

TEKNOLOGI PRODUKSI UDANG SUPONO



PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohiim

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT atas ridho dan kehendakNya akhirnya kami dapat menyelesaikan buku **Teknologi Produksi Udang**. Buku yang membahas tentang seluk beluk budidaya udang mulai dari biologi udang, sistem budidaya, proses budidaya, serta permasalahan-permasalahan yang muncul. Buku ini juga memuat tentang budidaya udang salinitas rendah. Budidaya udang vaname dengan salinitas rendah tersebut sangat penting mengingat semakin berkembangnya budidaya udang yang berdampak kepada semakin bertambahnya pemanfaatan lahan pesisir. Budidaya udang salinitas rendah lebih ramah lingkungan karena dilakukan jauh dari garis pantai sehingga tidak mengganggu keberadaan mangrove. Budidaya udang vaname dengan salinitas rendah membuka peluang bagi industri rumah tangga untuk membudidayakan udang skala kecil di pekarangan rumah. Pengalaman selama ini baik sebagai praktisi maupun akademisi dalam bidang budidaya udang serta dorongan dari teman-teman sejawat kami berkeinginan untuk mengumpulkan materi kuliah, tesis, disertasi maupun pengalaman di lapangan menjadi buku yang dapat dijadikan sebagai referensi bagi mahasiswa maupun praktisi budidaya perairan.

Kami sangat berterima kasih kepada guru-guru kami yang telah memberikan bimbingan dan saran, teman-teman sejawat yang telah memberikan dorongan dan pendapatnya, serta mahasiswa-mahasiswa yang telah membantu dalam pengumpulan data. Semoga Allah memberikan balasan yang lebih baik, *jazakumullahu khoiron*.

Kami yakin masih banyak kekurangan dalam buku ini karena keterbatasan yang kami miliki. Untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi perbaikan buku ini pada masa mendatang. *Wallahu a'lam*.

Bandar Lampung, 12 Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1. PRODUKSI UDANG	1
BAB 2. BIOLOGI UDANG	5
2.1. Taksonomi	5
2.2. Morfologi	6
2.3. Distribusi	8
2.4. Siklus Hidup	8
2.5. Makanan dan Kebiasaan makan	9
2.6. Molting	9
BAB 3. LIMBAH BUDIDAYA UDANG	11
BAB 4. SISTEM BUDIDAYA UDANG	13
4.1. Sistem Budidaya Udang Berdasarkan Input Teknologi	13
4.2. Sistem Budidaya Udang Berdasarkan Penggunaan air	14
BAB 5. KONSTRUKSI TAMBAK	16
5.1. Pemilihan Lokasi Tambak	16
5.2. Ukuran Tambak	16
5.3. Elevasi Tambaki	17
5.4. Tata Letak Tambak (Pond Layout)	18
5.5. Linning	18
5.6. Jembatan Anco	19
BAB 6. PERSIAPAN TAMBAK	20
6.1. Lapisan Oksigen	20
6.2. Pertukaran Nutrien antara Tanah dan Air	21
6.3. pH Tanah	22
6.4. Perlakuan Tanah dasar Tambak	22
BAB 7. PERSIAPAN AIR	25
7.1. Pengisian Air	25
7.2. Sterilisasi Air	25
7.3. Kultur Plankton	26
7.4. Pembuatan Pupuk Organik	27
BAB 8. PENEBARAN BENIH UDANG (FRY STOCKING)	30
8.1. Seleksi Benur	30
8.2. Aklimatisasi	33
BAB 9. MANAJEMEN PAKAN	35

9.1. Nutrisi dan Energi Pakan	35
9.2. Bioenergetika	35
9.3. Manajemen Pakan	36
9.4. Manajemen Pakan pada Budidaya Udang	37
BAB 10. MANAJEMEN KUALITAS AIR	43
10.1. Standar Kualitas Air	43
10.2. Manajemen Kualitas Air	44
BAB 11. SENYAWA TOKSIK DALAM TAMBAK	48
11.1. Amonia	48
11.2. Karbondioksida	44
11.3. Nitrit	51
11.4. Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	52
BAB 12. OKSIGENASI	54
12.1. Dinamika Oksigen dalam Tambak	54
12.2. Fungsi Aerator	54
12.3. Kebutuhan Aerator	55
BAB 13. BAHAN KIMIA UNTUK BUDIDAYA UDANG	57
13.1. Prinsip Aplikasi	57
13.2. Oksidator	58
13.3. Peroksida (H ₂ O ₂)	59
13.4. Desinfektan	60
13.5. Pupuk	62
13.6. Kapur	63
BAB 14. PENYAKIT UDANG	65
14.1. Lingkungan dan Penyakit udang	65
14.2. Imunitas Udang	67
14.3. Penyakit Udang	69
BAB 15. BIOSECURITY	74
15.1. Pengertian Biosecurity	74
15.2. Manfaat Biosecurity	74
15.3. Penerapan Biosecurity dalam Budidaya Udang	74
BAB 16. SAMPLING UDANG	78
16.1. Metode Sampling	78
16.2. Peralatan Sampling	79
16.3. Analisa Data Sampling	80
16.4. Faktor-Faktor yang Perlu Diperhatikan	81
BAB 17. INLAND SHRIMP CULTURE	82
17.1. Spesies Eurihalin	82
17.2. Kebutuhan Mineral	82

17.3. Aklimatisasi	83
BAB 18. PENELITIAN UDANG VANAME SALINITAS RENDAH	84
BAB 19. BUDIDAYA UDANG VANAME SALINITAS RENDAH	88
19.1. Kondisi Tambak	88
19.2. Performa Udang Vaname	89
BAB 20. TEKNOLOGI BIOFLOC DALAM BUDIDAYA UDANG	91
20.1. Permasalahan dalam Budidaya Udang	91
20.2. Recirculating Aquaculture System	92
20.3. Sistem Autotrof dan Heterotrof	92
20.4. Nitrogen Anorganik	94
20.5. Konsep Biofloc	95
20.6. Biofloc dan Manajemen Kualitas Air	96
20.7. Aplikasi Sistem Biofloc dalam Budidaya Udang	97
BAB 21. BIOREMEDIASI	99
21.1. Degradasi Bahan Organik oleh Mikroba	99
21.2. Definisi Bioremediasi	100
21.3. Jenis Bioremediasi	100
21.4. Perbedaan Sistem Biofloc dan Bioremediasi	101
BAB 22. PERFORMA UDANG WINDU DAN VANAME	103
22.1. Pendahuluan	103
22.2. Pertumbuhan	104
22.3. Survival rate	104
22.4. Feed conversion ratio	104
BAB 23. PERMASALAHAN BUDIDAYA UDANG	108
23.1. Lodos	108
23.2. Sedimentasi	109
23.3. Blooming Fitoplankton	110
23.4. Die Off Fitoplankton	111
23.5. Harmful Algal Blooms	112
DAFTAR PUSTAKA	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	<i>P. monodon</i>	1
Gambar 1.1.	<i>P. vannamei</i>	1
Gambar 2.1.	Morfologi udang	7
Gambar 2.2.	Anatomi internal udang	8
Gambar 3.1.	Pakan dalam budidaya udang (Primavera, 1991)	12
Gambar 4.1.	Perbedaan sistem budidaya udang	14
Gambar 4.2.	<i>Closed recirculating system (CRS)</i>	15
Gambar 5.1.	Konstruksi tambak	17
Gambar 5.2.	Elevasi yang benar	17
Gambar 5.3.	Layout tambak yang benar	18
Gambar 5.4.	Tambak dilapisi plastik mulsa	19
Gambar 5.5.	Jembatan anco	19
Gambar 7.1.	Pengisian air tambak	25
Gambar 7.2.	Kepiting merupakan salah satu <i>carrier</i>	26
Gambar 7.3.	Secchi disk	27
Gambar 8.1.	Benur yang sehat tidak bergerombol dan seragam	33
Gambar 8.2.	Aklimatisasi Benur	34
Gambar 8.3.	Benur siap dimasukkan ke dalam tambak	34
Gambar 9.1.	Penentuan jumlah pakan berdasarkan pop udang	39
Gambar 9.2.	Kontrol pakan melalui anco	42
Gambar 10.1.	Efek konsentrasi oksigen terlarut terhadap udang	45
Gambar 12.1.	Setting aerator pada tambak udang	55
Gambar 12.2.	Aerator Paddlewheel	56
Gambar 14.1.	Interaksi antara lingkungan, udang dan patogen	65
Gambar 14.2.	Pengaruh senyawa toksik (<i>toxicant</i>) terhadap udang	66
Gambar 14.3.	Mekanisme sistem pertahanan pada krustacea	68
Gambar 14.4.	Udang yang terinfeksi WSSV	69
Gambar 14.5.	udang yang terinfeksi IHHNV	70
Gambar 14.6.	Udang yang terinfeksi IMNV	70
Gambar 14.7.	Kotoran udang yang terinfeksi	71
Gambar 14.8.	Daun ketapang sebagai anti bakteri (<i>Terminalia</i>)	71
Gambar 14.9.	Udang kram	72
Gambar 14.10.	Udang normal (A) dan terserang black gill (B)	73
Gambar 15.1.	Bird scaring device (BSD)	76
Gambar 15.2.	Burung camar sebagai vektor	76
Gambar 15.3.	Crab Protection Device (CPD)	76
Gambar 15.4.	Water Filtration	77
Gambar 16.1.	Sampling udang dengan jala	78
Gambar 16.2.	Jala sampling	79
Gambar 16.3.	Ember	79

Gambar 16.4.	Timbangan duduk	80
Gambar 18.1	Kolam percobaan	84
Gambar 18.2.	Berat udang vaname umur 63 hari	85
Gambar 18.3.	Grafik pertumbuhan udang vaname	85
Gambar 18.4.	Survival rate udang vaname	86
Gambar 18.5.	Konversi pakan udang vaname	86
Gambar 19.1	Lokasi tambak percobaan	88
Gambar 19.2.	Konstruksi tambak	88
Gambar 19.3.	Grafik pertumbuhan vaname pada salinitas rendah	89
Gambar 19.4.	Proses panen udang vaname	90
Gambar 20.1.	Siklus nitrogen tambak udang	93
Gambar 20.2.	Konsep biofloc	95
Gambar 21.1.	Grafik pertumbuhan udang windu dan udang putih	105
Gambar 23.1.	Kandungan oksigen terlarut di tambak	108
Gambar 23.2.	<i>Blue green algae</i>	113

DAFTAR TABEL

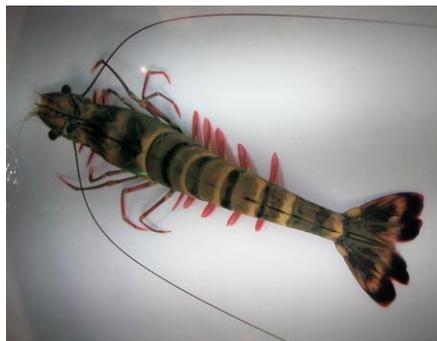
Tabel 1.1.	Produksi udang Indonesia pada tahun 2010-2014	2
Tabel 1.1.	Produksi udang windu dan vaname tiap provinsi	3
Tabel 2.1.	Interval molting berdasarkan berat udang	10
Tabel 6.1.	Dosis pengapuran berdasarkan Alkalinitas	23
Tabel 7.1.	Kualitas air tambak untuk budidaya udang	27
Tabel 9.1.	<i>Feeding rate</i> (FR) udang vaname	40
Tabel 9.2.	Program Blind feeding vaname	41
Tabel 9.3.	Program pakan pada <i>demand feeding</i>	41
Tabel 10.1	Standar kualitas air budidaya udang	44
Tabel 11.1.	Persentase Amoniak tidak terionisasi (NH ₃)	49
Tabel 12.1.	Kebutuhan aerator (paddlewheel) berdasarkan	56
Tabel 13.1.	<i>Neutralizing value</i> beberapa jenis kapur	64
Tabel 16.1.	Form sampling	80
Tabel 17.1.	Sumber mineral untuk budidaya udang	83
Tabel 18.1.	Kualitas air selama Pemeliharaan udang	87
Tabel 19.1.	Performa udang vaname pada salinitas rendah	90
Tabel 21.1.	Perbedaan Sistem biofloc dan Bioremediasi	102
Tabel 22.1.	Data hasil panen udang windu	106
Tabel 22.2.	Data hasil panen udang vaname	107

BAB 1

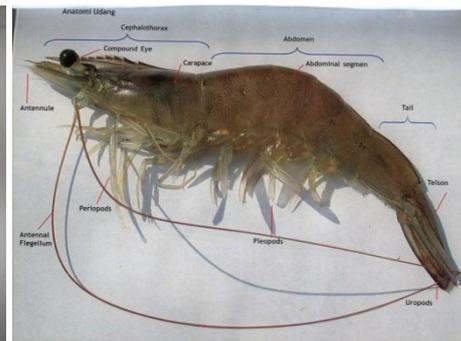
PRODUKSI UDANG

Berdasarkan data WHO, terdapat 343 jenis udang yang mempunyai nilai ekonomis dan 110 spesies berasal dari famili Penaeidae (Holthuis, 1980). Saat ini baru delapan jenis yang bisa dikembangkan untuk akuakultur, antara lain : *Penaeus chinensis*, *P. indicus*, *P. japonicus*, *P. merguensis*, *P. monodon*, *P. stylirostris*, *P. vannamei*, dan *Metapenaeus ensis* (Rosenberry, 1989).

Spesies udang yang banyak dibudidayakan di Indonesia saat ini adalah *P. Monodon* (Gambar 1.1) dan *P. Vannamei* (Gambar 1.2). *Penaeus monodon* mempunyai nama lain *giant tiger prawn* dan di Indonesia disebut dengan udang windu, sedangkan *P. vannamei* sering disebut dengan *whiteleg shrimp* atau sering disebut dengan udang putih atau vaname. *Penaeus vannamei* sering pula disebut dengan *Litopenaeus vannamei* yang merujuk pada subgenus *Litopenaeus*. *Penaeus monodon* banyak ditemukan di Indonesia, Thailand, India, Vietnam, Filipina, China, Bangladesh dan Taiwan, sementara vanamei banyak ditemukan di perairan Ekuador, Mexico, Panama, dan Honduras.



Gambar 1.1. *P. monodon*



Gambar 1.2. *P. vannamei*

Sebelum tahun 1996, produksi udang dunia didominasi oleh *black tiger* (*Penaeus monodon*). Kendala utama yang dihadapi adalah keterbatasan induk yang berkualitas karena masih berasal dari laut sehingga kualitas benih yang dihasilkan fluktuatif. Mulai tahun 1997, udang putih atau vaname (*Litopenaeus vannamei*) mulai dibudidayakan dan berhasil meningkatkan produksi udang dunia karena induk udang putih sudah berhasil didomestikasi. Produksi udang putih dunia naik dari sekitar 100.000mt (10% dari produk udang dunia) pada tahun 1998 menjadi sekitar 1.500.000 mt (75% dari produk udang dunia) pada tahun 2006 (Wyban, 2007).

Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2015) menunjukkan bahwa produksi udang Indonesia tahun 2014 mengalami peningkatan 13,83% dibanding tahun 2010, dengan peningkatan terbesar dialami oleh udang vannamei (20%) seperti yang terdapat pada Tabel 1.1. Berdasarkan data tersebut, produksi udang vaname selama

lima tahun terakhir cenderung mengalami peningkatan sedangkan udang windu cenderung mengalami penurunan.

Tabel 1.1. Produksi udang Indonesia pada tahun 2010-2014.

Komoditi	Tahun					Kenaikan 2010-2014 (%)
	2010	2011	2012	2013	2014*	
Produksi (ton)	380,972	401,154	415,703	638,955	592,219	13,83
Udang Windu (ton)	125,519	126,157	117,888	171,583	126,595	3,32
Udang vaname (ton)	206,578	246,420	251,763	390,278	411,729	20,49
Udang lainnya (ton)	48,875	28,577	46,052	77,094	53,895	14,23

*Data sampai bulan September

Udang vaname mulai dibudidayakan di Indonesia awal tahun 2000 (Kopot dan Taw, 2002) melalui beberapa perusahaan tambak udang di Lampung yang sedang mengalami kegagalan budidaya udang windu karena serangan penyakit *white spot syndrome virus* (WSSV). Vaname mulai mendominasi usaha pertambakan di Indonesia yang sebelumnya membudidayakan udang windu. Vaname, yang digolongkan ke dalam genus *Penaeid* pada klas Crustacea ini memiliki produktivitas yang sangat tinggi. Produksi udang putih mencapai 13.600 kg/ha (Boyd dan Clay, 2002. Penelitian Samocha *et al.* (2013) dengan menggunakan *super intensive-raceway system* menunjukkan bahwa produksi udang putih mencapai 9,2 kg/m³ (92.000 kg/ha), sedangkan menurut Salas dan Rendon (2013), produksi udang putih dengan sistem *hyper-intensive* dalam ruangan yang terkontrol mencapai 4,5 kg/m³ (45.000 kg/ha). Produktivitas udang vaname di Indonesia pada awal introduksinya (2000-2004) menunjukkan produktivitas yang cukup tinggi sekitar 15-20 ton/ha (Supono, 2005). Produksi ini melebihi udang windu yang hanya berkisar 5-6 ton/ha.

Vaname mempunyai beberapa keunggulan dibanding spesies udang lainnya, antara lain : tingkat kelulushidupan tinggi, benur SPF (*specific pathogen free*), tahan terhadap kepadatan tinggi (hidup di kolom air), berasal dari induk yang sudah terdomestikasi, lebih tahan penyakit, dan konversi pakan rendah. Udang putih merupakan hyper-hypo osmoregulator, mampu hidup pada rentang salinitas yang luas antara 0,5-40 ‰ (Wyban dan Sweeney, 1991). Udang putih dapat tumbuh baik dengan padat tebar tinggi, yaitu 60-150 ekor/m² (Briggs *et al.*, 2004) dengan tingkat pertumbuhan 1-1,5 gr/minggu. Menurut Wyban dan Sweeney (1991), kepadatan penebaran 100 ekor/m² masih layak untuk pertumbuhan udang putih. Udang putih termasuk hewan *omnivora* yang mampu memanfaatkan pakan alami yang terdapat dalam tambak seperti plankton dan detritus yang ada pada kolom air sehingga dapat mengurangi input pakan berupa pelet (Wyban dan Sweeney, 1991).

Produksi udang tersebar pada daerah-daerah yang memiliki pesisir pantai. Produksi udang tersebut terdapat di beberapa daerah di Indonesia. Berikut adalah 15 provinsi sentra produksi udang windu dan udang vaname (Tabel 1.2) :

Tabel 1.2. Produksi udang windu dan vaname tiap provinsi

Produksi Udang Windu (Ton)			Produksi Udang Vaname (Ton)		
Provinsi	2 013	2 014 *	Provinsi	2 013	2 014 *
Jawa Barat	27,860	34,511	Lampung	72,051	78,985
Sulawesi Selatan	15,319	16,036	NTB	56,960	76,808
Sulawesi Tengah	22,403	11,890	Jawa Timur	47,150	52,951
Jawa Timur	9,842	11,036	Sumatera Selatan	40,016	39,758
Kalimantan Timur	10,758	10,877	Jawa Barat	61,633	39,402
Aceh	5,621	7,241	Jawa Tengah	13,872	30,600
Sulawesi Tenggara	13,275	5,120	Kalimantan Barat	39,092	28,972
Jawa Tengah	33,580	5,079	Sulawesi Selatan	8,542	15,247
Kalimantan Selatan	4,758	4,853	Sulawesi Tenggara	18,369	12,802
Sumatera Utara	9,627	4,680	Sumatera Utara	19,791	10,728
Sumatera Selatan	5,641	4,631	Gorontalo	996	6,310
Kalimantan Barat	1,865	2,892	Maluku	2,065	4,000
Sulawesi Barat	1,898	2,462	Sulawesi Barat	1,138	3,915
Lampung	2,791	1,537	B a l i	2,932	3,104
Sulawesi Utara	390	1,487	D.I. Yogyakarta	812	3,000

Berdasarkan Tabel di atas tergambar bahwa beberapa provinsi sentra produksi udang windu belum melebihi angka tahun 2013 yakni provinsi Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Jawa Tengah, Sumatera Utara, Sumatera Selatan dan Lampung. Sementara untuk komoditas udang vaname beberapa provinsi yang menjadi sentra juga ada yang belum melebihi data tahun 2013 adalah provinsi Sumatera Selatan, Jawa Barat, Kalimantan Barat, Sulawesi Tenggara, dan Sumatera Utara. Untuk komoditas udang windu penurunan angka produksi terbesar adalah provinsi Jawa Tengah. Tahun 2013 provinsi Jawa Tengah memproduksi udang windu sebesar 33.580 ton sementara pada tahun 2014 ini produksinya baru mencapai 5.079 ton. Penurunan produksi yang cukup besar juga terjadi pada provinsi Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah dan Sumatera Utara.

Sementara komoditas udang vaname yang mengalami penurunan cukup besar adalah Jawa Barat dengan penurunan produksi sebanyak hampir setengahnya. Produksi udang vaname Jawa Barat pada tahun 2013 mencapai 61.633 ton sementara di tahun 2014 mencapai 39.402 ton. Selain Jawa Barat, provinsi sentra yang juga mengalami

penurunan cukup besar adalah provinsi Sumatera Utara dan Sulawesi Tenggara. Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2013 produksinya mencapai 19.791 ton dan di tahun 2014 produksinya sebesar 10.728 ton. Sedangkan provinsi Sulawesi Tenggara pada tahun 2013 produksi mencapai 18.369 ton dan di tahun 2014 produksinya sebesar 12.802 ton.

BAB 2

BIOLOGI UDANG

Pengetahuan tentang biologi udang sangat penting dalam rangka pengembangan sistem budidaya masa depan baik pembenihan maupun pembesaran. Biologi udang yang perlu dipahami antara lain : taksonomi, morfologi, distribusi, bionomik, dan siklus hidup. Berikut ini akan dijelaskan mengenai biologi udang windu dan vaname.

2.1. Taksonomi

Pemberian nama ilmiah udang windu pertama kali dilakukan oleh Fabricius pada tahun 1798 dengan nama *Penaeus monodon* Fab. (Holthuis, 1980). Sinonim dari nama ilmiah udang windu adalah ; *P. carinata* Dana, 1852, *P. tahitensis* Heller, 1862 , *P. semisulcatus exsulcatus* Hilgendorf, 1879, *P. coeruleus* Stebbing, 1905, *P. monodon* var.*manillensis* Villalluz dan Arriola, 1938, *P. bubulos* Kubo, 1949 , dan *P. monodon monodon* Burkenroad, 1959. Nama lain udang windu menurut FAO adalah : giant tiger prawn (Inggris), crevette geante tigree (Prancis), dan camaron tigre gigante (Spanyol). Taksonomi udang windu menurut Holthuis (1980) adalah sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Subkelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Subordo	: Natantia
Infraordo	: Penaeidea
Superfamili	: Penaeoidea
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Subgenus	: <i>Penaeus</i>
Spesies	: <i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798

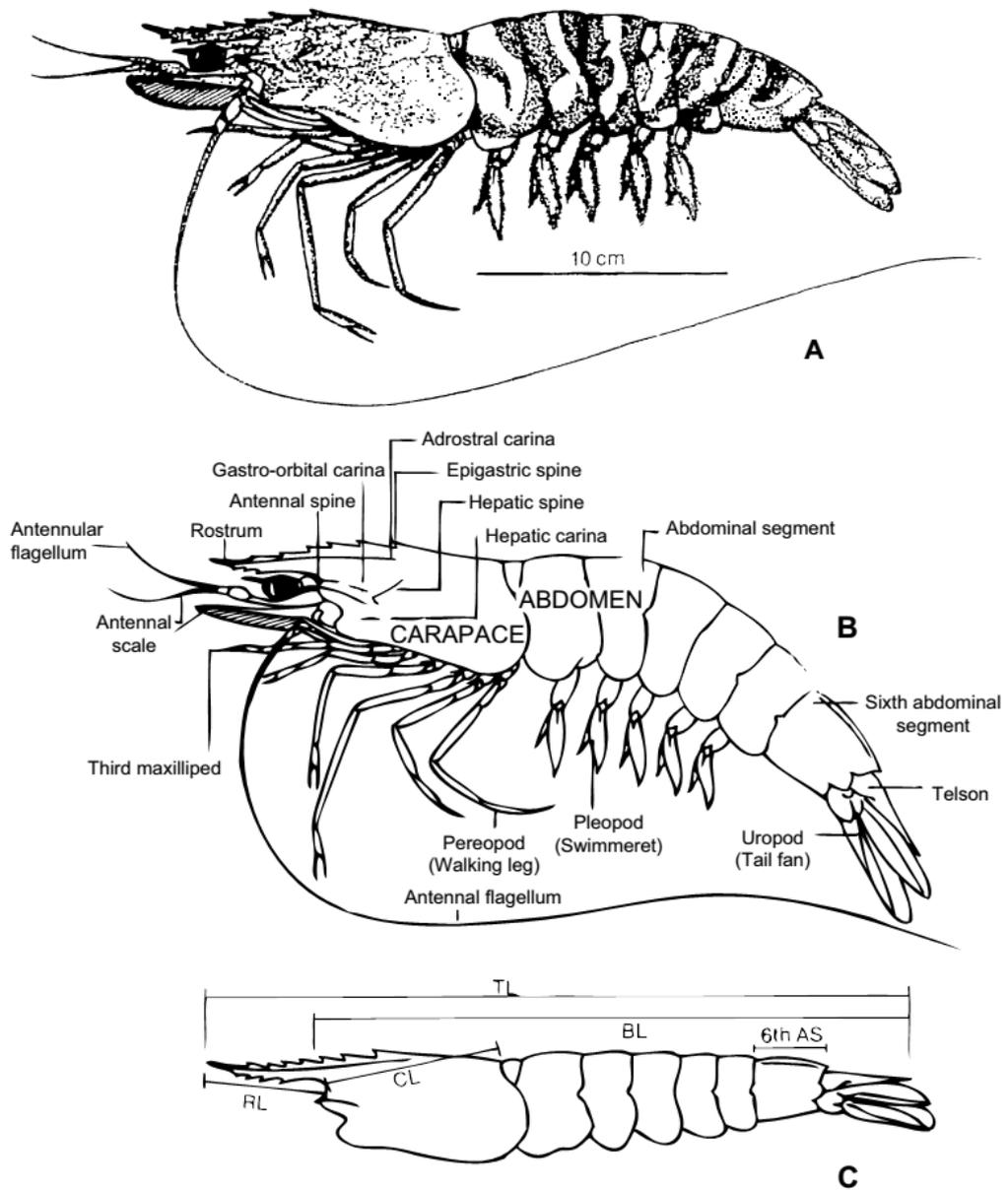
Pemberian nama ilmiah udang vaname atau udang putih pertama kali dilakukan oleh Boone pada tahun 1931 dengan nama *Penaeus vannamei* (Holthuis, 1980). Nama lain udang vaname menurut FAO adalah : whiteleg shrimp (Inggris), crevette pattes blanches (Prancis), dan camaron patiblanco (Spanyol). Taksonomi udang vaname menurut Holthuis (1980) adalah sebagai berikut :

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Subkelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda

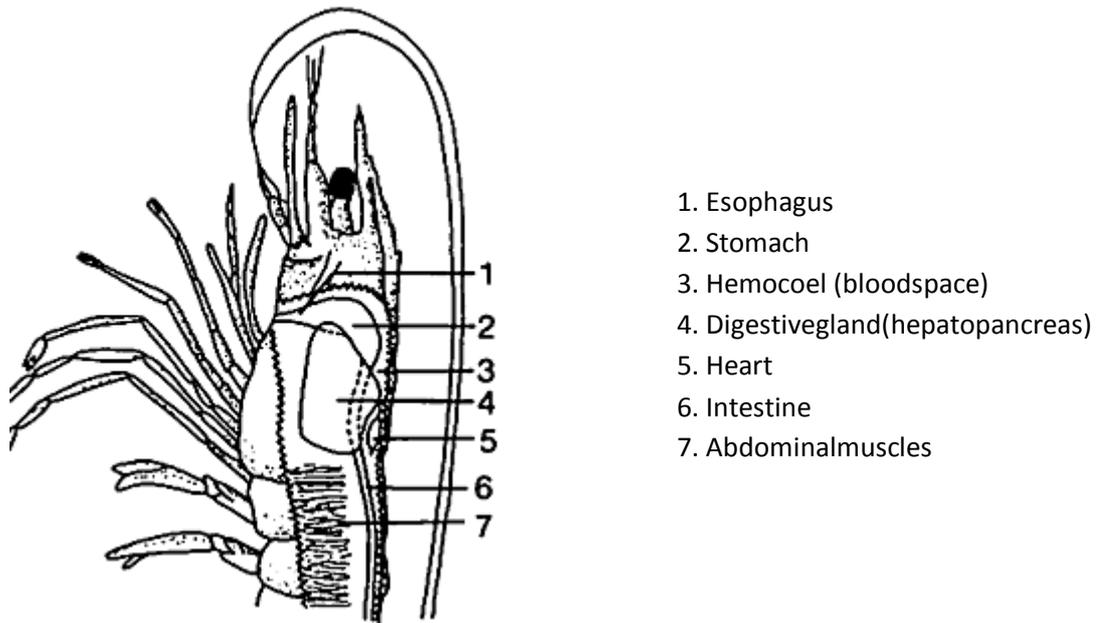
Subordo	: Natantia
Infraordo	: Penaeidea
Superfamili	: Penaeoidea
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Subgenus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i> Boone, 1931

2.2. Morfologi

Tubuh udang terdiri dari 2 bagian utama yaitu kepala dada (*cephalothorax*) dan perut (*abdomen*). *Cephalotorax* tertutup oleh kelopak kepala yang disebut *carapace*. Udang windu mempunyai 5 pasang kaki renang (*pleopod*) dan 5 pasang kaki jalan (*pereopod*). Bagian tubuhnya terdiri dari *carapace* (kepala) dan abdomen (perut). Pada ujung *carapace* terdapat rostrum yang mempunyai gerigi bagian atas (dorsal) sebanyak 6-8 (kebanyakan 7) dan bagian bawah (ventral) sebanyak 2-4 buah 4 (kebanyakan 3) (Motoh, 1981; Solis, 1988). Pada bagian abdomen terdapat 6 segmen serta telson pada segmen yang ke 6. *Cephalotorax* terdiri dari 13 ruas (kepala : 5 ruas, dada : 8 ruas) dan abdomen 6 ruas, terdapat ekor dibagian belakang. Pada *cephalotorax* terdapat anggota tubuh, berturut-turut yaitu *antenulla* (sungut kecil), *scophocerit* (sirip kepala), *antenna* (sungut besar), *mandibula* (rahang), 2 pasang *maxilla* (alat-alat pembantu rahang), 3 pasang *maxilliped*, 3 pasang *pereiopoda* (kaki jalan) yang ujung-ujungnya bercapit disebut *chela*. Insang terdapat di bagian sisi kiri dan kanan kepala, tertutup oleh *carapace*. Pada bagian *abdomen* terdapat 5 pasang *pleopoda* (kaki renang) yaitu pada ruas ke-1 sampai 5. Sedangkan pada ruas ke-6 kaki renang mengalami perubahan bentuk menjadi ekor kipas atau *uropoda*. Ujung ruas keenam ke arah belakang terdapat telson (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Morfologi Udang, A: Udang windu ; B: Morfologi udang windu; C: metode pengukuran udang windu (RL=rostrum length; CL=carapace length; TL = total length; BL; body length; 6th AS = length of abdominal segment) (Motoh, 1985)



Gambar 2.2. Anatomi internal Udang

2.3. Distribusi

Udang windu tersebar luas di Perairan Indo-Pasifik : Afrika Selatan, Tanzania, Kenya, Somalia, Madagaskar, Saudi Arabia, Oman, Pakistan, India, Bangladesh, Sri Lanka, Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapore, Philippines, Hongkong, Taiwan, Korea, Japan, Australia, and Papua New Guinea. Fishing ground utama udang windu terdapat di daerah tropis seperti Indonesia, Malaysia, dan Filipina (Motoh, 1985).

2.4. Siklus Hidup

Siklus hidup udang windu terbagi menjadi enam fase, yaitu (Motoh, 1985) :

1. Embrio, Berupa telur yang transparan berwarna hijau kekuningan, berdiameter antara 0,27-0,31 mm dengan rata-rata 0,29 mm.
2. Larva, Udang windu pada fase ini terdiri dari stadium naupliu (6 fase), protozoa (3 fase), mysis (3 fase), dan megalopa (3 atau 4 fase). Masing-masing stadium terdiri dari 1,5 hari, 5 hari, 4-5 hari, dan 6-15 hari. Protozoa dan mysis disebut dengan Zoa, sementara megalopa disebut dengan postlarvae (PL). Akhir dari tahap ini ditandai oleh ruas abdomen keenam yang lebih panjang dari panjang carapace. Panjang carapace megalopa antara 1,2 mm sampai 2,2 mm. Warna tubuh megalopa transparan ditutupi oleh pita berwarna coklat gelap memanjang dari pangkal antena hingga telson
3. Juvenile, pada fase juvenile segmen abdominal ke 6 lebih pendek dibandingkan dengan carapace, ukuran tubuh lebih besar, bersifat benthic. Rasio panjang segmen abdominal ke 6 dengan carapace (sekitar 0,65) lebih besar dibandingkan

pada fase adolesent (sekitar 0,58). Pada fase ini panjang carapace mencapai 2,7 mm, warna tubuh menjadi kehitaman, gigi rostrum mempunyai 6 buah pada dorsal dan 2 buah pada ventral. Ketika carapace mencapai panjang 3,7 mm, warna tubuh menjadi lebih hitam dan rostrum mempunyai gigi 7 buah pada dorsal dan 2 buah pada bagian ventral.

4. Adolesent, Pada tahap ini proposi ukuran tubuh mulai stabil dan tumbuh tanda – tanda seksual dimana alat kelamin pada udang windu jantan yaitu *petasma* mulai terlihat setelah panjang cangkangnya 30 mm, sedangkan pada betina *thelycum* mulai terlihat setelah panjang cangkang mencapai 37 mm.
5. Subadult. Pada fase ini terjadi kematangan seksual. Udang jantan memiliki spermatozoa dalam ampula terminalis sementara udang betina mengandung spermatozoa pada *thelycum*nya melalui proses kopulasi. Pada fase ini udang betina tumbuh lebih cepat dan mulai berpindah dari daerah asuhan (*nursery ground*) menuju daerah pemijahan (*spawning ground*). Pada saat migrasi, kopulasi pertama kali terjadi ketika udang betina memiliki panjang carapace minimum 37 cm dan jantan 47 cm.
6. Adult. Fase ini hampir sama dengan fase subadult yang membedakan hanya ukuran dan habitatnya. 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. Pada fase ini udang mulai menuju laut lepas (*offshore*) untuk melakukan pemijahan. Daerah pemijahan (*spawning ground*) berada pada kedalaman sekitar 160 m

Tempat hidup (*nursery ground*) larva udang windu sampai juvenile berada di estuarin dan daerah mangrove, sementara udang dewasa sampai matang gonad melakukan pemijahan di laut lepas. Menurut Motoh (19881), udang windu melakukan pemijahan di laut lepas dengan kedalaman 70 m.

2.5. Makan dan Kebiasaan Makan

Udang windu termasuk dalam jenis hewan omnivora (Hall, 1962). Makanan yang ditemukan di usus udang windu 85% berupa krustacea kecil seperti udang dan kepiting serta moluska sementara 15% terdiri dari ikan kecil, anelida dan lainnya (Motoh, 1985). Udang windu termasuk hewan nocturnal (aktif makan pada malam hari) dan continuous feeder.

2.6. Molting

Pertumbuhan dan penambahan ukuran udang merupakan fungsi dari frekuensi molting (Solis, 1988). Semakin sering udang molting, semakin cepat pula pertumbuhan udang. Frekuensi molting dipengaruhi oleh umur udang. Semakin besar udang semakin

kecil frekuensi moltingnya (Tabel 3). Molting dapat terjadi pada setiap saat, namun lebih sering terjadi pada malam hari. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi molting udang antara lain : cahaya, suhu, salinitas, dan photoperiod (Bishop dan Herrnkind, 1976). Udang yang mengalami molting akan mengalami perubahan tekstur tubuhnya menjadi lunak (*soft shell*). Keadaan ini akan berlangsung selama beberapa jam untuk udang kecil namun berlangsung dalam waktu satu sampai dua hari untuk udang muda.

Proses molting dikontrol oleh dua hormon yaitu *molt-inhibiting hormone* (MIH) dan *gonad inhibiting hormon*. MIH dihasilkan oleh kelenjar sinus organ X sementara GIH dihasilkan oleh *sel neurosecretory organ X*.

Tabel 2.1. Interval molting berdasarkan berat udang

Berat udang (g)	Interval molting (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

BAB 3

LIMBAH BUDIDAYA UDANG

Kegiatan akuakultur pada umumnya menghasilkan limbah baik yang berasal dari sisa pakan (uneaten feed), feses, maupun sisa metabolisme. Komponen utama limbah budidaya udang adalah nitrogen anorganik karena komposisi utama pakan udang adalah protein. Nitrogen dalam perairan berada dalam bentuk TAN, nitrit, nitrat, maupun nitrogen bebas (Hargreaves dan Tucker, 2004).

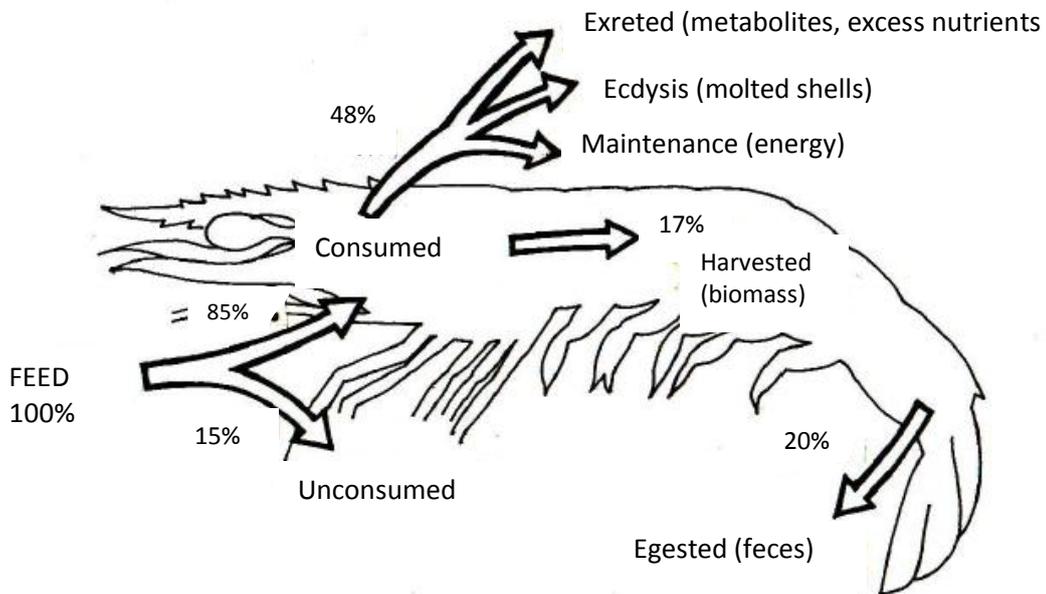
Budidaya udang terutama yang dikelola secara semi intensif dan intensif mempunyai permasalahan yang cukup serius mengenai degradasi kualitas air. Kepadatan penebaran (*stocking density*) dan input pakan yang tinggi menyebabkan tingginya limbah yang dihasilkan baik yang tersuspensi maupun mengendap di dasar kolam. Degradasi kualitas air selama proses budidaya ikan juga disebabkan oleh rendahnya efisiensi pakan. Menurut Primavera (1991), pakan yang diberikan pada udang, hanya 85% yang terkonsumsi sedangkan 15% tidak termakan (*uneaten feed*) sementara 20% terbuang dalam bentuk *feces* (Gambar 2.1). Kandungan protein yang tinggi pada pakan ikan/udang (>30%) berdampak pada tingginya kandungan nitrogen anorganik (*mobile nitrogen*) pada limbah yang dihasilkan. Menurut Avnimelech dan Ritvo (2003), hanya 25% nitrogen dari pakan yang dapat diasimilasi menjadi daging, sedangkan 75% terbuang ke lingkungan.

Dalam sistem autotrof, nitrogen anorganik dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan. Namun, kemampuan fitoplankton dalam menyerap nitrogen anorganik tersebut sangat terbatas jika dibandingkan dengan limbah yang dihasilkan. Menurut Avnimelech (2009), kemampuan fitoplankton dalam mengasimilasi karbon berkisar $2\text{-}5\text{gC/m}^2$. Jika rasio C:N untuk pertumbuhan fitoplankton 5, maka kapasitas mengikat nitrogen sekitar $0,4\text{-}1\text{ gN/m}^2$, sehingga kapasitas mengontrol nitrogen anorganik dalam kolam hanya $0,5\text{-}1,2\text{ kg ikan/m}^2$ atau setara dengan 5.000-12.000 kg udang/ha.

Besarnya limbah yang dihasilkan dalam budidaya udang tidak terlepas dari rendahnya efisiensi pakan dan buruknya manajemen pemberian pakan (*feeding management*) yang berakibat tingginya nilai rasio konversi pakan (*feed conversion ratio/FCR*). Konversi pakan untuk budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara secara intensif mempunyai konversi pakan sekitar 1,4 (Supono, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa setiap 1,4 kg pakan berat basah (kandungan air 10%) menghasilkan 1 kg udang berat basah. Namun demikian angka tersebut tidaklah menggambarkan kondisi yang sesungguhnya karena persentase berat kering pakan dan udang tidak sama. Pakan mempunyai berat kering rata-rata 90%, sedangkan udang mempunyai berat kering sekitar 25%. Berdasarkan informasi tersebut maka konversi pakan sesungguhnya dapat dihitung sebagai berikut :

Berat kering pakan yang dibutuhkan : $1,4 \text{ kg} \times 90\% = 1,26 \text{ kg}$
 Berat kering ikan : $1 \text{ kg} \times 25\% = 0,25 \text{ kg}$
 Rasio konversi pakan berat kering : $1,26 : 0,25 = 5,04 \approx 5$

Dengan demikian jika berat kering pakan 90% dan berat kering udang 25% maka FCR berat kering dengan perhitungan yang sama di atas dapat ditentukan yaitu sebesar 5. Angka tersebut memberikan informasi bahwa setiap 5 kg pakan berat kering akan menghasilkan 1 kg udang berat kering (20%), sedangkan sisanya (80%) terbuang ke lingkungan budidaya sebagai limbah. Dari hasil perhitungan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa setiap 5 kg pakan berat kering menghasilkan 1 kg udang berat kering (25 %) sehingga sisanya (75%) terbuang ke lingkungan sebagai limbah. Dengan perhitungan ini pula, FCR udang windu rata-rata 1,7 menggambarkan bahwa 16, 3% pakan diasimilasi menjadi daging udang. Hal ini mendekati penelitian yang dilakukan Primavera (1991) bahwa pakan yang diasimilasi menjadi daging udang sekitar 17%.



Gambar 3.1. . Aliran pakan dalam budidaya udang (Primavera, 1991)

BAB 4

SISTEM BUDIDAYA UDANG

Budidaya udang mengalami perkembangan yang cukup pesat baik dari input teknologi maupun metode budidaya. perkembangan tersebut tidak terlepas dari bertambahnya pengetahuan dan semakin terbatasnya lahan budidaya di sepanjang pantai. Budidaya udang kedepannya harus ramah terhadap lingkungan untuk menjamin keberlanjutannya. Sistem budidaya udang yang diterapkan sampai saat ini akan dibahas pada Bab ini.

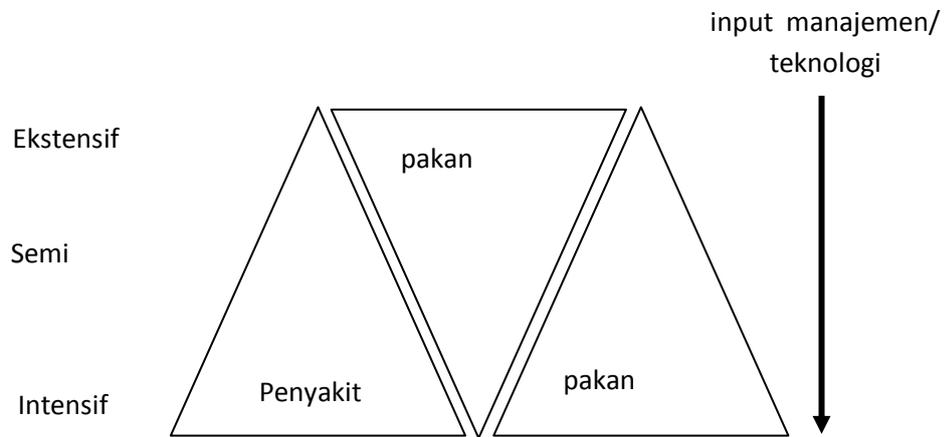
4.1 Sistem Budidaya Udang Berdasarkan Input Teknologi

Berdasarkan input teknologi, sistem budidaya udang dibagi dalam tiga kategori, yaitu :

1. tambak ekstensif atau tradisional
2. tambak semi intensif
3. tambak intensif/super intensif

Semakin intensif sistem budidaya semakin kecil ketergantungannya terhadap pakan alami. Tambak tradisional/ekstensif sangat tergantung pada pakan alami, hanya sedikit pakan tambahan yang diberikan, sehingga daya dukung lahan sangat terbatas. Pada sistem ini tidak ada perlakuan sterilisasi air dan penerapan biosecurity. Kepadatan penebaran benih tidak lebih dari 5 ekor/m². Sementara pada sistem intensif, sumber utama pakan adalah pakan buatan/komersial, peran pakan alami sangat kecil. Semakin intensif sistem budidaya, input teknologi semakin besar begitu juga dengan input manajemen. Input teknologi meliputi peralatan seperti aerator/kincir air, pompa air, mesin. jenset dan lain-lainya serta peralatan penunjang seperti laboratorium.

Penerapan manajemen pada sistem intensif sangat diperhatikan seperti penerapan *good aquaculture practices* (GAP) dan tertatanya *standart operating procedure* (SOP) serta *biosecurity*. Daya dukung tambak meningkat sehingga kepadatan penebaran sangat tinggi bisa mencapai lebih dari 100 ekor/m² dengan produktivitas lebih dari 10 ton per hektar. Namun demikian pada budidaya udang sistem intensif sering terjadi serangan penyakit (*disease outbreak*) karena kepadatan penebaran yang tinggi yang diikuti dengan meningkatnya limbah organik yang dihasilkan. Lingkungan yang buruk akan merangsang pertumbuhan pathogen dan menyebabkan udang stres yang berakibat pada menurunnya imunitas udang.



Gambar 4.1. Perbedaan sistem budidaya udang berdasarkan input teknologi

4.2. Sistem Budidaya Udang Berdasarkan Penggunaan Air

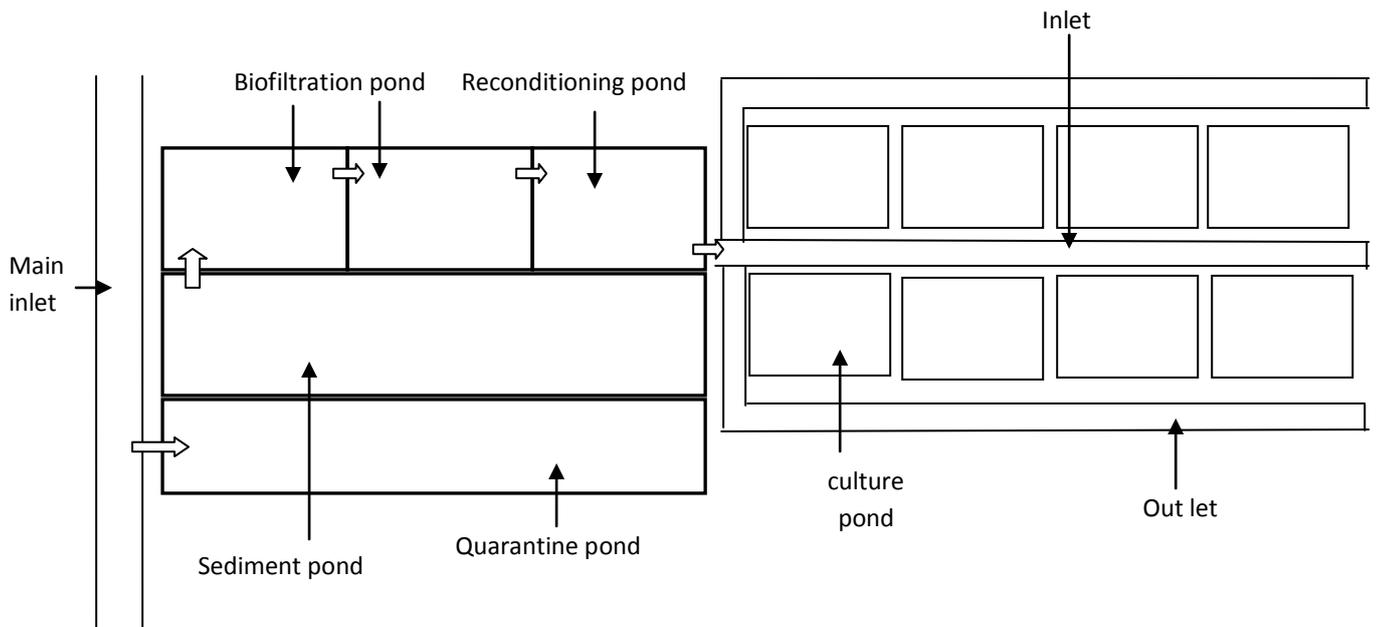
Berdasarkan penggunaan air, sistem budidaya udang dibagi menjadi 3 yaitu *open system*, *closed sistem*, *semi closed system*, dan *closed resirculating system*. *Open system* (sistem terbuka) merupakan sistem budidaya udang secara konvensional dimana air yang digunakan untuk budidaya tidak ada perlakuan pengobatan/sterilisasi dari carrier dan predator. Air dari laut hanya diendapkan di kolam tandon/reservoir sebelum masuk ke kolam budidaya. Kelebihan dari sistem ini biaya lebih murah (efisien), air tersedia setiap saat dengan kualitas yang baik. Namun, sistem ini memiliki kelemahan yaitu resiko terserang penyakit sangat tinggi terutama jika terjadi wabah penyakit di lingkungan sekitar.

Pada *closed system* mengharuskan sterilisasi air yang digunakan untuk budidaya selama masa pemeliharaan, mulai dari persiapan air sampai panen. Air yang masuk ke tambak pembesaran disterilkan dari agen penyakit, *carrier* dan predator. Penambahan air ke kolam pembesaran dilakukan melalui kolam karantina. Keuntungan dari sistem ini adalah agen penyakit terutama virus dapat ditekan. Kelemahan dari sistem ini antara lain : biaya produksi tinggi, kualitas air mengalami penurunan pada pertengahan dan akhir budidaya serta sering mengalami kekurangan air karena keterlambatan pengobatan/sterilisasi. Biasanya ada perlakuan bakteri (probiotik) untuk bioremediasi, penerapan less water exchange, biosecurity dan fasilitas laboratorium.

Semi closed system merupakan paduan antara *open system* dengan *closed system*. Pada sistem ini, sterilisasi air hanya dilakukan pada saat persiapan air dan budidaya pada bulan pertama atau kedua, pada bulan berikutnya menggunakan sistem terbuka. Penggunaan sistem ini bertujuan untuk mengantisipasi serangan penyakit

pada awal budidaya yang merupakan fase kritis dan mengatasi penurunan kualitas dan kuantitas air pada pertengahan dan akhir budidaya. Sistem ini sekarang paling sering digunakan oleh petambak. Selain ketercukupan air sepanjang periode budidaya, penyakit dapat ditekan dan biaya produksi tidak terlalu tinggi. Ada perlakuan bakteri yang menguntungkan (probiotik) untuk membantu menguraikan senyawa-senyawa toksik dalam tambak.

Closed recirculating system atau CRS merupakan salah satu kemajuan dalam perkembangan sistem budidaya udang. Sistem ini muncul karena meningkatnya serangan penyakit dan tingginya biaya untuk sterilisasi air selama budidaya berlangsung. Pada sistem ini, penerapan biosecurity sangat ketat, air maupun peralatan tambak disterilkan. Sterilisasi air berlangsung selama periode budidaya. Air buangan dari tambak diolah kembali melalui kolam pengendapan (*sedimentation pond*), kolam perlakuan secara biologi (*biofiltration pond*), dan kolam rekondisi (*reconditioning pond*) sebelum masuk ke kolam budidaya (*culture pond*). *Biofiltration pond* menggunakan beberapa jenis ikan herbivora atau omnivora seperti ikan nila salin dan kerang hijau. Kolam rekondisi menggunakan aerator/kincir air untuk meningkatkan kualitas air terutama oksigen terlarut. Hal penting yang perlu diperhatikan dalam sistem ini adalah perbandingan antara kolam budidaya (tambak) dengan kolam perlakuan (*treatment pond*). Perbandingan yang ideal kolam budidaya dengan kolam perlakuan adalah 4 :1.



Gambar 4.2. *Closed recirculating system* (CRS)

BAB 5

KONSTRUKSI TAMBAK

Konstruksi tambak berperan penting dalam menunjang keberhasilan budidaya udang secara intensif. Konstruksi tambak didesain agar mudah dijangkau, volume air tercukupi, serta memudahkan manipulasi ketinggian air. Konstruksi tambak meliputi pemilihan lokasi, ukuran kolam baik luas maupun kedalaman, elevasi, tata letak (*layout*), serta atribut kelengkapan tambak lainnya.

5.1. Pemilihan Lokasi Tambak (Pond Site Selection)

Seleksi lokasi tambak merupakan langkah penting dalam konstruksi tambak. Lokasi tambak yang bagus meliputi : level topografi yang memudahkan pembuatan tambak, kandungan tanah yang mengandung liat untuk menahan air dan membuat tanggul, dan kecukupan air untuk menyuplai tambak. Sebelum menentukan lokasi tambak, ada beberapa pertimbangan dalam menentukan, yaitu perhitungan ekonomis, kemudahan dijangkau (*accessibility*), dan keamanan (*safety*). Ketersediaan air tanah dengan salinitas yang tinggi diperlukan untuk daerah yang kesulitan memperoleh air laut secara langsung. Keberadaan air tanah dapat menekan biaya produksi karena tidak memerlukan sterilisasi.

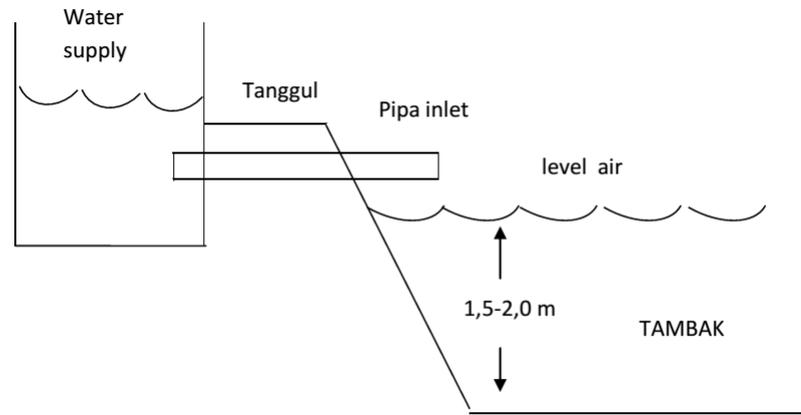
Faktor iklim dan cuaca juga berpengaruh dalam penentuan lokasi budidaya udang. Daerah dengan curah hujan tinggi mengandung konsekuensi :

- air hujan akan mengencerkan tambak sehingga menurunkan salinitas
- berpotensi terjadinya erosi tanggul tambak, jalan, dll.
- menurunkan suhu air sehingga menurunkan nafsu makan dan imunitas udang

5.2. Ukuran Tambak

Ukuran tambak udang bervariasi berdasarkan tingkat manajemen yang diterapkan. Tambak tradisional biasanya memiliki ukuran 1-1,5 ha dengan kedalaman sekitar 0,8 m. Tambak-tambak intensif memiliki ukuran yang lebih kecil, yaitu 1.000 m² – 5.000 m² dengan kedalaman 1,2-2,0 m. Kedalaman air dipengaruhi oleh kepadatan penebaran udang, semakin tinggi populasi udang, semakin tinggi level air. Menurut Boyd (199), kedalaman air tambak semi intensif antara 0,8 m sampai 1,0 m, sedangkan tambak intensif 1,5-2,0 m. Pada awal tahun 1990-an, tambak intensif menggunakan ukuran 5.000 m², namun akhir-akhir ini banyak berkembang tambak udang dengan ukuran 1.000 m²-3.000m² dengan pertimbangan kemudahan dalam pengoperasiannya. Kemiringan tanggul tambak (*slope*) dibuat dengan perbandingan 1:1,5 sampai 1:2 untuk menghindari tanggul longsor. Slope tanggul ditentukan berdasarkan kandungan

liat tanah tambak. Untuk tambak intensif, selain area untuk tambak pemeliharaan, diperlukan pula tambak tandon dengan ukuran sekitar 30% dari luas tambak budidaya.



Gambar 5.1. Konstruksi tambak

5.3. Elevasi Tambak

Elevasi tambak merupakan salah satu faktor penting dalam menilai kualitas konstruksi tambak. Elevasi tambak yang baik akan memudahkan dalam memasukkan air dari tandon dan pengeringan dasar tambak sehingga pengeringan tambak dapat dilakukan secara sempurna. Pengeringan dasar tambak yang sempurna dapat membunuh predator maupun *carrier* penyakit, menguraikan bahan organik, serta meningkatkan lapisan oksida tanah. Kemiringan dasar tambak mengarah ke tengah tambak atau saluran pembuangan (*central drain*).



Gambar 5.2. Elevasi yang benar akan memudahkan pembersihan tambak

5.4. Tata Letak Tambak (Pond Layout)

Degradasi kualitas air dan merebaknya penyakit dapat dipicu oleh tata letak tambak yang kurang tepat. Tambak-tambak udang yang dikelola masyarakat biasanya memiliki saluran pemasukan (*inlet*) dan pengeluaran (*outlet*) yang tidak beraturan bahkan kadang menjadi satu saluran. Tambak-tambak yang dikelola perusahaan besar sudah mempunyai tata letak yang teratur.



Gambar 5.3. Layout tambak yang benar akan mendukung keberhasilan budidaya udang

5.5. Lining

Udang vaname mempunyai kecenderungan berada dalam kolom air, tumbuh baik dengan kepadatan tinggi, bergerak aktif sehingga sering menimbulkan suspensi pada air tambak. Untuk menghindari muatan padatan tersuspensi yang tinggi, tambak perlu dilapisi dengan plastik (*lining*) baik dinding maupun dasar tambak. Lining dapat dilakukan untuk semua dasar kolam (*full plastic*) atau sebagian tambak, yaitu pada *feeding area*. Bahan yang digunakan untuk lining ada beberapa jenis dengan tingkat ketahanan yang berbeda-beda. Jenis palstik mulsa biasanya hanya tahan 2-3 siklus, sedangkan plastik jenis HDPE (*high density polyethylene*) tahan sampai lebih dari 10 tahun dan cocok untuk *full plastic*.



Gambar 5.4. Tambak dilapisi plastik mulsa

5.6. Jembatan Anco

Konstruksi awal pembuatan tambak untuk budidaya udang yang cukup penting adalah pemasangan jembatan anco. Jembatan anco digunakan untuk sarana pengontrolan pakan atau nafsu makan udang melalui anco. Idealnya untuk satu tambak membutuhkan tiga jembatan anco pada tiga sisi yang berbeda. Lokasi pemasangan jembatan anco di sekitar *feeding area* (3-4 m dari dinding). Material yang digunakan untuk pembuatan jembatan anco biasanya berupa bambu, gelam, maupun beton.



Gambar 5.5. Jembatan anco

BAB 6

PERSIAPAN TAMBAK

Sering kita jumpai kolam dengan perlakuan atau pemupukan yang sama, sumber air yang sama tetapi plankton yang dihasilkan berbeda atau bahkan dengan benih yang sama dan jumlah yang sama tetapi biomasa ikan/udang yang dihasilkan berbeda pula. Mengapa hal ini bisa terjadi?. Salah satu faktor yang mempengaruhi hal ini adalah tingkat kesuburan tanah yang akan menentukan kesuburan kolam secara keseluruhan. Konstruksi kolam yang berbeda seperti kolam tanah (*earthen pond*), kolam plastik (*lined pond*), maupun kolam semi plastik (*semi lined pond*) mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam menopang tingkat kesuburan. Peran kualitas tanah terhadap produktivitas kolam secara keseluruhan sangat erat terutama berkaitan dengan kualitas air di atasnya. Meskipun manajemen kualitas air dianggap salah satu faktor budidaya paling penting, tetapi banyak bukti yang menunjukkan bahwa kondisi dasar tambak dan pertukaran substansi antara tanah dan air sangat berpengaruh terhadap kualitas air (Boyd *et al.*, 2002).

6.1. Lapisan Oksigen

Lapisan oksigen pada permukaan sedimen sangat menguntungkan dan seharusnya dijaga selama siklus budidaya. Produk metabolisme dari dekomposisi aerobik antara lain karbon dioksida, air, amonia dan nutrien yang lain. Pada sedimen anaerobik, beberapa mikroorganisme menguraikan bahan organik dengan reaksi fermentasi yang menghasilkan alkohol, keton, aldehida dan senyawa organik lainnya sebagai metabolisme. Mikro organisme lainnya dapat menggunakan O_2 dari nitrat, nitrit, besi dan mangan oksida, sulfat dan karbon dioksida untuk menguraikan material organik, tetapi mereka mengeluarkan gas nitrogen, amonia, ferrous, manganous manganese, hidrogen sulfida dan metan sebagai metabolisme (Blackburn, 1987). Beberapa hasil metabolisme tersebut khususnya H_2S , nitrit dan senyawa organik tertentu dapat masuk ke air dan berpotensi racun bagi ikan atau udang.

Lapisan oksigen pada permukaan sedimen mencegah sebagian besar metabolisme yang beracun ke dalam air tambak karena mereka dioksidasi menjadi bentuk yang tak beracun melalui aktifitas biologi ketika melewati lapisan aerobik. Nitrit akan dioksidasi menjadi nitrat, ferro dirubah menjadi ferri dan hidrogen sulfida (H_2S) dirubah menjadi sulfat. Karena itu sangat penting menjaga lapisan oksidasi pada permukaan sedimen/tanah tambak budidaya. Gas metan dan nitrogen melewati lapisan dan terdifusi dari air tambak ke atmosfer. Kedua gas tersebut tidak menyebabkan keracunan bagi organisme akuatik di bawah kondisi normal.

Kehilangan lapisan oksidasi dapat terjadi ketika tanah terakumulasi bahan organik dalam jumlah yang besar dan dissolved oxygen (DO) habis digunakan sebelum masuk ke permukaan tanah. Bahkan dalam tambak tanpa konsentrasi bahan organik yang tinggi disedimen, tingkat deposisi material organik yang tinggi, hasil input nutrisi yang besar dan blooming plankton dapat menyebabkan penurunan oksigen terutama di dasar tambak. Tambak seharusnya di"manage" untuk mencegah akumulasi material organik segar dalam jumlah besar di permukaan tanah. Hasil metabolisme (yang bersifat racun) yang masuk dalam air tambak yang mempunyai kandungan oksigen yang baik, akan dioksidasi dengan cepat, sehingga tingkat keseimbangan metabolisme di air akan cukup tinggi untuk menetralkan efek yang merugikan bagi udang.

6.2. Pertukaran Nutrien antara Tanah dan Air

Dua nutrisi yang paling penting di dalam tambak adalah nitrogen dan fosfat, karena kedua nutrisi tersebut sering hadir dalam jumlah terbatas dan membatasi pertumbuhan plankton. Kedua nutrisi ini ditambahkan ke tambak dalam bentuk pupuk dan pakan. Pupuk nitrogen biasanya dalam bentuk urea dan amonium. Urea secara cepat terhidrolisa menjadi amonium dalam air tambak. Amonium akan diabsorpsi oleh phytoplankton, dirubah menjadi nitrogen organik dan akhirnya ditransformasi ke dalam nitrogen protein ikan melalui jaringan makanan.

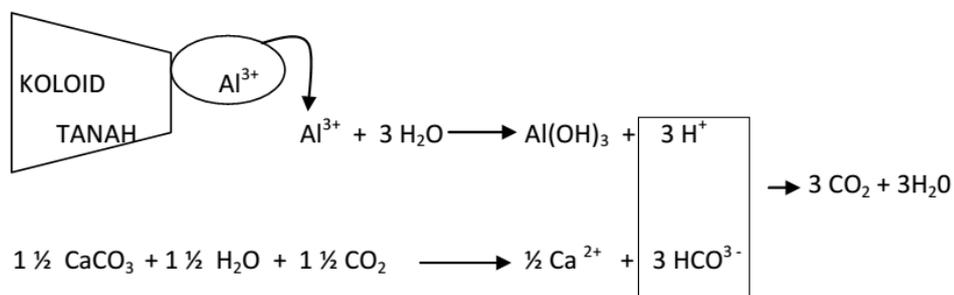
Amonium akan dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi dan nitrat akan digunakan oleh phytoplankton atau mengalami denitrifikasi oleh mikro organisme anaerobik dalam sedimen. Gas nitrogen yang terbentuk pada proses denitrifikasi, terdifusi dari sedimen ke air tambak kemudian ke atmosfer. Amonium berada dalam kesetimbangan dengan amonia dan amonia juga dapat terdifusi dari air tambak ke atmosfer. Sejumlah kecil amonium akan diabsorpsi oleh kation dalam tanah dasar tambak. Nitrogen organik dalam plankton dan kotoran hewan air akan berada di dasar dan menjadi nitrogen organik tanah. Nitrogen dalam material organik tanah akan dimineralisasi ke amonia dan kembali ke air tambak

Phosphor biasanya ada dalam pupuk sebagai kalsium atau amonium fosfat. Phytoplankton dapat merubah dengan cepat fosfat dari air dan fosfat dalam phytoplankton akan masuk ke jaringan makanan pada ikan atau udang. Tanah tambak secara kuat akan mengabsorpsi fosfat dan kapasitas tambak untuk menyerap fosfat meningkat dengan naiknya kandungan liat (Boyd dan Munsiri, 1996). Masuda dan Boyd (1994) menemukan sekitar 2/3 fosfat yang diaplikasikan ke tambak dalam makanan terakumulasi di tanah dasar. Mereka juga menunjukkan bahwa sebagian besar fosfat tanah terikat secara kuat dan hanya dalam jumlah kecil yang terlarut dalam air. Tanah tambak bukan merupakan sumber utama dalam air, karena phosphor yang terabsorpsi dari tanah tidak larut (Boyd dan Munsiri, 1996) Material organik dalam tambak secara cepat diabsorpsi oleh tanah dan sedikit yang masuk ke air. Tanah yang mempunyai pH hampir netral mempunyai kapasitas lebih kecil mengabsorpsi

phosphor dan mempunyai kecenderungan lebih besar mengeluarkan phosphor dibanding tanah asam atau basa (Boyd,1995)

6.3. pH Tanah

pH adalah logaritme negatif dari konsentrasi ion hidrogen dengan range antara 1 – 14. pH tanah dasar mempunyai range antara nilai kurang dari 4 sampai dengan lebih dari 9, tetapi pH yang paling baik sekitar 7 (netral) (Boyd, 1995). Sebagian besar mikro organisme tanah, khususnya bakteri tanah berfungsi optimum pada pH 7 – 8. Sumber keasaman tadi sebagian besar tanah tambak adalah ion alumunium. Tanah liat dan partikel bahan organik di tanah, menarik kation ke permukaannya. Ion alumunium pada posisi pertukaran kation di tanah berada pada kesetimbangan dengan ion alumunium di air yang mengelilingi partikel tanah. Ion alumunium terhidrolisa menjadi alumunium hidroksida, megeluarkan ion hidrogen. Semakin banyak proporsi ion alumunium pada kation tanah, semakin tinggi pula tingkat keasamannya. Kapur pertanian (CaCO_3) yang diaplikasikan ke tanah tambak akan menetralkan tanah yang bersifat asam. Ion Ca^{2+} akan menggantikan posisi ion Alumunium (Al^{3+}) yang berikatan dengan tanah sehingga akan mengurangi reaksi yang bersifat asam, seperti reaksi yang digambarkan sebagai berikut :



Air dengan konsentrasi bicarbonat dan karbonat yang rendah mempunyai total alkalinitas yang rendah. Biasanya air dengan alkalinitas rendah mempunyai hardness yang rendah pula. Aplikasi CaCO_3 (kapur) akan meningkatkan pH tanah, konsentrasi alkalinitas total dan hardness, meningkatkan ketersediaan karbon anorganik untuk fotosintesis dan menyangga air untuk melawan perubahan pH.

6.4. Perlakuan Tanah Dasar Tambak

Perlakuan terhadap tanah dasar kolam dapat dilakukan dengan beberapa tindakan antara lain (Boyd dan Thunjai, 2002) :

a. Pengapuran (*liming*)

Alasan pengapuran kolam budidaya adalah untuk menetralkan keasaman tanah dan meningkatkan konsentrasi total *hardness* di air. Hal ini akan meningkatkan

produktivitas tambak budidaya. Tambak air tawar dengan total alkalinitas kurang dari 50 mg/l dan tambak air payau dengan alkalinitas di bawah 60 mg/l serta tambak dengan pH dibawah 7 dapat diatasi dengan pengapuran (Boyd dan Tucker, 1998). Panduan umum dosis pengapuran yang dapat diaplikasikan di kolam terdapat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Dosis pengapuran berdasarkan Alkalinitas dan pH tanah (Boyd *et al.*, 2002)

Alkalinitas Total (mg/l)	pH Tanah	Kapur Pertanian CaCO ₃ (Kg/Ha)
Dibawah 5	Dibawah 5	3.000
5 – 10	5.0 – 5.4	2.500
10 – 20	5.5 – 5.9	2.000
20 – 30	6.0 – 6.4	1.500
30 – 50	6.5 – 7.0	1.000

Baik total alkalinitas maupun pH tanah akan digunakan untuk mengestimasi dosis pengapuran kolam. Jika kedua data (Alkalinitas dan pH tanah) tersedia tetapi nilainya tidak sesuai dengan tabel, maka variabel yang digunakan adalah yang mempunyai dosis pengapuran paling besar. Sebagai contoh, Total alkalinitas 15 mg/l tetapi pH tanah 5.1, dosis pengapuran yang dipakai adalah untuk pH 5.1 (2.500 kg/Ha). Di kolam air payau dengan total alkalinitas 80 mg/l pH tanah 5.5, dosis pengapuran yang digunakan adalah 2.000 kg/Ha karena pH (5.5). Kapur pertanian disebar secara merata di permukaan tanah kolam yang kosong atau ditebar merata di permukaan air. Kapur sebaiknya diaplikasikan pada permulaan siklus budidaya dan diaplikasikan minimal satu minggu sebelum pemupukan awal. Kapur pertanian tidak akan bereaksi dengan tanah kering, jadi jika diaplikasikan pada tanah kolam yang kosong, tanah harus dalam kondisi lembab (berair), tetapi tidak menyulitkan dalam penebarannya. Pembalikan tanah (*tilling*) setelah pengapuran dapat meningkatkan reaksi kapur dengan tanah.

b. Pengeringan (Drying)

Tujuan dari pengeringan dasar kolam (antar siklus) adalah untuk menurunkan kandungan air tanah sehingga udara dapat masuk kedalam pori-pori tanah. Aerasi yang baik akan memperbaiki suplai O₂ dan meningkatkan dekomposisi aerobik bahan organik. Dengan pengeringan selama 2–3 minggu, sebagian besar bahan

organik yang ada di tanah dasar dari siklus sebelumnya akan terurai dan senyawa anorganik akan dioksidasi (Boyd dan Dippopinyo, 1994). Keuntungan utama dari perlakuan ini adalah untuk mengurangi *oxygen demand* dari tanah dasar tambak sebanyak mungkin sebelum memulai siklus baru. Waktu yang diperlukan untuk pengeringan tergantung pada tekstur tanah, temperatur udara, kondisi angin, curah hujan dan rembesan air dari kolam sekitarnya.

c. Pembalikan (*Tilling*)

Pembalikan tanah dasar tambak dapat mempercepat pengeringan untuk meningkatkan aerasi dan mempercepat dekomposisi (penguraian) bahan organik. Pembalikan tanah dapat menjadi kontra produktif (merugikan) jika dilakukan di kolam yang menggunakan aerator yang kuat. Pembalikan tanah akan melonggarkan partikel tanah dan arus air (dari aerator) akan menyebabkan erosi dan teraduknya dasar kolam. Jadi, jika dasar tambak dengan aerasi yang kuat di-*tilling*, maka tanah harus dikompakkan dahulu sebelum pengisian air.

d. Pembuangan sedimen organik (*Organic sediment removal*)

Akumulasi sedimen di tambak dapat terjadi karena beberapa hal: padatan tersuspensi (*total suspended solid*) yang terbawa oleh air yang masuk ke kolam, erosi dari tanggul kolam, dan sisa bahan material organik dari sisa pakan yang tidak termakan (*uneaten feed*) serta feses ikan. Jika material organik ini tidak dikeluarkan dari kolam, maka akan meningkatkan *oxygen demand* kolam pada siklus berikutnya. Pengeluaran bahan organik dapat dilakukan secara manual atau menggunakan alat berat, atau dilakukan penyiponan jika sudah ada air.

e. Pemupukan (*fertilizing*)

Urea dapat ditebar diatas tanah kolam 200-400kg per hektar untuk mempercepat dekomposisi tanah organik, karena nitrogen dalam pupuk urea dapat mengoksidasi senyawa organik, terutama untuk tanah kolam yang tidak bisa kering. Pengapuran seharusnya tidak dilakukan pada waktu aplikasi urea untuk mencegah pH tinggi. Urea akan dihidrolisis menjadi amoniak. Jika pH diatas 8, sebagian amonia akan terdifusi ke udara. Pembalikan tanah sebaiknya dilakukan pembalikan (*tilling*) setelah pemupukan untuk menghindari penguapan amoniak ke udara.

BAB 7

PERSIAPAN AIR

Persiapan air memegang peran yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan budidaya udang. Ada beberapa tahap persiapan air dalam budidaya udang yaitu : pengisian air, sterilisasi, dan kultur plankton.

7.1. Pengisian Air

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengisian air antara lain salinitas air, komposisi plankton, dan penyakit. Salinitas untuk budidaya udang windu berkisar antara 25-30 ppt sementara udang vaname bisa hidup dengan baik pada salinitas dibawah 20 ppt. Budidaya udang vaname salinitas rendah dapat menggunakan air tanah dengan salinitas <10 ppt. Komposisi plankton yang dikehendaki dalam budidaya udang adalah Chlorophyta dan diatom sementara dinoflagellata maksimal 5% dan *blue green algae* maksimal 10% serta bebas dari penyakit (WSSV, TSV). Air yang masuk ke dalam tambak disaring dengan menggunakan strimin ukuran 300-1000 mikron. Kedalaman air tambak untuk budidaya udang vaname secara intensif sekitar 1.5-2,0 m.



Gambar 7.1. Pengisian air tambak

7.2. Sterilisasi Air

Sterilisasi air bertujuan untuk membasmi *carrier* dan predator yang ada dalam tambak. Bahan-bahan yang digunakan untuk sterilisasi air antara lain :

1. Saponin (10-20 mg/l) untuk membasmi hewan yang memiliki hemoglobin seperti ikan dan ular. Penebaran saponin dapat ditebar secara langsung atau direndam lebih dahulu selama 6-8 jam.
2. Klorin (30-40 mg/l) yang mengandung bahan aktif HOCl dan OCl⁻ untuk membasmi udang, ikan, plankton, serta bakteri.

3. Crustacide (0,5-1,0 mg/l) atau produk yang sejenis untuk membasmi hewan dari klas Crustacea.

Jika sterilisasi menggunakan klorin tidak perlu lagi menggunakan saponin, namun jika menggunakan crustacide perlu perlakuan susulan dengan saponin.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam sterilisasi air adalah :

1. Kualitas bahan yang baik dengan dosis yang tepat
2. Metode sterilisasi yang benar
3. Kincir air dihidupkan untuk memastikan obat/bahan tersebar merata ke tambak
4. Sebelum penebaran benih udang, pastikan residu obat sudah habis (*bio assay*), residu saponin dan klorin akan habis setelah 48 jam dan residu crustacide habis setelah 5-10 hari



Gambar 7. 2. Kepiting merupakan salah satu *carrier*

7.3. Kultur Plankton

Tahap terakhir dalam persiapan air adalah penumbuhan plankton dengan menggunakan pupuk organik dan anorganik. Pupuk organik antara lain fermentasi bungkil kedele (sumber N) dan dedak (sumber C), sedangkan pupuk anorganik antara lain urea (sumber N) dan TSP (sumber P). Tujuan dari penumbuhan plankton adalah sebagai :

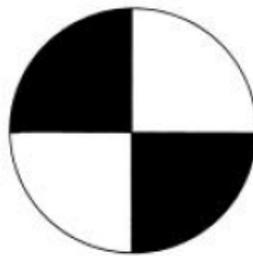
- Pakan alami
- Sumber oksigen terlarut
- *Shading*/pelindung

Jenis fitoplankton yang diharapkan tumbuh dalam tambak pemeliharaan udang antara lain chlorophyta dan diatom, sementara *blue green algae* maksimal 10% dan dinoflagellata maksimal 5%.

Kepadatan plankton pada awal budidaya sangat menentukan perkembangan dan tingkat kelulushidupan udang. Kecerahan yang baik untuk penebaran benih udang sekitar 30-50 cm dengan pengukuran *secchi disk*. Post larvae udang pada awal pemeliharaan masih kesulitan memakan pakan buatan, sehingga ketergantungan pada pakan alami sangat tinggi. Masa persiapan air ini membutuhkan waktu sekitar 15-20 hari dengan perincian 5 hari sterilisasi dan 10-15 hari pembentukan plankton. Secara umum kualitas air yang baik untuk budidaya udang terdapat pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1. Kualitas air tambak untuk budidaya udang

No	Variabel	Kisaran
1	Suhu	28-32°C
2	Oksigen terlarut	> 4 mg/l
3	pH	7-8,5
4	Salinitas	25-35 (windu), 5-35 (vaname)
5	Alkalinitas	>100 mg/l
6	Amonia, nitrit	<0,01 mg/l
7	Transparansi	30-50 cm
8	Plankton	Chlorophyta dan diatom (50-90%), Dinoflagellata (<5%), blue green algae (<10%)



Gambar 7.3. Secchi disk

7.4. Pembuatan Pupuk Organik

Berikut ini akan dijelaskan prosedur singkat pembuatan pupuk organik untuk budidaya udang :

1. Fermentasi bungkil kedele

Alat dan bahan :

- bungkil kedele 1 kg
- kompor/pemanas
- plastik
- ragi tempe 2-3 gram
- panci

Prosedur :

- a. menimbang sebanyak 1 kg bungkil kedele, kemudian direndam dalam air tawar selama satu jam. Tujuan perendaman adalah untuk *hidrasi* yaitu agar air terserap ke dalam sel-sel biji kedele sehingga mempersingkat waktu perebusan
- b. merebus bungkil kedele yang telah direndam tersebut selama 2-3 jam. Tujuan perebusan adalah untuk denaturasi protein kedele agar proses hidrolisis oleh enzim proteolitik jamur *Rhizopus oligosporus* lebih efektif.
- c. tiriskan air rebusannya, kemudian hamparkan di bawah sinar matahari atau dikeringanginkan sampai air yang terdapat diantara biji bungkil kedele tidak ada lagi.
- d. Bungkil kedele yang telah dingin dihamparkan di atas plastik yang bersih dan tempat yang teduh dengan ketebalan 2-3 cm. Taburkan ragi tempe (*Rhizopus oligosporus*) secara merata pada bungkil kedele dan ditutup dengan plastic yang berlubang-lubang kecil agar oksigen bias masuk ke dalam bungkil kedele kerana jamur *Rhizopus oligosporus* bersifat fakultatif aerob. Dosis ragi 2-3 gram per kg bungkil kedele.
- e. Pemeraman (*inkubasi*) dilakukan selama 48 jam. Proses pada poin (a) sampai poin (d) berlangsung dengan baik bila setelah 48 jam tumbuh miselia jamur *Rhizopus oligosporus* yang berwarna putih. Proses (a) sampai dengan (d) disebut *hidrolisis protein* kedele oleh enzim jamur *Rhizopus oligosporus*.
- f. Bungkil kedele yang diperam selama 48 jam dan jamurnya tumbuh dengan baik, kemudian direndam dalam air. Perendaman bisa menggunakan air tawar maupun air asin (laut). Proses perendaman ini disebut proses *ekstraksi* senyawa-senyawa asam amino hasil hidrolisis protein kedele oleh jamur. Pada proses perendaman ini juga terjadi proses fermentasi lanjutan oleh mikroorganisme lainnya. Perendaman dilakukan selama 5-7 hari dan dilakukan pengadukan setiap hari.

2. Fermentasi dedak

Alat dan bahan :

- dedak 1 kg
- kompor/pemanas
- plastik
- ragi tape 2-3 gram
- panci

Prosedur :

- a. menimbang sebanyak 1 kg dedak, kemudian direndam dalam air tawar selama satu jam. Tujuan perendaman adalah untuk *hidrasi* untuk mempersingkat waktu perebusan
- b. merebus dedak yang telah direndam tersebut selama 2-3 jam.

- c. Tiriskan air rebusannya, kemudian hamparkan di bawah sinar matahari atau dikeringanginkan sampai air yang terdapat diantara partikel dedak tidak ada lagi.
- d. Dedak yang telah dingin dihamparkan di atas plastik yang bersih dan tempat yang teduh dengan ketebalan 2-3 cm. Taburkan ragi tape secara merata pada dedak dan ditutup dengan plastik yang berlubang-lubang kecil agar oksigen bias masuk ke dalam dedak . Dosis ragi 2-3 gram per kg dedak.
- e. Pemeraman (*inkubasi*) dilakukan selama 48 jam. Proses pada poin (a) sampai poin (d) berlangsung dengan baik bila setelah 48 jam tumbuh miselia jamur. Proses (a) sampai dengan (d) disebut *hidrolisis* karbohidrat dedak oleh enzim jamur. Dedak yang diperam selama 48 jam dan jamurnya tumbuh dengan baik, kemudian direndam dalam air. Perendaman bisa menggunakan air tawar maupun air asin (laut). Pada proses perendaman ini juga terjadi proses fermentasi lanjutan oleh mikroorganisme lainnya. Perendaman dilakukan selama 5-7 hari dan dilakukan pengadukan setiap hari.

BAB 8

PENEBARAN BENIH UDANG (FRY STOCKING)

Penebaran benih udang (benur) merupakan salah satu fase kritis dalam budidaya udang. Pada Bab mengenai penebaran benih udang ini ada dua faktor yang sangat menentukan yaitu seleksi benur (*fry selection*) dan aklimatisasi (*acclimation*).

8.1. Seleksi Benur

Seleksi benur merupakan tahapan yang cukup penting dalam menentukan keberhasilan budidaya. Ada beberapa parameter yang digunakan dalam pengujian benur antara lain :

1. Umur PL

Umur PL yang bagus untuk keperluan budidaya berkisar antara 10 – 13. Dasar penetapan umur adalah pada umur tersebut benur dianggap sudah cukup matang dan tingkat keseragaman ukurannya masih bagus.

2. Panjang total

Panjang total merupakan salah satu parameter yang dipakai sebagai syarat untuk menentukan kriteria benur yang bagus. Total panjang minimal yang baik adalah 10 mm dari ujung rostrum sampai ujung telson dimana udang dalam keadaan lurus.

3. Keseragaman

Benur yang seragam umumnya mempunyai pertumbuhan yang bagus dan merata, tidak terjadi kanibalisme sehingga tingkat kelulushidupan tinggi serta memiliki kondisi nutrisi yang bagus. Ukuran yang tidak seragam merupakan indikasi pertumbuhan yang tidak normal. Benih udang yang berukuran besar cenderung lebih kuat dalam memperebutkan makanan, sehingga memiliki peluang hidup yang lebih besar. Sedangkan benih udang yang berukuran kecil cenderung kalah dalam mendapatkan makanan sehingga pertumbuhannya semakin tertinggal dan cenderung mudah terinfeksi penyakit yang menyebabkan peluang hidupnya lebih kecil. Selain itu, ukuran benih udang yang tidak seragam dapat menyebabkan peluang kanibal yang cukup besar. Benih udang yang memiliki ukuran yang seragam, tingkat kanibalnya kecil dan pertumbuhan yang tidak seragam dapat dihindari. Prosedur perhitungan variasi ukuran tubuh benih udang vaname dilakukan setelah panjang benih udang diketahui, kemudian menghitung rata-rata panjang benur dan standar deviasinya. Selanjutnya menghitung nilai koefisien variasi.

Perhitungan yang digunakan sebagai berikut::

Nilai rata-rata panjang benih udang (X)

$$X = \frac{\sum xi}{n}$$

Keterangan:

$\sum xi$ = Nilai sampel ke-i

n = Jumlah sampel

Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n - 1}}$$

Keterangan:

$\sum y^2$ = Jumlah seluruh kuadrat panjang benih udang

$(\sum y)^2$ = Jumlah seluruh panjang benih udang dikuadratkan

n = jumlah sampel benih udang

Persentase koefisien variasi (KV)

$$KV = \frac{S}{x} \times 100\%$$

Keterangan:

S = Standar deviasi

X = Nilai rata-rata panjang benih udang

Variasi ukuran maksimum biasanya digunakan angka 11.0 %. Koefisien variasi di atas 11% menunjukkan kualitas benur yang kurang baik.

4. Aktifitas

Cakupan aktifitas biasanya meliputi sifat tanggap terhadap rangsang dari luar serta behavior. Benur yang bagus biasanya cepat tanggap terhadap rangsangan dari luar. Sedangkan behaviornya, PL yang sehat biasanya cenderung bersifat benthik sedangkan PL yang lemah bersifat planktonik (berenang tergantung arus).

5. Stress test

Stress test biasanya dilakukan dengan menggunakan formalin 100 ppm. Caranya yaitu dengan membuat larutan formalin 100 ppm, kemudian dimasukkan 100 ekor benur dan dibiarkan selama 2 jam. Selanjutnya dilakukan penghitungan terhadap PL yang mati. Dengan cara ini dapat diketahui tingkat kelulushidupan dari benur tersebut dengan rumus :

$$SR = \frac{\text{Jumlah benur yang hidup}}{\text{Jumlah benur awal (100)}} \times 100\%$$

6. *Salinity Stress Test*

Selain larutan formalin, pengujian daya tahan benur dapat dilakukan dengan kejutan salinitas air. Dengan cara mengambil sampel benur yang baru datang sebanyak 100 ekor kemudian sampel benur dimasukan kedalam 1 liter air yang salinitasnya telah diturunkan menjadi 5 ppt. Setelah 2 jam hitung jumlah benur yang mati, bila persentase hidup benur $\geq 95\%$ maka kualitas benur tersebut baik untuk ditebar di tambak

7. Bakteri *luminescent* (kandungan bakteri berpendar)

Cara pengamatannya biasanya dilakukan dengan meletakkan 20 ekor benur ke dalam cawan petri kemudian dibiarkan selama 20 menit selanjutnya diamati ditempat yang gelap. Jika terdapat warna menyala maka kandungan bakteri berpendar tinggi. Jika benur dalam kondisi seperti ini maka dapat dikatakan kualitas benur kurang baik.

8. Kenampakan fisik

- a) Warna, Benur yang sehat biasanya berwarna abu-abu terang atau coklat gelap sampai berwarna hitam. Sedangkan benur yang tidak sehat berwarna merah atau merah jambu yang menandakan terjadinya ekspansi kromatophora (benur dalam kondisi lemah atau stress)
- b) Anggota tubuh (*appendage*), benur yang sehat mempunyai anggota tubuh yang lengkap. Sedangkan benur yang tidak sehat biasanya anggota tubuhnya putus-putus, rusak atau terjadi kelainan.
- c) Kondisi ekor (*uropoda*), benur yang berkualitas keadaan ekornya selalu membuka, sedangkan benur yang lemah ekornya cenderung menutup.
- d) Kondisi antenula, benur yang sehat biasanya antenula pada posisi tertutup lurus dan parallel, sedangkan benur yang kurang bagus atau dalam kondisi stress dan lemah, posisi antenula cenderung terbuka.
- e) Necrosis, benur yang baik tidak mengalami necrosis pada cangkang (*shell*) atau pada anggota tubuhnya. Sedangkan pada benur yang kurang bagus terjadi *shell erection* yang berwarna abu-abu sampai dengan hitam.
- f) *Feeding*, kondisi makanan di usus sangat erat kaitannya dengan kesehatan udang. Jika usus kosong atau kurang dari setengah biasanya udang dalam kondisi lemah. Sedangkan jika usus lebih besar dari dari setengah maka dapat dikatakan udang dalam kondisi sehat.



Gambar 8.1. Benur yang sehat tidak bergerombol dan seragam

Secara umum benur yang baik harus memenuhi beberapa kriteria antara lain umur, panjang total, aktivitas, tidak bervariasi, survival rate, dan bebas penyakit. Umur post larvae (PL) sekitar 10-13 hari dengan panjang total minimal 10 mm. Benur aktif melawan arus dan tidak bergerombol. Tingkat kelulushidupan benur yang dilakukan uji tantang stress test dengan formalin 100 mg/l minimal 75%. Benur seragam, tidak bervariasi untuk mencegah kanibalisme. Benur juga harus bebas dari beberapa jenis penyakit seperti *white spot syndrome virus* (WSSV), *taura syndrome virus* (TSV), IMNV maupun IHNV.

8.2. Aklimatisasi

Aklimatisasi dilakukan terutama terhadap suhu, salinitas dan pH perairan. Aklimatisasi sangat menentukan tingkat kelulushidupan udang terutama jika terjadi perbedaan yang menyolok kualitas air di *hatchery* dan tambak. Hal ini dilakukan karena adanya perbedaan yang cukup drastis antara kualitas air di tempat pembenihan dan tambak pembesaran. Aklimatisasi terhadap kualitas air dilakukan selama 30-60 menit. Benur yang masih berada dalam plastik dimasukkan ke dalam tambak sambil dibasahi/diperciki dengan air sampai sekitar 30 menit (Gambar 8.2) kemudian plastik dibuka. Air tambak sedikit demi sedikit dimasukkan ke dalam plastik benur sampai kualitas air di dalam plastik dan tambak hampir sama yang ditandai dengan keluarnya benur dari plastik (Gambar 8.3). Aklimatisasi untuk budidaya vaname dengan salinitas rendah membutuhkan metode tersendiri. aklimatisasi yang baik untuk salinitas rendah adalah dengan metode *gradual acclimation*, yaitu penyesuaian salinitas secara perlahan-lahan (graduasi).



Gambar 8.2. Aklimatisasi Benur



Gambar 8.3. Benur siap dimasukkan ke dalam tambak

BAB 9

MANAJEMEN PAKAN

9.1. Nutrisi dan Energi Pakan

Sumber utama nutrisi pakan udang adalah protein, karbohidrat, dan lemak/lipid. Kandungan protein pakan merupakan faktor yang sangat penting dalam mendukung keberhasilan budidaya udang. Protein merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan berpengaruh besar terhadap harga pakan (Kureshy dan Davis, 2002). Kebutuhan protein pada pakan *L. vannamei* berkisar antara 30-40% (Venero *et al.*, 2007), sedangkan menurut Kureshy dan Davis (2002), kebutuhan protein pakan untuk udang *L. vannamei* sebesar 30-35%. Kebutuhan protein dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: spesies, ukuran, kualitas protein, energi:protein rasio serta faktor lingkungan seperti suhu dan salinitas (Guillaume, 1997).

Protein selain untuk pertumbuhan, berfungsi sebagai sumber energi, sedangkan fungsi utama karbohidrat dan lipid adalah sebagai sumber energi. Idealnya protein hanya digunakan untuk pertumbuhan, sedangkan sumber energi berasal dari karbohidrat dan lipid. Kandungan energi protein sebesar 4,3 kkal/g, sedangkan lipid dan karbohidrat mengandung 9,3 kkal/g dan 4,1 kkal/g (Buchholz dan Schoeller, 2004). Kandungan energi (*gross energy*) pakan sekitar 3-4 kkal/g pakan dengan rasio energi:protein sebesar 12 (Guillaume, 1997).

Protein yang terkandung dalam tubuh ikan/udang terdiri dari miofibril, sarkoplasma, dan stroma. Miofibril larut dalam garam, sementara sarkoplasma mudah larut dalam air. Miofibril terdiri dari tiga jenis, yaitu miosin, aktin, dan aktomiosin. Miofibril protein merupakan penyusun utama protein (65-75%) pada ikan (Darmanto *et al.*, 2012).

9.2. Bioenergetika

Makanan yang dikonsumsi oleh udang akan mengalami proses pencernaan, penyerapan, pengangkutan dan metabolisme. Menurut (Affandi dan Tang, 2002), energi yang dikonsumsi (*gross energy*) tidak semuanya dapat diserap oleh udang karena kompleksitas zat makanan dan keterbatasan pencernaan. Makanan yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh tubuh akan terbuang sebagai energi feses (*fecal energy*). Makanan yang dapat dicerna dan diserap (*digestible energy*) akan mengalami proses katabolisme yang menghasilkan bahan untuk menyusun sel-sel baru dan energi bebas untuk menunjang aktivitas hidup dan proses lainnya (*metabolizable energy*). Katabolisme lipid dan karbohidrat terjadi secara sempurna, sedangkan protein tidak terjadi secara sempurna sehingga menghasilkan ekskresi yang masih mengandung

energi. Energi metabolisme menghasilkan energi bersih yang digunakan untuk pertumbuhan dan reproduksi (*production energy*) serta energi pemeliharaan (*maintenance energy*).

Serapan energi dari masing-masing komponen dalam pakan berbeda-beda. Menurut Affandi dan Tang (2002), jika protein dalam makanan yang dapat diserap sebesar 95% dan 77% dari yang diserap tersebut dapat dimetabolisme, maka akan didapatkan nilai energi sebesar 3,15kkal/ g protein ($0,95 \times 0,77 \times 4,3\text{kkal}$) untuk pertumbuhan dan metabolisme. Serapan energi untuk lemak dan karbohidrat jika 95% dapat diserap dengan nilai pencernaan sebesar 80% dan 50% masing-masing adalah 7,07kkal/g dan 1,95 kkal/g.

9.3. Manajemen Pakan

Pakan berperan sangat besar dalam mencapai keberhasilan budidaya udang. Biaya pakan mencapai lebih dari 50% dari biaya total (Hasan *et al.*, 2012) sehingga perlu adanya manajemen pemberian pakan yang baik untuk mendukung keberhasilan budidaya. Tingkat pemberian pakan dalam budidaya perairan ada tiga tipe, yaitu : *under feeding*, *optimum* dan *over feeding*. Pemberian pakan yang *under feeding* akan menyebabkan pertumbuhan lambat, nilai konversi pakan tinggi tetapi tidak mengalami penurunan kualitas air. Pemberian pakan secara *over feeding* akan menyebabkan pertumbuhan cepat pada awal budidaya, penurunan kualitas air, nilai konversi pakan tinggi, dan sering diikuti infeksi penyakit. Manajemen pemberian pakan yang *optimum* akan meningkatkan pertumbuhan, kualitas air terjaga, dan efisiensi pakan (Davis *et al.*, 2006).

Manajemen pemberian pakan dalam budidaya perairan meliputi *feeding level* dan *feeding frequency*. *Feeding level* optimum dapat dilakukan dengan menggunakan tiga metode, yaitu *ad libitum*, *ad satiation*, dan *restricted feed*. Metode *ad libitum* mengharuskan pakan tersedia setiap waktu dalam media budidaya sehingga kultivan dapat mengkonsumsi setiap saat. Pada metode *ad satiation*, kultivan diberi pakan hingga kenyang sampai tidak menunjukkan reaksi bila diberi makan, sedangkan metode *restricted feed*, kultivan diberi pakan dengan jumlah tertentu sesuai persentase biomasa (Sayed, 2006).

Feeding frequency merupakan salah satu bagian penting dalam manajemen pemberian pakan dalam budidaya udang. Hal ini berkaitan dengan sifat udang sebagai *continuous feeder* sehingga membutuhkan pakan selalu dalam kondisi baik. Semakin banyak pakan semakin tinggi pula frekuensi pemberian pakan yang diterapkan. Menurut wyban dan Sweeney (1991), *Feeding frequency* udang putih yang baik sekitar 2-4 kali per hari.

Pengetahuan tentang kebiasaan makan (*feeding habit*) sangat mendukung keberhasilan budidaya udang. Udang Putih (*L. vannamei*) digolongkan kedalam hewan pemakan segala macam bangkai (*omnivorous scavenger*) atau pemakan detritus.

Penelitian terakhir terhadap usus udang menunjukkan bahwa udang putih adalah karnivora yang memakan krustacea kecil, amphipoda dan polychaeta (Varadharajan dan Pushparajan, 2013). Secara alami udang putih merupakan hewan *nocturnal* yang aktif pada malam hari untuk mencari makan. Udang akan merespon pakan yang mengandung senyawa organik, seperti protein, asam amino, dan asam lemak dengan cara mendekati sumber pakan tersebut. Saat mendekati sumber pakan, udang akan berenang menggunakan kaki jalan yang memiliki capit. Pakan langsung dijepit menggunakan capit kaki jalan, kemudian dimasukkan ke dalam mulut. Bila pakan yang dikonsumsi berukuran lebih besar, akan dicerna secara kimiawi terlebih dahulu oleh *maxilliped* di dalam mulut (Wyban and Sweeney, 1991).

9.4. Manajemen Pakan pada Budidaya Udang

Udang bersifat nocturnal (aktif makan pada malam hari), *continuous feeder* (makan sedikit demi sedikit tetapi secara terus menerus), karnivor bagi udang windu dan omnivora bagi udang vaname. Kebutuhan protein bagi udang windu sekitar 40% sedangkan udang vaname 30-35%. Saluran pencernaan udang sangat sederhana, terdiri dari mulut, oesophagus, usus, dan anus. Fakta tersebut berpengaruh terhadap *feeding management* yang diterapkan, baik *feeding frequency* maupun *feeding rate* yang diterapkan dalam budidaya udang baik skala semi intensif maupun intensif.

9.4.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi pakan

Udang yang hidup di dasar kolam (udang windu) dan kolam air (udang vaname) sangat dipengaruhi oleh kualitas air maupun dasar kolam. Faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi pakan oleh udang antara lain :

1. Kualitas air jelek
 - do rendah
 - amonia tinggi
 - ph tinggi
 - ph harian berfluktuasi >0,5
 - *die off* plankton
2. Cuaca
 - hujan deras menurunkan nafsu makan
3. Dasar tambak kotor
4. Suhu : < 26°C dan > 33°C
5. Attractant pakan kurang baik
6. Molting masal : full moon, new moon
7. Penyakit : virus, bakteri, protozoa, dll

9.4.2. Kriteria pakan

Pakan udang memiliki kriteria tertentu sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik udang. Kriteria pakan udang yang baik memiliki kriteria sebagai berikut :

1. Syarat fisik , pakan udang memiliki syarat fisik tertentu antara lain :
 - Seragam
 - Tidak berdebu
 - Tidak mengapung
 - Tidak berjamur
 - Aroma baik, tidak apek
 - Kering (kadar air maks 10%)
2. Stabilitas dalam air
 - Tahan dalam air 2-3 jam
 - Stabilitas rendah : pakan boros, limbah organik
 - Stabilitas tinggi : sulit dicerna
 - Stabilitas tergantung binder atau perekat yang digunakan
3. Daya rangsang (attractability)
 - Daya rangsang kuat, pakan cepat dikonsumsi

9.4.3. Feeding Regime

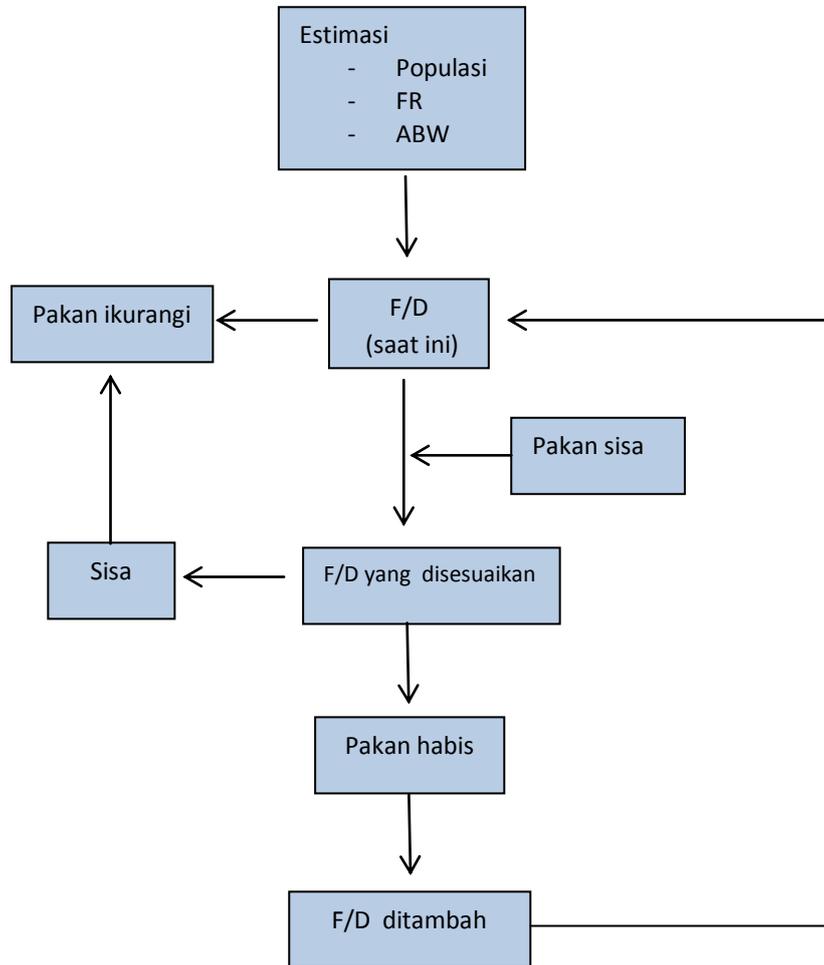
Secara umum pengaturan jumlah pakan yang diberikan ke dalam tambak mengikuti ketentuan sesuai dengan Gambar 9.1. Penentuan pakan berdasarkan estimasi populasi udang, feeding rate (FR), dan berat udang rata-rata (*average body weight* /ABW). Manajemen pakan dilakukan melalui pengontrolan pakan di anco. Jika terdapat sisa pakan di anco, maka pakan dikurangi sampai sampai tidak ditemukan pakan lagi di anco.

Penentuan pakan per hari (P/H) atau *feed/day* (F/D) ditentukan berdasarkan pada *feeding rate* (FR). *Feeding rate* adalah kebutuhan pakan per hari berdasarkan biomasa udang serta berat udang. Dari definisi tersebut, *feeding rate* memiliki rumus :

$$FR (\%) = \frac{P/H \text{ (kg)}}{\text{Biomasa (kg)}} \times 100 \%$$

Kebutuhan pakan bagi udang setiap hari dapat ditentukan dengan perhitungan :

$$P/H = FR \times \text{biomasa}$$
$$\text{Biomasa} = ABW \times \text{populasi}$$



Gambar 9.1. Penentuan jumlah pakan berdasarkan Populasi Udang.

Nilai *feeding rate* ditentukan dari ukuran udang. Semakin besar ukuran udang semakin kecil *feeding ratenya*. *Feeding rate* dapat ditentukan berdasarkan persamaan di bawah ini :

$$\text{Log}_{10}Y = -0,899 - 0,561\text{Log}_{10}X$$

dimana :

Y = *feeding rate* (FR)

X = berat udang (g)

Berdasarkan persamaan tersebut, *feeding rate* udang vaname dapat ditentukan seperti pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1. *Feeding rate* (FR) udang vaname

ABW (g)	FR (%)										
0,02	113,3	2,4	7,7	6,2	4,5	11,2	3,3	16,2	2,6	21,2	2,3
0,03	90,2	2,6	7,5	6,4	4,5	11,4	3,2	16,4	2,6	21,4	2,3
0,04	76,8	2,7	7,2	6,6	4,4	11,6	3,2	16,6	2,6	21,6	2,3
0,06	61,2	2,9	7,0	6,8	4,3	11,8	3,2	16,8	2,6	21,8	2,2
0,09	48,7	3	6,8	7	4,2	12	3,1	17	2,6	22	2,2
0,13	39,6	3,2	6,6	7,2	4,2	12,2	3,1	17,2	2,6	22,2	2,2
0,2	31,1	3,3	6,5	7,4	4,1	12,4	3,1	17,4	2,5	22,4	2,2
0,3	24,8	3,5	6,3	7,6	4,0	12,6	3,0	17,6	2,5	22,6	2,2
0,4	21,1	3,6	6,2	7,8	4,0	12,8	3,0	17,8	2,5	22,8	2,2
0,5	18,6	3,8	6,0	8	3,9	13	3,0	18	2,5	23	2,2
0,6	16,8	3,9	5,9	8,2	3,9	13,2	3,0	18,2	2,5	23,2	2,2
0,7	15,4	4	5,8	8,4	3,8	13,4	2,9	18,4	2,5	23,4	2,2
0,8	14,3	4,2	5,7	8,6	3,8	13,6	2,9	18,6	2,4	23,6	2,1
0,9	13,4	4,3	5,5	8,8	3,7	13,8	2,9	18,8	2,4	23,8	2,1
1	12,6	4,5	5,4	9	3,7	14	2,9	19	2,4	24	2,1
1,1	12,0	4,7	5,3	9,2	3,6	14,2	2,8	19,2	2,4	24,2	2,1
1,2	11,4	4,8	5,2	9,4	3,6	14,4	2,8	19,4	2,4	24,4	2,1
1,3	10,9	5	5,1	9,6	3,5	14,6	2,8	19,6	2,4	24,6	2,1
1,4	10,4	5,1	5,1	9,8	3,5	14,8	2,8	19,8	2,4	24,8	2,1
1,5	10,1	5,3	5,0	10	3,5	15	2,8	20	2,4	25	2,1
1,7	9,5	5,4	4,9	10,2	3,4	15,2	2,7	20,2	2,3	25,2	2,1
1,8	9,1	5,6	4,8	10,4	3,4	15,4	2,7	20,4	2,3	25,4	2,1
2	8,7	5,7	4,8	10,6	3,4	15,6	2,7	20,6	2,3	25,6	2,0
2,1	8,3	5,9	4,7	10,8	3,3	15,8	2,7	20,8	2,3	25,8	2,0
2,3	8,0	6	4,6	11	3,3	16	2,7	21	2,3	26	2,0

Metode pemberian pakan dalam budidaya udang ada dua macam, yaitu *blind feeding* dan *demand feeding*. Metode *blind feeding* dilakukan pada bulan pertama, pakan diberikan berdasarkan jumlah tebar misalnya 1 kg pakan per 100.000 benur pada hari pertama. Pada metode ini belum ada cek pakan melalui anco. Pakan diberikan semua berdasarkan program yang telah disusun meskipun terdapat sisa pakan di anco. Contoh program *blind feeding* terdapat pada Tabel 9.2. Pada penyusunan program *blind feeding* ditentukan asumsi-asumsi seperti : populasi udang awal penebaran, target pertumbuhan dan populasi atau tingkat kelulushidupan atau *survival rate* (SR) pada umur 30 hari. Pada program *blind feeding* yang disusun ini ditentukan : padat

penebaran 100.000 ekor per kolam, target pertumbuhan 3,5 gram, dan tingkat kelulushidupan pada umur 30 hari 95%.

Tabel 9.2. Program *Blind feeding* vaname untuk benur 100.000 ekor

DOC	ABW (g)	FR (%)	Populasi (ekor)	P/H (kg)	DOC	ABW (g)	FR (%)	Populasi (ekor)	P/H (kg)
1	0,02	113,3	100.000	2,3	16	0,74	14,9	97.000	10,7
2	0,03	97,8	99.850	2,5	17	0,85	13,8	97.000	11,4
3	0,03	84,4	99.700	2,8	18	0,98	12,7	97.000	12,1
4	0,04	72,8	99.550	3,2	19	1,13	11,8	97.000	12,9
5	0,06	62,9	99.400	3,6	20	1,30	10,9	97.000	13,7
6	0,07	54,3	99.250	4,0	21	1,49	10,1	97.000	14,6
7	0,10	46,8	99.100	4,5	22	1,64	9,5	96.000	15,1
8	0,13	40,4	98.950	5,0	23	1,81	9,0	96.000	15,7
9	0,16	34,9	98.800	5,6	24	1,99	8,6	96.000	16,4
10	0,21	30,1	98.650	6,3	25	2,19	8,1	96.000	17,1
11	0,28	26,0	98.500	7,1	26	2,41	7,7	96.000	17,8
12	0,36	22,4	98.350	7,9	27	2,65	7,3	96.000	18,6
13	0,43	20,3	98.200	8,6	28	2,91	6,9	96.000	19,4
14	0,52	18,3	98.050	9,3	29	3,20	6,6	95.000	20,0
15	0,62	16,5	97.900	10,0	30	3,52	6,2	95.000	20,8

Keterangan :

DOC : day of culture (umur budidaya)

SR : Survival rate (%)

ABW : average body weight

FR : feeding rate (%)

ADG : average daily growth

Jika pada umur 30 hari berat udang tidak mencapai target maka dilakukan evaluasi pakan yang diberikan berdasarkan kondisi pakan di anco.

Metode *demand feeding* dilakukan mulai bulan ke 2 atau setelah melakukan sampling berat udang yang pertama sampai panen. Pada metode ini sudah dilakukan pengecekan melalui anco, jika pakan di anco habis maka ditambah, jika sisa, dikurangi. Contoh program pemberian pakan pakan pada *demand feeding* terdapat pada Tabel 9.3.

Tabel 9.3. Program pakan pada *demand feeding*

	ABW (g)			
	1-2	3-6	7-12	>12
Tipe pakan	02 ,03	03	04S	04J
Frekuensi	4	4	5	5
Persen pakan di anco	0,3	0,5	0,7	0,9
Waktu cek anco (jam)	1,5	1,5	1	1

9.4.4. Cek Anco

Cek anco merupakan kegiatan rutin yang dilakukan petambak selama proses budidaya udang berlangsung. Cek anco dilakukan setiap hari sesuai waktu pemberian pakan. Cek anco memiliki beberapa fungsi antara lain kontrol populasi udang, kondisi udang, dan tingkat konsumsi udang. Cek anco pada bulan pertama bertujuan untuk melatih udang makan di anco dan monitoring populasi udang di tambak. Cek anco pada bulan ke 2 sampai panen bertujuan untuk memantau nafsu makan udang. Jika pakan di anco habis maka pakan berikutnya ditambah, sebaliknya jika sisa pakan berikutnya dikurangi. Cek anco juga bertujuan untuk memonitor kondisi dan kesehatan udang.



Gambar 9.2. Kontrol pakan melalui anco

BAB 10

MANAJEMEN KUALITAS AIR

Manajemen kualitas air tambak berperan dalam menentukan keberhasilan budidaya udang. Tingkat kesehatan udang, pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang dipengaruhi oleh interaksi lingkungan, patogen dan kondisi udang. Parameter kualitas air seharusnya dimonitor setiap hari sebagai pedoman untuk manajemen kolam secara keseluruhan sehingga dapat menghindari efek negatif terhadap udang yang dipelihara. Data tersebut dapat digunakan untuk menganalisis jika permasalahan muncul dan sebagai dasar pertimbangan tindakan yang harus dilakukan. Semakin banyak data yang tersedia semakin mudah menganalisis permasalahan dan tindakan yang harus dilakukan. Sebagian besar variabel kualitas air saling mempengaruhi, seperti karbondioksida, oksigen terlarut, pH, fitoplankton, alkalinitas, limbah organik, amonia, H₂S, dan lain sebagainya.

Pengukuran parameter kualitas air harian sebaiknya dilakukan setiap pagi (jam 5.00-6.00) dan siang hari (jam 12.00-14.00). Pada jam-jam tersebut merupakan titik kritis yang dapat menggambarkan kondisi perairan. Jam 5.00-6.00 pagi merupakan titik terendah oksigen terlarut dan pH serta kandungan karbondioksida tertinggi. Pada jam 12.00-14.00 merupakan puncak fotosintesis fitoplankton, kandungan oksigen terlarut serta pH air. Secara umum kualitas air yang baik dapat diperoleh dengan beberapa teknik pengelolaan antara lain ganti air secara rutin tiap hari ketika variabel kualitas air mulai menunjukkan penurunan, menghindari *over feeding* dengan menerapkan manajemen pakan yang sesuai, aerasi, melakukan penyiponan dan pembuangan limbah organik di dasar kolam, dan menjaga kepadatan tinggi bakteri seperti probiotik (bioremediasi) serta aplikasi bahan kimia (*chemicals*).

10.1. Standar Kualitas Air

Udang mempunyai standar kualitas air tertentu agar dapat hidup dengan baik untuk mendukung kelangsungan hidup yang tinggi dan pertumbuhan yang optimal. Beberapa variabel kualitas air yang bersifat toksik diharapkan tidak terdeteksi di kolam atau berada dalam jumlah yang sangat kecil (< 0,01 mg/l) seperti nitrit dan hidrogen sulfida (H₂S). Oksigen terlarut mempunyai batas minimal yang harus ada dalam ekosistem kolam (> 4 mg/l). Beberapa senyawa toksik masih ditolelir keberadaannya di dalam kolam dalam jumlah tertentu seperti total *ammonia nitrogen* dan karbondioksida. Karbondioksida dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh fitoplankton untuk fotosintesis, namun dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan keracunan bagi ikan. Beberapa variabel kualitas air berada dalam kisaran tertentu agar ikan/udang bisa

tumbuh optimal seperti suhu, salinitas, dan kecerahan. Standar kualitas air untuk budidaya udang secara ringkas terdapat pada Tabel 10.1.

Tabel 10.1. Standar kualitas air budidaya udang

No	Variabel	Level optimum
1	Suhu	26-33°C
2	Salinitas	10-30 ppt (untuk udang)
3	Oksigen terlarut	>4 mg/l
4	pH	7,5-8,5
5	TAN	<1,0 mg/l
6	Nitrit	<0,01 mg/l
7	H ₂ S	<0,01 mg/l
8	BOD	<10 mg/l
9	Transparansi	30-50 cm
10	Karbondioksida	< 10 mg/l
11	Alkalinitas	100-150 mg/l
12	Hardness	75-250
13	fitoplankton	Chlrophyta,Diatom
14	Warna air	Hijau, hijau kecoklatan,

10.2. Manajemen Kualitas Air

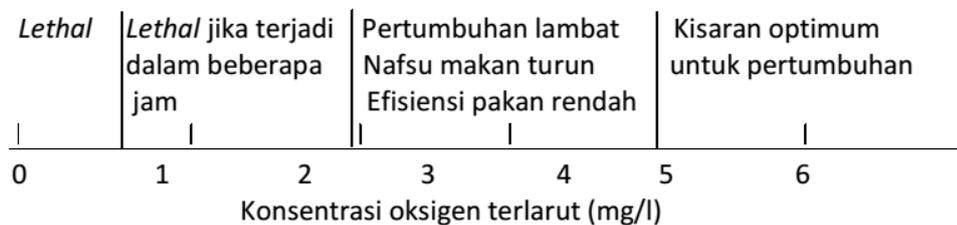
Beberapa variabel kualitas air baik fisika, kimia maupun biologi air perlu mendapat perhatian yang serius dalam budidaya udang dan seharusnya dijaga agar nilainya tetap dalam kisaran yang optimal bagi pertumbuhan udang selama proses budidaya berlangsung. Variabel kualitas air tersebut adalah :

1. Suhu

Suhu merupakan faktor fisika air yang sulit dikontrol karena dipengaruhi oleh lokasi dan cuaca. Daerah dengan intensitas hujan yang tinggi akan menyebabkan suhu air turun. Turunnya suhu air akan menyebabkan penurunan metabolisme dan nafsu makan udang. Suhu dibawah 26° C sudah membawa dampak penurunan nafsu makan udang. Suhu air yang rendah mempengaruhi daya tahan atau imunitas udang. Udang sering menunjukkan gejala klinis ketika terjadi hujan dalam jangka waktu lama. Upaya untuk mengurangi efek negatif penurunan suhu air adalah dengan mengoptimalkan kincir air dan melakukan pergantian air jika memungkinkan.

2. Oksigen terlarut

Oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) yang rendah (< 4 mg/l) dalam air menyebabkan gangguan pada udang, mulai dari penurunan nafsu makan, timbulnya penyakit sampai terjadi kematian. Secara ringkas pengaruh DO terhadap udang dapat dilihat pada Gambar 10.1.



Gambar 10.1. Efek konsentrasi oksigen terlarut terhadap udang

Penyebab DO rendah dalam tambak udang antara lain : (1) Kematian Plankton (*Die Off*), yaitu plankton mengalami kematian mendadak secara massal (*die off*). Pada kondisi ini konsentrasi oksigen terlarut akan mengalami penurunan yang drastis (*depletion*), dan berakibat fatal bagi udang jika terjadi pada waktu malam (Boyd, 1990). Kondisi ini dapat terjadi apabila terjadi *blooming plankton* yang ditandai dengan rendahnya kecerahan air (<30 cm). Beberapa indikasi kematian plankton secara umum antara lain cepatnya perubahan air menjadi lebih jernih (dalam waktu beberapa jam), kecerahan meningkat drastis diikuti dengan perubahan warna air dari hijau menjadi coklat dan timbul busa di permukaan air. Tindakan korektif biasanya terbatas pada penggantian air, aplikasi kapur untuk mengikat karbondioksida, dan penambahan aerasi sampai kondisi membaik, biasanya membutuhkan waktu 2-3 hari. (2) *Blooming* Plankton yang ditandai dengan kecerahan <30 cm akan menyebabkan konsentrasi oksigen mencapai puncaknya pada siang bahkan bisa mencapai *over saturation* dan mencapai titik terendah pada waktu malam sampai pagi hari. Hal ini disebabkan pada waktu malam hari semua organisme air termasuk fitoplankton menggunakan oksigen (untuk respirasi) yang dapat mencapai 60% sampai 80% konsumsi oksigen di kolam (Boyd, 1990). (3) Cuaca Berawan, sinar matahari dan fitoplankton melalui fotosintesis merupakan sumber terjadinya hampir semua oksigen terlarut dalam air (kolam). Karena itu cuaca berawan atau hujan satu atau dua hari apalagi kalau terjadi beberapa hari berturut-turut tanpa sinar matahari akan mengurangi fotosintesis yang berarti munculnya kondisi oksigen terlarut yang rendah (Wurts, 1993). (3) *Overturms* atau pembalikan air di kolam yang disebabkan oleh angin atau hujan deras bisa menimbulkan kondisi oksigen terlarut rendah dengan jalan mencampur air berkualitas rendah dari dasar kolam (*anaerob*) dengan air berkualitas baik di permukaan (Wurts, 1993). (4) Dekomposisi Bahan Organik oleh bakteri membutuhkan oksigen terlarut sehingga dasar kolam sering dalam kondisi anaerob. Akumulasi limbah yang berlebihan dapat mengakibatkan turunnya oksigen terlarut secara drastis yang biasanya terjadi pada malam atau pagi hari yang bisa menimbulkan oksigen rendah dalam kolam sehingga dapat membahayakan ikan yang dipelihara. Di kolam ikan semi intensif dan intensif, penggunaan oksigen untuk penguraian bahan organik sering melebihi konsumsi oksigen oleh udang (Boyd, 1990).

Pengelolaan oksigen dapat dilakukan secara biologis maupun mekanis, yaitu : (1) mengendalikan keberadaan fitoplankton di air kolam agar tidak sampai mengalami *die off* sehingga deposit oksigen dapat dipertahankan. *Die off* fitoplankton dapat dihindari dengan beberapa tindakan antara lain: ganti air secara rutin dan meningkatkan alkalinitas dengan aplikasi kapur terutama dolomit secara rutin, (2) menghindari *blooming* fitoplankton dengan cara mengendalikan input bahan organik (penurunan *feeding rate*), penggunaan biofilter berupa bakteri yang dapat menyerap nutrisi terutama nitrogen anorganik seperti bakteri nitrifikasi (*nitrosomonas*, *nitrobacter*) dan bakteri heterotrof seperti *Bacillus* atau menggunakan hewan pemakan plankton seperti ikan nila, (3) mengurangi *oxygen demand* dengan memperbaiki manajemen dasar kolam misalnya dengan penyiponan secara rutin, (4) memperbaiki manajemen pakan untuk mencegah *over feeding* yang berakibat pada tingginya limbah dan meningkatnya *oxygen demand*, (5) menurunkan kandungan karbondioksida dalam air dengan perlakuan dolomit atau Kalsium hidroksida, dan (6) pengelolaan secara mekanis dapat dilakukan dengan manajemen aerator yang baik yang dapat mencegah timbulnya penurunan oksigen terlarut terutama pada cuaca berawan dan hujan serta pada malam hari.

3. Derajat keasaman

Derajat keasaman (pH) mempengaruhi toksisitas amonia dan hidrogen sulfida. Keberadaan karbondioksida merupakan faktor utama yang mempengaruhi nilai pH air. Dalam kolam budidaya, pH tinggi sering dijumpai terutama pada kolam intensif dengan input pakan dan kepadatan fitoplankton tinggi. Aktivitas fotosintesis fitoplankton membutuhkan karbondioksida sehingga keberadaan karbondioksida terbatas menyebabkan derajat keasaman meningkat. pH tinggi dalam kolam dapat diatasi dengan menaikkan alkalinitas melalui pengapuran untuk meningkatkan kemampuan penyangga air (*buffer*). Penurunan densitas fitoplankton juga membantu menurunkan pH air.

4. BOD

Biological oxygen demand (BOD) merupakan total oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Tingginya nilai BOD mengindikasikan banyaknya limbah organik di kolam. Tindakan yang bisa dilakukan untuk menurunkan BOD antara lain ganti air dan penyiponan dasar kolam.

5. Alkalinitas

Alkalinitas berperan sebagai penyangga (*buffer*) perairan terhadap penambahan asam dan basa. Alkalinitas dibutuhkan oleh bakteri nitrifikasi maupun fitoplankton untuk pertumbuhannya. Alkalinitas juga berperan dalam molting udang. Tindakan yang bisa dilakukan untuk meningkatkan alkalinitas adalah pengapuran dengan CaCO_3 , $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Dalam air senyawa tersebut akan bereaksi dengan karbondioksida menghasilkan bikarbonat (HCO_3^-) sebagai ion utama pembentuk alkalinitas.

6. Amonia

Amonia merupakan hasil samping metabolisme protein yang dikeluarkan oleh ikan melalui insang dan hasil dekomposisi sisa pakan, feses, plankton yang mati dan lain-lainnya yang dilakukan oleh bakteri proteolitik. Tindakan yang dapat dilakukan untuk mengontrol keberadaan amonia antara lain : ganti air jika memungkinkan, aplikasi bakteri nitrifikasi, penambahan sumber karbon (misalnya molase) untuk merangsang pertumbuhan bakteri heterotrof, menurunkan pH air untuk menurunkan proporsi amonia bebas, serta aerasi untuk meminimalisir dampak negatif terhadap udang.

7. Fitoplankton

Fitoplankton dalam jumlah tertentu dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas kolam, namun dalam jumlah yang besar (*blooming*) menimbulkan dampak buruk bagi ekosistem kolam. Oksigen terlarut dan pH air akan berfluktuasi, bahkan beberapa jenis fitoplankton menghasilkan racun bagi ikan. Jika kecerahan air kurang dari 30 cm, perlu ada treatment untuk memperbaiki kondisi kolam. Beberapa tindakan yang dapat dilakukan antara lain : ganti air, turunkan *feeding rate*, optimalkan aerasi untuk mencegah *die off* fitoplankton, dan gunakan ikan herbivora/pemakan plankton seperti ikan nila

BAB 11

SENYAWA TOKSIK DALAM TAMBAK

11.1. Amonia

Amonia merupakan limbah terbesar dari proses pencernaan ikan karena kandungan protein yang tinggi. Sumber utama amoniak pada kolam budidaya ikan adalah ekskresi dari ikan dan udang melalui insang dan feses (Chin dan Chen, 1987 ; Durborow *et al.*, 1997; Hagreaves dan Tucker, 2004). Amonia dapat juga masuk dalam kolam ikan dari sisa pakan (*uneaten feed*) dan ikan atau alga yang mati melalui proses mineralisasi bakteri proteolitik. Amonia yang keluar dari ikan dapat diestimasi dari net protein utilization dan persentase protein dalam pakan, dengan persamaan (Boyd, 1990) :

$$\text{Amonia-nitrogen (g/kg pakan)} = (1,0 - \text{NPU})(\text{protein} \div 6,25) \times 1.000$$

NPV = net protein utilization

Protein = kandungan protein dalam pakan

6,25 = rasio protein dari nitrogen

NPV untuk pakan yang berkualitas baik sekitar 0,4. Sebagai contoh : pakan dengan kandungan protein 30%, maka amonia nitrogen yang dihasilkan adalah :

$$\text{Amonia-nitrogen} = (1,0 - 0,4)(0,30 \div 6,25) \times 1.000 = 28,8 \text{ g N/kg pakan.}$$

Pendugaan amonia-nitrogen yang dihasilkan pada sistem akuakultur juga dilakukan oleh Timmons *et al.* (2002) dengan menggunakan persamaan :

$$P_{\text{TAN}} = F \times \text{PC} \times 0,092$$

Sementara Ebeling *et al.* (2006), menduga amonia-nitrogen yang dihasilkan oleh udang dengan menggunakan sistem heterotrof dan *zero water exchange* dengan menggunakan persamaan :

$$P_{\text{TAN}} = F \times \text{PC} \times 0,144$$

P_{TAN} merupakan produksi amonia nitrogen (kg), F adalah tingkat pemberian pakan (kg/hari), dan PC adalah kandungan protein dalam pakan.

Amonia dalam perairan terdapat dalam dua bentuk yaitu amonia bebas (*ionized ammonia/ NH₃*) dan amonia ion (*ionized ammonia/NH₄⁺*). Amonia bebas pada konsentrasi tinggi beracun bagi ikan dan udang sedangkan amonia ion tidak beracun. Kedua bentuk amonia tersebut dipengaruhi oleh pH dan suhu perairan (Colt, 1984) seperti yang terdapat pada Tabel 8. Semakin tinggi pH dan suhu perairan semakin tinggi pula kandungan amonia tidak terionisasi (bebas) sehingga semakin meningkat daya racun amonia, sesuai dengan reaksi :



Ion amonium (NH_4^+) relatif tidak beracun dan mendominasi perairan ketika pH rendah. Secara umum kurang dari 10% amonia dalam bentuk toksik pada pH kurang dari 8,0, namun akan naik secara drastis jika pH naik (Hagreaves dan Tucker, 2004).

Kadar amonia bebas yang tinggi di kolam dapat menyebabkan beberapa efek negatif bagi udang, antara lain :

- Ekskresi amonia oleh udang menurun sehingga kadar amonia dalam darah akan naik (Durborow *et al.*, 1997)
- Kerusakan insang (Durborow *et al.*, 1997)
- Menurunnya kemampuan darah dalam transportasi oksigen (Boyd, 1990)
- udang mudah terserang penyakit (Hagreaves dan Tucker, 2004)
- Menghambat pertumbuhan (Hagreaves dan Tucker, 2004)

Tabel 11.1. Persentase Amoniak tidak terionisasi (NH_3) pada pH dan suhu yang berbeda (Colt, 1984)

pH	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)			
	26	28	30	32
7.0	0.60	0.70	0.81	0.95
7.2	0.95	1.10	1.27	1.50
7.4	1.50	1.73	2.00	2.36
7.6	2.35	2.72	3.13	3.69
7.8	3.68	4.24	4.88	5.72
8.0	5.71	6.55	7.52	8.77
8.2	8.75	10.00	11.41	13.22
8.4	13.20	14.98	16.96	19.46
8.6	19.42	21.83	24.45	27.68
8.8	27.64	30.68	33.90	37.76
9.0	37.71	41.23	44.84	49.02
9.2	48.96	52.65	56.30	60.38
9.4	60.33	63.79	67.12	70.72
9.6	70.67	73.63	76.36	79.29
9.8	79.25	81.57	83.68	85.85
10.0	85.82	87.52	89.05	90.58

Level aman amoniak bagi ikan adalah 0,1 mg/l (Chin dan Chen, 1987). Sedangkan menurut Durborow *et al.* (1997), kadar amonia tidak terionisasi lebih dari 0,6 mg/l dapat membunuh ikan. Toksisitas amoniak akan menurun jika kadar CO_2 dalam air meningkat, karena peningkatan CO_2 akan menurunkan pH air sehingga menurunkan kadar amoniak (NH_3).

Beberapa metode telah dikembangkan dalam mengendalikan nitrogen anorganik dalam tambak udang antara lain dengan penyerapan amoniak dan nitrat oleh

fitoplankton (*photoautotrophic*), pergantian air (*flowthrough*), sistem resirkulasi (*aquaculture recirculating system/RAS*), bioremediasi atau probiotik (*autotrophic bacteria-nitrification*) (Crab *et al.*, 2007), dan penggunaan bakteri heterotrof (Avnimelech, 2009).

Kolam ikan/udang yang dikelola secara tradisional menggunakan fitoplankton untuk mengikat amonia. Nitrogen anorganik dalam bentuk amonia terionisasi (NH_4^+) diperlukan oleh fitoplankton untuk membentuk protein dan pembentukan sel. Kemampuan fitoplankton dalam menyerap amonia mempunyai keterbatasan karena produktivitas kolam rata-rata hanya 4 gC/m²/hari (Avnimelech, 2009). Hal ini tidak dapat mengimbangi amonia yang dihasilkan dalam sistem budidaya yang dikelola secara intensif. Eutrofikasi dalam kolam budidaya akan memicu pertumbuhan fitoplankton yang tidak terkontrol (*blooming*) yang berakibat pada penurunan kualitas air terutama peningkatan pH pada siang hari dan penurunan oksigen terlarut secara drastis pada malam hari (Boyd, 1990).

Pergantian air secara rutin mampu mengurangi kadar amonia dalam tambak dan meningkatkan kualitas air secara keseluruhan, tetapi sering menimbulkan permasalahan terhadap ikan. Pergantian air dalam jumlah besar dan frekuensi yang tinggi menyebabkan ikan mudah mengalami stres, masuknya sumber penyakit dari luar sistem, hilangnya nutrisi, serta pencemaran lingkungan sekitarnya. Sedangkan pada sistem resirkulasi (*recirculating aquaculture system*), amoniak dapat dikendalikan sesuai standar budidaya, input patogen dapat ditekan, kualitas air terjaga, serta sistem budidaya lebih terkontrol tetapi mempunyai beberapa kelemahan, antara lain keterbatasan dalam mengolah limbah organik yang dihasilkan dan biaya operasional relatif tinggi (Riche dan Garling, 2003).

Bioremediasi dengan menggunakan beberapa jenis bakteri autotrofik (probiotik) bertujuan untuk meningkatkan laju nitrifikasi dari amonia menjadi nitrat. Proses ini terjadi dalam dua tahap, yaitu pembentukan nitrit dari amoniak dan perubahan nitrit menjadi nitrat. Aplikasi bakteri probiotik bermanfaat dalam menurunkan amonia, tetapi mempunyai beberapa keterbatasan antara lain bakteri probiotik tidak tumbuh optimal karena media yang tidak sesuai dengan kebutuhan bakteri dan keterbatasan kecepatan nitrifikasi dibandingkan dengan tingginya input amoniak dalam tambak (Ebeling *et al.*, 2006).

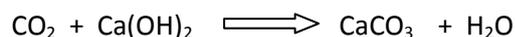
Pemanfaatan bakteri heterotrof dalam manajemen kualitas air mulai dikembangkan untuk mengatasi permasalahan budidaya ikan terutama meningkatnya kandungan amoniak. Pada kondisi rasio C:N di lingkungan tinggi, bakteri heterotrof akan tumbuh dengan pesat dan akan mengasimilasi amoniak (nitrogen anorganik) menjadi nitrogen organik (protein) dalam bentuk biomassa bakteri yang tidak bersifat toksik. Penambahan karbon dalam media budidaya merupakan cara yang paling efektif menurunkan nitrogen anorganik (Avnimelech, 2009). Pembahasan lebih lanjut mengenai sistem heterotrof akan dibahas pada bab akhir buku ini.

11.2. Karbondioksida

Karbondioksida (CO₂) merupakan hasil respirasi organisme perairan, baik ikan, bakteri, maupun plankton. Pada waktu siang hari fitoplankton melakukan fotosintesis, tetapi pada malam hari melakukan respirasi. Konsentrasi karbondioksida yang tinggi dalam darah akan keluar ke perairan lewat insang melalui proses difusi. Kadar karbondioksida yang tinggi di perairan dapat menyebabkan tingginya karbondioksida dalam darah sehingga dapat menurunkan pH darah dan menurunkan kapasitas hemoglobin darah dalam mengangkut O₂. Ikan dan udang dapat menoleransi kadar karbondioksida sampai 10 mg/l (Boyd, 1990).

Pada konsentrasi oksigen terlarut 2 mg/l, udang akan mati perlahan-lahan jika CO₂ tinggi dan tidak berpengaruh jika konsentrasi CO₂ rendah. *Cat fish* dapat menoleransi 20-30 mg/l CO₂ jika akumulasinya perlahan-lahan dan konsumsi oksigen terlarut diatas 5 mg/l. Pada kolam alami, CO₂ jarang melampui 5-10 mg/l. Konsentrasi CO₂ tinggi hampir selalu diiringi dengan konsentrasi oksigen terlarut rendah (respirasi tinggi). Aerasi digunakan untuk menaikkan konsentrasi oksigen terlarut yang rendah, membantu mengurangi CO₂ yang berlebih dengan memperbaiki difusi kembali ke atmosfer. Perlakuan ini tidak disarankan dilakukan pada air dengan kapasitas *buffer* rendah (*low alkalinity*) karena pH akan naik ke level yang berbahaya (Boyd, 1990).

Kadar CO₂ di perairan yang tinggi dapat terjadi pada saat plankton mati masal (*die off*), dimana aktivitas bakteri dalam menguraikan bahan organik (plankton yang mati) berlangsung cepat sementara kandungan O₂ terlarut dalam air sangat rendah. Jika CO₂ melebihi 10 mg/l, perlu dilakukan tindakan untuk menurunkannya. Bahan kimia yang dapat digunakan untuk menurunkan CO₂ adalah Ca(OH)₂, sesuai dengan reaksi (Boyd, 1990) :



Dari kedua reaksi tersebut dapat diringkas :



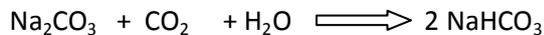
Dari reaksi tersebut kebutuhan Ca(OH)₂ untuk menetralkan 1 mg/l CO₂ dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{array}{rcl} 74,08 \text{ mg} & 88\text{mg} & \\ \text{Ca(OH)}_2 & = & 2 \text{ CO}_2 \\ x & & 1 \text{ mg/l} \end{array}$$

$$x = 74/88 = 0,84 \text{ mg/l Ca(OH)}_2$$

Jadi kebutuhan Ca(OH)₂ untuk menetralkan 1 mg/l CO₂ adalah 0,84 mg/l

Sodium karbonat (Na₂CO₃) juga dapat digunakan untuk menurunkan kadar CO₂ dalam air, sesuai dengan reaksi berikut ini :



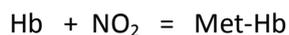
$$\begin{array}{rcl} 105,98 \text{ mg} & & 44 \text{ mg} \\ \text{Na}_2\text{CO}_3 & = & \text{CO}_2 \\ x & & 1 \text{ mg/l} \\ x = 105,98/44 & = & 2,41 \text{ mg/l Na}_2\text{CO}_3 \end{array}$$

Jadi kebutuhan Na_2CO_3 untuk menetralkan 1 mg/l CO_2 adalah 2,41 mg/l

Na_2CO_3 cepat bereaksi dalam air dan menetralkan CO_2 . Na_2CO_3 , lebih aman daripada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ karena tidak menurunkan pH, tetapi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lebih banyak digunakan karena harganya lebih murah dan mudah didapatkan (Boyd, 1990).

11.3. Nitrit

Nitrit diabsorpsi oleh ikan melalui insang dan bereaksi dengan hemoglobin membentuk *methemoglobin* :

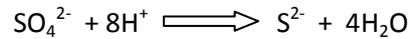


Nitrit beracun karena *methemoglobin* tidak dapat menyatu dengan oksigen sehingga menghambat kerja dari hemoglobin darah. Darah yang banyak mengandung *methemoglobin* akan berwarna coklat menyebabkan penyakit "*brown blood disease*". Hal yang sama berlaku pada Crustacea yang mengandung *haemocyanin*. Warna coklat muda terjadi jika konsentrasi *methemoglobin* 20-30% dari total hemoglobin, jika melebihi 50% akan berwarna coklat (Schwedler dan Tucker, 1983).

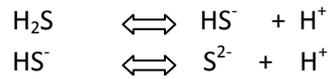
Nitrit dalam kolam ikan berasal dari ekskresi ikan berupa amonia yang dirubah menjadi nitrit oleh bakteri atau sisa pakan dan feses yang mengalami mineralisasi membentuk amonia yang dirubah menjadi nitrit. Dalam kondisi normal, nitrit akan dirubah oleh bakteri menjadi nitrat, namun jika terjadi keterbatasan oksigen terlarut, reaksi akan terhenti sampai nitrit (Durborow *et al.*, 1997). Cara mudah untuk mengatasi toksisitas nitrit pada ikan adalah dengan menambahkan sodium klorida (NaCl) dan kalsium klorida (CaCl_2) untuk menambah rasio molaritas nitrit dan klorida (Boyd, 1990). Menurut Durborow *et al.* (1997), rasio klor dan nitrit sebesar 10:1 dapat mencegah pengaruh negatif dari nitrit. Menjaga konsentrasi klor 100 mg/l dalam air kolam direkomendasikan untuk mengantisipasi peningkatan kandungan nitrit.

11.4. Hidrogen Sulfida (H_2S)

Hidrogen sulfida muncul di dasar kolam yang miskin oksigen (anaerobik). Hidrogen sulfida lebih banyak terjadi di kolam air payau dibandingkan kolam air tawar karena kelimpahan sulfat (SO_4^{2-}) lebih banyak di air payau. Sulfur (S) dalam kolam bersifat toksik apabila terbentuk H_2S (tidak terionisasi), tetapi tidak berbahaya jika dalam bentuk ion (sulfat/ SO_4^{2-}) Pada kondisi anaerobik, bakteri heterotropik tertentu dapat menggunakan sulfat sebagai aseptor elektron dalam metabolismenya dan menghasilkan sulfida, seperti yang terjadi pada reaksi di bawah ini :



Sulfida yang dihasilkan merupakan senyawa yang terionisasi dalam bentuk Hidrogen sulfida (H_2S) dan berada dalam kesetimbangan dengan HS^- dan S^{2-} (Boyd, 1990) seperti pada reaksi di bawah ini :



Reaksi kesetimbangan tersebut dipengaruhi oleh pH perairan. Jika pH perairan naik maka konsentrasi S^{2-} akan naik, sedangkan jika pH turun maka konsentrasi H_2S akan naik.

Konsentrasi H_2S yang tinggi dapat diatasi dengan aerasi dan sirkulasi untuk menghindari daerah yang stagnan dan anaerobik di dasar kolam. Pengapuran dapat diaplikasikan untuk meningkatkan pH dan mengubah H_2S menjadi bentuk yang tidak beracun, karena penurunan pH dapat meningkatkan daya racun sulfur (Boyd, 1990). Shigeno (1978) dan Chamberlain (1988) menggunakan ferrous oksida (FeO) untuk menetralkan H_2S , karena dapat bereaksi dengan hidrogen sulfida (H_2S) membentuk endapan ferrous sulfida (FeS) yang tidak beracun.

BAB 12

OKSIGENASI

12.1. Dinamika Oksigen dalam Tambak

Oksigenasi merupakan tindakan untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam kolam budidaya ikan. Oksigenasi sangat diperlukan dalam budidaya ikan terutama untuk budidaya ikan atau udang dengan skala intensif. Budidaya ikan secara intensif dengan kepadatan penebaran tinggi membutuhkan oksigen terlarut tinggi baik untuk respirasi ikan maupun dekomposisi bahan-bahan organik sebagai hasil samping dari proses budidaya. Kepadatan penebaran yang tinggi membutuhkan input pakan yang tinggi pula sehingga limbah yang dihasilkan semakin banyak. Semakin tinggi kandungan limbah organik, semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikannya.

Oksigen terlarut dalam kolam pada siang hari dapat tercukupi dari fotosintesis tumbuhan air (fitoplankton), namun pada malam hari karena tidak ada sinar matahari, fitoplankton tidak dapat memproduksi oksigen terlarut sehingga suplainya terhenti. Semua organisme dalam kolam baik ikan, bakteri maupun fitoplankton sendiri membutuhkan oksigen terlarut untuk respirasi. Oksigen yang tersedia di kolam ikan berasal dari "simpanan" oksigen yang diproduksi oleh fitoplankton pada siang hari, akibatnya oksigen terlarut akan mengalami penurunan pada malam hari terutama pada dini hari.

Pada kolam tradisional dengan kepadatan ikan/udang rendah, kondisi ini tidak banyak mengalami permasalahan karena daya dukung lingkungan dan kebutuhan oksigen masih tercukupi. Lain halnya dengan kolam dengan kepadatan penebaran tinggi dan input pakan yang banyak, daya dukung lingkungan terutama ketersediaan oksigen dalam kolam tidak mencukupi untuk mendukung aktivitas biologis organisme di dalamnya. Kondisi ini (kekurangan oksigen pada malam hari) dapat diperparah jika terjadi *blooming* fitoplankton (kecerahan > 30 cm) yang menyebabkan oksigen pada siang hari mencapai lewat jenuh tetapi akan mengalami penurunan secara drastis pada malam hari. Untuk mencegah terjadinya deplesi oksigen terlarut pada malam hari, kolam budidaya udang yang dikelola secara intensif harus dilengkapi dengan aerator sebagai sumber oksigen terutama pada malam hari.

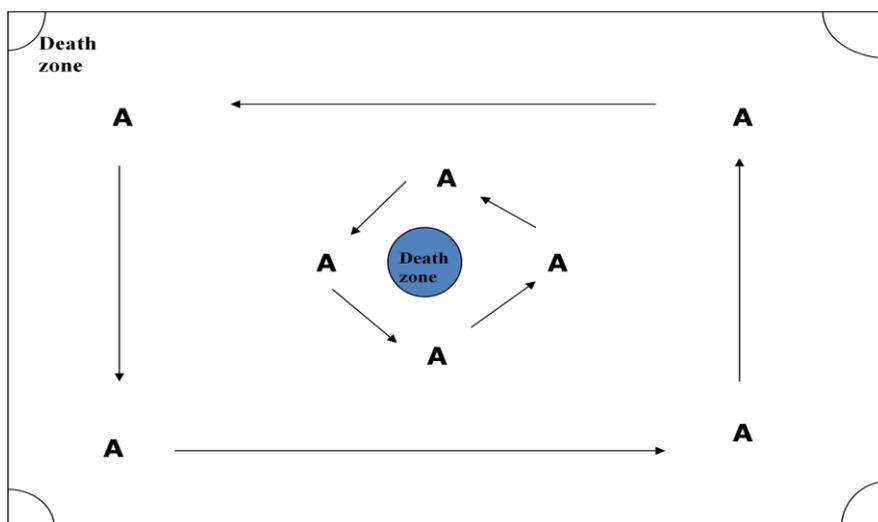
12.2. Fungsi Aerator

Aerator mempunyai beberapa fungsi dalam budidaya udang, antara lain sebagai sumber oksigen terlarut, mencegah stratifikasi variabel kualitas air, seperti oksigen terlarut, pH, plankton, salinitas, dan lain-lainnya, mengatur posisi lumpur/sedimen, memaksimalkan *feeding area*, dan mengurangi daerah tergenang (*stagnant area*).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan aerator telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kandungan oksigen terlarut dalam tambak udang.

Efek pengadukan yang dihasilkan oleh aerator akan menghindari stratifikasi variabel kualitas air. *Blooming blue green* algae menyebabkan stratifikasi oksigen terlarut, suhu, dan plankton dimana *blue green* algae akan naik ke permukaan. Pengadukan air akan mencegah stratifikasi kualitas air dan menghambat *dominasi blue green algae* dalam kolam.

Untuk organisme yang hidup di dasar kolam, seperti udang, posisi lumpur dapat mempengaruhi nafsu makan dan efisiensi pemberian pakan. Semakin besar dasar kolam yang bersih, semakin besar pula daerah yang bisa digunakan untuk penempatan pakan (*feeding area*). Pakan yang masuk ke dalam lumpur akan sulit dimanfaatkan oleh udang sehingga mengurangi efisiensi pemberian pakan. Penempatan (setting) posisi aerator sangat menentukan posisi terkumpulnya lumpur di dasar kolam. Setting aerator bertujuan untuk memaksimalkan daerah bersih (*clean zone*) dan memperkecil daerah stagnan (*death zone*) serta mempermudah pembuangan limbah (sisa pakan dan feses). Contoh setting aerator untuk budidaya udang terdapat pada Gambar 19.1.



Gambar 12.1. Setting aerator pada tambak udang

A = aerator → = arah arus

12.3. Kebutuhan Aerator

Penentuan jumlah aerator atau *paddlewheel* (Gambar 19.2) yang dibutuhkan telah banyak dibahas oleh peneliti maupun praktisi budidaya ikan/udang. *Paddlewheel* atau sering disebut kincir air mempunyai kapasitas menghasilkan oksigen terlarut dalam air sebanyak 2-2,5 kg O₂/HP/jam (Boyd dan Ahmad, 1987). Menurut Boyd (1990)

kebutuhan aerator dapat diprediksi berdasarkan jumlah pakan per hari yang dimasukkan ke dalam kolam. Setiap 8-10 kg pakan per hari membutuhkan 1 HP (horse power) aerator. Kebutuhan aerator/*paddlewheel* untuk tambak udang dapat dihitung pula berdasarkan biomasa udang yang dalam tambak seperti yang terdapat pada Tabel 19.1.

Tabel 12.1. Kebutuhan aerator (paddlewheel) berdasarkan biomasa udang.

Kepadatan udang (ekor/m²)	Biomasa (kg)	Aerator (HP)
50	5.000	10
60	6.000	12
70	7.000	14
80	8.000	16
90	9.000	18
100	10.000	20



Gambar 12.2. Aerator Paddlewheel

BAB 13

BAHAN KIMIA UNTUK BUDIDAYA UDANG

Bahan kimia dalam budidaya udang terkadang harus diaplikasikan ke dalam tambak sebagai alternatif terakhir untuk menanggulangi permasalahan yang muncul selama proses pemeliharaan udang. Pemahaman terhadap karakteristik bahan kimia baik kandungan aktif, residu, maupun sifat khusus lainnya mutlak dilakukan untuk menentukan tujuan, dosis dan metode aplikasinya.

13.1. Prinsip Aplikasi

Aplikasi bahan kimia dibutuhkan dalam budidaya udang dengan kondisi tertentu sesuai kebutuhan. Dalam aplikasi bahan kimia ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar perlakuan tersebut efektif sesuai dengan sasaran yang dikehendaki antara lain (Boyd, 1990) : target (sasaran), volume air, jenis bahan kimia, sifat bahan kimia, bahan aktif, konsentrasi, metode aplikasi, kondisi ikan/udang, kondisi kolam, cuaca, dan tindakanantisipasi.

Aplikasi bahan kimia mempunyai tujuan dan sasaran tertentu yang hendak dicapai, misalnya membunuh karier, mengurangi densitas plankton, menekan patogen, merangsang molting, memperbaiki kualitas air, dan lain sebagainya. Berdasarkan sasaran yang hendak dicapai dapat ditentukan jenis bahan kimia, konsentrasi, dan metode aplikasinya.

Volume air menentukan berapa banyak bahan kimia yang dibutuhkan sesuai dengan konsentrasi yang dikehendaki. Volume kolam dapat dihitung dengan persamaan:

$$V = P \times L \times P$$

V = volume air

P = panjang kolam

L = lebar kolam

T = kedalaman air rata-rata

Bahan kimia yang digunakan dalam budidaya perairan bermacam-macam sesuai dengan tujuan aplikasi. Bahan kimia yang sering digunakan dalam budidaya perairan antara lain : pupuk, kapur, formalin, peroksida, kalium permanganat, sodium bikarbonat, saponin, dan kuprisulfat. Sifat bahan kimia harus dipahami sebelum melakukan aplikasi agar efektif dan menghindari timbulnya dampak negatif pada ikan/udang yang dipelihara. Beberapa sifat bahan kimia yang perlu diketahui antara lain : kelarutan dalam air, reaksi dalam air, kontra indikasi, faktor penghambat, dan faktor pendukung efektivitas perlakuan.

Bahan aktif dan kandungannya dalam bahan kimia harus diketahui agar sesuai target dan konsentrasi yang diaplikasikan tepat. Contoh bahan aktif yang ada pada bahan kimia adalah klor yang terdapat pada kaporit dengan kandungan 60% serta *formaldehyde* yang terdapat pada formalin dengan kandungan 37%. Konsentrasi yang dibutuhkan masing-masing bahan kimia serta tujuan yang digunakan berbeda-beda. Kaporit dengan konsentrasi 20-30 mg/l digunakan untuk sterilisasi air, sedangkan

konsentrasi 5 mg/l digunakan untuk *partial dropping plankton*. Konsentrasi batas aman (*safety level*) harus diketahui untuk menghindari dampak buruk bagi udang.

Metode aplikasi harus dipilih yang paling efektif dan efisien berdasarkan target, sifat bahan kimia, peralatan dan tenaga pelaksana. Kondisi ikan atau udang sebelum aplikasi harus diperhatikan, misalnya umur, kepadatan, molting bagi udang, dan sebagainya. Demikian juga dengan kondisi kolam, limbah organik yang menumpuk di dasar kolam serta yang tersuspensi dalam air dapat mengganggu efektivitas bahan kimia yang diaplikasikan. Limbah organik yang ada di dasar kolam hendaknya disipon terlebih dahulu sebelum aplikasi bahan kimia.

Beberapa bahan kimia mensyaratkan cuaca yang cerah untuk mendukung efektivitasnya. Aplikasi klorin dan pemupukan anorganik seperti urea hendaknya dilakukan pada cuaca cerah begitu juga dengan formalin untuk menjaga efektivitasnya dan menghindari penurunan oksigen secara drastis. Penebaran pupuk fosfor dilakukan sedikit demi sedikit dalam bentuk cair karena dapat terikat oleh tanah. Tindakan antisipasi diperlukan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan terjadi setelah aplikasi bahan kimia. Salah satu contoh menyediakan air yang cukup untuk mengantisipasi jika diperlukan pergantian air yang banyak.

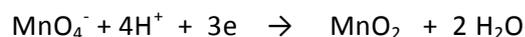
13.2. Oksidator

1. Potasium permanganat (KMnO₄)

Potasium permanganat mengoksidasi bahan organik dan anorganik dan mampu membunuh bakteri (Boyd, 1990), sehingga mampu menurunkan tingkat konsumsi oksigen secara kimia maupun biologi (Wilkinson, 2002). Perlakuan ini juga mampu mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam kolam sehingga dapat menghambat pertumbuhan fitoplankton. Aplikasi yang disarankan 2-4 mg/l pada kolam yang kekurangan oksigen. Bahan kimia ini juga dapat digunakan untuk mengatasi penyakit yang disebabkan oleh bakteri. KMnO₄ sangat efektif untuk membunuh bakteri. Pada kolam dengan kandungan bahan organik rendah, 2 mg/l KMnO₄ dapat membunuh 99% gram negatif bakteri (Boyd, 1990).

Toksisitas KMnO₄ berasal dari MnO₄⁻ yang menyebabkan kerusakan sel melalui proses oksidasi. Dalam air, MnO₄⁻ bereaksi dengan bahan organik dan material lainnya dan tereduksi menjadi MnO₂ yang relatif tidak toksik. Besarnya permanganat yang tereduksi menjadi MnO₂ (*manganese dioxide*) disebut dengan *potassium permanganate demand*. Toksisitas KMnO₄ terhadap bakteri menurun dengan meningkatnya *potassium permanganate demand*.

Pottasium permanganate yang diaplikasikan pada kolam budidaya akan meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air. Oksigen akan terbentuk jika *pottasium permanganate* pada kolam yang mengandung bahan organik. Hal ini disebabkan karena ion permanganat mengoksidasi bahan organik dan menurunkan bahan anorganik untuk menghasilkan MnO₂, seperti pada reaksi berikut ini :



MnO₂ menjadi katalisator untuk reaksi berikutnya yang menghasilkan oksigen, sesuai dengan reaksi berikut ini :



Berdasarkan reaksi tersebut, KMnO_4 yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1mg/l oksigen adalah :

$$\begin{array}{rcl} 632,16 \text{ mg} & & 96 \text{ mg} \\ 4 \text{ KMnO}_4 & = & 3 \text{ O}_2 \\ x & & 1 \text{ mg/l} \\ x = 632,16/96 = 6,58 \text{ mg/l KMnO}_4 \end{array}$$

Namun demikian, aplikasi potassium permanganat 6,58 mg/l sangat mahal dan dapat menyebabkan kematian pada udang (Boyd, 1990).

Potassium permanganat efektif untuk mereduksi bahan anorganik seperti *ferrous iron* dan H_2S (Wilkinson, 2002). Aplikasi KMnO_4 pada tambak yang mengandung *ferrous iron*, akan dioksidasi menjadi ferri hidroksida seperti pada reaksi berikut ini :



Kebutuhan KMnO_4 untuk mereduksi 1 mg/l ferrous iron adalah (Boyd, 1990) :

$$\begin{array}{rcl} 158,04 \text{ mg} & & 167,55 \text{ mg} \\ \text{KMnO}_4 & = & 3 \text{ Fe}^{2+} \\ x & & 1 \text{ mg/l} \\ x = 158,04/167,55 = 0,94 \text{ mg/l KMnO}_4 \end{array}$$

Kemampuan KMnO_4 untuk mereduksi H_2S dapat di lihat dari reaksi berikut ini :



$$\begin{array}{rcl} 632,16 \text{ mg} & & 102,18 \text{ mg} \\ \text{KMnO}_4 & = & \text{H}_2\text{S} \\ x & & 1 \text{ mg/l} \\ x = 632,16/102,18 = 6,19 \text{ mg/l KMnO}_4 \end{array}$$

Jadi untuk mereduksi 1 mg/l H_2S diperlukan 6,19 mg/l KMnO_4 .

2. Peroksida (H_2O_2)

Peroksida merupakan oksidator kuat, berupa cairan bening, mengandung 50% bahan aktif, dan selalu melepaskan oksigen. Peroksida banyak digunakan dalam bidang perikanan, baik dalam budidaya maupun dalam transportasi benih. Peroksida dapat menghasilkan oksigen berdasarkan reaksi sebagai berikut (Boyd, 1990):

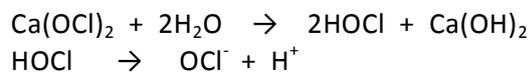


Hidrogen peroksida juga dapat mengoksidasi bahan organik dalam air serta menyebabkan plankton mati masal sehingga menimbulkan akumulasi bahan organik di dasar kolam.

13.3. Desinfektan

1. Kaporit

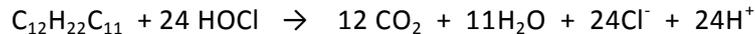
Kaporit atau *calcium hypochlorite* mempunyai rumus kimia : Ca(OCl)_2 . Di dalam air kaporit terhidrolisis dan membentuk klor bebas aktif, dengan reaksi :



Klorin bereaksi dengan bahan organik dalam air dan mengoksidasinya berdasarkan reaksi :



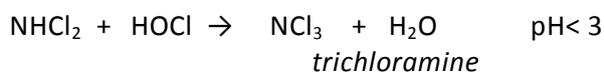
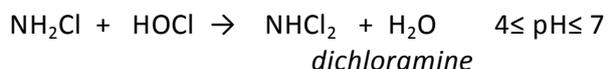
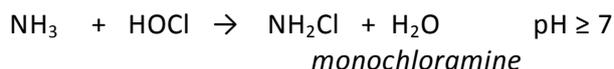
Klorin bereaksi dengan karbohidrat, seperti laktosa, membentuk karbondioksida dan air dengan reaksi sebagai berikut (Boyd, 1990) :



Berdasarkan reaksi tersebut, 3,68 mg/l HOCl digunakan untuk mengoksidasi 1mg/l laktosa.

Kaporit sering digunakan untuk desinfeksi karena dalam reaksinya menghasilkan klor bebas aktif (HOCl dan OCl^-), bersifat desinfektan yang dapat membunuh bakteri, alga (bersifat *phytotoxic*), dan organisme lainnya. Klor juga dapat mengoksidasi ion-ion logam seperti Fe^{2+} dan Mn^{2+} menjadi Fe^{3+} dan Mn^{4+} . Kaporit juga bereaksi dengan amoniak dan senyawa nitrogen organik.

Dalam air, amoniak akan bereaksi dengan klor atau asam *hypochlorite* membentuk *monochloramine*, *dichloramine*, dan *trichloramine* sesuai dengan pH sesuai reaksi berikut (Boyd, 1990):



Klor yang terdapat pada air dapat mengalami *photolysis* atau pemecahan oleh sinar matahari sehingga menjadi turun daya desinfeksi. Pada budidaya

udang, kaporit digunakan untuk membasmi karier atau organisme pembawa penyakit udang dengan dosis 20-30 mg/l bahan aktif. Residu kaporit akan hilang dalam waktu 48 jam. Waktu yang paling tepat untuk melakukan perlakuan kaporit adalah pada waktu sore atau malam hari (Boyd, 1990).

2. Saponin

Saponin (*tea seed cake*) merupakan *glycosidase plant* yang mengandung spogenin dan gula, mengandung bahan aktif 5-7%, diambil dari biji teh, memiliki rasa pahit dan jika dilarutkan dalam air akan mengeluarkan busa. Bersifat racun terhadap ikan (dan semua hewan air yang mengandung hemoglobin) tetapi tidak beracun bagi manusia dan krustacea. Beberapa hal yang mempengaruhi daya racun saponin antara lain :

- Lamanya waktu pelarutan, semakin lama daya racunnya semakin berkurang
- Salinitas, semakin tinggi salinitas daya racunnya semakin efektif
- Temperatur dan pH, semakin tinggi temperatur dan pH, semakin meningkat daya racunnya
- Ukuran ikan, semakin kecil ukuran ikan semakin efektif daya racunnya.

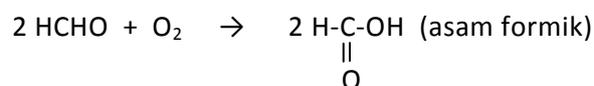
Saponin digunakan untuk membunuh ikan pada persiapan kolam dengan dosis 10-15mg/l dengan cara ditebar langsung ke kolam atau direndam selama 6-8 jam. Kegunaan lainnya sebagai pupuk organik dalam bentuk fermentasi. Efek samping penggunaan saponin antara lain turunnya oksigen terlarut dan udang mengalami stres. Hindari perlakuan saponin jika udang dalam kondisi molting atau lemah.

3. Rotenon

Rotenon ($C_{23}H_{22}O_6$) digunakan untuk membasmi ikan liar sebelum penebaran benih ikan di kolam. Rotenon berasal dari akar tumbuh-tumbuhan antara lain *Derris elliptica* dan *Lonchocarpus spp.* Akar tersebut dikeringkan dan dibuat serbuk serta dalam bentuk cairan. Rotenon mempengaruhi respirasi ikan dan sangat beracun bagi ikan dengan konsentrasi yang rendah. Konsentrasi 0,05-2,00 sudah dapat membunuh ikan. Daya racun rotenon dipengaruhi oleh suhu dan derajat keasaman (pH) air. Semakin tinggi suhu perairan, semakin meningkat daya racun rotenon sedangkan pada pH netral dan asam, daya racun rotenon lebih besar dibandingkan pada pH tinggi (basa).

4. Formalin

Formalin merupakan suatu larutan yang berwarna bening beraroma keras dan tidak stabil terdiri dari *formaldehyde* 37% dan *methanol* 10-15%. Formalin akan terdekomposisi jika suhu naik dengan membentuk endapan keruh (*paraformaldehyde*). Sedangkan reaksi dengan oksigen terlarut dalam air adalah sebagai berikut :



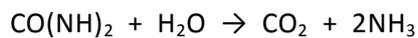
Formalin dapat digunakan untuk membunuh bakteri dan protozoa dengan konsentrasi 25 mg/l serta dapat menurunkan *total bacteria count* (TBC) dan *total vibrio count* (TVC). Dampak pemakaian formalin antara lain : DO menjadi rendah, pH

turun, dan plankton mengalami kematian (Boyd, 1990). Formalin dapat digunakan untuk membersihkan udang “lumutan” terutama yang terjadi pada udang windu.

13.4. Pupuk

Pupuk baik organik maupun anorganik sangat diperlukan dalam budidaya ikan terutama pada awal siklus budidaya dan saat terjadinya *die off* fitoplankton. Fitoplankton pada awal budidaya sangat diperlukan oleh ikan sebagai pakan alami karena larva ikan belum bisa memanfaatkan pakan dalam bentuk pelet (Adhikari, 2003). Pupuk yang digunakan dalam budidaya ikan meliputi sumber nitrogen, fosfor, dan kalium (nutrien primer). Penggolongan kualitas pupuk didasarkan pada persentase berat nitrogen dalam bentuk N, fosfor dalam bentuk P_2O_5 , dan kalium dalam bentuk K_2O (Brunson *et al.*, 1999). Pupuk 20-20-5, berarti dalam pupuk tersebut mengandung 20% nitrogen, 20% P_2O_5 , dan 5% K_2O . Fitoplankton hanya dapat memanfaatkan pupuk nitrogen dalam bentuk ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-), fosfor dalam bentuk *ortophosphate* (PO_4^{3-}), dan kalium dalam bentuk K^+ (Boyd, 1990). Sebagai contoh pupuk urea yang digunakan akan terhidrolisis menjadi amonium dan *polyphosphate* akan terhidrolisis menjadi *orthophosphate*.

Nutrien primer yang perlu ditambahkan dalam kolam ikan adalah nitrogen dan fosfor. Pupuk nitrogen yang sering digunakan adalah urea (N=45%), *ammonium polyphosphate* (N=12%), *ammonium nitrate* (N=34%), *sodium nitrate* (N=16%), dan *potassium nitrate* (N=13%) (Boyd, 2007). Urea ($CO(NH)_2$) sering digunakan dalam budidaya perairan. Urea bereaksi dengan air menghasilkan amonia dengan reaksi sebagai berikut :



Untuk menghasilkan 1 mg/l amoniak, maka dibutuhkan :

$$\begin{array}{r} 60 \qquad 17 \\ CO(NH)_2 = 2NH_3 \\ x \qquad 1 \text{ mg/l} \end{array}$$

$$34x = 60 \text{ mg/l}$$

$$x = 60/34 = \mathbf{1,8 \text{ mg/l urea}}$$

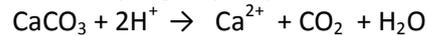
amonia yang dihasilkan tersebut yang digunakan oleh fitoplankton sebagai sumber nitrogen.

Pupuk fosfor yang sering digunakan dalam budidaya perairan antara lain : *super phosphate* dan *triple super phosphate*. *Super phosphate* merupakan campuran antara $Ca(H_2PO_4)_2$ dan $CaSO_4$ (gypsum), dengan kandungan P_2O_5 sekitar 16-20% dan kelarutan di air mencapai 85%. *Triple super phosphate* (TSP) tidak mengandung gypsum tetapi mempunyai kandungan *phosphate* yang cukup tinggi (44-45% P_2O_5) dengan kelarutan di air mencapai 85% (Boyd, 1990). Satu unit P setara dengan 0,5 unit P_2O_5 .

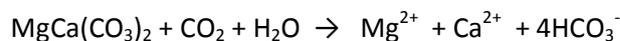
13.5. Kapur

13.5.1. Tujuan Pengapuran

Tujuan *utama* pengapuran (liming) adalah untuk meningkatkan pH air dan tanah, seperti reaksi yang terjadi pada reaksi berikut ini :



Kapur yang diaplikasikan ke dalam air dan tanah akan mengikat ion hidrogen (H^+) sehingga mengurangi derajat keasaman atau meningkatkan pH air dan tanah. Fungsi yang *kedua* adalah meningkatkan alkalinitas dan *hardness*. Reaksi kapur yang dapat meningkatkan alkalinitas akan terjadi jika terdapat air dan karbondioksida, seperti yang terdapat pada reaksi berikut ini :



Bikarbonat merupakan penyusun utama alkalinitas Milleno, 1996). Semakin banyak kapur yang diaplikasikan maka semakin banyak CaCO_3 yang dihasilkan sehingga alkalinitas akan meningkat. Bahan kimia lain yang dapat digunakan untuk meningkatkan alkalinitas adalah sodium bikarbonat (NaHCO_3). Sodium bikarbonat bereaksi lebih cepat di dalam air dibandingkan kapur. Dalam reaksi sodium bikarbonat dengan air tidak melibatkan karbondioksida, seperti yang terdapat pada reaksi berikut ini (Boyd, 1990):



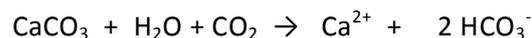
Fungsi yang *ketiga* adalah pengikat fosfor (dalam bentuk fosfat) yang terlarut dalam air. Calcium yang ada pada material kapur akan bereaksi dengan fosfat sehingga membentuk endapan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Selain ketiga fungsi utama tersebut, pengapuran dapat berfungsi sebagai desinfektan, mempercepat dekomposisi bahan organik, serta meningkatkan kalsium yang diperlukan oleh *crustacean* untuk *molting* (Avault, 1996).

13.5.2. Jenis Kapur

Jenis-jenis kapur yang digunakan dalam budidaya perairan antara lain (Wurts dan Masser, 2013) :

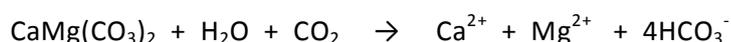
1. Kapur pertanian (CaCO_3)

Kapur pertanian (kaptan) dibuat dengan cara menghaluskan (menggiling) batuan kapur (CaCO_3), dengan fungsi utama menaikkan pH, *hardness*, dan alkalinitas sesuai reaksi :



2. Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)

Dolomit dibuat dengan cara menggiling batuan kapur yang mengandung magnesium, dengan fungsi utama untuk meningkatkan alkalinitas dan *hardness*, sesuai reaksi :



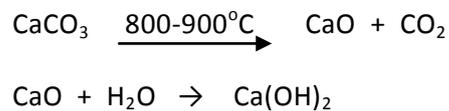
Perlakuan dolomit tidak banyak berpengaruh terhadap pH air.

3. Kapur api (*quick lime/burnt lime*) (CaO)

Kapur api (CaO) bersifat panas dan dapat meningkatkan pH secara drastis sehingga tidak dianjurkan untuk digunakan pada saat proses budidaya berlangsung. Kapur api dibuat dengan membakar batu kapur (CaCO₃) dengan suhu tinggi (800-900°C). Proses pembakaran ini akan menghasilkan CaO dan melepaskan CO₂ ke udara. CaO merupakan jenis kapur aktif. Kegunaan utama kapur api adalah untuk menaikkan pH dan paling efektif jika dibandingkan dengan kapur jenis lain.

4. Kapur hidrat (*Hidrated lime*) (Ca(OH)₂)

Pembuatan Ca(OH)₂ dilakukan dengan membakar batuan kapur (CaCO₃) dan setelah menyala ditambahkan air ke dalamnya. Proses tersebut berjalan sesuai dengan reaksi :



Fungsi utama kapur hidrat adalah untuk menaikkan pH dan mengikat CO₂ secara efektif.

Masing-masing jenis kapur mempunyai kemampuan menetralkan tingkat keasaman yang berbeda-beda, tergantung "*neutralizing value*" (NV). Kapur pertanian mempunyai NV 100, yang dijadikan standar untuk jenis kapur yang lainnya (Wurts dan Masser, 2013). *Neutralizing value* masing-masing kapur terdapat pada Tabel 13.1.

Tabel 13.1. *Neutralizing value* beberapa jenis kapur (Wurts dan Masser, 2013)

Nama umum	Rumus kimia	NV (%)
<i>Basic Slag</i>		55-79
Kaptan	CaCO ₃	85-100
Dolomit	CaMg(CO ₃) ₂	95-109
<i>Slaked</i> atau <i>hydrated lime</i>	Ca(OH) ₂	136
<i>Quick lime</i> atau kapur api	CaO	179

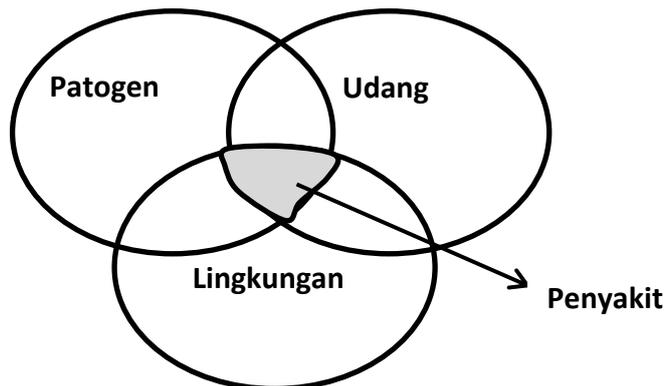
BAB 14

PENYAKIT UDANG

Penyebab utama kegagalan dalam budidaya udang adalah penyakit, terutama yang disebabkan oleh virus. Penyakit pada udang menjadi masalah yang serius karena udang tidak mampu menerima kekebalan spesifik (*specific immunity*) misalnya pemberian vaksin tertentu. Dalam budidaya udang yang paling utama dalam menanggulangi penyakit adalah peningkatan imunitas nonspesifik dan manajemen lingkungan tambak yang baik.

14.1. Lingkungan dan Penyakit Udang

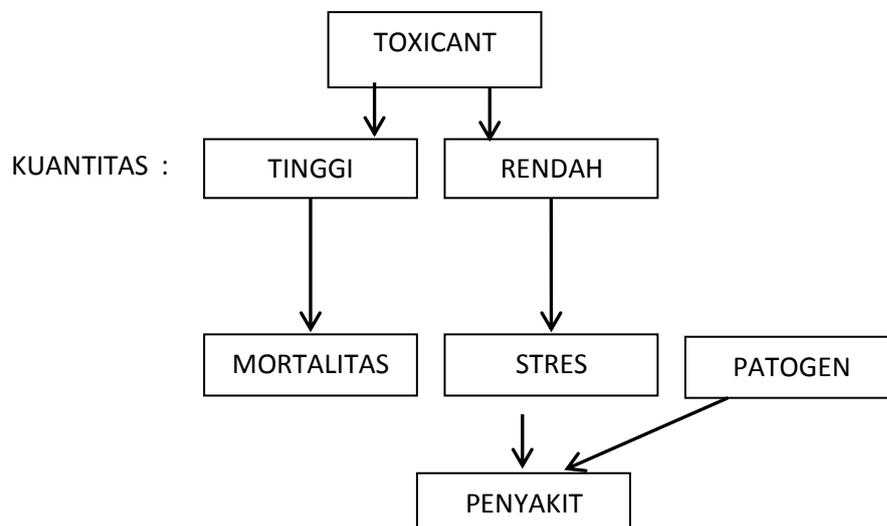
Keberhasilan budidaya udang ditentukan oleh beberapa faktor antara lain tingkat kesehatan udang. Beberapa kasus menunjukkan bahwa penyakit menjadi penyebab utama kegagalan budidaya udang. Penyakit telah menyerang udang di Indonesia dan menyebabkan kerugian yang besar secara ekonomi antara lain *white spot syndrome virus* (WSSV), *infectious myonecrosis virus* (IMNV), maupun *taura syndrome virus* (TSV). Salah satu penyebab utama merebaknya penyakit tersebut adalah terjadinya degradasi lingkungan kolam. Penyakit pada udang akan muncul jika terjadi interaksi antara kondisi lingkungan yang jelek, keberadaan patogen, dan kondisi ikan lemah seperti yang terdapat pada Gambar 5.1. (Anderson, 1974).



Gambar 14.1. Interaksi antara lingkungan, udang dan patogen

Menurunnya kualitas lingkungan akan menyebabkan patogen dan plankton berbahaya (*harmful plankton*) seperti Dinoflagellata dan *blue green algae* (BGA) berkembang dengan pesat. Limbah organik yang dihasilkan dalam budidaya udang akan mempengaruhi kualitas air lainnya. Suhu, pH, polutan, salinitas, amoniak,

hidrogen sulfida dan oksigen terlarut selain mempengaruhi populasi patogen dalam kolam juga mempengaruhi ketahanan udang terhadap infeksi penyakit. Oksigen terlarut yang rendah (<4 mg/l) dapat menyebabkan pertumbuhan lambat, nafsu makan turun, kondisi udang lemah bahkan dapat menyebabkan kematian dan merangsang pertumbuhan bakteri anaerob di dasar kolam (Boyd, 1990). Kualitas air yang buruk karena meningkatnya senyawa-senyawa beracun (*toxicant*) seperti amoniak, nitrit maupun H₂S dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian. Dalam konsentrasi rendah senyawa tersebut menyebabkan stres pada udang yang dapat menurunkan daya tahan tubuh sehingga peluang terjadinya infeksi pada udang semakin besar. Sementara dalam konsentrasi tinggi senyawa tersebut dapat menyebabkan kematian seperti yang terdapat pada Gambar 10.2. (Austin, 1999).



Gambar 14.2. Pengaruh senyawa toksik (*toxicant*) terhadap udang

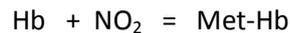
Hubungan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*), penyakit dan kualitas air dijelaskan oleh Duraiapah *et al.* (2000) dengan persamaan fungsi :

$$Survival\ rate = F(disease, stress)$$

Survival rate dipengaruhi oleh keberadaan penyakit dan kondisi udang (stres). Stres dapat menyebabkan penurunan imunitas udang bahkan bisa menyebabkan kematian (Zonneveld *et al.*, 1991). Keberadaan penyakit baik populasi maupun keganasannya serta kondisi ikan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (kualitas air). Konsentrasi lewat jenuh seperti oksigen terlarut dan nitrogen dapat menyebabkan penyakit non infeksi gelembung gas atau *gas bubble trauma* (GBT).

Nitrogen anorganik yang terakumulasi dalam kolam dalam bentuk amonia (NH₃) dan nitrit (NO₂⁻) dapat menyebabkan intoksikasi pada udang (Zonneveld *et al.*, 1991). Kadar amoniak yang tinggi di kolam dapat menyebabkan: meningkatnya kadar amonia dalam darah, meningkatnya konsumsi oksigen, terjadi kerusakan insang,

menurunnya kemampuan darah dalam transportasi oksigen, dan ikan mudah terserang penyakit. Selain amonia, bentuk nitrogen anorganik yang sering muncul dalam budidaya udang adalah nitrit. Nitrit diabsorpsi oleh udang melalui insang dan bereaksi dengan hemoglobin membentuk met-Hb :



Nitrit beracun karena met-Hb tidak dapat menangkap oksigen sehingga menghambat kerja dari hemoglobin darah (Durborow *et al.*, 1997). Darah yang banyak mengandung *methemoglobin* akan berwarna coklat menyebabkan penyakit "*brown blood disease*". Hal yang sama berlaku pada Crustacea yang mengandung *haemocyanin*. Warna coklat muda terjadi jika konsentrasi *methemoglobin* 20-30% dari total hemoglobin, jika melebihi 50% akan berwarna coklat (Boyd, 1990).

14.2. Imunitas Udang

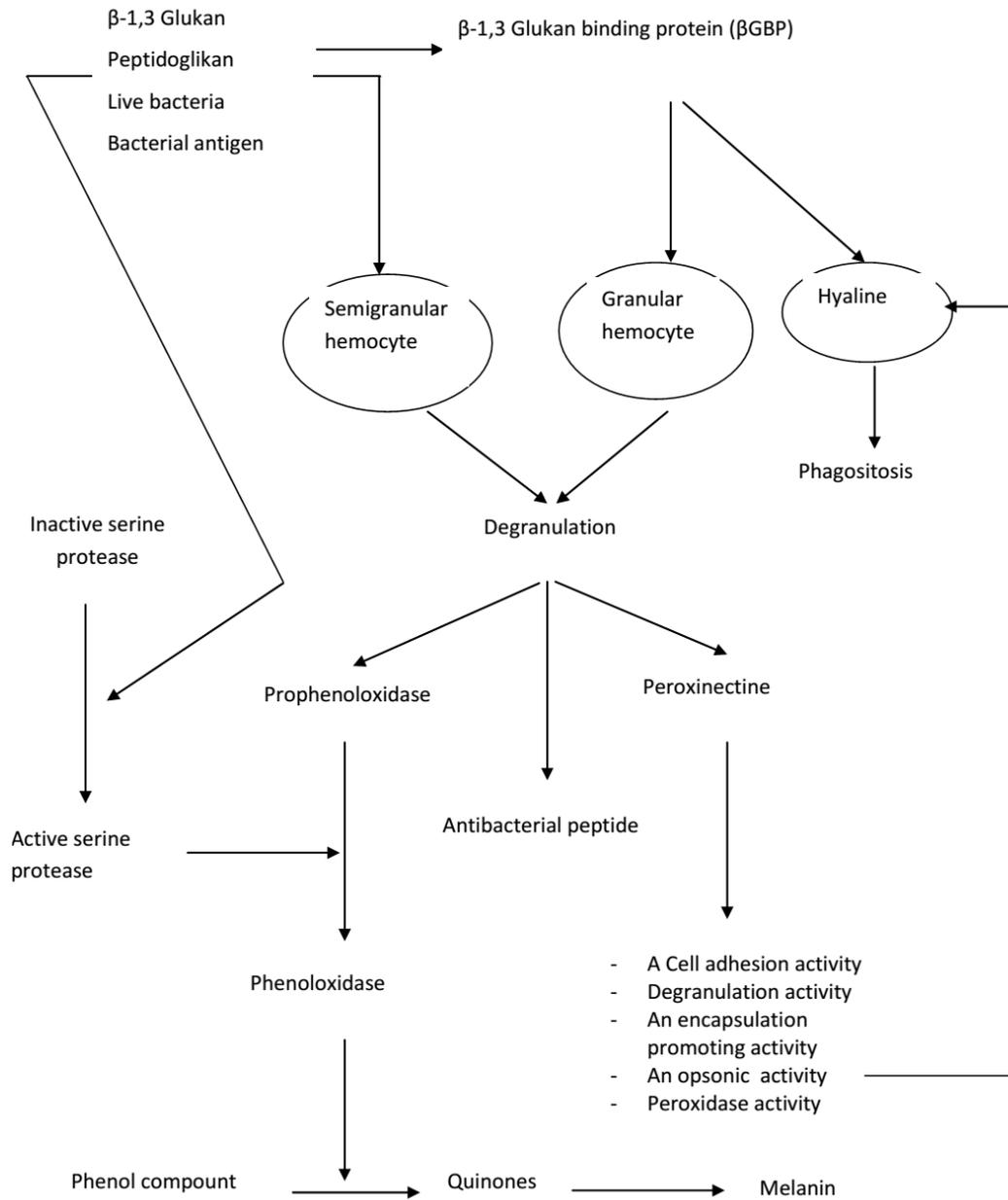
Imunitas merupakan daya tahan terhadap reinfeksi mikroba tertentu yang mencakup semua mekanisme fisiologis yang membantu mengenal benda asing pada dirinya (Affandi dan Tang, 2002). Mekanisme ini meliputi : menetralkan, menyisihkan, atau memetabolisasi benda asing tersebut dengan atau tanpa kerusakan pada jaringan sendiri. Proses dalam mengenali dan membedakan apakah konfigurasi asing itu (antigen) milik sendiri atau bukan disebut dengan respon imun. Secara umum, respon imun dapat dibedakan menjadi dua, yaitu respon humoral dan seluler.

Imunitas pada ikan ada dua, yaitu imunitas spesifik dan nonspesifik. Imunitas nonspesifik bersifat umum, permanen, meliputi barrier mekanik, kimiawi, dan pertahanan seluler (sel makrofag, leukosit, neutrofil, eosinofil, dan basofil) (Affandi dan Tang, 2002). Imunitas spesifik memerlukan stimulasi terlebih dahulu dan bersifat khusus terhadap agen. Udang merupakan hewan invertebrata tidak memiliki kekebalan spesifik (*adaptive*), tetapi mempunyai kekebalan nonspesifik (*innate*) yang mampu mengenal dan menghancurkan benda asing yang masuk dalam tubuh sehingga respon seluler memegang peranan penting (Saha, 2011).

Pada krustasea, hemosit memegang peranan penting dalam sistem imunitas yang mampu mempertahankan diri dari serangan patogen (Johansson *et al.*, 2000). Hemosit berperan dalam mengeluarkan partikel asing dalam *hemocoel* melalui fagositosis, enkapsulasi, dan agregasi nodular serta membawa dan melepaskan *prophenoloxidase system* (proPO). Hemosit pada krustasea biasanya terdiri dari tiga tipe, yaitu sel hyalin, sel granular (butiran), dan semi granular. Sel granular dan agranular mengandung beberapa komponen kekebalan, antara lain *phenoloxidase*, dan *system prophenoloxidaseactivating enzyme*.

Prophenoloxidase (proPO) merupakan indikator tingkat imunitas pada udang (Sharma *et al.*, 2010). *Prophenoloxidase* diaktifkan oleh enzim *prophenoloxidase activating enzyme*. *Prophenoloxidase activating enzyme* dapat diaktifkan oleh lipopolisakarida, beta glukana, dan peptidoglikan. Akibat dari pengaktifan proPO menjadi

PO akan menghasilkan *protein opsonin factor* yang merangsang fagositosis sel hyalin (agranular sel) (Yeh *et al.*, 2010).



Gambar 14.3. Mekanisme sistem pertahanan pada krustasea (Smith *et al.*, 2003)

14.3. Penyakit Udang

Penyakit pada udang sangat bervariasi baik yang disebabkan karena virus, bakteri, jamur, protozoa maupun penyakit karena kekurangan nutrisi. Beberapa penyakit yang sering menyerang udang serta menimbulkan kerugian yang besar adalah :

1. *White spot syndrome virus*

Penyakit *White spot syndrome virus* (WSSV) sering disebut juga dengan SEMBV menyebabkan kegagalan utama pada budidaya udang terutama udang windu di Indonesia. Udang yang terserang penyakit WSSV akan menunjukkan gejala klinis seperti : berenang di permukaan, kondisi lemah, menempel di dinding tambak, serta muncul tanda bintik putih pada tubuhnya terutama pada carapace dan ekor. Kematian udang akan terjadi secara masal dalam waktu 1-3 hari setelah menunjukkan gejala klinis. Udang yang terserang penyakit ini tidak bisa diselamatkan. Jika udang sudah terinfeksi WSSV dan menunjukkan gejala klinis serta sudah berukuran konsumsi harus segera dipanen. Penularan penyakit WSSV dapat melalui : kontak langsung dengan udang lain yang terinfeksi, air tambak, maupun melalui *carrier* (udang, kepiting, dll.). Contoh udang yang terinfeksi *white spot* terdapat pada Gambar 10.4.



Gambar 14.4. Udang yang terinfeksi WSSV

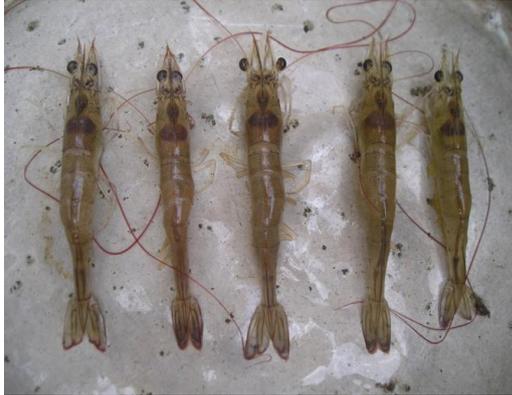
2. *Taura syndrome virus*

Penyakit *taura syndrome virus* (TSV) pertama kali ditemukan di sungai Taura di Ekuador pada tahun 1992 kemudian menyebar secara pesat ke seluruh Amerika Latin dan Utara dalam tiga tahun (Briggs *et al.*, 2004). Penyakit ini menyebabkan kematian masal pada udang serta menginfeksi juvenil 0.15 – 5 g atau udang umur 1 – 45 hari. Gejala klinis udang yang terserang TSV antara lain : seluruh permukaan tubuh berwarna kemerahan terutama bag. kipas ekor, saluran pencernaan kosong dan tubuh udang lemah serta kulit udang menjadi lembek dan mati saat terjadi molting. Penularan penyakit TSV melalui kontak langsung, air, maupun melalui *carrier* (klas crustacea).

3. *Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus (IHHNV)*

Penyakit *Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus* (IHHNV) menyerang udang namun tidak menimbulkan kematian. Udang yang terinfeksi

IHHNV menyebabkan pertumbuhan lambat dan variasi ukuran tinggi yang dapat menyebabkan penurunan produksi udang dan konversi pakan tinggi.



Gambar 14.5. udang yang terinfeksi IHHNV (Gunalan *et al.*, 2014)

4. Infectious Myo Necrosis Virus

Infectious Myo Necrosis Virus (IMNV) atau sering disebut mio merupakan penyakit yang sering menyerang udang putih. Udang yang terserang IMNV akan mengalami kerusakan jaringan sehingga terjadi perubahan warna tubuh menjadi putih kapas. Penyakit ini dipicu oleh kondisi lingkungan yang buruk seperti kadar oksigen rendah dan kepadatan udang terlalu tinggi. Disamping itu Perubahan suhu dan salinitas diduga sebagai penyebab merebaknya penyakit ini, Udang yang terinfeksi IMNV akan mengalami nafsu makan turun sampai terjadi kematian secara perlahan-lahan. Kematian udang dapat mencapai 40-70% serta meningkatnya konversi pakan (FCR). Penularan penyakit IMNV dapat terjadi melalui kanibalisme (udang memakan udang), air tambak, dan penularan vertikal dari induk (broodstock). Pencegahan penyakit IMNV dapat dilakukan dengan menggunakan benih SPF (*specific pathogen free*) dan penerapan biosecurity pada fasilitas budidaya.



Gambar 14.6. Udang yang terinfeksi IMNV

5. White feces disease

White feces disease (WFD) atau kotoran putih merupakan salah satu penyakit yang sering menyerang udang vaname. Penyakit ini diduga disebabkan bakteri dari jenis *Vibrio*, antara lain : *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio fluvialis*, dan *Vibrio alginolyticus* serta dari golongan protozoa yaitu gregarins. *Vibrio* dan gregarins tersebut banyak ditemui pada saluran pencernaan udang yang terinfeksi WFD. Gejala yang ditimbulkan dari WFD antara lain : nafsu makan udang turun, muncul kotoran udang berwarna putih di permukaan air, saluran pencernaan kosong sampai terjadi kematian di dasar tambak.



Gambar 14.7. Kotoran udang yang terinfeksi WFD

Pencegahan dan penanggulangan penyakit penyakit WFD ini dapat dilakukan dengan beberapa tindakan antara lain : mengurangi kandungan bahan/limbah organik terutama di dasar kolam serta menekan populasi vibrio dan protozoa penyebab munculnya WFD. Kandungan limbah organik dapat diatasi dengan penyiponan dasar tambak, sementara populasi vibrio dan protozoa dapat ditekan dengan penggunaan probiotik dan bahan herbal yang sudah terbukti sebagai anti bakteri.



Gambar 14.8. Daun ketapang sebagai anti bakteri (*Terminalia catappa*)

6. Udang kram (cramped shrimp)

Kram pada udang sering dijumpai oleh petambak dengan penyebab yang belum jelas. Beberapa penelitian menduga kram pada udang terjadi karena kekurangan mineral (Johnson, 1995). Meskipun sering dijumpai di tambak, namun penyakit ini bukan masalah yang serius dalam budidaya udang vaname.

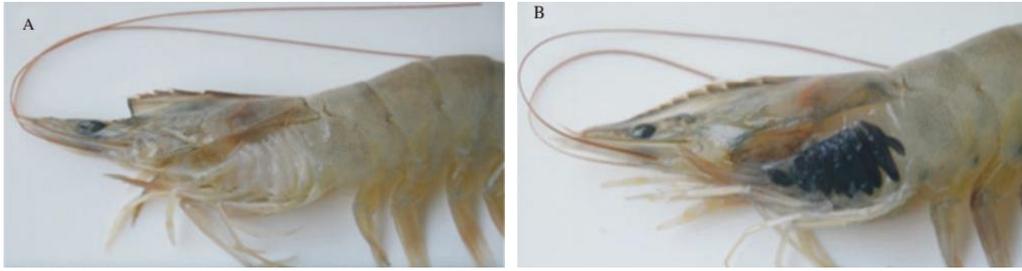


Gambar 14.9. Udang kram

7. Black gill

Black gill atau insang hitam sering menyerang udang windu maupun vaname. Insang udang berwarna hitam. Ada dua tipe black gill pada udang yaitu (1) terjadi pada saat proses budidaya yang disebabkan oleh organisme penempel (fouling organism, protozoa dan bakteri yang menempel pada permukaan insang menyebabkan inflamantasi pada jaringan dan (2) terjadi pada saat proses panen berlangsung. Black gill yang terjadi pada saat panen disebabkan kondisi udang yang tidak sehat serta penanganan panen yang buruk. Kondisi ini dapat menurunkan harga udang di pasaran.

Fusarium dan *Aspergillus flavus* banyak ditemukan pada insang udang yang terserang black gill. Udang yang terserang black gill kan mengalami kesulitan bernafas, nafsu makan turun dan dapat menyebabkan kematian. Penyebab munculnya penyakit ini diduga karena beberapa faktor antara lain : kondisi dasar tambak yang kotor, kualitas air yang jelek, serta over feeding. Metode yang tepat dalam mencegah munculnya black gill antara lain : persiapan dasar tambak yang baik, manajemen pakan yang tepat, manajemen kualitas air serta manajemen dasar tambak. Tanah tambak yang berubah menjadi hitam biasanya mengandung hidrogen sulfida (H_2S) memicu tumbuhnya agen penyakit seperti jamur, protozoa, bakteri dan virus. material tersebut harus dibersihkan sebelum pengisian air. Pada proses budidaya hindari pemberian pakan yang berlebih (*over feeding*) dan lakukan penyiponan secara rutin untuk membuang limbah yang terakumulasi di dasar tambak.



Gambar 14.10. Udang normal (A) dan terserang black gill (B) (Dewangan *et al.* (2015))

BAB 15

BIOSECURITY

15.1. Pengertian Biosecurity

Penyakit merupakan penyebab terbesar kegagalan budidaya udang (*viral and bacterial disease*). Penyakit yang menyerang udang dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Degradasi lingkungan
- Rendahnya pengetahuan tentang penyakit
- Pemilihan benur yang tidak baik
- Transfer udang (nasional dan internasional)

Salah satu upaya untuk menghindari serangan penyakit pada budidaya udang adalah dengan menerapkan biosecurity. Biosecurity merupakan satuan tindakan yang dapat mengurangi resiko masuknya penyakit dan penyebarannya dari suatu tempat ke tempat lainnya (lotz, 1997) Biosecurity menurut Lightner (2003) adalah tindakan untuk mengeluarkan pathogen tertentu dari kultivan yang dibudidayakan di kolam induk, pembenihan maupun kolam pembesaran dari suatu wilayah atau negara dengan tujuan untuk pencegahan penyakit . Biosecurity dalam penerapannya memiliki beberapa tingkatan/level, yaitu :

- Ultra high level , misalnya dalam unit penghasil induk SPF
- High level, misalnya pada hatchery, tambak intensif
- Medium level, misalnya pada tambak semi intensif
- Low level , misalnya pada tambak semi intensif
- None , misalnya pada tambak ekstensif/tradisional

15.2. Manfaat Biosecurity

Penerapan biosecurity dalam budidaya udang mempunyai beberapa manfaat antara lain:

- memperkecil resiko penyakit
- mendeteksi secara dini adanya wabah penyakit
- menekan kerugian yang lebih besar apabila terjadi kasus wabah penyakit
- efisiensi waktu, pakan, dan tenaga
- kualitas udang lebih terjamin

15.3. Penerapan Biosecurity dalam Budidaya Udang

Penerapan biosecurity dalam budidaya udang terbagi menjadi dua, yaitu first line of defense dan second line of defense. *first line of defense* terdiri dari :

- *Barrier*
- *Isolasi (quarantine)*

- *water filtration*
- *Zero water exchange*
- *Water sterilization*
 - *Equipment sterilization*
 - *SPF Fry*

Barrier pada budidaya udang meliputi *Bird scaring device* (BSD) yang digunakan untuk mencegah burung masuk ke tambak serta *crab protection device* (CPD) yang berfungsi untuk mencegah masuknya kepiting ke areal tambak. Isolasi (*quarantine*) menggunakan kolam penampungan sementara yang digunakan untuk membasmi carrier dan predator. Pada kolam isolasi dilakukan sterilisasi air, misalnya menggunakan klorin, sebelum dimasukkan ke dalam tambak. *Water filtration* bertujuan untuk mencegah masuknya carrier dan predator secara langsung ke tambak udang, Penyaringan air menggunakan saringan/strimin ukuran 1.000 mikron.

Zero water exchange merupakan salah satu upaya dalam mencegah agen penyakit masuk dalam tambak udang. Semakin sedikit air yang masuk ke tambak, semakin kecil pula kemungkinan penyakit masuk dalam sistem budidaya. *Water sterilization* merupakan langkah penting dalam penerapan biosecurity karena pada langkah ini semua carrier dibasmi sehingga virus tidak dapat hidup. *Water sterilization* dilakukan di tambak-tambak pemeliharaan sebelum ditebar udang. Penularan penyakit juga dapat terjadi melalui perantara peralatan tambak yang digunakan seperti sampan, jala, water quality checker, dan lain-lainnya. Alat-alat tersebut perlu disterilkan (*equipment sterilization*) untuk mencegah penularan penyakit. Langkah yang lebih penting lagi dalam penerapan biosecurity pada *first line of defense* adalah penggunaan benur yang bebas penyakit atau *specific pathogen free* (SPF) yaitu benur yang bebas dari beberapa jenis penyakit tertentu seperti WSSV, IMNV, TSV, dan IHHNV.

Sementara *Second line of defense* terdiri dari : - *Specific Pathogen Resistant* (SPR) dan *immunostimulant* . SPR menunjukkan bahwa benur tersebut kebal terhadap serangan penyakit tertentu atau secara genetik kebal terhadap serangan penyakit tertentu. Sementara penggunaan *Immunostimulant* bertujuan untuk meningkatkan imunitas nonspesifik udang. Hal ini sangat penting karena udang tidak dapat menerima kekebalan buatan secara spesifik seperti vaksin. *Immunostimulant* dapat berupa vitamin C, produk bakteri, dan beberapa herbal yang mengandung zat aktif.



Gambar 15.1. . Bird scaring device (BSD)



Gambar 15.2. Burung camar sebagai vektor



Gambar 15.3. Crab Protection Device (CPD)



Gambar 15.4. Water Filtration

BAB 16

SAMPLING UDANG

16.1. Metode Sampling

Salah satu kegiatan rutin yang dilakukan dalam budidaya udang adalah sampling udang. Sampling udang adalah kegiatan dalam budidaya udang dengan mengambil sampel udang baik dengan dijala atau dengan menggunakan anco yang bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan udang selama waktu tertentu. Selain untuk mengetahui pertumbuhan udang, sampling udang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pencapaian berat target mingguan, apakah sesuai dengan yang pemberian pakan yang telah diprogramkan atau tidak. Dari data tersebut akan dievaluasi untuk menentukan program pakan berikutnya. Manfaat sampling juga untuk melihat apakah udang dalam kondisi molting atau tidak.

Sampling udang dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu menggunakan anco dan jala (cash net). Sampling dengan anco biasanya dilakukan pada saat berat udang masih kecil ($< 3g$) atau pada saat sampling I (umur 30-35 hari). Sampling berikutnya dilakukan setiap 7 hari, waktu pelaksanaannya 1 jam setelah pemberian pakan pada pagi hari. Selain berat yang ditimbang, jumlah udang di anco juga dicatat untuk menduga populasi udang dalam tambak, serta memantau tingkat kesehatan udang. Sampling udang dengan anco ini memiliki kelemahan yaitu udang yang tertangkap biasanya berukuran kecil, sementara udang yang lebih besar akan lolos. Sampling dengan jala digunakan setelah udang mencapai ukuran $> 3 gr$, atau setelah sampling I. Sampling dengan jala memiliki kelebihan dibanding dengan anco, yaitu udang yang ditimbang lebih merata.



Gambar 16.1. Sampling udang dengan jala

Udang yang tertangkap ditimbang, kemudian dihitung berat rata-rata dengan rumus :

$$ABW \text{ (g/ekor)} = \frac{\text{Berat total udang yang ditimbang (g)}}{\text{Jumlah udang yang ditimbang (ekor)}}$$

ABW = average body weight (berat udang rata-rata)

16.2. Peralatan Sampling

Peralatan yang diperlukan dalam kegiatan sampling udang adalah : Anco, Jala sampling (*cash net*), ember, timbangan duduk 1 kg, timbangan duduk 5 kg, kantong strimin dan alat pencatat data. Jala sampling digunakan untuk menangkap udang. Ember digunakan untuk mengumpulkan udang sebelum ditimbang, kantong strimin untuk menampung udang yang siap ditimbang, serta timbangan untuk mengetahui berat udang.



Gambar 16.2. Jala sampling



Gambar 16.3. Ember



Gambar 16.4. Timbangan duduk

16.3. Analisis data Sampling

Data sampling ditabulasikan dan dianalisis sesuai kepentingannya, Dari hasil sampling yang telah dilakukan, dapat diduga biomasa udang, populasi, pertumbuhan harian, maupun konversi pakan. Data yang diperoleh ditabulasikan sesuai dengan Tabel 16.1. berikut ini.

Tabel 16.1. Form sampling

No.	Initial Stock	DOC	Per Jala		ABW (g/ekor)	FR (%)	F/D	Biomasa	Populasi	FCR	SR (%)
			Berat (g)	Jumlah (ekor)							
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

DOC = day of culture

initial stock = jumlah udang penebaran awal

Pengisian form sampling tersebut dilakukan dengan menggunakan perhitungan-perhitungan sebagai berikut :

$$ABW \text{ (g/ekor)} = \frac{\text{Berat yang ditimbang (g)}}{\text{Jumlah udang yang ditimbang (ekor)}}$$

$$\text{Biomasa} = \frac{F/D \text{ (kg)}}{FR}$$

$$\text{Populasi (ekor)} = \frac{\text{Biomasa (g)}}{\text{ABW (g/ekor)}}$$

$$\text{FCR} = \frac{\text{Pakan kumulatif (kg)}}{\text{Biomasa (kg)}}$$

$$\text{SR (\%)} = \frac{\text{Populasi sampling (ekor)} \times 100\%}{\text{Initial stock (ekor)}}$$

Berdasarkan analisis data sampling tersebut, dapat ditentukan program pakan satu minggu ke depan.

16.4. Faktor-faktor yang Perlu Diperhatikan

Dalam melaksanakan sampling, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain :

- Sampling dilakukan pada waktu pagi, hindari sampling pada siang hari karena akan menyebabkan udang mengalami stres
- Jika terjadi wabah penyakit, hentikan pelaksanaan sampling sampai kondisi aman
- udang yang ditimbang diambil secara acak agar data yang diperoleh valid untuk menggambarkan kondisi udang
- Sampling cukup dilakukan di satu tempat/titik

BAB 17

INLAND SHRIMP CULTURE

Budidaya udang salinitas rendah yang jauh dari hutan mangrove (*inland shrimp culture*) menjadi salah satu upaya untuk melakukan budidaya udang yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penggunaan salinitas rendah dapat menekan berkembangnya pathogen (bakteri, virus) sehingga serangan penyakit terhadap udang bisa diminimalisir. Ketersediaan lahan yang semakin sempit akhir-akhir ini mendorong ide untuk mengembangkan budidaya udang menjauh dari garis pantai sebagai alternatifnya. Salah satu spesies yang dapat dikembangkan untuk lahan dengan salinitas rendah adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

17.1. Spesies Eurihanlin

Kemampuan organisme air beradaptasi terhadap perubahan salinitas berbeda-beda. Berdasarkan kemampuan dalam beradaptasi terhadap lingkungan, organisme akuatik terbagi menjadi dua golongan, yaitu stenohalin dan eurihalin. Organisme akuatik yang tergabung dalam kelompok stenohalin mempunyai kemampuan terbatas terhadap perubahan salinitas sehingga hanya mampu hidup pada media dengan rentang salinitas yang terbatas, misalnya udang windu (*Penaeus monodon*). Sementara organisme akuatik yang termasuk golongan eurihalin mempunyai kemampuan beradaptasi terhadap rentang salinitas yang luas, misalnya udang putih atau vaname (*Litopenaeus vannamei*). Meskipun mempunyai kemampuan beradaptasi terhadap salinitas yang luas, udang vaname akan tumbuh optimal pada media isoosmotik dimana salinitas media sama dengan tingkat kerja osmotik (TKO) udang.

Udang vaname secara luas telah dibudidayakan menggantikan udang windu yang banyak mengalami permasalahan penyakit dan *survival rate* yang rendah. Udang putih dapat dibudidayakan dengan densitas yang tinggi meskipun tanpa ganti air. *L. vannamei* merupakan spesies eurihalin dan dapat dibudidayakan pada salinitas 0-50 ppt, meskipun pertumbuhan terbaik diperoleh pada salinitas 10-25 ppt.

17.2. Kebutuhan Mineral

Pada salinitas yang lebih rendah, tekanan osmotik pada tubuh udang lebih rendah dibanding lingkungan air sekitarnya sehingga udang vanamei mengalami kesulitan dalam memperoleh macro-mineral dari air. Solusi untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan penambahan mineral baik melalui pakan yang diberikan maupun melalui air. Namun, kelarutan yang tinggi pada pakan menyebabkan aplikasi mineral pada pakan kurang memberikan hasil yang nyata.

Sebelum memulai budidaya udang vaname, faktor kimia dan biologi air harus diperhatikan. Komposisi ion yang ada dalam air lebih penting dari salinitas sendiri.

Meskipun ion yang paling penting dalam osmoregulasi adalah natrium dan klorida, namun keberadaan ion-ion yang lainnya sangat berpengaruh dalam budidaya udang. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa kalsium (Ca), potasium (K) dan magnesium merupakan ion penting dalam menentukan tingkat kelulushidupan udang (Davis *et al.*, 2004). Mineral tersebut kandungannya semakin rendah dengan turunnya salinitas air. Penambahan beberapa mineral tersebut dalam budidaya udang vaname salinitas rendah sangat membantu meningkatkan survival rate dan pertumbuhan udang. Beberapa sumber mineral yang dapat ditambahkan dalam budidaya udang terdapat pada Tabel 17.1

Tabel 17.1. Sumber mineral untuk budidaya udang (Davis *et al.*, 2004)

Garam mineral	Formula	Nama dagang	komposisi
Kalsium sulfat	CaSO ₄ .2H ₂ O	Gypsum	22% Ca, 53% SO ₄ , 55% hardness
Potasium klorida	KCl	Muriate of potash	50% K, 45% Cl
Potasium magnesium sulfat	K ₂ SO ₄ .2MgSO ₄	K-mag	17,8% K, 10,5% Mg, 63,6% SO ₄
Potasium sulfat	K ₂ SO ₄	-	41,5% K, 50,9 SO ₄
Sodium klorida	NaCl	Rock salt	39% Na, 61% Cl

17.3. Aklimatisasi

Faktor penting dalam menunjang keberhasilan budidaya udang salinitas rendah adalah aklimatisasi (acclimation) pada saat penebaran benih udang. Metode dan waktu yang tepat dapat meningkatkan *survival rate* (SR) atau tingkat kelulushidupan. Metode aklimatisasi ada dua jenis yaitu : *single step acclimation* dan *gradual acclimation*. Perbedaan salinitas antara hatchery (25-30 ppt) dengan tambak (< 5 ppt) yang sangat banyak memerlukan teknik khusus untuk aklimatisasi sebelum penebaran ke tambak budidaya akan SR tinggi. *Single step acclimation* tidak memerlukan waktu lama tetapi SR udang yang diperoleh relatif lebih rendah, sedangkan *gradual acclimation* memerlukan teknik khusus dan membutuhkan waktu yang lama tetapi SR udang lebih tinggi. Metode ini dilakukan dengan menurunkan salinitas secara perlahan dari 30ppt, 25ppt, 20 ppt, hingga 5 ppt. Penelitian dari Jayasankar (2009) menunjukkan bahwa aklimatisasi udang vaname dari 30 ppt ke 5 ppt dengan menggunakan metode bertingkat (*gradual acclimation*) mampu menghasilkan survival rate 100% sementara dengan menggunakan *single-step acclimation* hanya menghasilkan 53%.

BAB 18

PENELITIAN UDANG VANAME SALINITAS RENDAH

Budidaya udang vaname skala semi lapang perlu dilakukan untuk melihat seberapa jauh kemampuan vaname dapat beradaptasi dengan lingkungan yang bersalinitas rendah. Berikut ini akan disajikan hasil penelitian mengenai performan udang vaname yang dipelihara pada salinitas rendah :

Penelitian tentang budidaya udang salinitas rendah dilakukan di kolam beton dengan ukuran 2 m x 4 m dengan ketinggian 0,6 m. Kolam beton dilapisi dengan terpal plastik untuk mencegah penurunan suhu serta menghindari kebocoran (Gambar 18.1).



Gambar 18.1. Kolam percobaan

Kolam pemeliharaan berjumlah 8 unit, terdiri dari 4 unit tanpa perlakuan bakteri dan 4 unit dengan perlakuan bakteri (*Bacillus sp*). Kolam pemeliharaan dilengkapi dengan blower untuk mensuplai oksigen. Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari perairan Teluk Lampung dengan salinitas sekitar 35 ppt. Salinitas yang dikendaki pada penelitian ini adalah 5,5 ppt. Untuk menentukan memperoleh salinitas yang dikehendaki dilakukan pencampuran air laut dan tawar dengan menggunakan rumus :

$$S_n = \frac{S_1V_1 + S_2V_2}{V_1 + V_2}$$

Keterangan :

S_n : Salinitas target (ppt)

S_1 : Salinitas air sumber (ppt)

V_1 : volume air sumber (l)

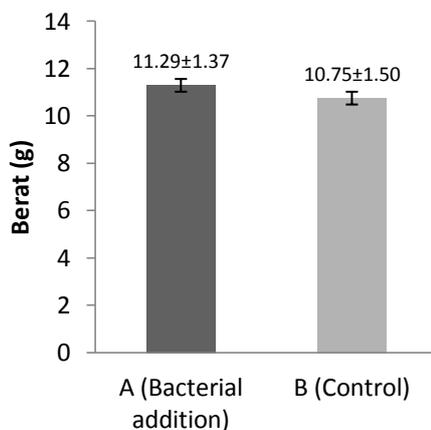
S_2 : Salinitas air tawar yang ditambahkan (ppt)

V_2 : Volume air tawar yang ditambahkan (l)

Benih udang yang digunakan berumur 13 hari (PL 13). Kepadatan penebaran udang 600 ekor per kolam atau ekuivalen 75 ekor/m². Aklimatisasi terhadap salinitas dilakukan secara langsung (*single-step acclimation*) dari 29 ppt di hatchery ke 5,5 ppt di kolam

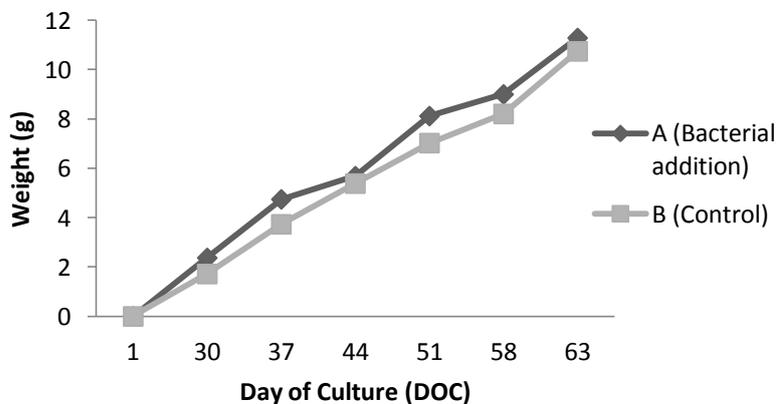
pemeliharaan. Pemeliharaan udang dilakukan selama 63, sampling pertumbuhan dilakukan mulai umur 30 hari, selanjutnya setiap 7 hari sekali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan udang vaname dengan salinitas rendah masih cukup baik. Pertumbuhan mutlak pada udang pada perlakuan dengan aplikasi bakteri rata-rata $11,29 \pm 1,37$ g, hasil ini 5 % lebih baik daripada perlakuan tanpa bakteri yaitu $10,75 \pm 1,50$ g (Gambar 18.2).



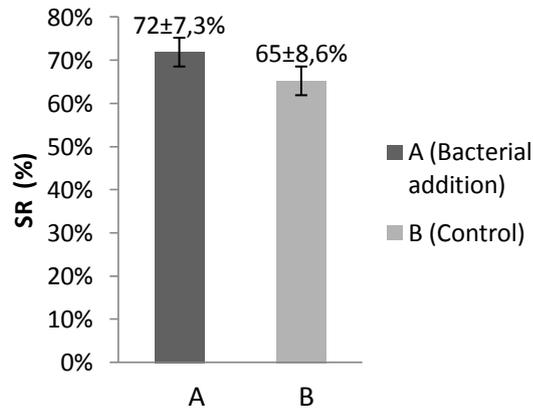
Gambar 18.2. Berat udang vaname umur 63 hari

Berdasarkan hasil analisa statistik uji t, pertumbuhan mutlak udang putih yang diberi perlakuan bakteri dan tanpa bakteri tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95 %. Jika dibandingkan dengan pertumbuhan udang vaname yang dipelihara pada salinitas tinggi (>20 ppt), pertumbuhan vaname pada salinitas rendah hampir sama. Berat udang vaname yang dipelihara di tambak komersial pada umur 60 hari rata-rata mencapai 10 g. Grafik pertumbuhan udang vaname selama 63 hari pemeliharaan terdapat pada Gambar 18.3.



Gambar 18.3 Grafik pertumbuhan udang vaname

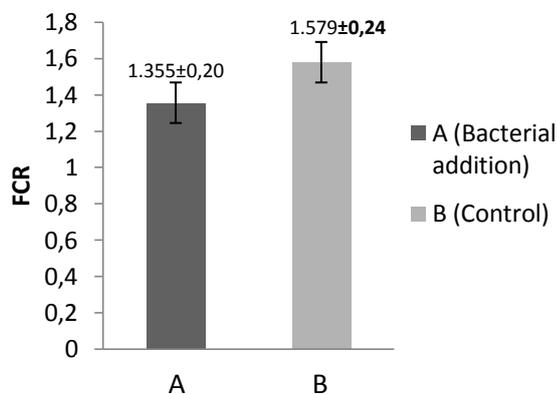
Tingkat kelulushidupan atau *survival rate* (SR) udang vaname pada penelitian ini dengan menggunakan metode aklimatisasi *single-step acclimation* mencapai 65-73% (Gambar 18.4). Hasil ini masih lebih baik dari penelitian Jayasankar *et al.* (2009) sebesar 53%. Kolam dengan perlakuan bakteri menunjukkan kecenderungan lebih tinggi dibanding tanpa perlakuan bakteri.



Gambar 18.4. Survival rate udang vaname

Berdasarkan data tersebut, tingkat kelulushidupan udang vaname pada salinitas rendah masih cukup baik. Tingkat kelulushidupan udang vaname dapat ditingkatkan lagi dengan menggunakan metode aklimatisasi bertingkat (*gradual acclimation*).

Konversi pakan udang vaname pada penelitian salinitas rendah ini sekitar 1,3-1,6 (Gambar 18.5) sampai umur 63 hari. Kolam dengan perlakuan bakteri cenderung memiliki nilai konversi pakan lebih kecil (lebih baik). konversi pakan udang vaname pada tambak pembesaran berkisar 1,4-1,6.



Gambar 18.5. Konversi pakan udang vaname

Data kualitas air selama pemeliharaan masih berada pada kisaran yang baik untuk budidaya udang vaname (Tabel 18.1).

Tabel 18.1. Kualitas air selama Pemeliharaan udang

No.	Variabel	Perlakuan	Nilai	Optimum
1	Oksigen	A	5,8±1,8	>4,00
	Terlarut (mg/l)	B	5,9±1,2	
2	pH	A	7,8±0,2	7 – 9
		B	7,7±0,2	
3	Suhu (°C)	A	27,6±0,5	26 – 32
		B	27,6±0,5	
4	Salinitas (ppt)	A	5,5±0,8	15 – 25
		B	5,4±0,9	

BAB 19

BUDIDAYA UDANG VANAME SALINITAS RENDAH

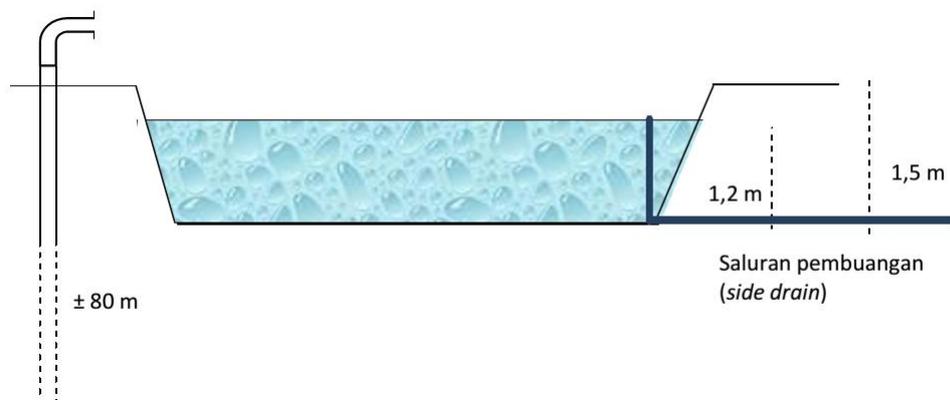
19.1. Kondisi Tambak

Pengujian budidaya udang salinitas rendah pada tambak komersial dengan luas kolam 2.000 m² diujicobakan pada tambak rakyat di Kecamatan Pasir Sakti Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2014. Daerah tersebut dipilih karena daerah tersebut mengalami kesulitan memperoleh air laut yang berkualitas baik karena layout pertambakan yang kurang mendukung keberhasilan budidaya udang salinitas tinggi.



Gambar 19.1. Lokasi tambak percobaan

Lokasi tambak berada di Desa Purworejo (parit 5) berada pada saluran tersier. Tambak tersebut sebelumnya digunakan untuk budidaya udang windu secara tradisional dengan produktivitas kurang dari 300 kg/ha. Tambak dikonstruksi ulang dengan pendalaman sekitar 1,5 m, tinggi air tambak 1,2 m, dilengkapi dengan sumur air tanah (Gambar 19.2).

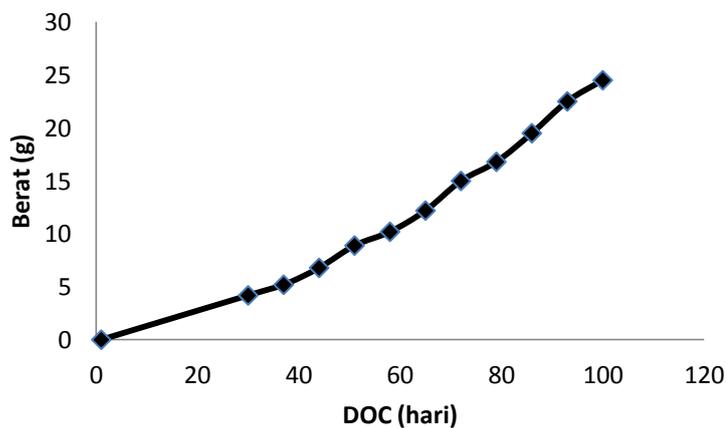


Gambar 19.2. Konstruksi tambak

Tambak dilapisi dengan plastik mulsa dilengkapi dengan perlengkapan biosecurity seperti *bird scaring device* (BSD) dan *crab protection device* (CPD). Air tawar untuk menurunkan salinitas berasal dari air tanah dengan kedalaman 80 m yang berada di sekitar tanggul tambak. Tambak dilengkapi dengan kincir air *paddlewheel* 3 unit (masing-masing 1 HP) yang digerakkan dengan genset. Sterilisasi air dilakukan 20 hari sebelum penebaran benih udang. Salinitas pada waktu penebaran 10 ppt dan berangsur-angsur diturunkan dengan penambahan air tanah sampai 4 ppt. Kepadatan udang pada awal penebaran 140.000/tambak atau 70 ekor/m². Metode panen yang digunakan ada dua yaitu parsial dan panen total. Panen parsial dilakukan untuk menurunkan populasi udang agar pertumbuhan lebih cepat.

19.2. Performa Udang Vaname

Pertumbuhan udang vaname pada salinitas rendah menunjukkan nilai yang tidak berbeda dengan udang vaname yang dipelihara pada salinitas tinggi, bahkan pada beberapa kasus pertumbuhannya lebih cepat. Dari tambak percobaan di Kecamatan Pasir sakti, berat udang pada sampling I umur 30 hari pertumbuhannya sangat baik, yaitu 4,2 gram. Pada umumnya rata-rata berat vaname pada sampling I berkisar 3-3,5 gram. Berat udang vaname pada saat panen umur 110 hari mencapai 23,8 gram (Gambar 19.3).



Gambar 19.3. Grafik pertumbuhan vaname pada salinitas rendah. Sementara untuk tingkat kelulushidupan udang vaname pada akhir budidaya mencapai 85%. Meskipun nilai ini masih dibawah rata-rata tingkat kelulushidupan vaname secara umum (>90%), tetapi sudah cukup baik mengingat aklimatisasi dilakukan secara langsung (*single step acclimation*).

Panen parsial dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada umur 60 dan 75 hari. Produktivitas tambak seluas 2.000 m² mencapai 2.005 kg atau setara dengan 10 ton/ha.

Konversi pakan udang masih bisa terkontrol, yaitu 1,5. Performa udang putih yang dipelihara pada salinitas rendah di tambak percobaan terdapat pada Tabel 19.1.

Tabel 19.1. Performa udang vaname pada salinitas rendah

No	Variabel	Keterangan
1	Luas kolam	2.000 m ²
2	Jumlah benur	140.000 ekor
3	Kepadatan	70 ekor/m ²
4	Tingkat kelulushidupan	85 %
5	Panen parsial I (size 97)	310 kg (30.097 ekor)
6	Panen Parsial II (size 76)	515 kg (39.313 ekor)
7	Panen akhir (size 42)	1.180 kg
8	Total panen	2.005 kg
9	Konversi pakan	1,5
10	Umur panen	110 hari

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa budidaya udang vaname dengan salinitas rendah menghasilkan pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan yang cukup baik sehingga dapat diaplikasikan pada tambak komersial secara luas.



Gambar 19.4. Proses panen udang vaname

BAB 20

TEKNOLOGI BIOFLOC DALAM BUDIDAYA UDANG

20.1. Permasalahan dalam Budidaya Udang

Industri Budidaya udang mengalami perkembangan pesat seiring meningkatnya permintaan udang baik nasional maupun dunia. Peningkatan permintaan hasil perikanan ini didorong oleh peningkatan jumlah penduduk dan merebaknya beberapa penyakit yang disebabkan oleh binatang ternak seperti ayam dan sapi.

Namun demikian banyak permasalahan yang muncul seiring dengan peningkatan produksi tambak seperti degradasi kualitas air dan penggunaan pakan yang tidak efisien serta keterbatasan lahan untuk perluasan areal budidaya. Memburuknya kualitas air berkaitan erat dengan input pakan yang masuk ke dalam media budidaya. Semakin tinggi kepadatan penebaran semakin tinggi pula input pakan ke dalam tambak budidaya. Pakan udang yang mengandung protein tinggi (> 30%) menghasilkan limbah berupa nitrogen anorganik (*inorganic nitrogen*) terutama dalam bentuk amoniak. Amoniak dalam bentuk terionisasi (NH_4^+) tidak beracun bagi ikan bahkan dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton sebagai pupuk nitrogen. Namun dalam bentuk tidak terionisasi (NH_3) bersifat toksik bagi udang.

Tingginya biaya operasi masih menjadi masalah dalam budidaya perairan dan merupakan tantangan bagi akuakultoris untuk memecahkan masalah tersebut. Biaya operasi yang tinggi dipengaruhi oleh beberapa faktor terutama penggunaan pakan yang tidak efisien sehingga *feed conversion ratio* (FCR) masih tinggi. Pakan merupakan komponen utama biaya operasi (*cost production*) dalam budidaya perairan (lebih dari 50%). Beberapa penelitian mengenai teknologi budidaya telah dilakukan untuk mendapatkan teknologi yang efisien dan ramah lingkungan.

Permintaan hasil perikanan terutama dari sektor budidaya serta nilai ekonomi yang tinggi mendorong pelaku budidaya perikanan melakukan usaha untuk memperluas areal budidaya. Namun demikian, keterbatasan lahan serta dampak buruk yang ditimbulkan terhadap lingkungan sekitarnya menjadi hambatan dalam perluasan lahan budidaya. Oleh karena itu perlunya pengembangan teknologi budidaya perairan yang berorientasi pada efisiensi penggunaan lahan maupun penggunaan pakan serta mampu meminimalisir dampak buruk terhadap lingkungan.

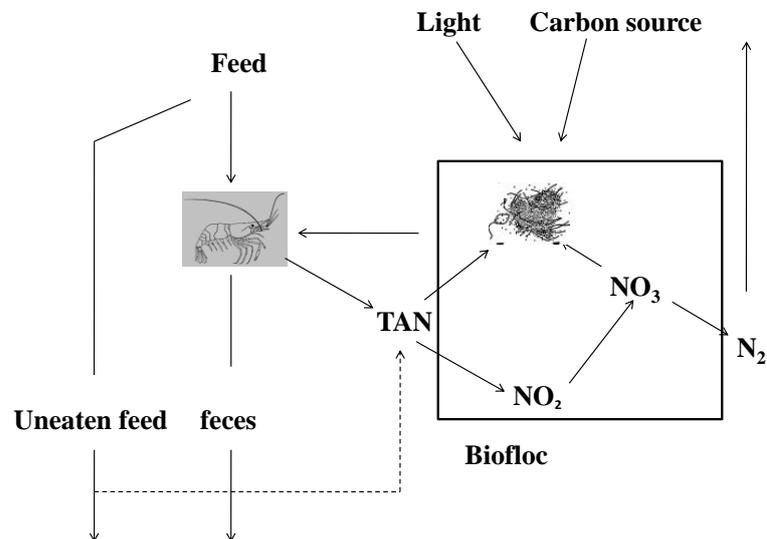
20.2. Recirculating Aquaculture System (RAS)

Keterbatasan metode budidaya konvensional yang diaplikasikan dalam budidaya udang untuk meningkatkan daya dukung kolam, biomasa, dan efisiensi pakan, serta dampak buruk terhadap lingkungan mendorong pelaku budidaya udang mengembangkan teknologi budidaya, salah satunya adalah *recirculating aquaculture system* (RAS) atau teknologi budidaya dengan sirkulasi air. *Recirculating aquaculture system* dengan berbagai macam modifikasinya telah diaplikasikan. Teknologi budidaya ini mencoba untuk meminimalkan penggunaan air dengan memanfaatkan kembali air buangan dari tambak. Air buangan dari tambak budidaya diolah kembali melalui filter secara mekanik dan biologi. Filter mekanik dilakukan dengan pengendapan partikel yang tersuspensi sedangkan filter biologi dengan memanfaatkan ikan filter feeder dan pemakan plankton, tumbuhan air serta bakteri nitrifikasi. Bakteri nitrifikasi digunakan untuk mengkonversi *total ammonia nitrogen* (TAN) menjadi nitrat yang tidak membahayakan udang. Proses nitrifikasi ini memerlukan waktu yang cukup lama, sekitar 2 minggu (Masser *et al.*, 1999).

Sistem budidaya dengan resirkulasi ini mampu meminimalisir penggunaan air karena penambahan air hanya dilakukan untuk mengganti air yang hilang karena penguapan dan rembesan, yaitu sekitar 5-10% tiap hari. Namun demikian sistem resirkulasi ini belum mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pakan karena limbah yang dihasilkan terutama dari nitrogen anorganik belum dimanfaatkan.

20.3. Sistem Autotrof dan Heterotrof

Limbah budidaya udang sebagian besar berupa nitrogen anorganik karena kandungan protein pakan yang tinggi. Sumber nitrogen anorganik dalam udang sebagian besar berasal dari sisa pakan, kotoran udang, dan hasil ekskresi melalui insang (Durborow *et al.*, 1997). Nitrogen anorganik dalam kolam budidaya ikan dalam bentuk *total ammonia nitrogen* (TAN), nitrit, dan nitrat. *Total ammonia nitrogen* dalam kolam akan dimanfaatkan oleh fitoplankton dan bakteri sebagai penyusun protein tubuh serta mengalami nitrifikasi, sedangkan nitrogen bebas dapat mengalami penguapan (Gambar 20.1).

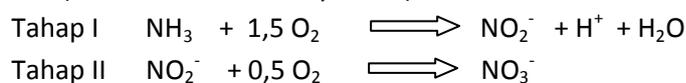


Gambar 20.1. Siklus nitrogen tambak udang (Crab *et al.*, 2007)

Sistem autotrof dalam kolam budidaya didominasi oleh fitoplankton dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi sehingga pertumbuhannya tergantung pada ketersediaan sinar matahari. Fitoplankton mampu hidup dengan baik dengan kandungan bahan organik rendah. Sumber karbon berasal dari karbon anorganik, yaitu CO₂ dan HCO₃⁻. Fitoplankton melakukan fotosintesis pada siang hari dengan menghasilkan oksigen tetapi pada malam hari hanya melakukan respirasi. Fitoplankton sering mengalami kematian masal akibat tingginya intensitas sinar matahari yang mengakibatkan penurunan oksigen dan kematian udang secara masal (Boyd, 1990).

Populasi fitoplankton yang terlalu padat akan meningkatkan kandungan oksigen pada siang hari tetapi pada malam hari akan terjadi penurunan oksigen secara drastis (*oxygen depletion*). Fotosintesis selain sebagai sumber oksigen juga menghasilkan bahan organik. Kemampuan fitoplankton dalam menghasilkan bahan organik rata-rata mencapai 4 gC/m²/hari. Hal inilah yang membatasi pengikatan amoniak dalam kolam budidaya (Avnimelech, 2009).

Organisme autotrof selain fitoplankton yang ada dalam kolam budidaya adalah bakteri nitrifikasi (Ebeling *et al.*, 2006). Nitrifikasi berlangsung dalam dua tahapan, yaitu oksidasi amonia menjadi nitrit dan oksidasi nitrit menjadi nitrat. sesuai dengan persamaan (Ritmann dan McCarty, 2001) :



Proses tahap pertama dibantu oleh *ammonia oxidizing bacteria* seperti *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*. Tahap kedua dibantu oleh *nitrite oxidizing bacteria* seperti *Nitrobacter* dan *Nitrospira*. Pertumbuhan bakteri nitrifikasi lebih lambat jika

dibandingkan bakteri heterotrof. Bakteri nitrifikasi membutuhkan waktu 12 jam untuk melakukan regenerasi, sedang bakteri heterotrof hanya memerlukan waktu 30 menit (Davies, 2005).

Sistem heterotrof (biofloc) didominasi oleh organisme heterotrof terutama bakteri dalam kolam budidaya. Bakteri menggunakan bahan organik sebagai sumber energi dan karbon. Sinar matahari tidak memiliki peran yang dominan dalam budidaya dengan sistem heterotrof dibandingkan dengan sistem autotrof sehingga aktivitas bakteri dapat berlangsung dengan baik selama 24 jam. Meskipun demikian pertumbuhan udang putih yang dipelihara dengan sistem biofloc yang mendapatkan cahaya lebih cepat dibandingkan tanpa cahaya (Baloi *et al.*, 2012). Perkembangan bakteri tergantung pada sumber karbon organik yang tersedia serta suplai oksigen (Avnimelech, 2009). Pertumbuhan bakteri heterotrof dirangsang melalui penambahan karbon organik untuk meningkatkan rasio C:N media. Penanganan amonia dalam kolam budidaya dengan bakteri heterotrof merupakan metode yang paling cepat dan efektif (Ebeling *et al.*, 2006)

20.4. Nitrogen Anorganik

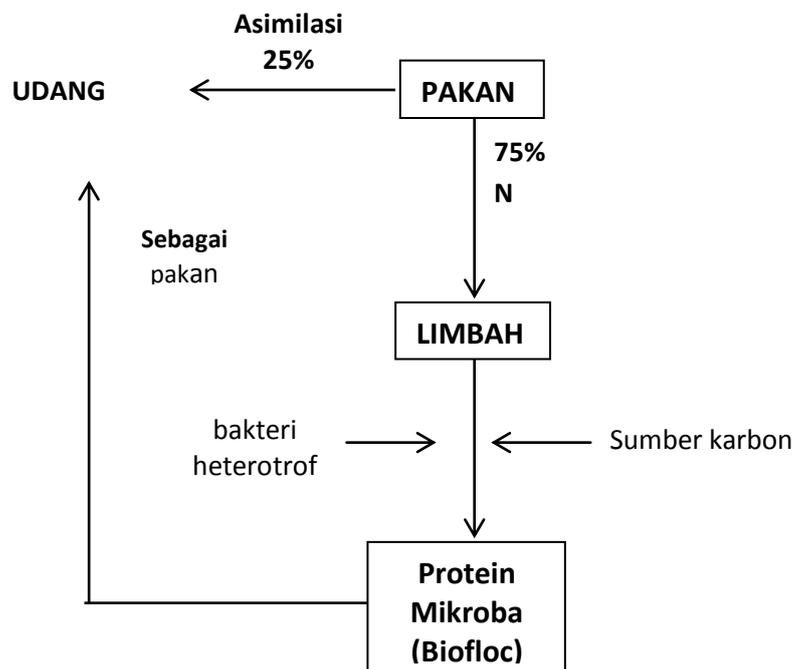
Nitrogen yang berbahaya bagi udang adalah dalam bentuk nitrogen anorganik (*mobilized nitrogen*) antara lain amonia dan nitrit. Amonia terdiri dari dua bentuk yaitu amonia terionisasi (NH_4^+) dan tidak terionisasi (NH_3). Jumlah amonia terionisasi dan tidak terionisasi dalam air sering disebut dengan *total ammonia nitrogen* (TAN). Amonia terionisasi tidak bersifat toksik bagi ikan sedangkan amonia tidak terionisasi bersifat toksik. Keberadaan keduanya dipengaruhi oleh suhu dan pH. Semakin tinggi suhu dan pH semakin besar persentase kandungan amonia tidak terionisasi (Boyd, 1990). Protein sebagai penyusun utama pakan udang berpotensi menghasilkan amonia dalam jumlah besar. Sumber utama amonia pada kolam ikan adalah sisa pakan, kotoran udang dan ekskresi (Duborow *et al.*, 1997).

Kadar amonia yang tinggi di kolam dapat menyebabkan: meningkatnya kadar amonia dalam darah, meningkatnya konsumsi oksigen, terjadi kerusakan insang, menurunnya kemampuan darah dalam transportasi oksigen, dan ikan mudah terserang penyakit dan menghambat pertumbuhan. Toksisitas amoniak akan menurun jika kadar CO_2 dalam air meningkat, karena peningkatan CO_2 akan menurunkan pH sehingga menurunkan kadar amonia tidak terionisasi (NH_3) (Boyd, 1990). Selain amonia, bentuk nitrogen anorganik dalam kolam ikan adalah nitrit (NO_2^-) dan nitrat (NO_3^-). Nitrit bersifat toksik bagi ikan, sementara nitrat tidak bersifat toksik. Nitrat merupakan sumber nitrogen yang dapat diserap oleh fitoplankton maupun bakteri.

20.5. Konsep Biofloc

Konsep dasar biofloc adalah mengubah senyawa organik dan anorganik yang mengandung senyawa karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N) dan sedikit

fosfor (P) menjadi masa *sludge* berupa biofloc dengan menggunakan bakteri pembentuk floc (*floc forming bacteria*) yang mensintesis biopolymer sebagai ikatan biofloc. Tujuan utama teknologi biofloc dalam budidaya perairan adalah memanfaatkan limbah nitrogen anorganik dalam kolam budidaya menjadi nitrogen organik yang tidak bersifat toksik. (Gambar 20.2). Sistem biofloc (*heterotrophicsystem*) dalam budidaya perairan menekankan pada penumbuhan bakteri pada kolam untuk menggantikan komunitas autotrofik yang didominasi oleh fitoplankton (McIntosh, 2000).



Gambar 20. 2. Konsep biofloc

Dominasi bakteri dalam suatu sistem dipengaruhi oleh rasio C:N media. Biofloc akan terbentuk jika rasio C:N dalam kolam lebih dari 15 (Avnimelech, 2009). Dalam sistem biofloc amonia dan nitrit dapat ditekan karena akan diimobilisasi menjadi nitrogen organik dalam bentuk protein sebagai biomasa bakteri. Pakan yang diberikan tidak semuanya diasimilasi menjadi daging ikan. Menurut Avnimelech dan Ritvo (2003), hanya 25% nitrogen dari pakan yang dapat diasimilasi menjadi daging, sedangkan 75% terbuang ke lingkungan. Nitrogen anorganik yang terakumulasi dalam kolam budidaya udang berpotensi menjadi toksik bagi udang dalam bentuk amoniak (NH_3) dan nitrit (NO_2^-). Dalam sistem autotrof, nitrogen anorganik dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan. Namun, kemampuan fitoplankton dalam menyerap nitrogen anorganik tersebut sangat terbatas jika dibandingkan dengan limbah yang dikeluarkan. Menurut Avnimelech (2009), kemampuan fitoplankton dalam mengasimilasi karbon berkisar $2\text{-}5\text{gC/m}^2$. Jika rasio C:N untuk pertumbuhan fitoplankton 5, maka kapasitas mengikat nitrogen sekitar $0,4\text{-}1\text{ gN/m}^2$, sehingga kapasitas mengontrol nitrogen anorganik dalam kolam hanya $0,5\text{-}1,2\text{ kg udang/m}^2$ atau

setara dengan 5.000-12.000 kg udang per hektar, sedangkan sistem heterotrof, produktivitasnya tergantung dari sumber karbon yang ada dalam kolam.

20.6. Biofloc dan Manajemen Kualitas Air

Biofloc mempunyai potensi yang cukup besar untuk dikembangkan dalam budidaya ikan karena mempunyai banyak manfaat. Salah satu manfaat sistem biofloc adalah adanya perbaikan beberapa variabel kualitas air, antara lain amonia, oksigen terlarut, alkalinitas maupun pH air.

20.6.1. Amonia

Nitrogen anorganik dalam kolam terutama berasal dari hasil ekskresi, feses, sisa pakan serta tanaman/ikan mati yang mengalami mineralisasi. Limbah budidaya yang mengandung nitrogen anorganik sangat besar (75% dari pakan) merupakan penyebab utama dalam penurunan kualitas air budidaya udang. Nitrogen anorganik dalam air berada dalam bentuk *total ammonia nitrogen* (TAN), nitrit, dan nitrat. TAN dalam bentuk NH_3 dan nitrit berbahaya bagi udang, sedangkan dalam bentuk nitrat tidak berbahaya. Penambahan sumber karbon akan mengikat nitrogen anorganik menjadi senyawa organik yang mengandung protein tinggi. Rasio C:N yang tinggi (>15) akan merangsang bakteri heterotrof untuk mengasimilasi ammonium nitrogen dari air menjadi biomasa sel bakteri (Davies, 2005, Ebeling *et al.*, 2006).

Penambahan karbon dalam media budidaya merupakan cara yang paling efektif menurunkan nitrogen anorganik (Avnimelech, 2009). Penambahan karbon organik pada kolam akan merangsang pertumbuhan bakteri heterotrof. Bakteri heterotrof membutuhkan sumber nitrogen anorganik untuk pertumbuhan dan pembelahan sel. Nitrogen anorganik yang dibutuhkan oleh bakteri terutama dalam bentuk amonium (NH_4^+). Penambahan sumber karbon terbukti mampu menurunkan TAN dalam beberapa jam (Avnimelech, 2009) serta mampu menekan TAN dalam media kultur meskipun tanpa melakukan ganti air seperti yang terdapat pada Gambar 31 (Supono *et al.*, 2014). Avnimelech (2009) membuktikan bahwa penambahan sumber karbon dapat menurunkan kandungan TAN dari 7 mg/l menjadi 1 mg/l dalam waktu 30 menit. Bakteri heterotrof mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan bakteri autotrof (nitrifier). Bakteri heterotrof membutuhkan waktu 30 menit untuk tumbuh, sedangkan bakteri nitrifikasi membutuhkan waktu 12 jam (Davies, 2005).

20.6.2. Oksigen terlarut

Oksigen terlarut pada sistem heterotrof relatif stabil, baik pada waktu siang maupun malam. Pengguna oksigen dalam media budidaya didominasi oleh udang/ikan dan bakteri, sedangkan pada sistem autotrofik pada waktu malam hari selain ikan dan bakteri, fitoplankton merupakan pengguna oksigen yang sangat besar, apalagi jika kepadatan fitoplankton tinggi. Namun demikian, aplikasi teknologi biofloc ini memerlukan ketersediaan *aerator/paddle wheel* secara kontinyu untuk menjaga ketersediaan oksigen terlarut dan menjaga pergerakan air dalam kolam untuk

menghindari pengendapan biofloc. Oksigen terlarut diperlukan oleh bakteri heterotrof karena bersifat aerob. Oksigen terlarut digunakan untuk menguraikan bahan organik, dimana 2,67 gram O₂ diperlukan untuk menguraikan 1 gram karbon sesuai reaksi (Avnimelech, 2009) :



20.6.3. Alkalinitas dan pH

Karbon-dioksida dalam kolam melimpah karena semua organisme baik ikan maupun bakteri memproduksinya sementara pengguna karbon-dioksida terbatas. Hal ini berpengaruh terhadap alkalinitas maupun pH air. Karbon-dioksida yang terbentuk akan bereaksi dengan air dan selanjutnya membentuk bikarbonat (Wurts dan Durborow, 1992). Bikarbonat merupakan penyusun utama alkalinitas air seperti yang terdapat pada reaksi berikut ini :



Semakin banyak karbon-dioksida yang dihasilkan semakin tinggi bikarbonat yang terbentuk. Berdasarkan reaksi tersebut, pH air dalam sistem biofloc tidak terlalu tinggi dibandingkan sistem autotrof karena reaksi asam yang dihasilkan serta kemampuan penyangga air (Avnimelech, 2009).

20.7. Aplikasi Sistem Biofloc pada Budidaya Udang

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dibudidayakan secara intensif mempunyai konversi pakan sekitar 1,4 (Supono, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa setiap 1,4 kg pakan berat basah (kandungan air 10%) menghasilkan 1 kg udang berat basah. Dengan demikian jika berat kering pakan 90% dan berat kering udang 25% maka feed conversion ratio (FCR) berat kering dengan perhitungan yang sama di atas dapat ditentukan yaitu sebesar 5. Angka tersebut memberikan informasi bahwa setiap 5 kg pakan berat kering akan menghasilkan 1 kg udang berat kering (20%), sedangkan sisanya (80%) terbuang ke lingkungan budidaya sebagai limbah. Dengan perhitungan ini pula, FCR udang windu rata-rata 1,7 menggambarkan bahwa 16,3% pakan yang diasimilasi menjadi daging. Hal ini mendekati penelitian yang dilakukan Primavera (1991) bahwa pakan yang diasimilasi menjadi daging udang sekitar 17%.

Dengan cara yang sama, jumlah sumber karbon yang harus ditambahkan pada budidaya udang vanamei dapat dihitung sebagai berikut :

Jika kandungan protein pakan 35%, kandungan karbon pada karbohidrat 50%, kandungan karbon pada pakan 50%, ekskresi N dan C masing-masing 80 %, maka :

$$15 = \frac{(KH \times 50\%) + (P \times 0,5 \times 0,80)}{P \times (35\% : 6.25) \times 0,80}$$

$$15 = \frac{0,5 KH + 0,40 P}{0,0448 P}$$

$$0,672 P = 0,5 KH + 0,40 P$$

$$0,272 P = 0,5 KH \approx KH = (0,272 : 0,5) P$$

$$KH = 0,544 P$$

Jadi, karbohidrat (misalnya molase) yang harus ditambahkan dalam kolam agar biofloc dapat tumbuh dengan baik adalah 0,544 kali pakan yang diberikan setiap hari.

BAB 21

BIOREMEDIASI

Kualitas air dan kontrol penyakit berhubungan erat dengan aktivitas mikroba dalam sistem akuakultur. aktivitas mikroba mempengaruhi kualitas air seperti oksigen terlarut, amonia, Nitrit, dan sulfit. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi produksi ikan/udang adalah akumulasi amonia pada budidaya secara intensif. Kondisi ini dapat menyebabkan kegagalan budidaya karena penyakit baik yang disebabkan oleh virus maupun bakteri (Lighner, 1993). Kondisi lingkungan yang buruk akan menyebabkan ikan/udang stres sehingga kondisinya melemah, sementara disatu sisi aktivitas virus dan bakteri meningkat yang dapat menyebabkan penyakit merebak (*diseases outbreak*).

Mikroorganisme tidak hanya autotrof (produsen primer) tetapi juga heterotrof yang membantu penguraian/pembusukan hewan dan tanaman (senyawa organik). Komunitas autotrof terdiri dari fotoautotrof seperti fitoplankton dan bakteri fotoautotrof (bakteri sulfur hijau dan bakteri sulfur ungu) serta bakteri kemoautotrof (bakteri nitrifikasi/*nitrifiers*). Komunitas heterotrof baik bakteri maupun fungi membantu penguraian material organik menjadi bentuk yang lebih sederhana seperti CO₂ dan H₂O.

21.1. Degradasi Bahan Organik oleh mikroba

Mikroba mampu memanfaatkan secara efisien bahan organik untuk disintesa struktur selnya dan energi untuk proses kehidupannya. Penguraian material organik atau mineralisasi merupakan peran utama dari mikroorganisme. Mikroorganisme dapat menguraikan material organik jika kondisi lingkungan optimum, baik suhu, pH, oksigen terlarut, oxidation reduction potensial (ORP), rasio karbon (C) : nitrogen (N). Senyawa organik mengandung tiga nutrien energi, yaitu : protein, karbohidrat, dan lipid.

21.1.1. Protein

Di alam banyak terdapat mikroba proteolitik yang dapat menggunakan protein sebagai sumber energi. Dekomposisi material protein menjadi asam amino dan senyawa lainnya untuk diasimilasi menjadi protoplasma bakteri. Mikroba yang mampu melakukan proteolisis antara lain : *Enterobacter* dan *Pseudomonas*.

21.1.2. Karbohidrat

Bakteri heterotrof mampu menguraikan material organik menjadi karbondioksida dan air pada kondisi aerob. Pada kondisi anaerob, hanya bakteri fermentasi yang mampu menguraikan bahan organik. Beberapa bakteri dapat menguraikan disakarida (sukrosa, laktosa, maltosa) dan polisakarida (manitol, xylose). Bakteri tersebut antara lain : *Azotobacter*, *Desulfovibrio*, *Clostridium*, *Klebsiella*, dan *Enterobacter* (Herbert, 1975). *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Actinomyces*, dan jamur dapat menghidrolisis starch menjadi glukosa dalam kondisi aerobik. Selulosa diuraikan oleh

Myxobacteria (*Cytophaga* dan *Sporocytophaga*) dan jamur (*Ascomycetes* dan *Deuteromycetes* dalam kondisi aerob (Rheinheimer, 1972).

21.1.3. Lipid

Lemak terdiri dari asam lemak dan gliserol, terdapat pada tumbuhan dan hewan, air dan sedimen. Zobell dan Upham (1944) telah mengisolasi 13 bakteri lipolitik yang termasuk dalam genus : *Pseudomonas*, *Vibrio*, *sarcina*, *Serratia*, dan *bacillus*.

21.2. Definisi Bioremediasi

Bioremediasi : penggunaan organisme terutama mikroorganisme, untuk mendegradasi pencemar lingkungan (kontaminan) yang merugikan ketinggian atau bentuk yang lebih aman melalui aktivitas metabolismenya. Organisme yang digunakan untuk menguraikan senyawa tersebut disebut dengan agen bioremediasi atau bioremediator (Musyoka, 2016). Proses bioremediasi ini dapat dilakukan secara "bioaugmentasi" yaitu penambahan atau introduksi satu jenis atau lebih mikroorganisme baik yang alami maupun yang sudah mengalami perbaikan sifat.

Aplikasi bioremediasi di kolam merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas air dan menjaga stabilitas sistem akuakultur. Bioremediasi mengurai bahan organik menjadi karbon dioksida, memaksimalkan produktivitas yang merangsang produksi spesies budidaya. sisa makanan dan feses limbah yang dihasilkan selama moulting mengandung hidrogen sulfida, amonia, dan karbondioksida mengakibatkan stres dan akhirnya penyakit. Agen bioremediators yang digunakan biasanya dikenal dengan probiotik. Probiotik yang diusulkan sebagai agen control biologi dalam akuakultur yaitu bakteri asam laktat (*Lactobacillus*, *Cornobacterium*, dll.), *Vibrio* (*Vibrio alginolyticus*), *Bacillus*, dan *Pseudomonas* (Singh et al., 2001). Bakteri *Alteromonas* menghambat aktivitas *Vibrio harveyi* dan meningkatkan ketahanan hidup larva *Penaeus indicus* secara *in vivo*. *Vibrio alginolyticus*, dapat ditumbuhkan dalam sistem budidaya udang untuk mencegah *Vibrio harveyi*, *Vibrio parahaemolyticus* dan *Vibrio splendens* serta mengurangi invasi patogen ini pada udang. (Jameson, 2003).

21.3. Jenis Bioremediasi

21.3.1. Bioremediasi bahan organik

Limbah akuakultur bahan organik baik yang terlarut maupun tersuspensi. Mikroorganisme heterotrof membutuhkan material organik untuk pertumbuhan dan reproduksi. beberapa jenis bakteri gram positif mampu menguraikan karbon organik menjadi material anorganik karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O) seperti : genus *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. Cereus*, dan *B. coagulans*) dan genus *Phenebacillus* (*P. polymyxa*). Aktivitas mikroba tersebut akan menghasilkan biomasa bakteri, protein sel, nutrisi anorganik dan karbondioksida. nutrisi anorganik dan karbondioksida akan

digunakan oleh fitoplankton. Fitoplankton akan dimakan oleh zooplankton, udang, dan ikan.

21.3.2. Bioremediasi senyawa nitrogen

Senyawa nitrogen (amonia, nitrit, nitrat) mempunyai efek buruk bagi ekosistem akuatik. Senyawa nitrogen dalam ekosistem akuatik mengalami beberapa proses atau fase. Fase pertama, akumulasi amonia dari ekskresi (sisa metabolisme), sisa pakan, organisme yang mati, molting, dan mineralisasi bahan organik. Senyawa nitrogen amonia (*total ammonia nitrogen*) akan dirubah oleh bakteri nitrifikasi (autotrof) seperti : Nitrosomonas, Nitrosovibrio, Nitrolobus, Nitrococcus, Nitrosococcus, Nitrospira, dan Nitrobacter. Pada tahap pertama proses nitrifikasi, amonia dirubah dalam bentuk hydroxylamine kemudian menjadi nitrit (NO_2^-). Pada tahap kedua, nitrit dirubah dalam bentuk nitrat (NO_3^-). Fase ketiga adalah denitrifikasi, dimana terjadi perubahan senyawa dari nitrat menjadi nitrogen (N_2) dengan melibatkan beberapa bakteri heterotrof seperti : *Paracoccus denitrificans* dan beberapa jenis dari *Pseudomonas*. proses ini terjadi pada kondisi oksigen rendah.

21.3.3. Bioremediasi senyawa sulfur

Sulfur merupakan salah satu unsur yang paling melimpah di bumi dan merupakan anion terbesar kedua di air laut.. Sulfur diasimilasi oleh beberapa mikroorganisme. Sulfur sebagian besar berada dalam bentuk sulfat. Pada sedimen air laut, sulfat dan H_2S . secara konstan akan mengalami perubahan melalui proses reduksi dan oksidasi yang dilakukan oleh dua grup utama bakteri , yaitu : reduser SO_4^{2-} dan oksidaser sulfit (S^{2-}). Beberapa bakteri seperti Proteus, Mycobacterium, Chromobacter, Micrococcus, Flavobacterium dan Vibrio menghasilkan H_2S dengan menguraikan sulfur yang terkandung dalam asam amino (Wetzel, 1983).

Hodrogen sulfida H_2S juga diproduksi dari SO_4^{2-} oleh sulphate reducing bacteria (SRB). Bakteri tersebut termasuk anaerobik dan menggunakan SO_4^{2-} sebagai aseptor terminal elektron untuk mengoksidasi bahan organik. Bakteri yang termasuk SRB adalah: Desulfobrio, Desulfotomaculum, dan Desulfococcus (Fry, 1987).

21.4. Perbedaan Sistem Biofloc dan Bioremediasi

Aplikasi sistem biofloc dan bioremediasi dalam akuakultur sering menimbulkan kerancuan di kalangan pembudidaya ikan/udang. Kedua sistem tersebut memiliki perbedaan yang mendasar, baik dari aspek aplikasi maupun kegunaannya. Pada sistem biofloc, bakteri yang mendominasi adalah bakteri heterotrof, sementara pada bioremediasi merupakan aplikasi bakteri pengurai sesuai dengan tujuannya. Pada sistem biofloc tujuan utamanya adalah menurunkan kandungan amonia melalui konversi nitrogen anorganik menjadi biofloc sebagai pakan ikan/udang. Perbedaan keduanya dapat dijelaskan pada Tabel 21.1.

Tabel 21.1. Perbedaan Sistem biofloc dan Bioremediasi.

Keterangan	Bioremediasi	Biofloc
Mikroorganisme	<ul style="list-style-type: none"> - dekomposisi bahan organik : bakteri heterotrof - Dekomposisi Amoniak : bakteri autotrof (nitrosomaonas, nitrobacter) - Dekomposisi H₂S : bakteri fotosintetik/sulfur 	Didominasi oleh bakteri heterotrof (Bacillus), plankton, zooplankton dan jasad renik lainnya
Tujuan	Perbaikan kualitas air (amoniak, bahan organik, H ₂ S)	<ul style="list-style-type: none"> - Menurunkan amoniak - Konversi nitrogen anorganik menjadi biofloc sebagai pakan ikan
Sistem	Autotrof	Heterotrof
Waktu proses	Nitrifikasi butuh waktu sekitar 14 hari	Pembentukan biofloc sekitar 10 hari Amoniak akan terikat dalam beberapa jam
Partikel dalam air	tersuspensi	Terbentuk gumpalan (floc)
Rasio C:N media	Tidak dipengaruhi C:N media	Dipengaruhi rasio C:N media
Kualitas air	DO, pH berfluktuasi tergantung kepadatan fitoplankton	DO dan pH stabil
Warna air	Sesuai dengan dominasi fitoplankton	Coklat agak merah
Kontrol amoniak	Maks 0,7 g NH ₄ / m ²	Tergantung rasio C:N
Sumber energi	Sinar matahari	Sebagian besar bahan organik

BAB 22

PERFORMA UDANG WINDU DAN VANAME

22.1. Pendahuluan

Budidaya udang di Indonesia mengalami pasang surut selama tiga dekade terakhir. Permasalahan yang timbul antara lain penurunan kualitas lingkungan maupun serangan penyakit (*outbreak*) terutama dari virus (*viral disease*), seperti *white spot syndrome virus* (WSSV). Budidaya udang di Lampung mulai meningkat tajam pada tahun 1989 dengan berdirinya PT Dipasena Citra Darmaja dan diikuti oleh PT C.P. Bratasena pada tahun 1994. Pada awalnya, petambak membudidayakan udang windu (*P. Monodon*) karena pertumbuhannya cepat dan harga jual yang sangat tinggi, tetapi seiring berjalannya waktu, ternyata banyak permasalahan yang timbul pada budidaya udang windu. Permasalahan tersebut antara lain kesulitan dalam memperoleh induk yang berkualitas yang mampu menghasilkan benih yang baik serta serangan penyakit WSSV yang mengganas sehingga menyebabkan kegagalan panen. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, petambak udang mulai mencari alternatif jenis udang yang lainnya yang mempunyai produktivitas yang tinggi, salah satunya adalah udang vaname (*L. vannamei*).

Udang vaname merupakan spesies asli dari Perairan Amerika Tengah, baru dibudidayakan di Indonesia mulai awal tahun 2000 (Kopot dan Taw, 2004). Udang vaname yang dikenal masyarakat dengan **vanname** ini sudah dibudidayakan oleh negara-negara di Amerika Tengah dan Selatan seperti Ekuador, Venezuela, Panama, Brasil, dan Meksiko. Masuknya udang putih ini telah menggairahkan kembali usaha pertambakan Indonesia yang mengalami kegagalan budidaya akibat serangan penyakit terutama bintik putih (*white spot*). White spot telah menyerang tambak-tambak udang windu (*P. monodon*) baik yang dikelola secara tradisional maupun intensif dengan teknologi tinggi dan fasilitas yang lengkap.

Naiknya permintaan udang dari luar negeri dengan harga yang tinggi mendorong pengusaha tambak untuk berlomba-lomba meningkatkan produktivitas tambaknya, baik dengan meningkatkan input teknologi maupun kepadatan tebar. Berbeda dengan udang windu yang sudah lama dibudidayakan di Indonesia, udang putih mampu tumbuh baik dengan kepadatan tebar (*stocking density*) yang tinggi. Udang windu hanya mampu tumbuh dengan baik dengan kepadatan maksimal 40 ekor/m² sedangkan udang vaname mampu tumbuh dengan baik dengan kepadatan tebar lebih dari 100/m² (Wyban, 2007). Hal ini disebabkan karena udang putih hidup di kolom air, sedangkan udang windu hanya di dasar tambak. Fenomena tersebut mendorong petambak mengalihkan spesies yang dibudidayakan dengan vaname. Berikut ini adalah data perbandingan performa

udang windu dan vaname/udang putih yang diperoleh berdasarkan hasil panen terhadap 40 tambak di Kabupaten Tulang Bawang periode tahun 2000-2004 :

22.2. Pertumbuhan

Laju pertumbuhan udang windu lebih tinggi dibandingkan udang vaname, yaitu rata-rata 0,17 gram per hari, sedangkan udang putih rata-rata 0,14 gram per hari. Selama 135 hari pemeliharaan, udang windu mencapai berat 23,1 gram sedangkan udang putih mencapai 17,6 gram selama 124 hari pemeliharaan.

Jika dibandingkan udang windu, udang vaname mempunyai pertumbuhan yang lebih kecil. Hal ini disebabkan karena udang vaname termasuk omnivora, sedangkan udang windu termasuk karnivora. Hewan karnivora mempunyai kecenderungan pertumbuhan lebih tinggi dibanding hewan omnivora.. Kebiasaan makanan (*feed habit*) tersebut dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan. Penyebab yang lainnya adalah kepadatan penebaran awal udang vaname lebih tinggi yaitu 103 ekor/m², sedangkan udang windu hanya 51 ekor/m². Kepadatan penebaran akan mempengaruhi kompetisi ruang dan makanan.

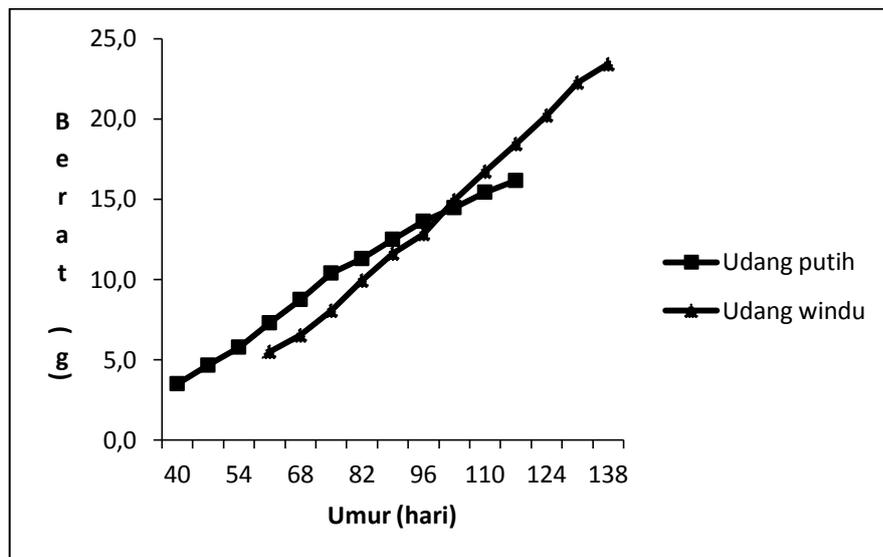
22.3. Survival rate

Survival rate (SR) atau tingkat kelulushidupan udang windu lebih rendah dibandingkan udang vaname, yaitu rata-rata 54%, sedangkan udang vaname rata-rata 83%. Hal ini sesuai juga dengan penelitian Nunes dan Neto (2011), kelulushidupan udang putih mencapai 81,4%. Menurut Duraiappah *et al.* (2000), Tingkat kelulushidupan udang vaname bisa mencapai 80-100% sedangkan menurut Boyd dan Clay (2002), tingkat kelulushidupannya mencapai 91%. Tingginya tingkat kelulushidupan karena benih udang vaname sudah dapat diperoleh dari induk yang sudah berhasil didomestikasi sehingga benur yang dihasilkan tidak liar dan tingkat *kanibalisme* rendah. Benur udang vaname sudah ada yang bersifat SPF (*Spesific Pathogen Free*) yaitu benur yang bebas dari beberapa jenis penyakit (Wyban, 2007), sehingga memudahkan petambak dalam proses budidaya. Kelulushidupan juga dipengaruhi oleh daya tahan udang vaname terhadap penyakit lebih kuat dibandingkan udang jenis lainnya. Bintik putih (*White spot*) telah memporandakan usaha pertambakan udang di Indonesia, karena penyakit ini sangat mematikan dan sampai saat ini belum ada obatnya. Udang vaname mempunyai daya tahan lebih kuat terhadap serangan penyakit yang disebabkan oleh virus ini, meskipun ditemukan pula beberapa kasus udang yang terinfeksi (Soto *et al.*,2001). Sedangkan benih udang windu belum termasuk dalam kategori SPF. Sampai saat ini induk udang windu masih diperoleh dari alam sehingga belum dapat diproduksi benih yang bersifat SPF.

22.4. Feed conversion ratio (FCR)

Feed conversion ratio pada udang vaname (1,46) lebih rendah dibandingkan *Feed conversion ratio* pada udang windu (2,18). Rendahnya nilai FCR pada udang

vaname ini disebabkan karena udang putih sebagai hewan omnivora yang mampu memanfaatkan pakan alami yang terdapat dalam tambak seperti plankton dan detritus yang ada pada kolom air sehingga dapat mengurangi input pakan berupa pelet. Menurut Boyd dan Clay (2002), Konversi pakan atau *feed conversion ratio* (FCR) udang vaname 1,3- 1,4 (artinya untuk mendapatkan 1 kg udang dibutuhkan 1,3-1,4 kg pakan). Kandungan protein pada pakan untuk udang vaname relatif lebih rendah dibandingkan udang windu. Menurut Briggs *et al.* (2004), udang vaname membutuhkan pakan dengan kadar protein 20-35%. Dengan menggunakan pakan yang berkadar protein rendah maka biaya untuk pembelian pakan lebih kecil sehingga dapat menekan biaya produksi. Sedangkan udang windu termasuk hewan omnivora yang tumbuh baik jika pakan buatan tersedia cukup



Gambar 22.1. Grafik pertumbuhan udang windu dan udang putih/ vaname

Tabel 22.1. . Data hasil panen udang windu

NO	Umur (hari)	Jumlah Tebar (ekor)	FCR	Populasi Akhir (ekor)	SR (%)	Berat rata-rata (gr)	Hasil Panen (kg)	ADG (gr/hari)
1	139	235520	2,52	124593	52,9	22,0	2741	0,16
2	139	244650	2,35	106218	43,4	27,6	2927	0,20
3	143	244650	2,35	114061	46,6	25,4	2895	0,18
4	137	244650	2,19	155321	63,5	23,2	3598	0,17
5	134	283560	2,07	161606	57,0	24,1	3888	0,18
6	134	283560	1,96	157024	55,4	25,0	3918	0,19
7	130	287570	2,13	116427	40,5	23,1	2687	0,18
8	133	248920	1,99	169633	68,1	21,2	3590	0,16
9	139	234720	2,30	109884	46,8	25,2	2765	0,18
10	135	249750	2,37	112151	44,9	21,5	2411	0,16
11	138	249750	2,13	141078	56,5	22,0	3109	0,16
12	117	244650	1,85	185096	75,7	17,5	3236	0,15
13	135	235520	2,13	129290	54,9	21,2	2739	0,16
14	135	285780	2,40	127401	44,6	22,8	2903	0,17
15	139	231840	2,31	111134	47,9	22,9	2541	0,16
16	143	246380	2,15	156830	63,7	24,9	3900	0,17
17	136	231840	2,05	178261	76,9	20,5	3658	0,15
18	135	244650	1,95	154025	63,0	25,9	3984	0,19
19	135	290530	2,07	125264	43,1	24,3	3049	0,18
20	132	290530	2,26	110674	38,1	21,7	2404	0,16
Rerata	135	255451	2,18	137299	54	23,1	3147	0,17

Tabel 22.2. Data hasil panen udang vaname

No.	Umur (hari)	Jumlah tebar (ekor)	FCR	Populasi akhir (ekor)	SR (%)	Berat rata-rata (gr)	Hasil panen (kg)	ADG (gr/hari)
1	122	514.020	1,31	561.530	109	18,1	10.156	0,15
2	124	514.020	1,38	483.681	94	19,5	9.412	0,16
3	124	534.360	1,49	441.922	83	16,8	7.427	0,14
4	127	534.360	1,45	443.803	83	17,1	7.592	0,13
5	134	524.480	1,48	455.315	87	17,0	7.743	0,13
6	127	524.480	1,47	486.695	93	16,4	7.986	0,13
7	123	471.900	1,46	373.507	79	17,8	6.662	0,15
8	127	524.480	1,58	466.740	89	16,0	7.472	0,13
9	129	537.300	1,51	545.311	101	15,7	8.549	0,12
10	130	564.020	1,63	510.457	91	17,2	8.797	0,13
11	119	526.400	1,33	397.742	76	17,7	7.029	0,15
12	128	526.400	1,43	413.656	79	18,8	7.797	0,15
13	117	526.400	1,77	407.221	77	15,2	6.178	0,13
14	125	526.400	1,54	354.962	67	17,9	6.337	0,14
15	117	519.820	1,42	404.406	78	16,8	6.774	0,14
16	119	472.440	1,51	377.644	80	17,1	6.462	0,14
17	121	468.520	1,46	350.613	75	18,8	6.592	0,16
18	123	520.080	1,34	425.289	82	20,6	8.749	0,17
19	119	482.300	1,27	343.886	71	18,2	6.260	0,15
20	120	468.520	1,32	317.869	68	19,1	6.084	0,16
Rerata	124	514.035	1,46	428.112	83	17,6	7.503	0,14

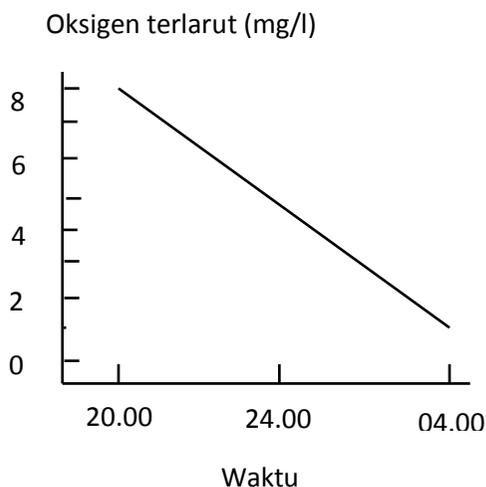
BAB 23

PERMASALAHAN BUDIDAYA UDANG

Dalam proses budidaya udang, selain penyakit udang, banyak permasalahan yang muncul berkaitan dengan interaksi yang ada dalam ekosistem kolam, baik dari faktor fisika, kimia dan biologi air. Permasalahan tersebut jika tidak ditangani dengan segera dapat menyebabkan kegagalan dalam budidaya udang. Dalam bab terakhir ini akan dibahas mengenai beberapa kasus yang sering terjadi dalam budidaya udang.

23.1. *Lodos (Low Dissolved Oxygen Syndrome)*

Konsentrasi oksigen terlarut yang kritis ($< 3\text{ppm}$) di kolam biasanya berkaitan dengan kondisi buruk variabel kualitas lainnya seperti kepadatan plankton, konsentrasi CO_2 yang tinggi, dan akumulasi bahan organik. Kondisi seperti ini disebut dengan *low dissolved oxygen syndrome (Lodos)* atau gejala kadar oksigen terlarut yang rendah. Beberapa penyebab Lodos antara lain : kematian Plankton (*Die Off*), *blooming* plankton, cuaca berawan, *overturms* atau pembalikan air di kolam, dan dekomposisi bahan organik. Oksigen terlarut dalam kolam pada siang hari dapat tercukupi dari fotosintesis fitoplankton, namun pada malam hari karena tidak ada sinar matahari, fitoplankton tidak dapat memproduksi oksigen terlarut sehingga suplainya terhenti. Semua organisme dalam kolam baik ikan, bakteri maupun fitoplankton sendiri membutuhkan oksigen terlarut untuk respirasi. Oksigen yang tersedia di kolam ikan berasal dari “simpanan” oksigen yang diproduksi oleh fitoplankton pada siang hari, akibatnya oksigen terlarut akan mengalami penurunan pada malam (Gambar 23.1).

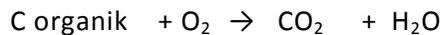


Gambar 23.1. Kandungan oksigen terlarut di tambak (Boyd, 1990)

23.2. Sedimentasi

Sedimentasi dalam kolam budidaya dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain: erosi dari tanggul, partikel tersuspensi yang dibawa oleh air, tumbuhan dan ikan yang mati, dan kotoran ikan serta sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan. Sedimen mempunyai efek negatif, antara lain mengurangi volume kolam, sumber senyawa beracun, meningkatkan kebutuhan oksigen (*oxygen demand*), dan mempengaruhi kualitas air dan produktivitas kolam (Boyd, 1995, Davis *et al.*, 2006). Kondisi anaerobik di dasar kolam dapat menyebabkan munculnya senyawa beracun seperti NH_3 , NO_2 , dan H_2S (Boyd *et al.*, 2002). Oksidasi H_2S membutuhkan banyak oksigen terlarut yang dapat memperburuk kondisi dasar kolam. Sedimentasi dapat diminimalisir dengan kontrol pakan dan pengecekan dasar kolam dan pembuangan secara rutin serta aplikasi bakteri pengurai.

Bakteri heterotrof sangat berperan dalam proses penguraian bahan organik dalam kolam ikan. Dekomposisi bahan organik tersebut membutuhkan oksigen terlarut melalui respirasi bakteri. Kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan organik dapat dihitung berdasarkan kandungan karbon organik sedimen dan reaksi respirasi bakteri (Boyd, 1990). Misalkan 50 kg bahan organik mengandung 40% karbon yang akan diuraikan, maka dalam bahan organik tersebut mengandung : $50\text{kg} \times 40\% = 20 \text{ kg}$ karbon. Reaksi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut (Boyd, 1990) :



- 20 kg C organik dalam 50 kg bahan organik tersebut akan menghasilkan 20 kg C dalam CO_2 .
- $\text{CO}_2 : \text{C} = 44 : 12$ (BM $\text{CO}_2 = 44$, BA C = 12)
 $\quad \quad \quad \downarrow$
 $\quad \quad \quad 20$
- CO_2 yang terbentuk = $20 \times 44/12 = 73,33 \text{ kg}$
- Kebutuhan oksigen :

$$\begin{array}{rcl} & \times & 73,33 \text{ kg} \\ \text{C} + \text{O}_2 & \rightarrow & \text{CO}_2 \\ & 32 & 44 \\ \times & = & 73,35 \times 32/44 \\ & = & 53,33 \text{ kg oksigen} \end{array}$$

Jadi bakteri membutuhkan 53,33 kg oksigen untuk menguraikan 50 kg bahan organik yang mengandung 40% karbon. Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap 1 kg C organik membutuhkan 2,67 kg oksigen untuk menghasilkan karbondioksida.

Selain dekomposisi oleh bakteri, sedimen berupa bahan organik maupun anorganik dapat diatasi dengan melakukan penyiponan secara rutin dan pembuangan bersama air melalui saluran tengah kolam (*central drain*).

23.3. Blooming fitoplankton

Fenomena yang sering terjadi dalam kolam ikan/udang dan menjadi masalah yang serius adalah *blooming* fitoplankton. Budidaya ikan/udang dengan sistem semi intensif dan intensif menimbulkan efek negatif berupa limbah organik dan anorganik yang mengendap di dasar kolam ataupun terlarut dalam air. Kandungan protein yang tinggi pada pakan (>30%) menghasilkan amonia dalam jumlah yang besar. Tingginya kandungan amonia ini akan memicu pertumbuhan fitoplankton diluar kendali (*blooming*). Menurut *World Health Organization* (WHO), fitoplankton dianggap *blooming* bila kepadatannya mencapai 100.000 sel/ml, jika diukur kecerahan air dengan menggunakan *secchi disk* kurang dari 30 cm (Stone and Daniels, 2014). Kecerahan kurang dari 20 cm mengindikasikan kepadatan fitoplankton sudah mencapai tingkatan yang berbahaya bagi ikan.

Blooming fitoplankton menyebabkan kandungan oksigen terlarut perairan menjadi tinggi melebihi saturasi pada waktu siang hari (Brunson *et al.*, 1994). Oksigen terlarut yang dihasilkan oleh fitoplankton melalui proses fotosintesis akan dimanfaatkan kembali oleh semua organisme dalam kolam seperti ikan, bakteri, zooplankton, maupun fitoplankton melalui proses respirasi. Semakin padat populasi fitoplankton semakin besar pula oksigen yang digunakan untuk proses respirasi pada malam hari sehingga akan mengakibatkan penurunan oksigen secara drastis (*depletion*) terutama pada dini hari. Penurunan kandungan oksigen terlarut dalam kolam yang diikuti dengan meningkatnya kandungan karbondioksida sebagai akibat dari hasil akhir respirasi menyebabkan ikan mengalami stres bahkan dapat menimbulkan kematian. Menurut Brunson *et al.* (1999), selain menyebabkan penurunan oksigen secara drastis pada dini hari, *Blooming* fitoplankton juga dapat menyebabkan kenaikan pH pada siang hari yang memicu meningkatnya konsentrasi NH₃. *Blooming* fitoplankton juga mendorong munculnya kematian masal *die off* yang membahayakan ikan.

Pertumbuhan fitoplankton dipengaruhi oleh suhu air, cahaya matahari, pH, kecerahan, dan konsentrasi nutrien (Boyd, 2007). Pencegahan terhadap *blooming* fitoplankton ini dapat dilakukan dengan beberapa tindakan, antara lain :

- Mengurangi input pakan (*feeding rate*) baik dengan menurunkan kepadatan penebaran, memperbaiki manajemen pakan, maupun penggunaan pakan yang berkualitas. Hal ini bertujuan untuk mengurangi limbah baik karena sisa pakan maupun feses ikan yang banyak mengandung amonia.

- Menggunakan filter biologi untuk menyerap amonia yang dihasilkan, baik dengan menggunakan bakteri nitrifikasi dan tanaman air maupun dengan menggunakan pemangsa fitoplankton seperti ikan nila dan kerang hijau.
- Aplikasi molase atau sumber karbon lainnya untuk merangsang pertumbuhan bakteri heterotrof dengan menggunakan amonia sebagai sumber nitrogen anorganik untuk membentuk protein pada bakteri.
- Menggunakan “*shading*” untuk mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam kolam, seperti fermentasi saponin.
- Penggantian air secara rutin untuk menjaga kecerahan air sekitar 30-60 cm.

23.4. Die Off Fitoplankton

Die off fitoplankton adalah kematian secara masal fitoplankton yang terjadi dalam kolam budidaya ikan/udang. *Die off* diawali dengan kepadatan fitoplankton yang tinggi kemudian diikuti dengan kematian secara masal. *Die off* ditandai dengan adanya perubahan warna air dari hijau tua/ pekat menjadi hijau muda atau coklat muda dan penurunan tingkat kekeruhan dan oksigen terlarut. Fenomena ini sangat berbahaya bagi ikan, terlebih bagi udang yang sangat sensitif terhadap oksigen rendah. Dalam kondisi normal, sel fitoplankton yang mati akan diuraikan oleh bakteri dan mengalami mineralisasi. Nutrien yang dihasilkan akan digunakan kembali oleh fitoplankton atau bakteri. Namun ketika terjadi blooming dan mengalami kematian masal, algae yang masih hidup dan bakteri mengalami stres lingkungan sehingga tidak dapat memanfaatkan nutrien tersebut. Kondisi ini akan memperburuk kualitas air dengan meningkatnya kandungan amonia dan penurunan oksigen terlarut (Brunson *et al.*, 1994) yang dapat menyebabkan kematian ikan.

Penyebab *die off* fitoplankton dalam ekosistem kolam sangat kompleks karena keterkaitannya dengan beberapa variabel kualitas air lainnya baik fisika maupun kimia. Ada beberapa dugaan yang menyebabkan munculnya *die off* fitoplankton dalam kolam ikan antara lain : keterbatasan nutrien terutama nutrien primer seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, tidak adanya regenerasi fitoplankton, dan oksigen terlarut rendah. Keterbatasan nutrien primer terjadi ketika fitoplankton blooming (kekeruhan fitoplankton <20cm). Kebutuhan nutrien semakin tinggi dengan meningkatnya kepadatan fitoplankton sementara input nutrien baik dari pakan dan pupuk tidak mencukupi sehingga menimbulkan kematian fitoplankton secara masal.

Keterbatasan oksigen terlarut pada malam hari akibat blooming fitoplankton mengakibatkan persaingan organisme dalam kolam untuk memperoleh oksigen. Fitoplankton akan mengalami kekurangan oksigen terlarut untuk respirasi yang dapat menyebabkan kematian fitoplankton.

Regenerasi fitoplankton yang lambat terjadi akibat keterbatasan nutrisi dan guncangan kualitas air lainnya seperti suhu dan salinitas.

Beberapa metode untuk mencegah *die off* fitoplankton yang dapat diaplikasikan dalam kolam ikan antara lain menjaga kepadatan plankton (30-60 cm), ganti air (*water exchange*) secara rutin, aerasi untuk menjaga kandungan oksigen terlarut >4 mg/l dan menghindari stratifikasi kualitas air, dan pemupukan baik nitrogen maupun fosfor.

23.5 Harmful Algal Blooms

Fitoplankton berperan penting dalam mendukung kesuburan kolam ikan. Fitoplankton merupakan pakan alami baik bagi zooplankton maupun ikan secara langsung terutama pada fase larva/ikan kecil meskipun pada budidaya dengan sistem intensif yang mengandalkan pakan buatan. Namun demikian tidak semua jenis fitoplankton bermanfaat dalam budidaya ikan/udang bahkan ada yang merugikan. Fenomena berkembangnya fitoplankton yang merugikan yang dapat menyebabkan keracunan pada ikan disebut dengan *harmful algal blooms* (HABs). Alga tersebut menyebabkan masalah yang serius pada budidaya ikan/udang karena dapat menimbulkan *off flavor*, mempengaruhi kualitas air, serta beracun bagi ikan/udang (Rodgers., 2008). Beberapa jenis fitoplankton yang berbahaya bagi ikan dan sering muncul dalam kolam ikan adalah *Blue green algae*, *euglena*, dan Dinoflagellata.

Blue Green Algae

Blue green algae (BGA) atau disebut juga dengan Cyanobacteria jika mendominasi perairan akan menyebabkan terjadinya fluktuasi oksigen terlarut dan menghasilkan senyawa beracun serta menimbulkan penyimpangan bau dan rasa pada ikan/udang (*off flavor*). *Off flavor* tersebut disebabkan oleh geosmin dan methylisoborneol (MIB) yang disintesis oleh *blue green algae* (Boyd, 1990, Brunson *et al.*, 1994). Beberapa jenis *blue green algae* tersebut antara lain : *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Microcystis*, *Lyngbia*, dan *aphanizomenom*. Beberapa *blue green algae* juga mampu memproduksi senyawa beracun yang dapat membunuh ikan dan udang seperti *Anabaena* dan *Microcystis* (Rodgers, 2008).

Blue green algae sering naik ke permukaan dan membentuk busa, mampu menyerap panas sehingga suhu permukaan air meningkat serta menutupi permukaan air. Bagian atas berwarna mengkilat dan bagian bawah permukaan air bening (Gambar 23.2), terjadi stratifikasi oksigen terlarut, serta mudah mengalami kematian masal (*die off*) bila terjadi *blooming*. *Blue green algae* mampu mengeluarkan senyawa (*allelochemicals*) yang dapat menghambat pertumbuhan fitoplankton jenis lainnya sehingga sering mendominasi perairan (Rodgers, 2008). *Blue green algae* mampu mengikat nitrogen langsung dari udara sehingga mampu berkembang di perairan yang miskin nitrogen.

Faktor-faktor yang mendorong pertumbuhan *blue green algae* antara lain salinitas (Sunda *et al.*, 2006), konsentrasi nutrisi (rasio N:P), dan pH tinggi (Boyd, 2009). *Blue green algae* tumbuh baik pada perairan dengan salinitas

rendah, dibawah 10 ppt. Rasio N:P rendah (<10) *blue green algae* masih bisa tumbuh dengan baik, sementara diatom dan Chlorophyta terhambat. Nilai pH lebih dari 8,3 akan mendorong pertumbuhan *blue green algae* karena alga tersebut lebih toleran pada kondisi bahan organik rendah dan konsentrasi karbondioksida rendah. Kolam ikan dengan input pakan yang tinggi dan kandungan karbondioksida rendah merupakan ekosistem yang cocok bagi *blue green algae* (Boyd, 2009)

Beberapa metode telah digunakan untuk mengatasi *bloomimg blue green algae*. Beberapa algasida seperti Cupri sulfat (CuSO₄), simazine, dan potasium ricinoleate. Cuprisulfat dengan konsentrasi 2,0 mg/l mampu membunuh 53% *blue green algae* (Boyd, 1990). Namun penggunaan bahan-bahan kimia tersebut menyebabkan penurunan oksigen terlarut dan menimbulkan stres bagi ikan (Rodgers, 2008). Disamping itu penggunaan bahan kimia hanya bertahan beberapa minggu kemudian muncul lagi karena kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan fitoplankton tersebut (Brunson *et al.*, 1994). Penggunaan molase untuk meningkatkan aktivitas bakteri disarankan oleh Boyd (1990) dan Avnimelech (2009). Aktivitas bakteri heterotrof dapat meingkatkan kandungan karbondioksida naik sehingga pH turun yang dapat menghambat pertumbuhan *blue green algae* (Brunson *et al.*, 1994). Rodgers (2008) menyarankan treatmen tanpa bahan kimia, yaitu (1) pencampuran air dan aerasi, (2) meningkatkan volume pergantian air, dan (3) mengurangi input nutrisi ke dalam kolam.



Gambar 23.2. *Blue green algae*

Dinoflagellata

Dinoflagellata berukuran antara 7 μ sampai 2 mm, mempunyai dua flagel, hidup di air laut, payau dan tawar. *Noctiluca* merupakan jenis

dinoflagellata yang berukuran paling besar. Beberapa spesies mampu menghasilkan cahaya (*bioluminescence*) dan neurotoxin. Pada waktu gelap, dinoflagellata mengeluarkan cahaya biru cerah (*luminescence*) sebagai reaksi adanya gerakan dalam air. Mekanisme ini dipengaruhi oleh aktivitas enzim (*luciferases*) atas *luminescent (luciferins)* dan membutuhkan oksigen (Behera, 2014). Jika terjadi *blooming* dapat menyebabkan warna air menjadi merah atau sering disebut dengan *red tide* (pasang merah). Beberapa jenis dinoflagellata yang berbahaya antara lain *Gonyaulax polygramma* menyebabkan penurunan oksigen, *Dinophysis acuta* menyebabkan *diarrhetic shellfish poisoning (DSP)*, *Alexandrium acatenella* menyebabkan *paralytic shellfish poisoning (PSP)*, dan *Gymnodinium mikimotoi* menyebabkan kerusakan insang pada ikan/udang.

Blooming dinoflagellata dapat menyebabkan kerusakan pada udang karena toksin yang dikeluarkan. Ikan mengalami kematian karena sel alga tersebut terperangkap dalam insang sehingga mengganggu proses respirasi. Oksigen terlaup dalam perairan akan mengalami penurunan yang dapat meningkatkan konsentrasi senyawa beracun seperti amoniak dan H₂S. Fluktuasi pH meningkatkan patogen dalam kolam sehingga meningkatkan peluang terjadinya penyakit pada udang.

Prymnesium

Alga lain yang menghasilkan toksin bagi udang adalah *Prymnesium* (Boyd, 2009). *Blooming Prymnesium terutama P. parvum* dapat menyebabkan kematian ikan. *P. parvum* sering disebut dengan alga emas, berukuran sangat kecil (< 10 μ), dan mengandung klorofil *a* dan *c* yang memungkinkan bisa melakukan fotosintesis (Rodgers 2008). *Prymnesium* mampu menghasilkan beberapa toksin, antara lain : *ichthyotoxin* , *cytotoxin*, dan *hemolysin* (Ulitzer, 1973). Hemolysin merupakan protein yang dapat merusak sel darah merah. Ichthyotoxin mempengaruhi insang ikan dalam proses pernapasan dan menyebabkan insang kehilangan *selective permeabilty* sehingga tidak dapat menyaring toksin yang ada di air (Shilo, 1967). *Prymnesium parvum* menyebabkan warna air menjadi kuning coklat dan berbusa jika diaerasi, nafsu makan ikan turun, pertumbuhan terhambat, dan timbul kematian. Penanganan alga ini dapat dilakukan dengan treatment 2-4 mg/l potasium permanganat (Boyd, 2009).

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R. dan U. M. Tang. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. Badan Penerbit Universitas Riau (Unri Press), Pekanbaru. 217 hal
- Anderson, D.P. 1974. *Fish Immunology*. Publications. Inc. Ltd. 218 hal.
- Austin, B. 1999. The effects of pollution on fish health. *Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement*: 2348-2428
- Avault, J. W. 1996. *Fundamental of Aquaculture, A Step by Step Guide to Commercial aquaculture*. AVA Publishing Company Inc. Louisiana, USA.
- Avnimelech, Y. and G. Ritvo. 2003. Shrimp and fish pond soils: processes and management. *Aquaculture*, 220 : 549–567.
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc Technology – A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United State, 182 hal.
- Baloi, M., R. Arantes, R. Schweitzer, C. Magnotti, and L. Vinatea. 2013. Performance of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* raised in biofloc systems with varying levels of light exposure. *Aquacultural Engineering*, 52 : 39–44
- Boyd, C. E. and T. Ahmad. 1987. Evaluation of Aerators for Channel Catfish Farming. *Alabama Agricultural Experiment Station Bulletin No. 584*, Auburn University, Alabama. 52 hal.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Pond for Aquaculture*. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama, USA, 482 hal.
- Boyd, C.E., 1995. *Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture*. Chapman and Hall, New York, New York, 348 hal.
- Boyd, C.E. dan P. Munsiri. 1996. Phosphorus Adsorption Capacity and Availability of Added Phosphorus in Soils from Aquaculture Areas in Thailand. *J. World Aquacult. Soc.*, 27 : 160-167.
- Boyd, C.E., C.J. Clay. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture LTD, A Superintensive Shrimp Aquaculture System. Report prepared under The World Bank, NACA, and FAO Consortium. *Work in progress for Public Discussion*. Published by The Consortium. 17 pages
- Briggs, M., F.F. Smith, R. Subasinghe, and M. Phillips. 2004. Introduction and Movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and The Pacific. *RAP Publication 2004/10*.

- Brunson, M.W., C. G Lutz and R. M. Durborow. 1994. Algae Blooms in Commercial Fish Production *SRAC Publication* No. 466. 4 hal
- Buchholz, A.C. and D.A. Schoeller. 2004. Is a calorie a calorie? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79 : 899S-906S.
- Chamberlin, G. 1988. Rethinking Shrimp Pond Management. Texas Agr. Ext. Ser., Coastal aquaculture Vol 2. 19 pp.
- Cole B.A dan C.E. Boyd. 1986. Feeding rate, Water Quality, and Channel catfish Production in Ponds. *Prog. Fish. Cult.*, 81 : 25-29.
- Colt, J. 1984. Computation of Dissolved Gas Concentration in Water as Funtions of Temperature, Salinity, and Presure. Amer. Fish. Soc. Spec. Pub. No. 14. 154 pp.
- Crab, R., Y. Avnimelech, T. Defoirdt, P.Bossier ,and Verstraete. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*,270 : 1–14
- Davies P.S. 2005. *The Biologlgal Basis of Waste Water Treatment*. Strathkelvin Instrument Ltd. 19 hal.
- Davis D.A., E. Amaya, J. Venero, O. Zelaya and D.B. Rouse. 2006. A Case Study on Feed Management to Improving Production and Economic Returns for The Semi Intensive Pond Production Of *Litopenaeus vannamei*. In Elizabeth L., Marie D.R., Salazar M.T., Lopez M.G.N. (eds.) *Advances en Nutrition Acuicola VIII* , Universiadad Autonoma de Nuevo Leon, Mexico. P 282-302.
- Duraippah, Israngkura A., Sae Hae, S. 2000. Sustainable Shrimp Farming : Estimation of Survival Fuction. *CREED Publicion*, working paper no 31.
- Durborow, R.M., D.M. Crosby, dan M.W. Brunson. 1997. Nitrite in Fish Pond. *SRAC Publication* No. 462. 4 hal.
- Ebeling, J. M., M. B. Timmons, and J.J. Bisogni. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257 : 346–358.
- El Sayyed A.F.M. *Tilapia Culture*. CABI Publishers. Cambridge, M.A. 277 hal.
- Far, H. Z., C. R. B. Saad, H. M. Daud, S. A. Harmin, and S. Shakibazadeh.2009. Effect of *Bacillus subtilis* on the growth and survival rate of shrimp (*Litopenaeus vannamei*. *African Journal of Biotechnology*,8 (14) : 3369-3376.
- Goddard, S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*, Springer, US. 194 hal.

- Guillaume, J.1997. Protein and amino acids In : D. Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds), *Crustacean Nutrition*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, pp. 26-50.
- Gunalan, B,, P. Soundarapandian, T. Anand, A. S. Kotiya, N. T. Simon. 2014. Disease Occurrence in *Litopenaeus vannamei* Shrimp Culture Systems in Different Geographical Regions of India . *International Journal of Aquaculture*, 4 (4) : doi: 10.5376/ija.2014.04.0004
- Hargreaves, J.A. dan C. S. Tucker. 2004. Managing Ammonia in Fish Ponds. *SRAC Publication* No. 4603. 8 hal.
- Hargreaves J.A. 2013. Biofloc Production System for Aquaculture. *Southern Rregional Aquaculture Center Publication*. No. 4503. 12 hal.
- Hasan B.M.A., B. Guha, and S. Datta. 2012. Optimization of Feeding Efficiency for Cost Effective Production of *Penaeus monodon* Fabricius in Semi-Intensive Pond Culture System. *Aquaculture research & development*, 3 (6) : 1-7.
- Holthuis, L.B.1980. FAO species catalogue. Vol.1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish.Synop.*, 125 (I) : 271 hal.
- Howerton, R. 2001. Best Management Practices for Hawaiian Aquaculture. *Centre for Tropical and Subtropical Aquaculture*, Publication No. 148.
- Jackson, C.J. and Wang, Y.G. 1998. Modelling Growth Rate of *Penaeus monodon* Fabricius in Intensive Managed Pond : Effect of Temperature, Pond Age, and Stocking Density.*Aquaculture Research*, 29 :27-36.
- Jayasankar, V., S. Jasmani, T. Nomura, S. Nohara, . D.T. T. Huong, M. N. Wilder.2009. Low Salinity Rearing of the Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*: Acclimation, Survival and Growth of Postlarvae and Juveniles. *JARQ* 43 (4), 345–350. <http://www.jircas>
- Johnson, S.K. 1995. *Handbook of Shrimp Diseases*. 27 hal.
- Kopot, R. and Taw, N. 2002. Efficiency of Pacific White Shrimp, Current Issues in Indonesia. *Global Aquaculture Advocate*. Pp 40-41
- Kureshy N. and D. A.Davis, 2002. Protein Requirement for Maintenance and Maximum Weight Gain for the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 204 : 125-143.
- Masuda, K. dan C.E. Boyd, 1994. Phosphorus fractions in soil and water of quaculture ponds built on clayey Ultisols at Auburn, Alabama. *J. World Aquacult. Soc.*, 25:379–395

- Moriarty D.J.W. 1999. Disease Control in Shrimp Aquaculture with Probiotic Bacteria. *Proceeding of 8th International Symposium on Microbial Ecology*. Bell C.R, Brylinsky M., Johnson-Green P. (Eds) Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada, pp 237-243.
- Motoh, H. 1981. Studies on The Fisheries Biology of The Giant Tiger Prawn, *penaeus monodon* in The Philippines. *Technical report*, No. 7. Tigbauan, Iloilo : SEAFDEC Aquaculture Department. 128 hal.
- Motoh, H. (1985). Biology and ecology of *Penaeus monodon*. In Taki Y., Primavera J. H. and Llobrera J. A. (Eds.). *Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps*, 4-7 December 1984, Iloilo City, Philippines (pp. 27-36). Iloilo City, Philippines: Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.
- Nunes, A.J.P dan Sabry-Neto..2011. Growth performance of The White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Fed on Practical Diets with Increasing Levels of The Antarctic Krill Meal, *Euphausia superba*, Reared in Clear- versus Green-Water Culture Tanks. *Aquaculture Nutrition*. Volume 17, Issue 2, pages e511–e520
- Primavera, J.H. 1991. Intensive Prawn in The Philippines : Ecological, Social and Economic Implication. *Ambio*. 20 : 28-33
- Rosenberry, R. 1989. World Shrimp Farming 1989. *Aquaculture Digest*, CA., 28 hal.
- Saha, S. 2011. Innate Immune Source and Functional Machinery in Decapods of Crustacea. *Indian J. of Fundamental and Appl. Life Sciences*, 1(3) : 311-24
- Samocha, T.M., A. Braga, V. Magalhães, B. Advent and T. C. Morris. 2013. Ongoing Studies Advance Intensive Shrimp Culture In Zero-Exchange Biofloc Raceways. *Global Aquaculture Advocate*. March/April (38-41).
- Shigeno, K. 1978. *Problems in Prawn Culture*. Amerind Publishing Co. New Dehl. 103 pp.
- Solis, N. B. (1988). Biology and ecology. In: *Biology and culture of Penaeus monodon* (pp. 3-36). Tigbauan, Iloilo, Philippines: SEAFDEC Aquaculture Department.
- Soto, M.A., Shervette, V.R., Lotz, J.M. 2001. Transmission of White Spot Syndrome Virus (WSSV) to *Litopenaeus vannamei* from Infected Cephalothorax, Abdomen, or Whole Shrimp Cadaver. *Disease of Aquatic Organisms*, Vol. 45;81-87

- Supono.2010. Analisis keragaan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara pada skala intensif dengan sistem zero water exchange. *Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKSPN Wilayah Barat*. :1126-1129.
- Supono. 2011. Studi perbandingan keragaan udang windu (*Penaeus monodon*) dan udang putih (*Litopenaeus vannamei*) pada tambak semi plastik. *Pena Akuatika*. 3 (1) : 1-8.
- Supono, J. Hutabarat, S.B. Prayitno, dan Y.S. Darmanto. 2014. White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Culture Using Heterotrophic aquaculture System on Nursery Phase. *International Journal of waste Resources* 4 (2) :1000142.
- Venero, J.A., D.A.Davis, dan D.B. Rouse. 2007. Variable feed allowance with constant protein input for the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared under semi-intensive conditions in tanks and ponds. *Aquaculture*, 269 (1) : 490-503.
- Wasielisky, W, Bianchini, A, Sanchez, C.C, dan Poersch, L.H. 2003. The effect of Temperature, Salinity and Nitrogen Products on Food Consumption of Pink Fartantepenaeus paulensis. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 46 : 135-141
- Wyban, J.A, and J.N. Sweeney. 1991. *Intensive shrimp production technology*. The Ocean Institute Honolulu, Hawai. 158 hal.
- Wyban, J.A. 2007. Domestication of Pacific White Shrimp Revolutionizes Aquaculture. *Global Aquaculture Advocate* July/August : 42-44.
- Yeh, S.T., C. C. Li, W.C. Tsui, Y.C. Lin, and J.C. Chen.2010. The protective immunity oh white shrimp *Litopenaeus vannamei* that had been immersed in the hot water extract of *Gracilaria tenuistipitata* and subjected to combined stresses of *Vibrio alginolyticus* injection and temperature change, *Fish & Shellfish Immunology* 29 :271-278
- Zonneveld, N., E.A. Huiman, dan J.H. Boon. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. PT Gramedia Pustaka Utama, 318 hal.

Supono. Lahir di Salatiga, Jawa Tengah pada tanggal 2 Oktober 1970. Setelah tamat SMA, pada tahun 1990 Penulis melanjutkan kuliah di Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Lulus sarjana (S1) tahun 1995, Penulis kemudian bekerja di perusahaan tambak udang PT CP. Bratasena Kabupaten Tulang Bawang, Lampung sebagai teknisi/supervisi *Aquaculture Division* sampai tahun 2004. Selama bekerja di perusahaan tambak udang tersebut Penulis banyak belajar mengenai manajemen kualitas air dan teknik budidaya udang baik udang windu (*Penaeus monodon*) maupun udang putih (*Litopenaeus vannamei*).

Pada tahun 2005, Penulis bekerja sebagai dosen tetap pada program studi Budidaya Perairan Universitas Lampung dan berkesempatan melanjutkan studi S2 sampai S3 pada tahun 2006-2008 dan 2010-2014 pada program studi Manajemen Sumberdaya Pantai (Undip) dengan mengambil konsentrasi Manajemen Budidaya perairan. Mata kuliah yang diampu Penulis antara lain : Manajemen Kualitas Air, Teknologi Produksi Udang, dan Bioteknologi Akuakultur.

Saat ini Penulis banyak melakukan penelitian-penelitian baik dengan teman sejawat atau melibatkan mahasiswa terutama dalam budidaya udang salinitas rendah dan sistem heterorof (biofloc). Penulis saat ini juga sedang mengembangkan budidaya udang salinitas rendah di Kecamatan Pasir sakti Kabupaten Lampung Timur.

TEKNOLOGI PRODUKSI UDANG

Budidaya udang merupakan salah satu kegiatan budidaya yang sangat menguntungkan di wilayah pesisir. Udang merupakan salah satu penghasil devisa terbesar dari sektor perikanan. Introduksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) turut berperan besar dalam meningkatnya produksi udang di Indonesia, Selain pertumbuhan cepat, udang vaname memiliki survival rate yang tinggi, serta benih sudah bisa diperoleh yang SPF (*specific pathogen free*). Berbagai upaya telah dilakukan dalam upaya meningkatkan produksi tambak udang, salah satu yang potensial untuk diterapkan adalah budidaya udang berbasis salinitas rendah. Media dengan salinitas rendah mempunyai keuntungan dapat menekan pertumbuhan patogen (bakteri, virus) yang merupakan penyebab utama kegagalan budidaya udang.

Buku Teknologi Produksi Udang ini berisi tentang produksi udang di Indonesia, biologi udang, limbah budidaya udang, sistem budidaya udang, konstruksi tambak, persiapan tambak, penebaran benih, manajemen pakan, manajemen kualitas air, senyawa toksik dan bahan-bahan kimia yang dapat digunakan dalam budidaya udang. Buku ini juga dilengkapi dengan budidaya udang vaname salinitas rendah yang dilengkapi dengan data penelitian laboratorium maupun tambak percobaan. Pada bagian akhir buku ini disajikan mengenai penerapan sistem biofloc dalam budidaya udang. Buku ini dapat dijadikan rujukan bagi akademisi dan praktisi budidaya udang yang ingin mendalami tentang teknologi budidaya udang.