	Dibawah surut rendah terendah memadai	Memadai	Tipis/tanpa hijau jalur
10.	Curah hujan	<2000 mm	2000 – 2500 mm	> 2500 mm

Sumber : Poernomo (1992); Ditjen Perikanan Budidaya (2003)

5.7. Pendugaan Daya Dukung Lingkungan Perairan Pesisir

Pendugaan daya dukung lingkungan kawasan pesisir untuk pengembangan budidaya tambak udang ditentukan dengan menggunakan 3 (tiga) metode pendekatan, yaitu: (1) pendugaan daya dukung lingkungan berdasarkan volume total air laut penerima limbah (V_{tot}) dan laju penurunan limbah organik tambak udang; (2) pendugaan daya dukung lingkungan berdasarkan kapasitas ketersediaan oksigen terlarut dalam kolom air untuk menguraikan limbah organik dan; (3) pendugaan daya dukung lingkungan berdasarkan kapasitas asimilasi perairan terhadap limbah nitrogen (TN) dan fosfor (TP).

Metode pendekatan 1. Pendugaan daya dukung lingkungan berdasarkan volume total air laut penerima limbah (V_{tot}) dan laju penurunan limbah organik tambak udang. Pada metode ini, jumlah limbah yang dapat ditampung oleh perairan pesisir ditentukan oleh volume total air laut penerima limbah dan laju penurunan limbah organik tambak udang. Jika penurunan limbah organik tambak udang sebesar Y (mg/l/hari) = $Y \cdot 10^{-6}$ (ton/m³/hari), maka jumlah limbah maksimum yang dapat ditampung oleh perairan pesisir Kecamatan Mangara Bombang tanpa melampaui daya dukung lingkungan diformulasikan :

$$JL_m = V_{tot} \cdot Y \cdot 10^{-6}$$

dimana : JL = Jumlah limbah maksimum yang dapat ditampung perairan pesisir (ton/hari); V_{tot} = Volume total air yang tersedia di perairan pesisir (m³); Y = nilai laju penurunan

limbah organik tambak udang (mg/l) atau $Y \cdot 10^{-6}$ ($\text{ton/m}^3/\text{hari}$)

Jika diketahui jumlah limbah organik per ton udang = A, maka kapasitas produksi budidaya udang sesuai dengan daya dukung lingkungan :

$$B = \frac{JL_m}{A}$$

dimana : JL = Jumlah limbah maksimum yang dapat ditampung perairan pesisir (ton/hari); B = produksi budidaya udang sesuai dengan daya dukung lingkungan (ton)

Metode Pendekatan 2. Pendugaan daya dukung lingkungan berdasarkan kapasitas ketersediaan oksigen terlarut dalam kolom air untuk menguraikan limbah organik. Pada metode ini, jumlah limbah yang dapat ditampung oleh perairan pesisir didasarkan pada ketersediaan oksigen terlarut dalam kolom air dengan menggunakan modifikasi formula (Willioghby, 1968 diacu dalam Meade, 1989) dan Boyd (1990), dimana pergantian pasang surut akan menyediakan atau memasok oksigen di perairan pesisir. Oksigen terlarut sangat dibutuhkan untuk mendekomposisi limbah organik tambak udang yang masuk dan berada di lingkungan perairan pesisir sehingga akan menentukan kemampuan perairan pesisir dalam menerima beban limbah organik tanpa melampaui daya dukung lingkungan.

Ketersedian oksigen terlarut dalam kolom air perairan pesisir ditentukan yaitu selisih antara konsentrasi O_2 terlarut di dalam kolom air perairan pesisir ($O_{\text{kolom air}}$) dan konsentrasi O_2 terlarut minimal yang dikehendaki dalam sistem budidaya (O_{budidaya}). Jika diketahui volume total air yang tersedia di perairan pesisir sebesar V_{tot} m^3 , maka total oksigen terlarut (O_2) yang tersedia di perairan pesisir selama periode 24 jam (1.440 menit/hari) adalah :



$$\begin{aligned}
 \text{Total oksigen}(O_2) &= V_{\text{tot}} (m^3) / \text{min} \times 1440 \text{ min} / \text{hari} \times (O_{ka} - O_{aq}) g O_2 / m^3 \\
 &= C g O_2 / \text{hari} \\
 &= \frac{C g O_2 / \text{hari}}{1000} \\
 &= C
 \end{aligned}$$

dimana :

- V_{tot} = volume total air perairan pesisir tersedia (m^3 / min)
 O_{ka} = kandungan oksigen terlarut dalam kolom air perairan pesisir (mg/l)
 O_{aq} = kadar oksigen minimal yang dibutuhkan organisme (mg/l)
 1.440 = jumlah menit dalam satu hari (24 jam)
 C = jumlah oksigen terlarut yang tersedia diperairan pesisir ($kg O_2 / \text{hari}$)

Oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk menguraikan beban limbah organik yang masuk dan berada di perairan pesisir adalah $0.2 \text{ kg } O_2 / \text{kg}$ limbah organik (Willioghby, 1968 diacu dalam Meade 1989). Berdasarkan hal ini, maka jumlah limbah organik yang dapat ditampung oleh perairan pesisir tanpa melampaui daya dukung lingkungan diformulasikan :

$$D = \frac{C}{0.2}$$

Jika diketahui jumlah limbah organik per kg organisme = E , maka kapasitas prouksi budidaya udang sesuai dengan daya dukung lingkungan :

$$F = \frac{D}{E}$$

dimana : D = jumlah limbah organik yang dapat ditampung oleh perairan pesisir (kg/hari); F = produksi udang sesuai dengan daya dukung lingkungan (kg)

Metode Pendekatan 3. Pendugaan daya dukung lingkungan berdasarkan kapasitas asimilasi perairan terhadap limbah nitrogen dan fosfor. Metode ini didasarkan pada kemampuan perairan pesisir untuk menerima beban limbah tanpa menyebabkan perairan pesisir tersebut tercemar. Parameter limbah yang digunakan sebagai acuan dalam penentuan daya dukung ini adalah nitrogen dan fosfor. Kriteria kelayakan kualitas air yang diperkenankan atau diperbolehkan untuk kegiatan budidaya untuk limbah nitrogen 1.0 mg/l dan fosfor 0.5 mg/l (Meade, 1989; Poernomo, 1992; Wedmeyer, 1996; Boyd, 1998; Widigdo, 2002).

Total limbah nitrogen (TN) dan fosfor (TP) yang berasal dari kegiatan budidaya tambak udang dan kegiatan selain budidaya tambak udang/antropogenik yang masuk ke lingkungan perairan pesisir di formulasikan :

Total beban limbah nitrogen (TN) :

$$TN = TN_a + TN_{st} + TN_{tu}$$

Total beban limbah phosphor (TP) :

$$TP = TP_a + TP_{st} + TP_{tu}$$

dimana : TN = Total nitrogen (ton); TP = Total fosfor (ton); TN_a = total nitrogen ambien (ton); TP_a = total fosfor ambien (ton); TN_{tu} = total nitrogen tambak udang; TP_{tu} = total fosfor tambak udang (ton); TN_{st} = total nitrogen selain tambak udang/antropogenik (ton); TP_{st} = total phosphor selain tambak udang/antropogenik (ton).



Total limbah nitrogen ambien (TN_a) dan phosphor ambien (TP_a) dapat dihitung:

Total limbah nitrogen ambien (TN_a) :

$$TN_a = (N_{hp} \times V_{tot}) \times 10^{-6}$$

Total limbah phosfor ambien (TP_a) :

$$TP_a = (P_{hp} \times V_{tot}) \times 10^{-6}$$

dimana : TN_a = total limbah nitrogen ambien di perairan (ton);
 TP_a = total limbah phosfor ambien di perairan (ton); N_{hp}
 = konsentrasi total nitrogen hasil pengukuran(mg/l); P_{hp}
 = konsentrasi total phosfor hasil pengukuran(mg/l); V_{tot}
 = Volume total air perairan pesisir (m^3)

Jika diketahui setiap ton produksi udang menghasilkan beban limbah (kg N) dan beban limbah (kg P) sebesar :

$$b = \frac{LN}{a} \quad \text{dan} \quad c = \frac{LP}{a}$$

Maka kapasitas produksi berdasarkan beban limbah nitrogen dan phosfor dapat ditentukan :

Kapasitas produksi berdasarkan beban limbah nitrogen :

$$KN = \frac{TN}{b}$$

Kapasitas produksi berdasarkan beban limbah phosfor :

$$KP = \frac{TP}{c}$$

dimana : TN = total nitrogen (ton); TP = total fosfor (ton); b = limbah nitrogen (kg/ton udang/ha); c = limbah fosfor (kg/ton udang/ha); KN = kapasitas produksi setelah ada masukan limbah nitrogen (ton); KP = kapasitas produksi setelah ada masukan limbah fosfor (ton); LN = limbah nitrogen tambak udang (kg); LP = limbah fosfor tambak udang (kg); a = produksi udang (ton/ha)

Selanjutnya, jika volume perairan pesisir diketahui sebesar V_{tot} , maka konsentrasi total limbah nitrogen dan fosfor di perairan pesisir :

Konsentrasi total limbah nitrogen:

$$CTN = \frac{TN}{V_{\text{tot}}} \times 10^6$$

Konsentrasi total limbah fosfor :

$$CTP = \frac{TP}{V_{\text{tot}}} \times 10^6$$

dimana : TN = Total limbah nitrogen (ton); TP = Total limbah fosfor (ton); V_{tot} = volume total air perairan pesisir (m^3); CTN = konsentrasi total limbah nitrogen (mg/l) ; CTP = konsentrasi total limbah fosfor (mg/l).

Setelah diketahui kapasitas produksi berdasarkan beban limbah nitrogen dan fosfor yang masuk dan berada di lingkungan perairan pesisir, kemudian dilanjutkan dengan penghitungan pendugaan konsentrasi dan kapasitas produksi yang masih diperkenankan atau ditolerir berdasarkan kapasitas asimilasi perairan pesisir terhadap beban limbah nitrogen dan fosfor.

Pendugaan konsentrasi nitrogen dan phosphor serta kapasitas produksi yang masih di perkenankan atau ditolerir berdasarkan kapasitas asimilasi perairan pesisir terhadap beban limbah nitrogen dan phosphor

1. Kapasitas asimilasi perairan terhadap beban limbah nitrogen berdasarkan nilai kelayakan kualitas air (kkb) untuk budidaya sebesar :

$$TN_{kkb} = CN_{kkb} \times V_{tot} \times 10^6$$

Sedangkan kapasitas asimilasi perairan terhadap beban limbah phosfor berdasarkan nilai kelayakan kualitas air (kkb) sebesar :

$$TP_{kkb} = CP_{kkb} \times V_{tot} \times 10^6$$

dimana : CN_{kkb} = konsentrasi nitrogen berdasarkan nilai kelayakan kualitas air N untuk budidaya (mg/l); CP_{kkb} = Konsentrasi phosfor berdasarkan nilai kelayakan kualitas air P untuk budidaya (mg/l) ; V_{tot} = volume total air perairan pesisir (m^3); TN_{kkb} = total limbah nitrogen yang mampu diasimilasi oleh perairan berdasarkan nilai kelayakan kualitas air N untuk budidaya (ton); TP_{kkb} = total limbah phosfor yang mampu diasimilasi oleh perairan berdasarkan nilai kelayakan kualitas air P untuk budidaya (ton); kkb = nilai kelayakan kualitas air yang diperkenankan atau diperbolehkan untuk budidaya untuk N (TN) sebesar 1.0 mg/l dan P (TP) sebesar 0.5 mg/l.

2. Kapasitas produksi berdasarkan kemampuan asimilasi perairan terhadap beban limbah N berdasarkan nilai kelayakan kualitas air untuk budidaya (kkb) sebesar :



$$\frac{TN_{kbb}}{Y} = KN_{kbb}$$

Sedangkan kapasitas produksi berdasarkan kemampuan asimilasi perairan terhadap beban limbah P berdasarkan nilai kelayakan kualitas air untuk budidaya (kbb) sebesar :

$$\frac{TP_{kbb}}{Z} = KP_{kbb}$$

dimana : TN_a = total limbah nitrogen ambien (ton); TP_a = total limbah fosfor ambien (ton); KN_{kbb} = kapasitas produksi udang sesuai dengan kemampuan asimilasi perairan terhadap nitrogen berdasarkan nilai kelayakan kualitas air N untuk budidaya (ton); KP_{kbb} = kapasitas produksi udang sesuai dengan kemampuan asimilasi perairan terhadap fosfor berdasarkan nilai kelayakan kualitas air P untuk budidaya (ton); Y = limbah nitrogen (kg/ton udang/ha); Z = limbah fosfor (kg/ton udang/ha)

3. Konsentrasi nitrogen yang masih dapat ditolerir atau masih diperkenankan berdasarkan kemampuan asimilasi perairan sebesar :

$$CN_d = CN_{kbb} - CTN$$

Sedangkan konsentrasi fosfor yang masih dapat ditolerir atau diperkenankan berdasarkan kemampuan asimilasi perairan sebesar :

$$CP_d = CP_{kbb} - CTP$$

dimana : CN_d = konsentrasi nitrogen yang masih ditolerir atau masih diperkenankan (mg/l); CN_{kkb} = konsentrasi nitrogen berdasarkan nilai kelayakan kualitas air N untuk budidaya (mg/l); CP_{kkb} = konsentrasi fosfor berdasarkan nilai kelayakan kualitas air P untuk budidaya (mg/l); CTN = konsentrasi total limbah nitrogen (mg/l); CTP = konsentrasi total limbah fosfor (mg/l)

Kapasitas produksi yang masih diperkenankan berdasarkan kemampuan asimilasi perairan terhadap beban limbah nitrogen (TN) sebesar

$$KPN = KN_{kkb} - KN$$

Sedangkan kapasitas produksi yang masih diperkenankan berdasarkan kemampuan asimilasi perairan terhadap beban limbah fosfor (TP) sebesar :

$$KPP = KP_{kkb} - KP$$

dimana: KN_{kkb} = kapasitas produksi berdasarkan nilai kelayakan kualitas air N untuk budidaya (ton); KN = kapasitas produksi setelah ada masukan limbah nitrogen (ton); KPN = kapasitas produksi yang masih diperkenankan berdasarkan kemampuan asimilasi perairan terhadap nitrogen (ton); KP_{kkb} = kapasitas produksi berdasarkan nilai kelayakan kualitas air P untuk budidaya (ton); KP = kapasitas produksi setelah ada masukan limbah fosfor (ton); KPP = kapasitas produksi yang masih diperkenankan berdasarkan kemampuan asimilasi perairan terhadap fosfor (ton).



BAB VI

OPTIMASI LAHAN BUDIDAYA UDANG

Menurut Fauzi A (2004), lahan atau tanah termasuk kedalam jenis sumberdaya yang dapat diperbaharui, namun memiliki titik kritis yang berarti jika titik kritis kapasitas maksimum regenerasinya telah terlampaui, sumberdaya ini dapat berubah menjadi sumberdaya yang tidak dapat diperbaharui. Jika menurut kegunaan akhirnya, sumberdaya lahan diklasifikasikan kedalam jenis sumberdaya material non- metalik.

Odum EP (1959) mengatakan bahwa jika populasi manusia di suatu daerah memanfaatkan lahan dengan tidak bijaksana, maka dampaknya akan berpengaruh kepada populasi manusia tersebut, tetapi pada saat populasi meningkat secara cepat, maka yang akan menderita akibat pemanfaatan lahan yang tidak rasional adalah orang-orang yang terkena dampak pada lokasi lahan tersebut dimanfaatkan, pada akhirnya setiap orang harus membayar untuk perbaikannya atau setiap orang sama sekali kehilangan manfaat dari nilai ekonomi lahannya. Agar nilai lahan tetap bisa dipertahankan, maka diperlukan perencanaan pemanfaatan lahan yang baik dan sesuai dengan nilai fungsional lahan.

Optimasi pemanfaatan lahan untuk budidaya tambak udang merupakan usaha memperoleh nilai hasil yang paling menguntungkan dengan adanya keterbatasan lahan tambak. Pada dasarnya optimasi adalah suatu persoalan untuk membuat nilai suatu fungsi beberapa variabel menjadi maksimum atau minimum dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada. Pada umumnya pembatasan tersebut meliputi tenaga kerja (SDM), uang (modal), input (teknis), serta waktu dan ruang (Supranto J 1983). Untuk menghitung kombinasi yang optimum dari sumber-sumber yang terbatas tersebut, maka digunakan teknik program linear (Welch dan Commer 1983 dalam Suryadi K dan MA Ramdhani 2000).

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
Pustaka
maksimumkan seperti

program linear dapat
berikut (Budiharsono
maksimumkan seperti



a_{ij} = Koefisien teknologi peubah pengambilan keputusan dalam kendala data ke- i

b_i = Sumberdaya yang ada atau nilai sebelah kanan kendala ke- i

6.1. Surplus Konsumen

Satu hal penting yang mendasar dari aspek ekonomi sumber daya alam adalah bagaimana ekstraksi sumber daya alam tersebut dapat memberikan manfaat atau kesejahteraan kepada masyarakat secara keseluruhan. Surplus juga merupakan manfaat ekonomi yang tidak lain adalah selisih antara manfaat kotor (gross benefit) dan biaya yang dikeluarkan masyarakat untuk mengekstraksi sumberdaya alam (Fauzi A 2004).

Surplus konsumen (consumer's surplus atau disingkat CS) sama dengan manfaat yang diperoleh masyarakat dari mengkonsumsi sumberdaya alam dikurangi dengan jumlah yang dibayarkan untuk mengkonsumsi barang tersebut. Edward 1991 diacu dalam Fauzi A 2004, menyatakan bahwa konsep surplus konsumen ini merupakan konsep yang penuh misteri dalam ilmu ekonomi, karena tidak seperti halnya surplus yang lain, surplus konsumen lebih bersifat intangible, namun demikian konsep ini terlalu penting untuk diabaikan karena dapat mengukur keinginan membayar dari masyarakat terhadap barang atau dalam kasus ini barang yang dihasilkan dari sumberdaya alam.

6.2. Produktivitas

Dalam penelitian dan literatur, produktivitas sering diartikan sebagai produksi yang dihasilkan persatuan luas dari suatu komoditas yang diusahakan petani. Untuk dapat menjelaskan produksi yang dihasilkan dari suatu usahatani, diperlukan hubungan antara faktor produksi (input) dan produk (output). Hubungan antara

input dan output ini disebut “faktor relationship” (Soekartawi 1990). Selanjutnya hubungan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

Dimana : Y dapat dikatakan sebagai output produksi yang nilainya dipengaruhi oleh X, sementara X merupakan faktor produksi atau input yang nilainya mempengaruhi nilai output yang dihasilkan dalam proses produksi.

Yotopoulos PA dan JL Lawrence (1974) menyatakan, bahwa produksi dapat digambarkan sebagai upaya untuk memaksimalkan keuntungan dengan kendala ketersediaan teknologi, sumberdaya yang dimiliki, dan harga dari input variabel. Selanjutnya produksi usaha tani dirumuskan sebagai fungsi dari tenaga kerja, modal dan tanah. Dalam kajian wilayah, sistem produksi pertanian sangat ditentukan oleh produk tertentu (spesifik) yang diminta oleh pasar dan untuk menyalurkan produk yang diminta tersebut sangat dibatasi oleh jarak. Dalam hal ini pertukaran produk antar wilayah dibatasi oleh jarak (Benu FL 1996).

6.3. Sewa Lahan (*Land Rent*)

Menurut Ricardo sewa lahan (land rent), adalah surplus ekonomi suatu lahan yang dapat dibedakan atas (i) surplus yang selalu tetap (rent as an unearned increment), definisi ini memberikan kesan bahwa sewa lahan adalah surplus yang selalu tetap atau mendapat hasil tanpa berusaha (windfall return), yang diperoleh akibat pemilikan lahan, dan (ii) surplus sebagai hasil dari investasi (rent as return on investment), dalam pengertian ini lahan dipandang sebagai faktor produksi. Kebanyakan investor, pemilik dan penggarap, menggunakan pengertian kedua ini. Selanjutnya dikatakan, land rent dapat dibedakan atas teori sewa Ricardian (Ricardian Rent), dan sewa ekonomi (Economic Rent atau Locational Rent). Teori sewa

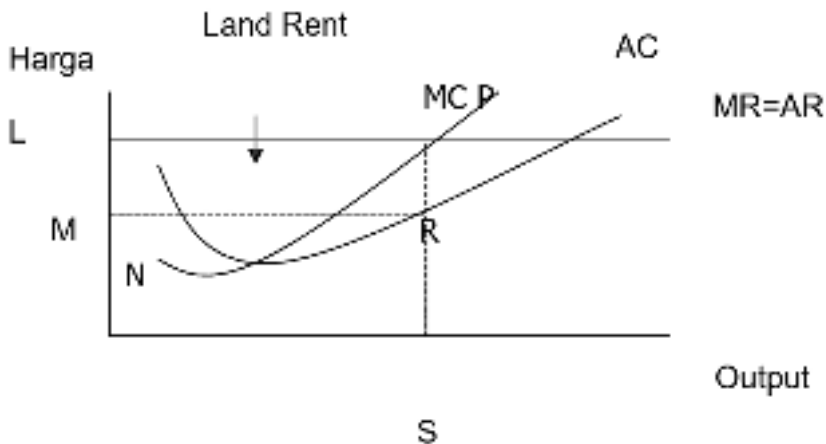
Ricardian, merupakan teori sewa lahan yang mempertimbangkan faktor kesuburan lahan.

Lahan yang subur akan memiliki nilai *land rent* yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang kurang subur. Pendekatan ini terutama banyak digunakan pada wilayah pertanian yang umumnya berada di pedesaan, sedangkan sewa ekonomi mempertimbangkan lokasi atau jarak relatif dari suatu lahan pertanian dengan pusat pasar. Lahan dengan *land rent* yang tinggi akan berada di dekat pusat pasar. Kondisi tersebut berkaitan erat dengan rendahnya biaya pengangkutan atau biaya perjalanan, yang dibutuhkan untuk menempuh jarak dari lokasi produksi ke lokasi pemasaran (Barlowe R 1978).

Krause JH dan Brorsen WB (1995), dalam penelitiannya tentang dampak dari resiko nilai *land rent* pada lahan pertanian menyatakan bahwa, *land rent* adalah fungsi dari penerimaan, biaya produksi, dan resiko. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tingginya resiko penggunaan lahan akan mengakibatkan menurunnya nilai *land rent* dan sebaliknya. Selanjutnya Renkow M (1993), dalam penelitiannya tentang harga lahan (*land prices*), sewa lahan (*land rent*), dan perubahan teknologi menyatakan, bahwa adopsi teknologi di bidang pertanian mempunyai pengaruh yang positif terhadap nilai *land rent*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa harapan perolehan keuntungan secara nyata akan mempengaruhi peningkatan harga lahan.

Rustiadi et al. (2003) juga menyampaikan bahwa *rente lahan* (*land rent*) secara sederhana didefinisikan sebagai surplus ekonomi, yaitu pendapatan bersih atau *benefit* yang diterima suatu bidang lahan tiap meter persegi, tiap tahun akibat dilakukannya suatu kegiatan pada bidang lahan tersebut. Pendapatan bersih atau *benefit* ini berasal dari total penerimaan dikurangi dengan total biaya produksi yang dikeluarkan. Peninjauan biaya tergantung

kepada yang melihatnya dan karena itu terbagai menjadi (1) Analisis finansial, yaitu peninjauan biaya yang dilihat dari segi pengelola usaha; (2) Analisis Ekonomi, yaitu peninjauan biaya yang dilihat dari sudut pandang masyarakat secara keseluruhan (sosial). Suparmoko (1997), menunjukkan penggunaan nilai produk dan kurva biaya untuk ilustrasi land rent yang merupakan surplus ekonomi setelah pembayaran biaya produksi, seperti terlihat pada Gambar 7.1



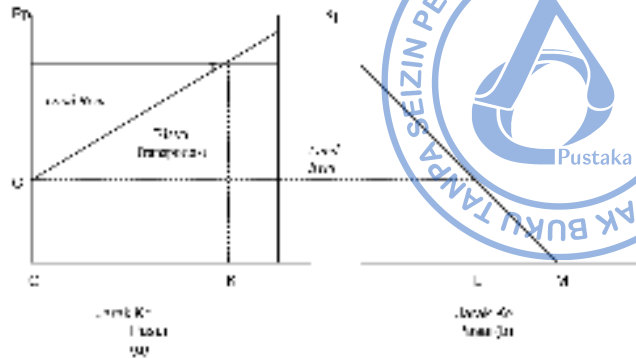
Gambar 6.1. Penggunaan dari Nilai Produk dan Kurva Biaya untuk Ilustrasi Konsep “Land Rent” yang Merupakan Surplus Ekonomi Setelah Pembayaran Biaya Produksi

Berdasarkan Gambar 5, total nilai produksi yang dihasilkan digambarkan oleh segi empat LNSP dengan total biaya dari variabel input yang ditunjukkan oleh segi empat MNSR dan menghasilkan land rent atau economic rent seluas LMRP. Surplus sebagai investasi memandang tanah sebagai faktor produksi. Surplus ekonomi sumberdaya lahan dapat dilihat dari surplus ekonomi karena kesuburan tanahnya dan lokasi ekonomi.

Pengaruh biaya transportasi kaitannya dengan perpindahan produk dari berbagai lokasi ke pasar terhadap sewa lahan

digambarkan pada Gambar 6. Dalam gambar tersebut, dilukiskan bahwa semakin jauh jarak lokasi lahan dari pasar akan menyebabkan semakin tingginya biaya transportasi. Misalnya pada jarak 0 km (tepat di pusat pasar), biaya transportasi nol dan biaya total sebesar OC pada Gambar 2(a) dan pada jarak OK km biaya total menjadi KT, karena biaya transportasi meningkat menjadi UT. Kemudian jika harga barang yang diangkut setinggi OP, maka pada jarak OK tidak lagi terdapat land rent, sedangkan pada jarak 0, besarnya land rent adalah CP. Dengan demikian dapat disimpulkan, bahwa land rent mempunyai hubungan terbalik dengan jarak lokasi lahan dengan pasar seperti yang dilukiskan pada Gambar 7.2.

Dalam teori Von Thunen's diasumsikan bahwa secara fisik lahan adalah homogen (Greenhut ML 1956), pengaruh lokasi dipisahkan dengan faktor-faktor lainnya, namun pada kenyataannya ada faktor-faktor selain lokasi yang berpengaruh terhadap penentuan penggunaan lahan. Ely dan Wehrwein (1964) menyatakan bahwa land rent selain dipengaruhi oleh lokasi juga ditentukan oleh perbedaan tanah, iklim, topografi dan faktor fisik lainnya. Hal ini juga menyebabkan perbedaan dalam intensitas penggunaan, produksi, pendapatan dan sewa. Tiap luasan lahan dipengaruhi oleh dua hal tersebut yaitu lokasi dan produktivitas, land rent adalah hasil gabungan kedua-duanya. Perbedaan lahan dalam kaitannya dengan perbedaan kesuburan atau lokasi bukanlah penyebab land rent, namun semata menjelaskan mengapa satu bidang lahan memberikan hasil yang lebih banyak dibanding yang lainnya.



Sumber: Suparmoko (1997)

Gambar 6.2. Pengaruh Biaya Transportasi Produk dari Berbagai Lokasi ke Pasar terhadap *Land Rent*

6.4. Biaya

Biaya untuk menghasilkan suatu produk, akan didasarkan pada pengeluaran yang dibebankan di dalam menghasilkan suatu jumlah hasil produksi tertentu dalam suatu periode waktu tertentu. Tanpa pengkhususan jumlah dan periode waktu tersebut, setiap petunjuk terhadap harga tidaklah berarti (Bishop CE dan WD Toussaint 1979).

Tohir KA (1982) menyatakan, bahwa biaya produksi perorangan adalah semua pengeluaran dalam hal jasa-jasa, dan barang-barang yang dibutuhkan guna melaksanakan usaha. Selanjutnya dikatakan, bahwa tingginya biaya produksi (biaya produksi marjinal) mempunyai kecenderungan (tendensi) terhadap peningkatan harga produk.

Prijosoebroto S (1991) menyatakan bahwa dalam usaha perikanan tambak diperlukan biaya produksi yang terdiri atas modal kerja, biaya benih, biaya pakan, dan biaya tenaga kerja. Selanjutnya Gohong G (1993), menyatakan bahwa penggunaan input produksi akan banyak menentukan produksi total usahatani, apabila input

tersebut dapat dipergunakan secara efektif dan efisien. Beberapa jenis input produksi tersebut adalah tenaga kerja, pemakaian benih, pemakaian pupuk, dan pemakaian pestisida serta obat-obatan. Untuk mendapatkan keuntungan maksimal diperlukan penggunaan input produksi yang optimum.

Biaya dalam proses produksi dapat dibedakan menjadi biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap adalah berkenaan dengan penggunaan aset tetap, seperti mesin. Biaya ini adalah dalam bentuk depresiasi. Suatu ciri depresiasi adalah bahwa depresiasi merupakan biaya yang diperhitungkan tetapi tidak dikeluarkan, melainkan masuk dalam cadangan perusahaan. Biaya variabel adalah merupakan pengeluaran bagi bahan mentah dan tenaga. Berbeda dengan biaya tetap yang tidak dipengaruhi oleh volume produksi, biaya variabel sejalan dengan volume produksi (Djojodipuro M 1991).

Biaya-biaya variabel adalah biaya-biaya karena pertambahan input-input variabel. Biaya tersebut akan dibebankan hanya apabila produksi itu berlangsung, dan jumlah dari biaya-biaya ini akan tergantung macam input yang digunakan. Didalam membuat keputusan-keputusan produksi, yang digunakan untuk memaksimumkan penerimaan bersih adalah jumlah input variabel. Biaya tetap ditambah dengan biaya variabel adalah biaya total. Biaya total penting dalam memperhitungkan penerimaan bersih, karena penerimaan bersih sama dengan penerimaan total dikurangi biaya total. Dalam jangka panjang, jika penerimaan total tidak lebih besar dari biaya total, produsen tidak akan berproduksi (Bishop CE dan WD Toussaint 1979).



6.5. Harga

Casler DS (1988) menyatakan bahwa masalah perekonomian yang terpenting adalah masalah harga, yang dimaksud dengan harga adalah tinggi nilai barang dan jasa diukur dengan uang. Masalah sewa tanah (land rent) pada dasarnya adalah masalah perihal harga.

Harga memberikan rangsangan pada para produsen untuk menghasilkan barang-barang yang permintaannya sangat besar dan menggunakan sumber- sumber yang paling banyak jumlahnya. Apabila harga beberapa barang meningkat para produsen didorong untuk menghasilkan barang tersebut. Para produsen barang-barang yang harganya meningkat juga akan memperoleh tambahan sumber-sumber guna memperluas produksi. Sistem penentuan harga mengalokasikan sumber-sumber pada penggunaan yang paling banyak permintaannya (Bishop CE dan WD Toussaint 1979).

Fungsi harga terutama adalah untuk menghasilkan keseimbangan yang diperlukan antara permintaan dan penawaran. Jika kenaikan harga tidak berhasil meningkatkan output atau mengurangi permintaan maka kenaikan harga dianggap berbahaya. Kebijakan harga hendaknya ditujukan pada fleksibilitas mengendalikan permintaan, mengalokasikan kembali sumber-sumber produksi dan mengarahkan kembali output ke arah yang dikehendaki (Jhingan ML 1996).

6.6. Biaya Transportasi

Harga input angkutan adalah biaya yang dikeluarkan oleh seorang pengusaha untuk memindahkan satu satuan berat barang sejauh satu satuan jarak. Harga yang ditentukan oleh produsen didasarkan atas biaya produksi dan kondisi permintaan yang dihadapi pada berbagai tempat. Kondisi permintaan mencakup

elastisitas permintaan dan biaya angkutan untuk menyerahkan barang yang akan dijual. Perbedaan biaya angkutan (transportasi) dapat mengakibatkan perbedaan harga yang cukup besar antara daerah yang satu dengan daerah yang lain (Djojodipuro M 1991).

Struktur biaya transportasi sangat berhubungan erat dengan jarak, dengan kata lain setiap penambahan satu satuan unit jarak akan mengakibatkan tambahan biaya transportasi. Dalam kenyataannya, biaya transportasi sangat jarang berhubungan dengan jarak. Bahkan seringkali terdapat pengurangan biaya per unit barang seiring dengan bertambahnya jarak (Dicken P dan PE Lloyd 1990 diacu dalam Sobari MP, T Kusumastanto, SDE Kaunang 2006).

Segi lain yang perlu mendapat perhatian adalah bahwa angkutan sebagai input diadakan dan habis pada waktu dipergunakan. Angkutan tidak dapat disimpan, yang dapat disimpan adalah jasa yang dapat dipergunakan sebagai angkutan. Seorang pekerja yang membantu orang lain untuk mengangkut barang pada dasarnya merupakan himpunan jasa angkutan. Demikian halnya suatu truk, truk juga merupakan himpunan jasa, yang apabila dikombinasikan dengan tenaga dan alam (jalan dan bensin) dapat menghasilkan angkutan. Berdasarkan hal tersebut maka jasa angkutan dapat dikategorikan sebagai input tidak langsung. Suatu proses produksi memerlukan tenaga ditempat tertentu, barang modal ditempat tertentu, manajemen ditempat tertentu dan juga input angkutan untuk membawa segalanya tersebut ke tempat tadi dan hasil akhirnya ke pasar. Angkutan dalam hal ini mempunyai fungsi sama dengan input lainnya. Dengan memberi perhatian kepada input ini secara wajar, akan makin disadari segi spasial. proses produksi. Angkutan tidak perlu dipandang sebagai faktor produksi, akan tetapi angkutan mempunyai peranan penting dalam produksi mau pun konsumsi (Djojodipuro M 1991).



BAB VII

MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG

Pengaruh negatif budidaya udang intensif sekarang ini bisa ditanggulangi dengan adanya sistem pembuangan air minimal, tanpa pembuangan air atau resirkulasi tertutup. Sistem-sistem tersebut merupakan alternatif dari sistem produksi siklus terbuka umumnya yang memerlukan pergantian air yang banyak. Sistem-sistem itu dapat mengatasi masalah berat yang dihadapi produksi udang saat ini, setidaknya tidaknya mengurangi, kalau tidak bisa sama sekali mencegah masuknya karier penyakit udang ke tambak. Sampai saat ini, pembudidaya udang yang progresif di Thailand dan Filipina menerapkan sistem pembuangan air minimal yang juga dipandang sebagai sistem pengantian air yang sedikit. Penerapan sistem resirkulasi bagi budidaya udang intensif telah diuji dan didemonstrasikan oleh Aquaculture Department of SEAFDEC (SEAFDEC/AQD) di Filipina dan telah juga cukup lama digunakan di Thailand. Sistem resirkulasi ini menjadi populer setelah berjangkitnya wabah bakteri luminous dan virus sindrom bercak putih (white spot syndrome virus = WSSV), pada saat dimana pembudidaya udang berusaha membebaskan tambaknya dari sumber-sumber bakteri dan virus yang berasal dari air atau dari sumber luar. Dalam Petunjuk Pelaksanaan ini, akan diterangkan secara rinci berbagai pengalaman dan perkiraan apa yang akan terjadi, berdasarkan pengujian dan demonstrasi budidaya udang intensif ramah lingkungan yang berhasil dengan sukses, yang dilakukan di Stasiun Budidaya Air Payau Dumangas milik SEAFDEC/AQD di Iloilo, Filipina dan di Institut Penelitian dan Pengembangan Udang Laut milik Departemen Perikanan Thailand.

Deskripsi Perbaikan Sistem Kolam Tambak

Sistem pembuangan air minimal dan sistem resirkulasi tertutup pada dasarnya adalah hampir sama, dimana areal budidaya terbagi menjadi unit-unit terpisah a.l. Kolam penampungan air (reservoir), kolam pembesaran dan kolam pengendapan (juga disebut kolam

treatment). Perbedaannya adalah bahwa pada sistim yang pertama, sejumlah kecil air dibuang dari kolam pembesaran dan dialirkan ke laut setelah melalui kolam treatment. Sedangkan pada sistim kedua, buangan dari kolam pembesaran digunakan lagi atau diresirkulasi setelah melewati kolam treatment. Pada sistim resirkulasi tertutup, air seluruhnya diresirkulasi dengan memompanya dua kali, pertama dari kolam penampungan masuk ke kolam pembesaran, dan yang kedua, dari kolam pengendapan ke kolam pembesaran. Pada sistim pembuangan air minimal, air hanya sekali dipompa, yaitu dari kolam penampungan utama masuk ke kolam pembesaran

Sistim pembuangan air minimal dan sistim resirkulasi tertutup mencakup pula pencegahan penyakit dan pembuangan atau pengurangan buangan organik, bakteri berbahaya dan polutan lainnya dari air kotor. Sistim tersebut bersifat ramah lingkungan karena cara ini mengintegrasikan kolam penampungan air, kolam pengendapan, rotasi penanaman, bahan probiotik, sistim pendukung kehidupan, biomanipulator, biofilter dan penampung lumpur.

7.1. Perbaikan Sistim Kolam Tambak

1. Kolam pembesaran

Umumnya, luas kolam pembesaran sekitar 50% -75 % dari luas total fasilitas tambak budidaya udang intensif. Bentuknya mungkin berbeda-beda, tapi yang paling umum adalah kubus atau persegi panjang, masing-masing seluas 0,5 - 1,0 ha. Pematang kolam pembesaran bisa dari tanah, semen atau dilapisi plastik. Udang dipelihara mulai ukuran benih dengan padat tebar 20-60 ekor/m sampai mencapai ukuran konsumsi. Pematang, pintu air dan sistem saluran dirancang dan dibangun guna mampu menampung kedalaman air 100 cm; yang ideal adalah 150 cm. Percontohan tambak udang di Filipina dan Thailand menyarankan untuk menggunakan kolam pembesaran

yang kecil dan mudah dikelola seluas 1,25 - 1,0 ha, dengan kolam penampungan air seluas 0,08 - 1 ha. Seluruh kolam harus memiliki pintu pemasukan dan pembuangan air tersendiri, guna lancarnya pengaturan air. Sistem pintu air ganda ini dapat terbuat dari saluran kayu, konkrit atau dari PVC. Jalan setapak dari bambu, kayu atau konkrit bisa dibuat di tempat-tempat strategis, tempat memonitor udang atau memberi makan. Anco atau wadah pakan (0,75 - 1 m) sebanyak 4 - 8 buah ditempatkan untuk kolam seluas 0,5 - 1,0 ha, untuk memonitor pakan yang dimakan udang

2. Kolam penampungan air dengan *biomanipulator* dan *green water*

Luas kolam penampungan ini paling sedikit 25% dari kolam pembesaran (Gambar 1 dan 3). Air yang masuk seluruhnya ditampung sementara di kolam penampungan untuk paling tidak satu minggu, sebelum dialirkan ke kolam pembesaran. Bila kolam penampungan ini hanya tersedia satu saja, sebaiknya dibagi menjadi dua bagian yang bisa dipakai Bergantian. Pada kolam penampungan inilah salinitas air dapat dikontrol dan disesuaikan. Kolam penampungan juga membantu mengurangi, walaupun tidak menghilangkan sama sekali, adanya inang dan pembawa penyakit dari jenis udang-udangan. Air dipompakan masuk ke kolam pembesaran melewati bak saringan untuk mencegah spesies lain dari luar masuk ke kolam. Kolam penampungan ditebari spesies yang berfungsi sebagai biomanipulator yaitu : tilapia-jantan, bandeng atau belanak. Biomanipulator ini nyata membantu mempertahankan kondisi air kolam dan menimbulkan *green water*. Ikan ditebar dengan kepadatan 5.000 - 10.000 ekor/ha atau setara dengan volume biomassa sebesar 1,5 - 2,5 ton/ha.

3. Kolam pengendapan dengan sekat dan biofilter

Kolam pengendapan (juga disebut kolam sedimentasi, kolam penampungan buangan atau kolam treatment) berfungsi untuk menampung air buangan dari kolam pembesaran, agar zat hara terlarut dan butiran zat padat melayang dapat berkurang seminimal mungkin sebelum dialirkan kembali ke kolam penampungan (Gambar 1 dan 4). Saluran pembuangan utama, yang bisa juga berfungsi sebagai tempat pengendapan, harus berukuran lebar dan dalam, guna terjadinya pembuangan yang efisien. Kolam harus mempunyai pintu pengaturan air untuk mencegah air buangan tidak melimpah keluar kolam sebelum zat padat yang melayang mengendap semua. Air yang keluar dari kolam pembesaran di treatment terlebih dahulu melewati sistem sekat yang dipasang di kolam pengendapan. Sekat-sekat ini terbuat dari lembaran plastik atau jaring kawat halus yang memungkinkan terjadinya penyaringan mekanis dan proses sedimentasi pada saat air bergerak mengalir dengan cara berkelok-kelok (Gambar 5). Gerak air melambat dan zat padat yang melayang mengendap sebelum sampai ke bak saringan.

Untuk meminimalkan konsentrasi zat hara terlarut pada air buangan, filter biologis seperti oyster, kerang dan rumput laut (*Gracillaria* spp. dan ganggang hijau) digantungkan di kolam pengendapan tersebut.

Bak saringan yang dilengkapi pompa air submersible bertenaga 2 hp dipasang di ujung kolam untuk sirkulasi air. Pompa ini beroperasi 12 jam per hari selama 3 kali seminggu tergantung dari kualitas airnya.



4. Penampung lumpur

a. Penampung lumpur di tengah kolam

Perlengkapan ini seluas 5% dari areal kolam, yang berdinding jaring ganda ukuran 10m x 10m x 1,5m dan dipasang di tengah kolam pembesaran. Dengan bantuan kincir berangkai, aliran sirkulasi air bergerak sambil membawa sisa pakan, kotoran udang dan endapan lainnya ke tengah kolam. Udang tertahan jaring hingga tidak ikut masuk bersama air. Penampung lumpur ini memiliki jaring kasar (5 mm) di dalam dan jaring halus (1 mm) di luar, yang terbenam sedalam 50 cm ke dasar kolam dan ditopang oleh batang bambu. Jaring halus yang di sebelah luar diangkat setelah 60 hari di saat udang mencapai ukuran benih, ukuran yang cukup besar untuk tidak masuk ke dalam penampung lumpur. Tilapia, bandeng atau belanak yang ditebar di penampung lumpur ini makan buangan sisa pakan yang terakumulasi.

b. Penampung lumpur di sudut

Penampung lumpur jenis ini terdiri dari bahan yang sama, namun dipasang di seluruh sudut kolam. Sudut-sudut tersebut dianggap titik mati dimana sisa buangan terkumpul. Biomanipulator ditebar di tempat ini untuk memanfaatkan buangan yang terakumulasi sebagai makanannya.

5. Suplai tenaga listrik

Sumber tenaga listrik untuk suatu kolam budidaya udang intensif harus memiliki kapasitas yang mampu mensuplai listrik yang cukup untuk mengoperasikan penerangan, kincir, pompa listrik, blower dan peralatan lainnya yang diperlukan setiap saat. Umumnya, sistem bertenaga 3-fase dipilih guna meminimalkan pemakaian listrik. Sebuah generator pembangkit listrik harus

akan kincir dan pompa mekanis atau listrik. Aerasi

akan kincir dan pompa mekanis atau listrik. Aerasi

akan kincir dan pompa
Pustaka
akan secara mekanis,
sin atau listrik. Aerasi

akan kincir dan pompa
Pustaka
akan secara mekanis,
sin atau listrik. Aerasi

konsentrasi oksigen terlarut di dasar kolam dan di seluruh badan air. Sistem aerasi ini memakai pipa PVC (berdiameter 10 mm) yang berlubang-lubang kecil, yang mengarah ke bawah dan tegak terpasang sepanjang dasar kolam dengan jarak 2 - 10 m antara satu sama lain. Pipa-pipa tersebut tersambung ke blower bertenaga 2 hp.

7.2. Manajemen Budidaya Udang yang Baik dan Ramah Lingkungan di Daerah Mangrove

1. Pompa air

Bila arus air dari sumber terdekat tidak cukup untuk mengisi kolam penampungan, perlu digunakan pompa air listrik atau bertenaga bahan bakar manapun yang tersedia dan berharga pantas. Pompa air terdiri dari bermacam-macam jenis dan merupakan komponen yang mutlak harus ada pada budidaya tambak udang intensif.

2. Bak saringan

Pemasangan bak saringan di kolam penampungan air merupakan perbaikan dari penggunaan jaring atau kantong saringan yang umumnya digunakan. Dibuat dari bahan lokal yang ada, bak saringan ini mudah dibuat dan dioperasikan. Bak dibuat dari kayu lapis, dilubangi pada sisi-sisi dan dasarnya, dan diisi lapisan-lapisan pasir, kerikil halus atau tumbukan cangkang kerang. Pompa air submersible dipasang pada bagian tertinggi saringan yang mengalirkan air masuk ke kolam pembesaran. Bila dipasang dengan benar, bak saringan ini akan secara efektif menahan spesies ikan atau udang yang tidak dikehendaki, yang mungkin merupakan inang pembawa penyakit udang. Pada sistim resirkulasi tertutup, bak saringan yang lain dengan sistim pompa tersendiri dipasang di kolam pengendapan untuk mengalirkan kembali air yang sudah di-treatment ke kolam pembesaran.



3. Peralatan monitoring

Adalah penting untuk melengkapi fasilitas tambak dengan peralatan dasar seperti refractometer (pengukur salinitas), termometer (pengukur suhu), secchi disk (pengukur kecerahan air), pH meter dan pengukur oksigen terlarut. Peralatan tersebut harus ada agar kualitas air di kolam dapat tetap dipertahankan pada tingkat optimum.

4. Persiapan Kolam

Pada awal setiap pemeliharaan, kolam harus disiapkan secara benar guna mencapai kondisi kolam yang optimum, yang diperlukan bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup Post Larvae (PL) dan benih udang yang ditebar. Karena udang hidup di dasar kolam, tanah yang pekat, buangan atau kotoran di dasar kolam yang terkumpul selama pemeliharaan sebelumnya harus dibuang. Juga penting untuk membuang binatang pesaing dan inang pembawa penyakit, memperbaiki pH tanah dan menumbuhkan pakan alami di kolam. Kondisi sedemikian bisa dicapai melalui pengeringan, pengadukkan dan perataan dasar kolam, pemberian kapur dan pemupukkan serta persiapan pengairan kolam. Tanah dasar kolam tambak udang harus berpasir dan bertanah liat dengan sifat karakteristik sebagai berikut :

pH	: 7,0 - 8,5
Kandungan bahan organik	: < 4 %
Kandungan besi	: < 400 ppm (mg/l)
Warna	: Coklat

Prosedur

1. Keringkan kolam dengan sempurna dan ratakan dasarnya. Bila perlu, gali saluran di sepanjang pinggir dan atau di tengah kolam yang mepengeluaran air guna memungkinkan pengeluaran air keluar dan pengeringan

2. Keringkan kolam sampai dasarnya pecah-pecah, agar oksidasi cepat terjadi, gas-gas yang beracun keluar dan spesies yang tidak dikehendaki mati.
3. Buang endapan kotor dari dasar kolam. Buang ke tempat dimana endapan kotor nantinya tidak akan masuk lagi ke kolam kalau hujan datang.
4. Bilas kolam dengan cara mengisinya dengan air sedalam 30 cm selama 24 jam, lalu buang airnya keluar sampai habis sama sekali.
5. Taburkan 2 ton/ha kapur pertanian (CaCO_3) atau 0,5 - 1 ton/ha kapur tohor $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk menetralkan keasaman tanah dasar kolam.
6. Aduk dasar kolam agar kapur dan tanah tercampur rata dan agar proses oksidasi terjadi pada lapisan atas dasar kolam setebal 10 - 20 cm.
7. Padatkan dasar kolam dengan alat pemadat tanah manual ataupun dorongan kayu bulat. Pemadatan ini dapat juga terjadi karena tekanan badan air. Caranya adalah dengan meninggikan kedalaman air sampai semaksimal mungkin dan mendiarkannya selama seminggu. Air kemudian dialirkan keluar dan dasar kolam dengan sendirinya akan mengeras. Cara ini tidak banyak memerlukan tenaga, tetapi waktunya lebih lama.
8. Pasang penampung lumpur berdinding ganda di tengah dan di sudut-sudut setiap kolam pembesaran. Angkat jaring luar yang halus luar setelah 60 hari udang PL ditebar, saat mana udang sudah tumbuh lebih besar.
9. Pasang kawat nilon halus (ukuran 0,5 cm) seperti jaring tenis di sepanjang dasar kolam (Gambar 19) untuk memperluas permukaan air sebanyak 35 - 50 % dan untuk tempat menempelnya jasad pakan alami. Posisi jaring ini mengarah ke pipa pengeluaran air yang menuju ke kolam pengendapan. Pemasangan jaring ini harus setinggi 25 cm dari dasar kolam.



Persiapan Air

Air dari kolam penampungan dipompa dan dipupuk agar terjadi blooming plankton yang diharapkan, dalam kondisi air diaerasi. Hal ini dilakukan paling sedikit 3 - 5 hari sebelum udang ditebar.

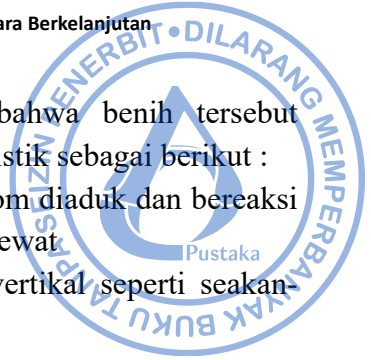
Prosedur

1. Pasang 4 unit aerator kincir listrik atau bertenaga bahan bakar untuk setiap 1 ha kolam. Letakan posisinya sejauh 5 m dari pinggir kolam dan berjarak sekitar 40 m satu sama lain untuk menciptakan arus memutar.
2. Isi kolam dengan air yang telah disaring dari kolam penampungan melalui aliran gravitasi atau dengan pompa.
3. Saat kedalaman air mencapai 30 cm, untuk membunuh predator dan pesaing, taburkan saponin sebanyak 50 kg/ha saat suasana cerah atau 100 kg/ha saat mendung. Buang binatang yang mati dan isi kolam dengan air yang berasal dari kolam penampungan paling sedikit sedalam 100 cm.
4. Sebarkan pupuk kandang kering dari kotoran ayam atau sapi sebanyak 300 kg/ha bersama pupuk urea (45-0-0) sebanyak 18 kg/ha dengan metoda “kantong”. Untuk membuat kantong ini, isilah karung berlubang-lubang (misalnya karung bekas kantong pakan) dengan 25 kg pupuk kandang yang dicampur dengan 2 kg urea. Kemudian tutup dan ikat karung dengan kuat, lalu benamkan ke dalam air secara menggantungkannya ke batang bambu. Pasanglah kantong-kantong ini di tempat-tempat strategis, sebaiknya di depan setiap kincir. Kantong ini akan sedikit demi sedikit mengeluarkan zat hara ke dalam air kolam, sehingga akan menimbulkan bayangan warna tertentu pada air kolam dalam waktu 5 hari. Warna sedemikian menunjukkan terjadi keserasian yang baik antara plankton hewani dan nabati

- di air. Angkat dan buang kantong ini segera setelah blooming plankton telah stabil.
5. Kalau blooming plankton tidak terjadi, ganti 20 - 30% air kolam dan tambahkan lagi 10 - 15 kg/ha urea. Bila terdapat blooming plankton di tambak sekitar, ambil air kolam sekitar tadi untuk dipindahkan ke kolam pembesaran sehingga bisa menginokulasi pertumbuhan plankton. Pengalaman di Thailand memperlihatkan bahwa seminggu setelah memasukkan bongkahan saponin sebanyak 25 kg/rai (=156 kg/ha), kecerahan air bertambah 10 cm. Bila kecerahan air kurang dari 80 cm dalam waktu 3 hari, tidak perlu lagi menambahkan pupuk karena zat hara dalam air sudah cukup untuk menumbuhkan plankton. Bila warna air kolam tidak seperti yang diharapkan, perlu ditambahkan pupuk anorganik untuk mempercepat tumbuhnya plankton. Pupuk yang digunakan dan ukurannya adalah : Urea (40-0-0) : 2,0 kg/rai (=12,90 kg/ha) Pupuk fospat : 1,5 kg/rai (= 9,40 kg/ha)
 6. Letakkan keramba jaring yang ditebari tilapia, bandeng atau belanak dalam penampung lumpur dengan standing biomass sedikitnya 2.000 kg/ha untuk bisa memproduksi green water yang cukup. Disarankan air yang akan ditebari udang harus mempunyai kualitas sifat fisika- kimia sebagai berikut : Oksigen terlarut : > 4 ppm Ammonia : < 0,1 ppm Salinitas : 25 - 30 ppt pH: 7,5 - 8,5 Suhu : 28 - 32 o C Alkalinitas : > 80 ppm Kecerahan : 35 - 45 cm Warna air : hijau kecoklatan

Penebaran dan Aklimatisasi

Pada stadia PL atau benih, udang sangat peka. Walaupun dengan persiapan kolam yang sangat baik, benih udang dapat mati saat ditebar jika tidak sehat, bila waktu penebaran tidak ideal, atau bila kualitas air saat pengangkutan sangat berbeda dengan kualitas air kolam. Padat tebar seharusnya 20 - 60 benih/ha.



Waktu membeli benih, pastikan bahwa benih tersebut berkualitas prima dengan sifat-sifat karakteristik sebagai berikut :

1. Berenang melawan arus bila air di baskom diaduk dan bereaksi pada penepukan air dan bayangan yang lewat
2. Berenang secara horisontal dan tidak vertikal seperti seakan akan kehabisan nafas
3. Bertubuh lurus
4. Berukuran seragam
5. Berukuran panjang paling sedikit 12 mm pada stadia PL18
6. Mempunyai otot-otot perut yang jernih g. Memiliki lambung penuh
7. Memiliki rasio 1 : 4 antara lambung dan otot
8. Memperoleh sertifikat bebas monodon baculovirus dan virus bercak putih yang dikeluarkan oleh laboratorium diagnostik melalui pemeriksaan Polymerase Chain Reaction (PCR).

Jadwalkan penebaran udang di awal pagi hari saat suhu antara 27 - 32 oC. Sediakan baskom, ember dan serokan sebelum udang tiba. Pasang dua buah nampan untuk kontrol kelangsungan hidup (1x 1 m) di setiap kolam yang akan ditebari udang.

Prosedur aklimatisasi

1. Biarkan kantong plastik berisi benih udang yang masih tertutup mengapung di air kolam yang akan ditebari (Gambar 22) selama 30 - 60 menit.
2. Pilih 2 - 3 buah kantong untuk penghitungan dan tuangkan isi tiap kantong ke baskom. Hitunglah benih di tiap baskom dan cari rata-ratanya dari 3 kali hitungan.
3. Periksa suhu, salinitas, dan pH dari air tempat pengangkutan setiap 15 menit. Sebagai patokan, biarkan aklimatisasi berlangsung selama 15 menit untuk setiap perbedaan suhu 1 o C, salinitas 1 ppt dan pH 0,1 unit. Buka sisa kantong plastik lainnya dan

sedikit demi sedikit tambahkan atau cipratkan air kolam kedalam kantong.

4. Teruskan menambah air kolam secara perlahan-lahan sampai salinitas, suhu dan pH dari air di dalam kantong pengangkutan dan kolam menjadi sama.
5. Tebarkan 100 ekor benih dalam setiap hapa untuk kontrol kelangsungan hidup udang
6. Biarkan sisa benih keluar berenang sendiri dari kantong ke kolam.

Sebagai dasar penentuan lamanya aklimatisasi, gunakan selalu perbedaan kualitas air yang terbesar antara kolam dan wadah pengangkutan. Bila perbedaan suhu adalah 2 oC tapi perbedaan salinitasnya 4 ppt dan pH 0,1 unit, lamanya aklimatisasi harus $15 \times 4 = 60$ menit. Jangan memperpanjang lama aklimatisasi lebih dari 2 jam karena akan mengakibatkan stress pada udang. Ini berarti bahwa bila salinitas kolam 8 ppt lebih tinggi daripada di hatchery, perlu dilakukan aklimatisasi pendahuluan di hatchery sebelum udang dimasukkan ke wadah pengangkutan. Mintalah agar di hatchery dilakukan aklimatisasi sebelum benih diangkut, agar salinitas air dalam pengangkutan sama dengan salinitas air kolam tempat benih udang akan ditebar. Hitunglah jumlah benih dalam hapa setelah 15 hari, lalu ulang lagi penghitungan setelah 30 hari dan ambil rata-ratanya sebagai perkiraan besar kelangsungan hidup benih di kolam.

Pengelolaan pakan dan pemberianmakan

Karena biaya pakan merupakan 40 - 50% dari total biaya produksi operasi budidaya udang intensif, disarankan menggunakan pakan berkualitas baik (dengan kandungan protein yang stabil). Guna memperoleh cara pengelolaan pakan dan pemberian pakan yang efisien, jumlah benih udang di kolam, derajat pertumbuhan dan rasio konversi pakan (FCR) harus dimonitor setiap hari. Selama satu bulan pemeliharaan, cara penghitungan yang digunakan

sebagai berikut. Pada saat penebaran, pakan diberikan sebanyak 1-2 kg/100.000 benih. Selanjutnya jumlah pakan disesuaikan tiap hari. Pemberian pakan ke seluruh areal kolam mengikuti.

Setelah makan Setelah 30 hari, jumlah pakan harian dapat diatur dalam dua cara :

1. Jumlah pakan berdasarkan kebutuhan atau,
2. Jumlah pakan yang ideal dihitung berdasarkan perkiraan angka-angka kelangsungan hidup, rata-rata pertambahan berat harian, rata-rata berat badan (BB), dan derajat pemberian pakan.

Penyesuaian jumlah pakan harian berdasarkan kebutuhan

Pemberian pakan berdasar kebutuhan termasuk monitoring konsumsi pakan udang yang dilakukan terus menerus dengan memeriksa seluruh wadah pakan, yang dipasang di tempat-tempat strategis di kolam pembesaran. Jumlah wadah pakan tergantung luas kolam. Berdasarkan rata-rata berat badan yang dihitung dari pengukuran berat badan udang yang tertangkap di wadah pakan setiap 7 hari, jumlah pakan dapat dihitung. Pakan diletakkan di wadah setiap saat udang akan diberi makan. Konsumsi pakan di seluruh wadah dimonitor beberapa jam setelah pakan diletakkan. Jumlah wadah yang pakannya semua habis dibagi Dengan jumlah total wadah.

Penyesuaian jumlah pakan berdasar perkiraan pakan yang ideal

Cara ini paling jelas diterangkan dengan contoh berikut, berupa perkiraan jumlah pakan harian untuk 30 - 37 hari pemeliharaan pada kolam yang ditebari 100.000 ekor udang PL. Pada hari ke-30, dicapai kelangsungan hidup 90 %, rata-rata berat badan 2 g dan rata-rata pertambahan berat (pertumbuhan) 0,15 g.



Perkiraan	:	
Jumlah awal yang ditebar	:	100.000 ekor PL
Kelangsungan hidup	:	90 %
Rata-rata berat badan	:	2 g Pada hari pemeliharaan ke-30,
rata-rata pertumbuhan	:	0,15 g

Monitoring dan Pencatatan Data

Monitoring harus dilakukan secara teratur terhadap kualitas air, pemberian pakan, pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Tetap lakukan pencatatan data sebagai dasar bagi pengelolaan kualitas air maupun treatment lainnya untuk mempertahankan kondisi kolam yang optimum bagi pertumbuhan udang.

1. Monitor kedalaman air, kecerahan, suhu, salinitas dan pH dua kali sehari, pada pukul 06.00 - 07.00 dan pukul 14.00 - 15.00.
2. Monitor jumlah bakteri luminous setiap 2 hari. Gunakan botol bersih dan steril saat mengambil sampel air. Segera bawa sampel ke laboratorium pemeriksaan terdekat untuk dianalisa.
3. Monitor konsumsi pakan oleh udang dengan memasang 4 - 8 buah wadah pakan (masing-masing seluas 1m²) untuk kolam seluas 0,5 - 1,0 ha.
4. Dengan menggunakan wadah pakan yang sama, monitor kondisi udang berdasar penampilan fisiknya. Gangguan fisik dapat menunjukkan adanya tanda-tanda stress, atau dapat juga mengakibatkan stress yang mengarah pada kematian.
5. Monitor panjang dan rata-rata berat badan udang untuk menentukan apakah mereka tumbuh dan apakah perlu untuk menyesuaikan jumlah pakan.
6. Tetap mencatat semua parameter yang dimonitor (Gambar 26). Hal ini sangat perlu untuk menanggulangi masalah yang timbul dan untuk menjadi bahan acuan bagi usaha produksi selanjutnya.



Monitoring pertumbuhan

Mulai bulan kedua pemeliharaan, ambil sampel udang dari wadah pakan untuk pengukuran panjang dan berat dengan interval 1 minggu. Gunakan jaring tebar untuk menangkap sampel udang setiap bulan. Ukur panjang dan berat dari 50 - 100 ekor udang dan hitung rata-rata berat badannya.

Perkiraan besar stok

Jumlah udang yang hidup setiap hari dapat diperkirakan dari total konsumsi pakan harian dan rata-rata tingkat konsumsi pakan hariannya. Dengan memperkirakan kelangsungan hidup hariannya, rata-rata tingkat kelangsungan hidup setiap minggu dapat dihitung. Cara lain untuk memperkirakan besarnya stok udang di kolam adalah dengan menghitung jumlah udang yang tertangkap jaring tebar dari 10 tempat yang diacak di kolam. Stok udang yang hidup diperkirakan berdasar pada luas area tebar jaring, total area kolam, dan rata-rata jumlah udang yang tertangkap jaring dalam 10 kali tebar.

Perkiraan rasio konversi pakan (*Feed Conversion Ratio : FCR*)

Hitunglah FCR mingguan dengan menggunakan perkiraan jumlah udang, rata-rata berat badan dan total konsumsi mingguan. Bila angka FCR ini melebihi 1,5, awasi secara teliti konsumsi pakan di wadah dan ikuti rekomendasi penyesuaian jumlah pakan yang diberikan. Hal ini akan membuat angka FCR tidak terlalu besar bedanya dengan 1,5.

Monitoring kualitas air di kolam-kolam pembesaran, penampungan dan pengendapan pada sistem resirkulasi tertutup

Parameter kualitas air (termasuk tanah) harus dimonitor secara teratur sebelum, selama dan setelah masa pemeliharaan. Monitoring harus meliputi sumber air tambak dan daerah dimana air



yang keluar dibuang, guna mencegah penurunan kualitas air alam sekitarnya. Kedua parameter, baik sifat fisika maupun kimia air harus dianalisa termasuk keragaan unsur hara, bakteri dan virus yang ada.

Kualitas air di kolam pembesaran

Sampel air yang akan dianalisa harus diambil dari permukaan air dan dasar kolam.

Kecerahan air, salinitas, kondisi cuaca, suhu udara dan air dimonitor setiap hari pada pukul 3 sore, sedangkan pH dan oksigen terlarut diukur 2 kali sehari pada pukul 6 pagi dan pukul 3 sore. Alkalinitas, kandungan ammonia dan nitrit diukur setiap hari Senin, Rabu dan Jumat pada pukul 3 sore. Monitoring selama 24 jam untuk kandungan oksigen terlarut dan suhu air dilakukan seminggu sekali. Bakteri di air dan kotoran udang, logam berat dan insektisida di kolam pembesaran dimonitor sekali sebulan.

Kualitas air di kolam penampungan dan kolam pengendapan

Sama seperti di kolam pembesaran, sampel air untuk dianalisa harus diambil dari permukaan air dan dasar kolam. Kandungan pH, oksigen terlarut, ammonia, nitrat, serta suhu, salinitas dan kecerahan air diukur setiap hari pada pukul 3 sore.

Setiap air yang dipompa dari kolam penampungan atau kolam pengendapan masuk ke kolam pembesaran, harus diperiksa dulu untuk pengukuran alkalinitas, kandungan amoniak, nitrit, fospat, klorofil-a, padatan terlarut, Biological Oxygen Demand (BOD), *Vibrio* spp. dan jumlah total bakterinya. Berikut adalah tingkat optimum berbagai parameter fisika, kimia dan biologi air yang harus dipertahankan di berbagai bagian sistem sirkulasi tertutup.

Pengaturan Air

Pengoperasian budidaya udang intensif yang berhasil, membutuhkan pemberian pakan dan pengaturan air yang tepat untuk

mempertahankan kualitas air yang baik. Masuknya pakan berkualitas dalam jumlah banyak akan menyebabkan perubahan kualitas air kolam. Pakan yang tidak termakan dan kotoran hasil metabolisme akan menambah kandungan hara anorganik dan bahan organik ke dalam air dan ke dasar kolam. Terjadinya kelimpahan plankton di kolam dapat dihubungkan dengan jumlah kotoran organik yang berasal dari pakan udang. dalam kondisi anaerobik, pembusukan mikroba dari bahan organik menghasilkan senyawa organik dan anorganik, seperti fosfat (PO_4), nitrit-nitrit ($\text{NO}_2^- - \text{NO}_3^-$), dan karbon dioksida (CO_2). Dalam kondisi anaerobik, yang diproduksi adalah ammonia (NH_3) dan asam sulfat (HS_2). Air dari sumber terdekat harus didiamkan dulu di kolam penampungan (reservoir) sebelum dipompa ke kolam pembesaran. Padatan melayang mengendap sedangkan bakteri yang baik dan plankton yang bermanfaat akan berkembang. Kolam penampungan harus ditebari ikan yang secara efektif berfungsi sebagai biomanipulator yang memproduksi “green water”, yang akan menekan pertumbuhan bakteri berbahaya.

Pengaturan kualitas air

1. Kedalaman air tidak boleh kurang dari 1 m, yang ideal adalah 1,5 m. Dengan bertambahnya kedalaman air, bertambah stabil pula lingkungan hidup udang.
2. Warna air harus hijau kecoklatan, coklat keemasan atau hijau muda. Warna-warna tersebut menunjukkan adanya kandungan plankton yang cukup. Warna air yang hijau kebiruan sampai hijau harus dihindari.
3. Angka kecerahan di kolam pembesaran harus mencapai 40 - 60 cm selama 60 hari pertama pemeliharaan, yang menurun menjadi 35 - 45 cm mulai hari ke 60 sampai saat panen. Pertahankan angka kecerahan air dalam kisaran yang optimum. Blooming plankton yang baik akan meneduhi badan air, mencegah pertumbuhan ganggang benthos dan menstabilkan suhu air.

4. Pertahankan konsentrasi kandungan oksigen terlarut agar lebih besar dari 4 ppm. Operasikan aerator kincir bila kandungan oksigen terlarut berada di bawah 4 ppm. Oksigen terlarut secara langsung mempengaruhi selera makan, metabolisme, kesehatan dan kelangsungan hidup udang.
5. Pertahankan pH air di sekitar 7,5 - 8,5. Bila kurang dari angka ideal ini, gantilah air dan tambahkan kapur dolomit atau kapur pertanian sebanyak 150 - 300 kg/ha. Fluktuasi turun naiknya pH yang melebihi 0.5/hari akan mematikan udang
6. Pertahankan salinitas air pada 15 - 25 ppt. Bila bakteri luminous berkembang turunkan salinitas air sebesar 3,2 ppt/bulan sehingga menjadi 10 - 15 ppt sampai saat panen. Hal ini akan mengurangi populasi bakteri luminous sampai pada tingkat yang tidak membahayakan
7. Jaga suhu air agar tetap antara 28 - 32o C. Suhu air akan stabil di kolam yang airnya dalam.
8. Kandungan ammonia dan nitrit masing-masing harus kurang dari 0,1 ppm dan 0,2 ppm. Bila angkanya menaik, tingkatkan kandungan oksigen terlarut dengan cara aerasi dan pergantian air.
9. Kandungan asam sulfat harus kurang dari 0,02 ppm. Asam sulfat ini tidak akan terdapat dalam air yang teroksigen dengan baik.
10. Alkalinitas harus lebih besar dari 80 ppm.
11. Kandungan padatan melayang harus kurang dari 20 ppm.
12. Jumlah Vibrio bacteria yang dihitung harus kurang dari 102 cfu (colony forming units = unit bentukan koloni) di kolam pembesaran atau kurang dari 103 - 104 cfu di kolam pengendapan.

Penggunaan “green water“

Adanya blooming plankton yang baik sangat tidak dapat dipisahkan dari suatu budidaya udang yang berhasil. Di kolam, plankton terdiri dari plankton nabati (fitoplankton) dan plankton

hewani (zooplankton) yang berukuran mikroskopis. Kualitas dan jumlahnya yang ada, menentukan warna khusus air yang bervariasi dari warna hijau, hijau kekuningan, hijau kecoklatan sampai ke warna coklat, sehingga muncul istilah „green water“. Green water bermanfaat untuk udang karena mengurangi penetrasi cahaya ke dasar kolam dimana udang sebagian besar hidup. Intensitas cahaya yang sedikit tidak menimbulkan stress berat pada udang dan udang berselera makan. Intensitas cahaya yang sedemikian juga mencegah tumbuhnya ganggang benthos. Fitoplankton juga membantu mengoksidasi air selama siang hari dan menstabilkan suhu air.

Penggunaan zat probiotik

Guna perbaikan substrat secara biologis (bioaugmentation), zat probiotik dapat diberikan di kolam pembesaran dan kolam penampungan untuk mengurangi gas beracun dalam endapan tanah kolam dan di air, serta memungkinkan tumbuhnya bakteri yang bermanfaat. Probiotik terdapat dalam bentuk tepung, cairan ataupun padat. Ikuti petunjuk tingkat pemberian yang disarankan yang tertulis dalam labelnya. Gunakan hanya jenis probiotik yang berkualitas baik, yang bisa berfungsi dalam lingkungan air asin. Monitor jumlah bakteri dua kali seminggu. Ganti air sebanyak 20 - 30 % bila jumlah bakteri luminous bercahaya lebih dari 10² cfu (unit bentukan koloni), meskipun warna air kolam dan kecerahan airnya optimum. gunakan probiotik bagi kolam pembesaran dan kolam penampungan sekali seminggu setelah pergantian air, untuk membantu mempertahankan kualitas air dan populasi bakteri bermanfaat di kolam.

Masalah umum dan cara darurat untuk mengatasinya

Kualitas air harus secara cermat dimonitor guna pelaksanaan prosedur yang akan mencegah pengaruh balik yang merugikan terhadap udang yang dipelihara. Berikut adalah masalah-masalah yang umum dihadapi selama pengoperasian tambak dan cara-cara yang disarankan yang harus dilakukan untuk penanggulangannya :

1. Bila blooming plankton yang terjadi berlebihan dan sangat cepat, gantilah air sebanyak 20 - 30 %.
2. Bila warna air tiba-tiba menjadi jernih karena sangat berkurangnya populasi fitoplankton, buang sebagian air kolam dan ganti airnya dari kolam penampungan atau kolam sekitar yang planktonnya blooming dengan baik. Tebarkan urea sebanyak 18 kg/ha dan pasang 8 buah kantong, yang masing-masing diisi dengan 30 kg pupuk kotoran ayam, guna mengembalikan warna dan transparansi air ke tingkat optimum. Kematian fitoplankton biasanya terjadi bila bloomingnya tidak dijaga dengan baik.
3. Dengan menggunakan tangan, buang kumpulan tumbuhan ganggang benthos dan ganggang berfilamen yang mengapung di air. hati-hati jangan sampai benih- benih udang ikut terbangun.
4. Bila ikan predator atau yang tidak diinginkan terlihat di kolam pembesaran, pindahkan stok ikan yang digunakan sebagai biomanipulator dari dalam penampung lumpur ke keramba jaring di kolam terdekat. Rendahkan kedalaman air menjadi 60 - 80 cm tergantung dari jumlah stok udang yang ada di kolam. Sebarkan bubuk saponin sebanyak 100 - 150 kg/ha bila hari cerah atau 200 - 300 kg/ha bila cuaca mendung. Biarkan semua kincir terus berjalan selama pemberian bubuk saponin tersebut. Dua-tiga hari kemudian, kembalikan ikan biomanipulator ke dalam penampung lumpur.
5. Apabila pH dan salintas air lebih rendah dari tingkat optimum, tambahkan kapur karbonat sebanyak 4 kg/rai (=25 kg/ha) setiap hari sampai tingkat pH yang optimum kembali dicapai.
6. Saat tingkat kandungan ammonia dan nitrit tinggi, perbesar aerasi untuk meningkatkan oksigen terlarut sampai di atas 4 ppm. Bila perlu, kurangi tingkat pemberian pakan sebanyak 10 - 40% .



Penanganan air di kolam pengendapan

1. Perbesar aerasi bila kandungan oksigen terlarut berada di bawah 3,5 ppm.
2. Tebarkan kapur bila pH lebih rendah dari tingkat optimum.
3. Bersihkan atau ganti karung pasir bila tersumbat. Selama pembersihan tersebut, alirkan kembali air ke dalam kolam pengendapan.
4. Bila tingkat ammonia dan nitrit meningkat, perbesar aerasi di kolam pembesaran.
5. Apabila hitungan jumlah total bakteri dan *Vibrio* spp terlalu tinggi, perbesar aerasi di kolam pengendapan dan bila perlu, ganti karung pasirnya.
6. Tingkatkan aerasi bila angka BOD di kolam pengendapan meningkat.
7. Tingkatkan sirkulasi air bila ikan atau rumput laut mati di kolam pengendapan.

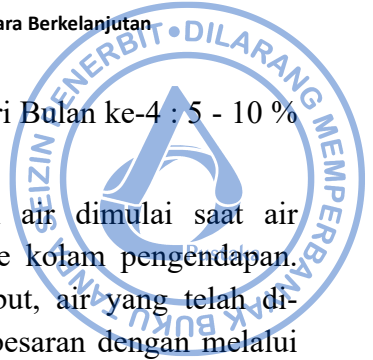
Aerasi

Aerasi akan menciptakan lingkungan media air kolam yang homogen mencakup suhu, salinitas, oksigen terlarut dan distribusi fitoplankton. Aerasi melepaskan produksi gas-gas beracun di kolam, ke udara. Aerasi juga mempercepat pengaruh pupuk organik dan anorganik terhadap blooming fitoplankton, serta pengaruh saponin dan bahan pupuk lainnya.

Jadwal pergantian air pada sistem resirkulasi tertutup

Jadwal pergantian air tergantung dari kualitas air yang ditentukan hanya dengan monitoring yang teratur.

Pada sistem resirkulasi, jadwal pergantian air yang direkomendasikan adalah sebagai berikut : Bulan ke-1 : 5 % air diganti setiap 15 hari Bulan ke-2 : 5 % air diganti setiap 10 hari



Bulan ke-3 : 5 - 10 % air diganti setiap 7 hari
Bulan ke-4 : 5 - 10 % air diganti setiap 5 hari

Pada sistim resirkulasi, pergantian air dimulai saat air dialirkan keluar dari kolam pembesaran ke kolam pengendapan. Setelah melalui kolam pengendapan tersebut, air yang telah di-treatment dipompa kembali ke kolam pembesaran dengan melalui bak saringan. Sebuah aerator berupa kincir dioperasikan di pintu pengeluaran kolam pengendapan untuk mengeluarkan gas-gas beracun. Pemompaan diteruskan sampai jarak kedalaman air yang diinginkan di kolam pembesaran tercapai. Tetapi, pada sistim pembuangan air minimal, hanya satu persen saja air dari kolam pembesaran (biasanya air di lapisan bawah atau yang dekat dasar kolam) yang dialirkan ke kolam pengendapan. Padatan melayang dan bahan organik di air jadinya mengendap di kolam pengendapan tersebut sebelum akhirnya dialirkan ke luar tambak.

Panen

Panen dilakukan tergantung permintaan pasar. Jadi penting bagi petambak untuk memonitor harga yang terjadi di pasar sebelum akhirnya memutuskan untuk panen. Eksportir biasanya menentukan ukuran udang dan jumlah yang dipanen. Mengontrol biaya produksi adalah kewajiban petambak.

1. Periksa lah penghitungan stok udang yang bercangkang lunak (% udang yang baru berganti kulit) 2 - 3 hari sebelum jadwal panen. Jumlah udang yang bercangkang lunak itu harus tidak boleh lebih dari 2% dari total jumlah yang akan dipanen. Panen harus dilaksanakan tiga hari setelah waktu pergantian kulit.
2. Untuk pemanenan, keringkan kolam pembesaran 2 - 3 jam setelah air pasang. Kumpulkan udang dalam jaring atau kantong jaring yang dipasang di pintu air. Sisa udang yang masih ada di kolam diambil dengan tangan setelah air kolam mengering.

3. Dengan segera, rendam udang ke tangki pendingin dimana suhunya dipertahankan tetap 0 oC dengan hancuran es. Perendaman di air yang sangat dingin ini menyebabkan udang mati seketika, mencegah “rigor mortis” dan kesegaran udang terjaga.
4. Dengan segera sortir, timbang dan susun udang dengan es dalam kotak styroform atau fiberglass kedap udara untuk diangkut. Udang disusun berselang-seling dengan lapisan es dari bawah sampai ke atas. Biasanya, pembelilah yang menyortir, menimbang dan menyusun udang.

Penanganan buangan

Buangan yang belum di-treatment hasil budidaya udang intensif mengandung bahan organik melayang dan zat hara terlarut yang berasal dari kotoran udang, sisa pakan dan plankton yang mati. Bila dialirkan langsung ke perairan sekitarnya, buangan tadi dapat menimbulkan pengaruh mematikan terutama bagi daerah mangrove yang sangat rusak. Untuk meminimalkan pengaruh negatif ini, sebelum dialirkan ke daerah sekitar, buangan kolam harus diperiksa untuk memastikan bahwa kandungan organik dan zat hara terlarutnya pada tingkat yang tidak membahayakan.

Periksalah angka BOD, padatan melayang dan kandungan klorofil-a dari air buangan kolam. Bila konsentrasinya kurang dari yang terdapat di air biasa di alam dan angka BOD kurang dari 10 ppm, air di kolam pengendapan tadi dapat langsung dialirkan keluar ke daerah sekitarnya. treatment buangan kolam pembesaran di kolam pengendapan dengan menggunakan sekat dan biofilter nyata secara efektif menurunkan jumlah zat hara terlarut seperti fosfat (PO), sulfida (H₂S) dan ammonia (NH₃). Pada sistem resirkulasi tertutup, buangan yang telah di-treatment yang mengandung zat hara pada tingkat optimum, sebagian besar di resirkulasikan lagi

untuk digunakan di kolam pembesaran. Pada sistim pembuangan air minimal, air buangan yang telah ditangani langsung dialirkan ke luar

Biayadan Keuntungan

Budidaya udang intensif adalah suatu usaha bisnis. Tujuan utamanya adalah memperoleh keuntungan maksimal baik dalam jangka pendek maupun panjang. Cara- cara yang dikemukakan pada bab-bab terdahulu sangat berbeda dengan sistim budidaya yang dilakukan pada akhir tahun 80-an, yang berakibat hampir hancur totalnya industri budidaya udang. Cara terbaru ini sekurang-kurangnya secara efektif meminimalkan, bila tidak sama sekali menanggulangi masalah wabah bakteri luminous yang melumpuhkan tambak udang bukan hanya di Filippina, tapi juga di seluruh Asia Tenggara.

Walau adanya biaya tambahan, penggunaan sistim budidaya udang yang telah diperbaiki ini tidak akan hanya memastikan tingginya hasil produksi dan kelangsungan hidup, tapi juga keuntungan yang besar.



BAB VIII

PENYAKIT UDANG

Sejak awal pengembangan budidaya udang, keberhasilan yang diperoleh petambak terus meningkat. Namun sejak tahun 1996 produksi udang yang diperoleh cenderung semakin menurun. Untuk mempertahankan keunggulan sektor perikanan, pemerintah dan pelaku usaha pertambakan telah mengusahakan jenis udang baru yang dianggap memiliki peluang pasar ekspor, cepat tumbuh dan tahan terhadap penyakit. Untuk mencapai tujuan tersebut, telah dikembangkan jenis udang vannamei (*Lipopenaeus vannamei*) dan udang rostris (*Lipopenaeus stylirostris*) (Poernomo, 2002; Kokarkin, 2002). Adanya dua komoditas udang yang telah berhasil dikembangkan dalam tambak intensif tersebut dapat dijadikan alternatif komoditas tebar dalam tambak intensif.

Meskipun demikian, sejak tahun 2003, budidaya udang introduksi sudah mulai muncul kendala serangan penyakit lagi, sehingga mulai banyak menyebabkan kegagalan produksi udang. Penyebab utama kegagalan tersebut diakibatkan serangan wabah penyakit yang dapat menyebabkan kematian massal udang. Rukyani dkk. (2001) menyebutkan bahwa munculnya berbagai macam penyakit merupakan salah satu indikator telah terjadinya degradasi lingkungan. Serangan wabah penyakit pada dasarnya muncul akibat terjadinya gangguan keseimbangan dan interaksi antara ikan, lingkungan yang tidak menguntungkan udang dan berkembangnya patogen penyebab penyakit. Kemungkinan lainnya adalah adanya atau masuknya agen penyakit udang obligat yang ganas (virulent) walaupun kondisi lingkungannya optimal. Oleh karena itu untuk mempertahankan keberlanjutan usaha, maka pola budidaya yang berwawasan lingkungan perlu terus dikembangkan dan dimasyarakatkan.



8.1. Penyebab Penyakit Udang Dalam Budidaya Udang

1. White Spot Syndrome Virus (WSSV)

Wabah White Spot Syndrome Virus (WSSV) pertama ditemukan di Taiwan pada tahun 1992 (Chen, 1995 dalam Shih et al., 2001). WSSV pada awalnya disebut White Spot Syndrome Baculovirus Complex (WSSBC) atau “China Virus” kompleks karena disebabkan oleh empat jenis virus yaitu : (1) Baculoviral Hypodermal And Hematopoietic Necrosis Virus (HHNBV) atau Shrimp Explosive Epidermis Disease (SEED) atau China Virus Disease, (2) Rod Shape Nuclear Virus of *Penaeus Japonicus*, (3) Systemic Ectodermal And Mesodermal Baculovirus atau Red Disease Virus atau White Spot Disease Virus (4) White Spot Baculovirus atau White Spot Syndrome Virus (WSSV) atau White Spot Disease Virus (Lightner, 1996). Tabel 8.1 menjelaskan beberapa jenis virus penyebab munculnya penyakit WSSV.

Tabel 8.1.

Beberapa Jenis Virus Penyebab White Spot Syndrome

No	Jenis virus	Ukuran virion	Ukuran <i>nucleocapsid</i>
1.	HHNBV	120 x 360 nm	ta
2.	RV – PJ # 1	83 x 275 nm	84 x 226 nm
3.	RV – PJ # 1	121 x 276 nm	54 x 216 nm
4.	SEMBV	70-150 x 250-380 nm	89 x 201 nm
5.	WSBV		58-67 x 330-350 nm

White Spot Syndrome Baculovirus tersebut telah menyebar ke berbagai negara pembudidaya udang terutama melalui transportasi benih dan induk. Penyebaran ke empat jenis virus tersebut tidak sama. HHNBV terutama di China, RV – PJ di Jepang, China dan Korea, SEMBV di Thailand dan WSBV di

Indonesia, Taiwan, Vietnam, Malaysia, India, Texas (USA). Pada tahun 1992-1995 virus tersebut telah tersebar ke seluruh daerah budidaya udang di Asia, dan Indo- Pasific. Jenis udang yang terserang virus tersebut adalah *Penaeus monodon*, *P. stylirostris*, *P. vanamae* dan *P. penicillatus* (Lightner, 1996).

Di Indonesia kemudian dikenal sebagai penyakit White Spot Syndrom atau White Spot atau virus bercak putih yang disebabkan oleh White Spot Syndrome Virus (WSSV). Gejala serangan penyakit White Spot terutama dalam kondisi akut akan menyebabkan penurunan nafsu makan secara cepat, lemah (letargik), kutikel menjadi longgar dan timbul bintik atau noda putih (White Spot) berdiameter antara 0.5 – 2.0 mm. Hal ini terjadi terutama di bagian dalam karapas karena adanya deposit garam-garam kalsium (garam-garam Ca). Dalam beberapa kasus udang yang baru saja mati menunjukkan adanya warna orange (pink) atau merah kecoklatan oleh sebab itu disebut juga “Red Disease” (Lightner, 1996). Tingkat kematian dapat mencapai 100%.

Secara presumtif diagnosis dilakukan dengan melihat gejala penyakit terutama adanya noda putih pada karapas. Secara definitif dapat dilakukan dengan histopatologi, mikroskop elektron, DNA probe, dan PCR (Lightner, 1996).

2. Taura Syndrome Virus (TSV)

Taura Syndrome Virus (TSV) menyebabkan penyakit Taura Syndrome, TS diseases atau red tail diseases. Virus ini termasuk kelas picornavirus berbentuk icosahedron dengan ukuran diameter 30-32 nm dengan genom SSRNA sekitar 9 kb. TSV memiliki 3 major polipeptida (49, 36,8 dan 23 kDa dan 2 minor polipeptida 51,5 dan 52,5 kDa pada kapsid (Lightner, 1996)

Penyakit Taura Syndrome awalnya dikenal sebagai penyakit udang juwana ukuran 0,05-5 g/ekor pada udang vanamae (*Pennaeus vannamei*). Serangan terjadi sekitar 14-40 hari setelah penebaran Post Larva (PL). Namun demikian TSV juga dapat menyerang udang dewasa apabila sejak menetas belum pernah mengenal virus ini. Hal ini terjadi apabila PL yang ditebar berupa PL Specific Pathogen Free (SPF) yang secara alami belum mempunyai daya tahan terhadap TSV. Gejala penyakit Taura Syndrome tergantung status serangan. Pada kondisi akut atau perakut udang akan berwarna kemerah-merahan sedang ekor dan pleopod tampak berwarna merah. Oleh sebab itu disebut “red tail” disease. Dalam kondisi akut atau perakut apalagi bertepatan dengan saat moulting, udang yang terserang akan lebih cepat mati. Pengamatan lebih lanjut menunjukkan bahwa pada epitel kutikular terutama di ujung uropod atau pleopod terjadi focal epithelial necrosis. Gejala ini disamping kulit udang lunak juga perut kosong. Karena nafsu makan turun karena serangan bertepatan dengan saat moulting maka diduga bahwa moulting merupakan bagian dari proses patogenesis TSV atau sebagai predisposisi.

Dalam kondisi kronik atau menjelang kesembuhan gejala yang terlihat adalah multifocal lesi dan melanisasi kutikular seperti kulit udang yang terserang bakteri. Warna merah mungkin tidak terjadi dan nafsu makan cenderung normal. Penyakit Taura Syndrome termasuk ganas, dalam keadaan wabah dapat menyebabkan kematian 80-95%, dari yang sembuh yang dapat hidup sampai panen sekitar 60%. Infeksi buatan dengan gejala penyakit, metode bioassay gejala kemerah-merahan timbul sekitar 4 hari dan kematian masal terjadi pada sekitar 8 hari setelah infeksi. Diagnosis serangan TSV dapat dilakukan dengan gejala penyakit, histopatologi, bioassay, mikroskop elektron, hibridisasi, ELISA, DNA probes dan PCR (Lightner, 1996).

3. Infectious Hypodermal Hemathopoetic Necrosis Virus (IHHNV)

IHHNV disebabkan oleh non envelope icosahedral virus, ukuran diameternya 22 nm, diklasifikasikan dalam familia Parvoviridae. Host naturalnya meliputi *L. Vannamei*, *P. Stylirostris*, *P. Occidentalis*, *P. Monodon*, *P. Semisulcatus*, *P. Californiensis* dan *P/ japonicus*. (Lightner, 1996). Pada tokolan *P. Stylirostris* yang berumur 35 hari dapat menyebabkan kematian massal mencapai 95 %. Pada serangan kronik pada *L. vanamei* menyebabkan Runt deformity syndrome (RDS), kuntet rostrum bengkok, otot mengecil dan hepathopancreas membengkak.

Secara presumtif tidak memperlihatkan gejala serangan yang spesifik kecuali kalau sudah serangan acute. Secara definitif dapat dilakukan dengan histopatologi, mikroskop elektron, DNA probe, dan PCR (Lightner, 1996).

4. Infectious MyoNecrosis Virus (IMNV)

Virus ini ditemukan pada tahun 2002 di Brazil bagian utara menyerang udang vannamei 6 – 10 gram, dapat menyebabkan kematian 50 % . Infectious MyoNecrosis Virus (IMNV) disebabkan oleh virus jenia RNA dari famili Totiviridae Udang yang terserang penyakit ini menunjukkan gejala warna daging berwarna putih keruh, dan atau pada ruang pangkal ekor berwarna merah seperti udang rebus. Infeksi virus ini mempunyai hubungan yang erat dengan tipe lingkungan tertentu, adanya stress karena lingkunganyang ekstrim (salinitas dan suhu) dan kualitas pakan yang rendah. Virus ini dapat menyebar baik secara horisontal maupun secara vertikal. (Anonim, 2006; Briggs M. -; Lightner, 2005)

Diagnosis serangan IMNV dapat dilakukan dengan gejala penyakit, histopatologi, bioassay, mikroskop elektron,

hibridisasi, ELISA, DNA probes dan PCR (Andrade et al., Anonim, 2006; Lightner, 2005; Tang et al., ;)

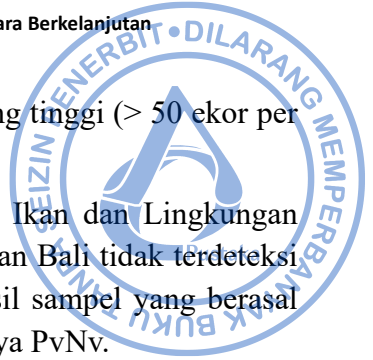
Di Indonesia terdeteksi pertama kali pada tahun 2006 di Kecamatan Kapongan, Kabupaten Situbondo dengan prevalensi 11,11 % dengan gejala klinis pada ruas ke-5 dan ke-6 berwarna keputihan kemudian berwarna oranye seperti udang rebus. (Nuraini et al., 2007). Pada bulan Juli – Agustus tahun 2007 prevalensi IMN di Banyuwangi 23,07%, di Situbondo 20,51%, di Jember 0%, di Probolinggo 23,53% dan di Tuban, Lamongan, Gresik sebesar 3,7% (Nurani, 2008).

5. *Penaeus Vanamei* Noda Virus

Penyakit baru yang menyerang vanname adalah PVNv atau *Penaeus vannamei* Noda Virus (Tang dkk., 2007). Penyakit ini pertama kali diketahui menyerang udang vaname di Belize, Brazil tahun 2004. Selain itu Melena (2007) melaporkan bahwa PVNv telah menyebar ke Equador pada tahun 2006.

Gejala udang yang terkena PVNv hampir sama dengan IMNV yaitu terjadinya nekrosis pada otot ekor udang. Hasil penelitian Tang dkk (2007) menunjukkan bahwa penyebab penyakit nekrosis pada udang di Belize adalah virus jenis Nodavirus. Hal ini berbeda dengan virus penyebab penyakit Myonecrosis yang berasal dari famili Totiviridae.

Virus PVNv ini sangat mirip dengan virus penyebab penyakit nekrosis otot pada udang galah atau MrNv (Tang dkk., 2007). Hal ini berdasarkan sekuensi genom serta histopatologi. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa LvNv memiliki tingkat virulensi yang lebih rendah dibandingkan dengan IMNV serta dapat menginfeksi udang windu. Di lapangan, PVNv dapat menyebabkan kematian terutama pada saat terjadinya stress



lingkungan seperti tingkat kepadatan yang tinggi (> 50 ekor per m^2) serta suhu yang tinggi.

Hasil surveillen Lab. Kesehatan Ikan dan Lingkungan BBAP Situbondo wilayah Jawa Timur dan Bali tidak terdeteksi adanya PvNv. (Nurani, et al., 2009). Hasil sampel yang berasal dari Lampung juga tidak terdeteksi adanya PvNv.

6. Necrotizing Hepato Pancreatitis Bacteria (NHPB)

Necrotizing Hepato Pancreatitis Bacteria (NHPB) pertama kali dilaporkan di Texas pada tahun 1985 dan sudah menyebar ke seluruh Amerika dan sekarang sudah menyebar ke Asia. Penyakit ini disebabkan oleh serangan bakteri yang menyerang secara intracelluler di hepatopankreas. Udang yang terserang NHP hepatopankreasnya mengkerut/ kecil berwarna pucat/ putih, tubuh lembek dan insang dan kaki renang berwarna kehitaman. Pada temperatur tinggi $> 29^{\circ}C$ dan salinitas 20 – 40 ppt dapat menyebabkan kematian 90 – 95 % setelah 30 hari. Bakteri ini menular secara horisontal, tidak secara vertikal.

Diagnosis serangan NHPB dapat dilakukan dengan gejala penyakit, histopatologi, dan PCR (Briggs M. -;)

7. *Vibrio* spp

Vibrio merupakan bakteri gram negatif ini bersifat patogen oportunistik. Tingkat kematian oleh serangan *Vibrio* berbeda-beda tergantung jenis, ukuran dan kepadatan ikan, kualitas air dan faktor virulen yang dimiliki.

Bakteri *Vibrio* yang sering menyebabkan wabah penyakit pada udang di Indonesia terutama *Vibrio harveyi*, *V. alginolyticus*, dan *V. parahaemolyticus*. Bakteri tersebut menyebabkan masalah baik dipembenihan maupun dipembesaran dengan tingkat kematian mencapai 80-100% dalam waktu sangat singkat. Gejala

penyakit yang ditimbulkan yaitu adanya warna coklat kehitaman pada kutikel, alat gerak dan insang, serta erosi jaringan. Gejala spesifik yang sering ditimbulkan apabila terjadi wabah adalah adanya udang menyala di malam hari oleh sebab itu disebut sebagai penyakit “kunang-kunang” atau luminescent vibriosis. Hal ini terjadi terutama oleh serangan *V. harveyi*. Pengamatan histopatologik menunjukkan adanya kerusakan pada insang, alat pencernaan, jantung, otot dan hepatopankreas.

8. Parasit

Parasit yang umum menyerang udang yang dibudidayakan. *Zoothamium*, biasanya menempel di permukaan tubuh udang dan mengakibatkan kerusakan jaringan (nekrosa) serta menimbulkan perubahan warna tubuh yaitu menjadi buram. Serangan *Zoothamium* biasanya terjadi bersama dengan jasad “fauling” lainnya seperti *Epistylis*, *Vorticella*, dan *Acineta*. Parasit ini yang membentuk koloni dan dicirikan oleh bentuk telotroch seperti bola-bola kecil. Bila menempel di insang, dapat mengganggu pernafasan udang di air dan dapat mengakibatkan kematian.

8.2. Pengendalian Penyakit

1. Melakukan upaya Biosecurity (Keamanan Biologi)

Adalah upaya mengurangi masuknya patogen ke lingkungan dan mencegah penyebarannya ke tempat lain. Beberapa upaya yang dilakukan adalah melalui pendekatan-pendekatan pada :

- o Mencegah semaksimal mungkin masuknya patogen. Untuk itu pemasukan udang dari luar (import) harus dilakukan secara sangat selektif, jangan sampai memasukan udang dari luar yang sudah terkontaminasi. Untuk itu perlu kerjasama



dan koordinasi yang baik antara pemerintah dengan pelaku usaha.

- o Penerapan sistem budidaya yang tepat, seperti :
 - Penentuan lokasi & design tambak
 - Penggunaan sistem tertutup dan resirkulasi
 - Penggunaan filter masuk pada pemasukan
 - Penggunaan kolam tandon
 - Melakukan treatmen air buangan/effluent budidaya
 - Penggunaan probiotik, chlorine
 - Pemagaran keliling
- o Pengelolaan Inang (ikan/udang) :
 - Seleksi induk (broodstock centre)
 - Unggul secara genetis dan bebas virus
- o Penggunaan benih :
 - Bebas virus dengan test PCR.
- o Monitoring kesehatan ikan/udang:
 - Diagnosa berkala, bila infeksi berat: panen, sedangkan jika terjadi infeksi ringan perbaikan kualitas budidaya.
 - Hindari stress, antara lain fluktuasi kualitas air (suhu, pH, salinitas), bahan organik tinggi: DO, amonia & media bakteri, peningkatan daya tahan (Vit C, imunostimulan, dll)

2. Peningkatan Kesadaran dan Pemberdayaan Masyarakat

Masyarakat atau kelompok masyarakat pembudidaya perikanan merupakan komponen yang sangat penting dalam pencegahan masuk dan tersebarnya hama dan penyakit berbahaya kedalam wilayah Negara Republik Indonesia. Karena demikian pentingnya peran masyarakat pembudidaya, maka pemerintah perlu terus mendorong agar kelompok tersebut dapat berperan aktif dalam pencegahan secara dini terhadap masuk dan

tersebar nya hama dan penyakit, serta memfasilitasi pembuatan jaringan kerja (net working) antar kelompok dengan institusi pemerintah dan swasta terkait.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T. 1991. Pengelolaan Peubah Mutu Air Yang Penting dalam Tambak Udang Intensif. Indonesia Fisheries Information System. Infs Manual Seri no. 25. Direktorat Jenderal Perikanan and an International Development Research Centre. 40 hal.
- Anonim. 2006. Infectious Myonecrosis. AAH Mar 2006 Report. Chapter 4.1.9.
- Amri, K., 2003 Budidaya Udang Windu Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Aziz, R. 2010. Kinerja Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada salinitas 30 ppt, 10 ppt, 5 ppt, dan 0 ppt [Skripsi]. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 31 hlm.
- Andrade. Thales. P. DV. Lighner. Tom Srisuvan. Kathy Tang. Bonnie T. Poulos. C. Pantoja and Rita Redman. – Time Course Study And Quantitative Determination of Infectious with Infectious Myonecrosis Virus (IMNV) in Different Tissues of *Litopenaeus vannamei* by Real Time RT-PCR. Abstract. Department of Vetrinary Science and Microbiology, University Tucson, Arizona USA
- Aziz, R. 2010. Kinerja Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada salinitas 30 ppt, 10 ppt, 5 ppt, dan 0 ppt [Skripsi]. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 31 hlm.

- Boyd, C. E. and Lichkoper. 1079. Water Quality Management in pond Fish Culture. Auburn University Alabama. Research and Development Series No. 27
- Boyd, C. E. 1989. Water quality management and aeration in shrimp farming. Fish. and Allied Aqua. Dept. Series No.2, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, February 1989.
- Boyd, C. E. 1998. Regional review of Environmental issues and aquaculture sustainability. Report on a regional study and workshop on aquaculture sustainability and the environment. Bangkok, Thailand: Asian Development Bank and Network of Aquaculture Centers in Asia-Pacific. p. 222-235.
- Boyd, C. E. 2000. Water use in aquaculture. Global Aqua. Advocate. 3(3):12-13.
- Chanratchakool, P., J.F. Turnbull, S. Funge-Smith, and C. Limsuan. 1995. Health Management in Shrimp Ponds (2nd ed.). Aquatic Animal Health Institute. Bangkok, Thailand.
- Briggs. Matt. - . Disease Prevention Issue in Shrimp Farming. Epicore BioNetworks, USA. FAO/NACA., 2001., Asia Diagnostic to Aquatic Guide to Aquatic Animal Disease. Bangkok., Thailand
- Chiu, Y.N. 1988. Prawn nutrition and feeding. In: Technical Considerations for the Management and Operations of Intensive Prawn Farms. Chiu, Y.N., L.M. Santos and R.O. Juliano (eds.). U.P. Aqua. Soc., Iloilo City, Phil. p. 86-101.
- Chiu, Y.N. 1988. Water quality management for intensive prawn ponds. In Chiu, Y.N., L.M. Santos and R.O. Juliano (eds.). Technical Considerations for the Management and Operations of Intensive Prawn Farms. U.P. Aqua. Soc., Iloilo City, Phil. p. 102-128.

- De silva, S. S. dan A. Anderson. 1995. Fish Nutrition in Aqua Culture: The First Series. London. Chapman and Hall.
- Djarifah, A. S. 1995. Pakan Ikan Alami, (Yogyakarta. Kanisius 1995).
- Djunaidah, I. S. 1979. Pengaruh Pemupukan TSP, Kotoran Ayam Serta Campurannya Terhadap Jumlah dan Komposisi Net Plankton Benthos di Dalam Bak Tersaso yang di Tebarikan Mas (*cyprinus carpio*). Tesis. Jurusan Perikanan Fakultas institute Pertanian Bogor. 66 hal.
- Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara. Effendie. 1979. Metoda Biologi Perikanan. Bogor: Yayasan Dewi Sri.
- Ekawati A.W., Rustidja, Marsoedi, dan Maheno. 1995. Studi Tentang Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Pada Tambak Tradisional Plus di Sidoharjo Jawa Timur. Dalam Buletin Ilmiah Perikanan Edisi V. Fakultas Perikanan Universita Brawijaya Malang.
- Fattah, M. H. dan Busaeri, 2002. Perubahan perilaku manajerial petani penerima bantuan saluran tambak (studi kasus: penanggulangan penyakit pada udang windu secara terpadu berbasis hamparan). Prosiding Konperensi Nasional III Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan Indonesia, Jakarta. 12 hal.
- Fattah, M. H. M. Kasnir, Saidah, dan Ihsan 2007. Standarisasi Teknologi Produksi Dan Kualitas Produksi Budidaya Udang Windu (*penaeus monodon*) Secara Organik Berdasarkan Ketentuan Pasar Uni Eropa. Hibah Bersaing Tahun I. DP2 DIkti – Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia (UMI), Makassar.

- Fattah M. H. dan M. Saenong. 2008. Uji Pendahuluan Kultur (phronima sp). Laboratorium Lapang Akuakultur. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia (UMI), Makassar.
- Fattah M. H. dan M. Saenong, dan Ihsan 2008. Standarisasi Teknologi Produksi Dan Kualitas Produksi Budidaya Udang Windu (peneaus monodon) Secara Organik Berdasarkan Ketentuan Pasar Uni Eropa. Hibah Bersaing Tahun II. DP2M DIkti – Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia (UMI), Makassar.
- Fegan, D., Henry C. Clifford III. 2001. Health Management for Viral Diseases in Shrimp Farms. Word Aquaculture. 168-192 p.
- Graindorge, V.A. 2000. Diseases management protocols and semi-intensive shrimp farming in Ecuador. Global Aqua. Advocate. 3(2):17-19.
- Hastuti, S.W., C. Kokarkindan Made L. Nurdjana. 1987. Teknologi Pemeliharaan Larva. INFIS Manual Seri No. 52.
- Hopkins, S. J. and J. D. Holloway. 1997. Collection, handling and utilization of sludge deposits from intensive shrimp ponds. Paper presented at the Annual Meeting of the World Aqua. Society. Feb. 1997.
- KepMen KLH, 2003. Standar Baku Mutu Air Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.115.jakarta.
- Kimball, J. W. 1994. Biologi. Jilid 2 (Alih Bahasa Siti Soetarmi Tjitrosomo Nawang sari Sugiri). Jakarta :Penerbit Erlangga.
- Koesharyani, I., Des Rosa., K.Mahardika., F Jhony., Zafran dan K. Yuasa. 2001. Penuntun Diagnosa Ikan II. Penyakit Ikan Laut dan Krustacea di Indonesia. Balai penelitian Perikanan Laut Gondol. Bali.

- Kurmaly, K., A. B. Yule and D. A. Jones, 1989. An energy budget for the larvae of *Penaeus monodon* (Fabricius), *Aquaculture*, 81: 13-25.
- Lightner, DV. 1996. A Handbook of Pathology And Diagnostic Procedures For Diseases Of Penaeid Shrimp. Department of Vateriaery Science, University Tucson, Arizona USA
- Lightner, DV. C.R. Pantoja, B.T. Poulos, K.F. Tang, R.M. Redman, T. Andreas and J.R. Bonami. 2005. Infectious Myonecrosis (IMN) : A New Virus Disease of *Litopenaeus vannamei*. Department of Vateriaery Scienceand Microbiology, University Tucson, Arizona USA
- Lio Po.Gilda., Cellia R. Lavilla, Erlinda.R.C. Laceirda, 2001 Health Management in Aquaculture., SEAFDEC., Philippines.
- Motoh, H. 1981. Studies on The Fisheries Biology of The Giant Tiger Prawn *Penaeus monodon*.The Philippines Technical Report no 7.Philippines : Aquaculture Departement Suotheast Asian Fisheries Development Center.
- Miget, R. 1999. Closed-cycle shrimp farming research project in Texas. *Global Aqua. Advocate*. 2(2):8.
- Nuhman.2009.Pengaruh Prosentase PemberianPakan Terhadap Kelangsungan Hidupdan Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*).*Jurnal Ilmiah Peikanan dan Kelautan* Vol. 1. No. 2 .
- Nuraini, Y.L., Hanggono, B., Subyakto, S., Triastutik,G., 2007. Surveilen Aktif Infectious Myonecrosis Virus (IMNV) pada Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*) yang Dibudidayakan di Jawa Timur dan Bali. *Jurnal Perikanan* 9 :25-31.

- Nuraini, Y.L., 2008. Prevalensi dan Perubahan Histopatologik Infectious Myonecrosis (IMN) pada Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) di Jawa Timur. Tesis Pasca Sarjana. Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Nurani, Y.L. Hanggono B, Triastutik G dan Fatmawati, 2009. Identifikasi Nodavirus (PvNv) Penyebab Necrosis Otot pada Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*). Makalah Hasil Perekrayaan. BBAP Situbondo.
- Odum E. P. 1971. Fundamental of Ecology. Third Edition. WB Saunders Company, Toronto. Poernomo, A. 1989. Faktor Lingkungan Dominan pada Budidaya Udang Intensif. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Parado-Estapa, F. D. 1988. Selection, transport and acclimation of prawn fry. In: Technical Considerations for the management and Operations of Intensive Prawn Farms. Chiu, Y.N., L.M. Santos and R.O. Juliano (eds.). U.P. Aqua. Soc., Iloilo City, Phil. p. 81-85.
- Platon, R. R. 1996. Shrimp Aquaculture: The Philippine Experience. Country Report for the ACIAR/NACA/DOF Workshop on Key Researchable Issues in Sustainable Shrimp Culture, Oct. 28-Nov. 14, 1996, Songkhla, Thailand.
- Prabhu, N.M., A.R. Nazar, S. Rajagopal, and A. S. Khan. 1999. Use of probiotics in water quality management during shrimp culture, CAS in Marine Biology, Annamalai University Parangipettai 608 502 India J-Aquacult-Trop 1999. 14(3):227-236.
- Ray, p. and G. S. Rao. 1964. Densenty of Fresh-water Diatoms and Relation to Some Phisyco-Chemical Condition of Water, Indian j. Fish. Pp 479-984.

- Sachlan, M. 1972. Planktonologi. Direktorat Jendral Perikanan. Jakarta.
- Rocotta, I. S., and Hernandez-Herrera, R. 2000. Metabolic Response of The White Shrimp, *Penaeus vannamei* to Ambient Ammonia. Comparative Biochemistry and Physiology Part A 125. 443 Halaman.
- Rukyani, A. 2000. Masalah Penyakit Udang dan Hamparan Solusinya. Sarasehan Akuakultur Nasional, Bogor.
- Sachlan, M. 1972. Planktonologi. Direktur Jendral Perikanan. Jakarta.
- Saptiani, G., S.B. Prayitnodn S. Anggoro. 2012. Aktivitas Anti Bakteri Ekstrak Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) terhadap Pertumbuhan *Vibrio harveyi* Secara in vitro. Jurnal Veteriner 13(3): 257-262.
- Suyanto, S.R dan A. Mujiman., 1994. Budidaya Udang Windu. Penebar Swadaya. Jakarta
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory work, chemical evaluation of dietary nutrients p. 179-233. In Fish nutrition and mariculture. Watanabe, T. (ed.). Japan International Cooperation Agency.
- Tang, K.F. Pantoja CR. Poulos BT. Redman RM and DV. Lighner -. In Situ Hybridization Demonstrates That *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* and *P. monodon* are Susceptible to Experimental Infection with Infectious Myonecrosis Virus (IMNV). Abstract. Department of Vetrinary Science and Microbiology, University Tucson, Arizona USA
- Toro, V dan Soegiarto., 1979. Biologi Udang Windu. Proyek Penelitian Sumberdaya Ekonomi. Lembaga Oceanologi LIPI. Jakarta. 144 Halaman.
- Tookwinas, S. 2000. Biotechnology for Intensive Marine Shrimp Farming. Aqua. Asia. 5(2):44.

- Tricahyo, E. 1995. Biologi dan Kultur Udang Windu (*Pennaeus monodon*). Akademika Pressindo. Jakarta.
- Wang, W. N., Wang, A. L., Zhang, Y. J., Li, Z. H., Wang, J. X., and Sun, R. Y. 2003.
- Effects of Nitrite on Lethal and Immune Response of *Macrobrachium Nipponense*. *Aquaculture* 232.686 Halaman.
- Wickins, J. F. 1982. Opportunistic for Farming Crustacean in Western Temperate p: 87-177. In J.F. Muir and R.J Robert .Recent Advances in Aquaculture Westview Press. Colorado.



TENTANG PENULIS



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Kasnir, M.Sc. Lahir di Pangkep, 10 Januari 1966. Gelar sarjananya diperoleh pada tahun 1989 pada Fakultas Peternakan Jurusan Perikanan Universitas Hasanuddin. Gelar Magister di peroleh pada pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun 1995 dalam bidang ekonomi sumberdaya alam, kemudian melanjutkan studi pada program Doktor di Insitut Pertanian Bogor pada tahun

2006 di bidang ilmu pengelolaan sumberdaya pesisir dan pulau-pulau kecil dan selesai Juni 2010. Sekarang ini sebagai staf Pengajar pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan pada Program Pascasarjana Pengelolaan Pesisir dan Teknologi Kelautan Universitas Muslim Indonesia. Jabatan organisasi yang pernah diikuti adalah: Ketua Forum mahasiswa pascasarjana Pesisir dan laut IPB, 2006; Wakil Ketua Forum mahasiswa Sul- Sel, 2006; Wakil Sekjen Dewan Mahasiswa Pascasarjana IPB, 2007. Sejak 2001 sampai sekarang aktif di Lembaga Pengkajian, Penelitian dan Pengembangan Wilayah Pesisir; dan Tahun 2005- sekarang aktif di Insitut Oceanik Indonesia; Staf tenaga ahli pada Dinas Kelautan dan Perikanan 2003-2009. Berbagai hasil penelitian yang telah dilakukan yang didanai oleh LP2M Dikti mulai dari penelitian BBI, hibah bersaing dan hibah strategi nasional, disamping itu aktif meneliti yang didanai oleh Pemda Kab/Kota serta lembaga lainnya. Berbagai buku yang telah diterbitkan baik sebagai ketua maupun anggota di Balitbanda Propinsi Sul-Sel antara lain: Pengembangan Sistem Teknologi Budidaya Ikan Kerapu; Analisis Kebijakan Penanggulangan Tingkat Kerusakan Wilayah Pesisir di Provinsi Sulawesi Selatan.



Dr. Ir. Muhammad Ikhsan Wamnebo, S.Pi., M.Si Lahir di Namlea, 25 Juli 1969. Gelar sarjananya diperoleh pada tahun 1993 pada Fakultas Peternakan Jurusan Perikanan Universitas Hasanuddin. Gelar Magister Ilmu Perikanan di peroleh pada tahun 2012 pada pascasarjana Universitas Hasanuddin; kemudian melanjutkan studi ke program Doktor di Sekolah pascasarjana Universitas Hasanuddin pada tahun 2015 di

bidang ilmu -ilmu pertanian konsentrasi ilmu perikanan dan selesai tahun 2018. Sekarang ini sebagai staf Pengajar pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muslim Indonesia.

nasmedia

Penerbit Anggota IKAPI

Datue Raya No.3 Makassar 50233
Kenari Indah No.2 Yogyakarta 55584
+62612 1313 3800
redaksi@nasmedia.id
www.nasmedia.id

