



REKAYASA AKUAKULTUR

PENULIS :

Alexander Burhani Marda, Iswahyudi, Nur Fajriani Nursida, Muhammad Nur,
Tholibah Mujtahidah, Muhammad Subhan Hamka, Dwi Septiani Putri, Muh. Azril,
Nurfitri Rahim, Rizkan Fahmi, Sri Wahyuni Firman, Tina Purnamasari,
Aldy Mulyadin, Firmansyah Bin Abd Jabbar

REKAYASA AKUAKULTUR

**Alexander Burhani Marda
Iswahyudi
Nur Fajriani Nursida
Muhammad Nur
Tholibah Mujtahidah
Muhammad Subhan Hamka
Dwi Septiani Putri
Muh. Azril
Nurfitri Rahim
Rizkan Fahmi
Sri Wahyuni Firman
Tina Purnamasari
Aldy Mulyadin
Firmansyah Bin Abd Jabbar**



GETPRESS INDONESIA

REKAYASA AKUAKULTUR

Penulis :

Alexander Burhani Marda
Iswahyudi
Nur Fajriani Nursida
Muhammad Nur
Tholibah Mujtahidah
Muhammad Subhan Hamka
Dwi Septiani Putri
Muh. Azril
Nurfitri Rahim
Rizkan Fahmi
Sri Wahyuni Firman
Tina Purnamasari
Aldy Mulyadin
Firmansyah Bin Abd Jabbar

ISBN : 978-623-198-496-8

Editor : Mila Sari, M.Si.

Penyunting: Yuliatr Novita, M.Hum.

Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

Penerbit : CV GETPRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat

website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Juli 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Rekayasa Akuakultur dapat diselesaikan dengan kerjasama tim penulis. Buku ini berisi tentang pengantar rekayasa akuakultur, analisis kesesuaian lahan untuk pengembangan budidaya, pemilihan lokasi, kolam dan aspek pentingnya, klasifikasi kolam, menghitung debit air, volume dan waktu, resirkulasi akuakultur sistem, konstruksi wadah budidaya tambak, keramba jaring tancap, desain dan kontruksi keramba jaring apung, rekayasa lingkungan budidaya terumbu karang dan rumput laut, desain dan kontruksi akuarium, aquascape, sistem akuaponik.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah dipahami.

Padang, Juli 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENGANTAR REKAYASA AKUAKULTUR	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Sistem Akuakultur	2
1.3 Komponen Sistem Akuakultur	4
1.4 Budidaya Ikan di Darat	5
1.5 Pembesaran ikan di laut	10
1.6 Perkembangan akuakultur	13
DAFTAR PUSTAKA	15
BAB 2 ANALISIS KESESUAIAN LAHAN UNTUK PENGEMBANGAN BUDIDAYA	17
2.1 Pendahuluan	17
2.2 Lahan	19
2.2.1 Definisi Lahan	19
2.2.2 Karakteristik dan Kualitas Lahan	19
2.2.3 Evaluasi Lahan	20
2.2.4 Evaluasi Lahan dan Perencanaan Penggunaan Lahan	22
2.2.5 Kesesuaian Lahan	24
2.3 Pengembangan Akuakultur di Wilayah Pesisir	27
2.3.1 Tambak	28
2.3.2 Pemanfaatan Lahan Tambak di Wilayah Pesisir	30
2.4 Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tambak dalam Pengembangan Akuakultur	32
2.4.1 Kriteria Fisik untuk Budidaya Udang Windu dan Udang Vanamei di Tambak	34
2.4.2 Kriteria Fisik untuk Budidaya Udang Windu dan Udang Vanamei di Tambak	36
2.4.3 Kriteria Fisik untuk Budidaya Kerapu di Tambak	41
DAFTAR PUSTAKA	50
BAB 3 PEMILIHAN LOKASI	57
3.1 Pendahuluan	57
3.2. Penentuan Lokasi	57
3.2.1. Aspek Teknis	57
3.2.2. Faktor Non Teknis	66
3.3 Menentukan lokasi menggunakan skoring	68
DAFTAR PUSTAKA	68
BAB 4 KOLAM DAN ASPEK PENTINGNYA	71
4.1 Pendahuluan	71

4.2 Kolam tanah	73
4.2.1 Penilaian kondisi tanah.....	73
4.2.2 Tata letak kolam.....	74
4.2.3 Pematang.....	75
4.2.4 Saluran air masuk (Inlet) dan saluran air keluar (outlet) ...	76
4.3 Kolam semen	77
4.4 Ekologi kolam	79
4.4.1 Plankton pada kolam	80
4.4.2 Bahan organik dan non organik	82
4.4.3 Kualitas air	83
DAFTAR PUSTAKA.....	88
BAB 5 KLASIFIKASI KOLAM	90
5.1 Pendahuluan	90
5.2 Klasifikasi Kolam.....	91
5.2.1 Kolam berdasarkan cara pembuatannya	91
5.2.2 Kolam berdasarkan tipe susunan kolam	91
5.2.3 Kolam berdasarkan tempat asal kolam	92
5.2.4 Kolam berdasarkan tata letak	93
5.2.5 Kolam berdasarkan sumber air	96
5.2.6 Kolam berdasarkan bentuk kolam	97
5.2.7 Kolam berdasarkan jenis.....	98
5.2.7 Kolam berdasarkan fungsi kolam.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	104
BAB 6 MENGHITUNG DEBIT AIR, VOLUME DAN WAKTU	106
6.1 Pendahuluan	106
6.2 Menghitung Debit Air	107
6.2.1 Konversi Satuan Volume dan Satuan Waktu	108
6.2.2 Contoh Soal Menghitung Debit, Volume dan Waktu	109
6.3 Penelitian Terkait Debit Air	112
DAFTAR PUSTAKA.....	115
BAB 7 RESIRKULASI AKUAKULTUR SISTEM	117
7.1 Pendahuluan	117
7.2 Recirculating Aquacultur System (RAS)	118
7.2.1 Komponen RAS	121
7.2.2 Kualitas Air	126
7.2.3 Keuntungan Sistem RAS	128
7.2.4 Aplikasi RAS	129
DAFTAR PUSTAKA.....	130
BAB 8 KONSTRUKSI WADAH BUDIDAYA TAMBAK	133
8.1 Pendahuluan	133
8.2 Tipe Tambak	136
8.2.1 Tambak Ekstensif / Tradisional	137

8.2.2 Tambak Semi - Intensif	138
8.2.3 Intensif.....	139
8.3 Desain Tambak	140
8.3.1 Desain Petakan	141
8.3.2 Desain Pematang	146
8.3.3 Desain Saluran Air.....	149
8.3.4 Pintu Air	154
DAFTAR PUSTAKA.....	157
BAB 9 KERAMBA JARING TANCAP	161
9.1 Pendahuluan	161
9.2 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Keramba Jaring Tancap	163
9.3. Syarat Lokasi Budidaya Keramba Jaring Tancap.....	166
9.3.1. Faktor Biologi	167
9.3.2. Faktor fisika yang mempengaruhi persyaratan lokasi keramba jaring tancap	168
9.4. Desain dan Konstruksi Keramba Jaring tancap.....	170
DAFTAR PUSTAKA.....	175
BAB 10 DESAIN DAN KONTRUKSI KERAMBA JARING APUNG	178
10.1 Pendahuluan	178
10.2 Pengertian dan sejarah singkat KJA di Indonesia	179
10.3 Keunggulan dan kelemahan KJA	181
10.4 Desain dan Kontruksi KJA	182
DAFTAR PUSTAKA.....	189
BAB 11 REKAYASA LINGKUNGAN BUDIDAYA TERUMBU KARANG DAN RUMPUT LAUT	190
11. 1.Pendahuluan	190
11.2 Terumbu Karang	190
11.2.1 Jenis – Jenis Terumbu karang.....	191
11.2.2 Jenis Jenis Teknologi Rekayasa.....	194
11.3 Rumput Laut.....	196
11.3.1 Jenis Jenis Rumput Laut	197
11.3.2 Jenis-Jenis Rekayasa Rumput laut	202
DAFTAR PUSTAKA.....	206
BAB 12 DESAIN DAN KONTRUKSI AKUARIUM	210
12.1 Pendahuluan	210
12.2 Jenis-jenis Akuarium	211
12.2.1 Akuarium rumah	211
12.2.2 Akuarium umum	212
12.3 Bahan dan Kontruksi Akuarium	212
12.4 Ukuran dan volume akuarium	214
12.5 Pembuatan Akuarium	215
12.5.1 Aturan Potongan Kaca Di Area Terbuka.....	216

12.5.2 Siapkan Kaca	217
12.5.3 Oleskan Silikon.....	217
12.6 Desain Akuarium.....	220
12.7 Klasifikasi Akuarium.....	221
12.8 Komponen Akuarium	222
DAFTAR PUSTAKA.....	226
BAB 13 AQUASCAPE.....	227
13.1 Pendahuluan	227
13.2 Desain Aquascape	228
13.2.2 Desain Paludarium	229
13.3 Membuat Aquascape yang Indah	231
13.3.1 Akuarium	231
13.3.2 Pencahayaan	232
13.3.3 Perlengkapan	232
13.3.4 Parameter Kualitas Air	233
13.4 Memilih, Menyiapkan, Dan Memelihara Tanaman Akuarium.....	234
13.5 Bagaimana Memilih Ikan, Udang, dan Siput.....	236
13.6. Pemeliharaan	238
13.6.1. Perawatan Harian	239
13.6.2 Perawatan Mingguan.....	240
DAFTAR PUSTAKA.....	241
BAB 14 SISTEM AKUAPONIK	242
14.1 Pendahuluan	242
14.2.1 Jenis Ikan Akuaponik.....	244
14.2.2 Jenis tanaman akuaponik	247
14.2 Sistem Akuaponik	247
14.3.1 Nutrient Film Technique.....	248
14.3.2 Media based aquaponic system	249
14.3.3 Raft Deep Water Culture	252
14.3 Filter Air	253
14.4 Parameter Kualitas Air	254
DAFTAR PUSTAKA.....	257
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Contoh denah proses pembudidayaan ikan secara intensif di darat	6
Gambar 1.2. Contoh denah proses budidaya pembesaran ikan secara intensif di laut.....	11
Gambar 3.1. Variasi Pasang Surut Tahunan Dan Pembagian Zona Tambak.....	61
Gambar 3.2. Secchi Disk dan metode pengukuran kecerahan.....	63
Gambar 3.3. Pengukuran menggunakan current meter.	64
Gambar 3.3. Oksidasi pyrit	65
Gambar 3.4. Contoh pembagian wilayah zonasi peruntukan perikanan Budidaya dan perikanan tangkap	69
Gambar 5.1 Unit produksi (kolam) bisa terbuka atau tertutup, ditempatkan di darat, zona pasang surut maupun di dalam perairan.....	96
Gambar 5.2 Kolam paralel	97
Gambar 5.3 Kolam seri	97
Gambar 5.4 Kolam radial.....	99
Gambar 7.1. Desain Sistem RAS.....	125
Gambar 7.2. Bioball.....	128
Gambar 7.3. Bio ring.....	128
Gambar 8.1 World Aquaculture Production, 1991-2020.....	140
Gambar 8.2 Tambak Enstensif/ Tradisional.....	144
Gambar 8.3 Tambak Semi-Intensif	145
Gambar 8.4 Tambak Intensif	146
Gambar 8.5 (a) Desain Tambak Ekstensif tampak samping (atas) & tampak atas (bawah); (b) Desain Tambak Semi-Intensif tampak samping (atas) & tampak atas (bawah); dan (c) Desain Tambak Intensif tampak samping (atas) & tampak atas (bawah)	149
Gambar 8.6 IPAL tampak atas dan tampak samping	152
Gambar 8.7 Bagian-bagian Pematang.....	152
Gambar 8.8 Konstruksi Berbagai Jenis-jenis Pematang	153
Gambar 8.9 Kemiringan sisi pematang untuk nilai rasio horisontal dan vertika yang berbeda	155
Gambar 8.10 Saluran terbuka (atas) dan saluran tertutup (bawah).....	156
Gambar 8.11 Pintu Air Sistem Monik.....	161
Gambar 8.12 Pintu Air Sistem Pipa Goyang.....	162
Gambar 8.13 Ketinggian Pintu Air Saat Hujan Deras.....	162
Gambar 9.1. Keramba Jaring Tancap.....	168
Gambar 9.2. Keramba Jaring Tancap pada perairan Laut.....	169
Gambar 9.3. Desain Keramba Jaring Tancap	179
Gambar 9.4. Desain Keramba Jaring Tancap dari samping.....	179

Gambar 9.5. Konstruksi Keramba jarring tancap.....	180
Gambar 10.1. Konstruksi umum Keramba Jaring Apung secara	189
Gambar 10.2. Kelengkapan KJA.....	190
Gambar 10.3. Desain KJA lepas pantai Ocean FarmITS (a) tampak isometri,(b) tampak samping.....	191
Gambar 10.4. Sistem KJA Lepas Pantai tipe Semisubmersible Offshore Aquaculture.....	192
Gambar 10.5. Contoh bahan material jaring (a) nylon,(b) alloy.....	193
Gambar 10.6. Tension leg mooring system aquaculture.....	194
Gambar 10.7. Catenary mooring system aquaculture.....	195
Gambar 10.8. Taut leg mooring system	196
Gambar 11.1 Terumbu Buatan	204
Gambar 11.2 Kolaborasi Terumbu Karang Buatan dan Transplantasi Karang.....	205
Gambar 11.3 <i>Gracilaria verrucosa</i>	207
Gambar 11.4 <i>Euchema spinosum</i>	208
Gambar 11.5 <i>Eucheuma cottoni</i>	208
Gambar 11.6 <i>Ulva lactuca</i>	209
Gambar 11.7 <i>Gelidium sp</i>	210
Gambar 11.8 <i>Sargassum sp</i>	210
Gambar 11.9 <i>Caulerpa sp</i>	211
Gambar 11.10 Metode Rakit Apung.....	212
Gambar 11.11 Metode Lepas dasar	213
Gambar 11.12 Metode Rawai (Longline)	214
Gambar 12.5 Pemotongan Kaca Akuarium	226
Gambar 12.2. Pengolesan Atau Pengstripan Silikon	227
Gambar 12.3 Perekatan Atau Penjagaan Kaca Akuarium.....	228
Gambar 12.4 Akuarium Rumah dengan 4 sisi.....	229
Gambar 12.5 contoh desain akuarium rumah	230
Gambar 12.6 Contoh Akuarium Sebagai Wisata	230
Gambar 13.1 Taman dibawah air (Aquascape)	237
Gambar 13.2 Desain aquascape style dutch	239
Gambar 13.3 Desain aquascape jenis paludarium	240
Gambar 13.4 Desain aquascape style iwagumi	240
Gambar 14.1 Siklus Nitrogen pada sistem akuaponik	256
Gambar 14.2. Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	258
Gambar 14.3. Lele (<i>Clarias sp</i>).....	258
Gambar 14.4 Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	259
Gambar 14.5. Gurami (<i>Osphronemus goramy</i> Lacepède,.....	259
Gambar 14.6 Bawal (<i>Colossoma macropomum</i>)	260
Gambar 14.7 Nutrient Film Technique (NFT)	261
Gambar 14.8 Akar tanaman pada media NFT)	261
Gambar 14.9 Desain Grow Bed Akuaponik	263
Gambar 14.10. Desain Akuaponik Raft System	265

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbedaan sistem akuakultur ekstensif, semi intensif dan intensif pada budidaya udang di tambak	3
Tabel 2.1. Jenis dan kriteria tambak yang ada di Indonesia	29
Tabel 2.2. Teknologi tambak di Indonesia.....	30
Tabel 2.3. Kesesuaian lahan untuk budidaya ikan bandeng di tambak	35
Tabel 2.4. Kesesuaian lahan untuk budidaya udang windu di tambak...	38
Tabel 2.5. Kesesuaian lahan untuk budidaya udang vanamei di tambak.....	40
Tabel 2.6. Matriks kesesuaian lahan untuk budidaya ikan kerapu di tambak.....	44
Tabel 2.7. Kesesuaian lahan untuk budidaya rumput laut di tambak	47
Tabel 3.1. Diameter Fraksi Partikel Tanah.....	59
Tabel 3.2. tekstur tanah yang cocok untuk tambak udang.....	59
Tabel 3.2. kriteria optimum kualitas air untuk Budidaya tambak.....	66
Tabel 6.1 Konversi Satuan Volume dan Waktu	112
Tabel 6.2 Hasil penelitian penerapan debit air dan hubungannya dengan parameter lain	116
Tabel 7.1. Perbandingan Nilai Produksi, Kebutuhan Air dan Penggunaan Lahan Budidaya	124
Tabel 8.1 Potensi Lahan Budidaya dan Tingkat di Indonesia, 2020	141
Tabel 8.2 Karakteristik Sistem Budidaya.....	142
Tabel 8.3 Persyaratan desain dan konstruksi tambak ekstensif, semi-intensif dan tradisional	150
Tabel 8.4 Hubungan antara tinggi, lebar atas, dan lebar bawah pada berbagai rasio kemiringan pematang.....	155
Tabel 8.5 Hubungan antara tinggi, lebar atas, dan lebar bawah pada berbagai rasio kemiringan pematang.....	158
Tabel 9.1. Faktor-faktor Fisika dalam menentuka lokasi keramba jaring tancap pada perairan laut, tawar dan payau.....	175
Tabel 12.1. Beberapa akuarium ukuran yang sudah umum digunakan	224
Tabel 13.1 Ukuran akuarium untuk aquascape	242
Tabel 13.3 Perlengkapan untuk aquascape	243
Tabel 13.4 Parameter kualitas air yang ideal dalam aquascape.....	245
Tabel 13.5 Tanaman Air untuk aquascape	246
Tabel 13.6. Jenis ikan hias untuk aquascape	249
Tabel 13.7. Jenis Udang dan Siput untuk aquascape.....	250
Tabel 14.1 Prosedur praktis Nutrient Film Technique pada akuaponik.....	262
Tabel 14.3 Prosedur Deep water culture pada akuaponik.....	266
Tabel 14.4 Rekomendasi parameter kualitas air untuk akuaponik.....	268

BAB 1

PENGANTAR REKAYASA

AKUAKULTUR

Oleh Alexander Burhani Marda

1.1 Pendahuluan

Akuakultur merupakan suatu cara memelihara biota perairan (*aquatic*) yang sebelumnya merupakan biota berkembang biak secara bebas di alam, menjadi biota yang berkembang biak secara terkontrol dalam satu wadah tertentu. Wadah tersebut dapat berukuran kecil seperti akuarium, maupun dalam ukuran besar seperti keramba jaring apung. Besar kecil suatu wadah budidaya tidak dapat menentukan apakah ikan dapat bertahan untuk tumbuh hingga memasuki masa panen, hal ini dikarenakan setiap spesies yang dipelihara memiliki karakteristik fisiologis maupun morfologis yang berbeda. Tidak hanya fisiologis dan morfologisnya saja yang berbeda, kondisi lingkungan perairan juga turut berdampak pada kehidupan biota akuatik. Biota akuatik yang hidup di perairan tawar tidak mampu hidup di perairan dengan kadar garam yang tinggi, begitupun sebaliknya.

Meski sudah mengetahui hal tersebut, tetap masih ada masyarakat yang ingin memelihara biota akuatik terutama ikan yang jauh dari habitat aslinya. Banyak masyarakat suka akan keindahan ikan karang sehingga membuat akuarium di rumah yang jauh dari laut namun diisi dengan ikan karang, hal ini membutuhkan suatu rekayasa perairan agak kondisi akuarium sesuai dengan kondisi habitat asli ikan karang tersebut. Tidak hanya ikan hias, ada juga ikan konsumsi yang habitatnya di perairan laut yang dibudidayakan di area lereng gunung merapi

Sleman, Yogyakarta dengan menggunakan metode *Recirculating Water System* (RWS) yang mana mengubah air tawar menjadi air laut.

Semakin berkembangnya waktu, saat ini banyak menerapkan akuakultur dengan memanfaatkan lahan sempit, sehingga membuat pembudidaya menyesuaikan media budidaya dengan habitat dari biota akuatik yang dibudidayakan. Penyesuaian media budidaya disebut juga sebagai rekayasa akuakultur yang mana merupakan suatu cara untuk mengubah suatu media budidaya mendekati habitat asli biota akuatik yang dipelihara. Rekayasa budidaya tidak hanya dilakukan dalam skala kecil, namun juga dapat dilakukan dalam skala yang besar, maka sebelum mendalami perihal rekayasa akuakultur, perlu diketahui terlebih dahulu beberapa hal mengenai rekayasa akuakultur.

1.2 Sistem Akuakultur

Akuakultur memiliki perkembangan dari tahun ke tahun yang menjadikan semakin berkembang dan semakin banyak jenis ikan yang dapat dibudidayakan baik di perairan terbuka (*open water system*) maupun perairan tertutup (*closed water system*). Berbagai cara telah dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan dan berbagai teknologi juga telah diterapkan sehingga cara berbudidaya ikan terbagi dalam empat klasifikasi, yaitu "ekstensif", "semi intensif", "intensif" dan "super intensif".

Perbedaan antara empat klasifikasi tersebut menitik beratkan kepada padat tebar biota akuatik yang dibudidayakan, namun selain padat tebar juga ada hal lain yang membedakan disetiap klasifikasi tersebut.

1. Ekstensif (tradisional) merupakan cara budidaya yang paling sederhana dengan padat tebar yang paling rendah

dan tidak ada pemberian pakan buatan. Pada ekstensif ini lebih mengandalkan pakan alami daripada pakan buatan, namun sesekali ada pemberian pakan tambahan. Tidak ada teknologi yang digunakan selama proses budidaya.

2. Intensif merupakan cara budidaya yang lahannya lebih kecil dari ekstensif, jika ukuran lahan sama maka padat tebar pada semi intensif akan lebih padat dari ekstensif. Pakan yang diberikan merupakan campuran dari pakan tambahan dan pakan buatan. Sudah ada teknologi yang masuk dalam budidaya semi intensif.
3. Intensif merupakan cara budidaya dengan padat tebar yang sangat tinggi. Padat tebar lebih tinggi dari semi intensif dan lahan yang lebih kecil dari semi intensif, jika ukuran lahan sama, maka padat tebar lebih tinggi dari semi intensif.

Perbedaan sistem tersebut dalam budidaya udang pada tambak dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Perbedaan sistem akuakultur ekstensif, semi intensif dan intensif pada budidaya udang di tambak.

No	Variabel	Ekstensif*	Semi intensif**	Intensif***
1	Luas petakan (m ²)	10.000	6.000	4.225
2	Padat tebar (ekor/m ²)	5	33	95

* : Putri dkk (2020)

** : Sunarto dan Sadikin (2018)

*** : Utami dkk (2022)

Selain dari tiga sistem tersebut, sekarang telah dilakukan juga sistem ke empat yang disebut sistem super intensif. Sistem super intensif memiliki padat pennebaran yang lebih tinggi dari sistem intensif dengan luas petakan yang sama. Lailiyah dkk (2018) melakukan penelitian pada budidaya udang vaname di PT. Dwi Laut Aquaculture dengan sistem super intensif. Lahan yang

digunakan seluas 400m² dan padat tebar yang digunakan sebanyak 500-1000 ekor/m².

Semakin tinggi padat penebaran yang dilakukan maka semakin tinggi teknologi yang digunakan baik teknologi dalam perairan, teknologi dalam suplai oksigen serta teknologi dalam menjaga kualitas air media budidaya. Semakin tinggi teknologi yang digunakan maka semakin besar biaya yang dibutuhkan untuk budidaya ikan. Semakin tinggi sistem budidaya ikan yang digunakan, maka semakin rapat padat penebaran, namun diharapkan semakin sedikit atau tidak ada pergantian air dikarenakan air yang dimasukkan akan memakan biaya dalam mempersiapkannya. Dalam mengatasi pergantian air maka digunakan metode *recirculating aquaculture system* (RAS) yang mana air pada media budidaya akan diolah terlebih dahulu kemudian air hasil olahan tersebut di kembalikan lagi ke media budidaya yang sama.

1.3 Komponen Sistem Akuakultur

Dalam setiap proses pada sistem akuakultur memiliki berbagai komponen alat maupun pengolahan yang berbeda, namun secara garis besar komponen pada setiap sistem itu sama, hanya berbeda berdasarkan kemampuan dari masing-masing pembudidaya. Beberapa komponen pada sistem akuakultur secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Unit produksi perikanan

Unit produksi merupakan satu kesatuan sarana prasarana dalam menghasilkan/memproduksi usaha perikanan, dimulai dari pemijahan, pembesaran hingga panen.

2. Pengelolaan air

Pengelolaan air merupakan hal penting dan wajib dilakukan. Pengelolaan air dimulai dari air sumber menjadi air baku dan air baku menjadi air budidaya

3. Teknologi tambahan

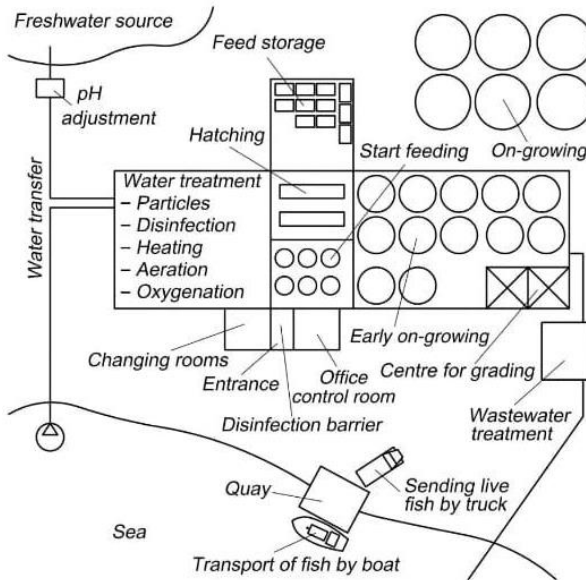
Teknologi tambahan merupakan suatu langkah untuk mempermudah kinerja para pembudidaya, dimana para pembudidaya dapat dengan mudah mengatur dari segi kualitas air, pemberian pakan.

1.4 Budidaya Ikan di Darat

Proses budidaya ikan umumnya dilakukan di daratan, baik itu untuk ikan air tawar (*freshwater*), payau (*brackish water*) maupun laut (*sea water*). Pembudidayaan ikan di darat jauh lebih banyak menggunakan peralatan dibandingkan di laut, hal ini disebabkan pada tahapan budidaya di darat perlu mempersiapkan banyak proses sebelum ikan dimasukkan ke dalam media budidaya berupa kolam tanah, beton, terpal maupun fiber, terutama pada proses budidaya yang dilakukan secara intensif maupun super intensif. Komponen utama yang harus ada pada budidaya intensif atau super intensif sebagai berikut:

1. Saluran dan proses pemasukan air
2. Fasilitas pengelolaan air
3. Peralatan produksi
4. Peralatan pemberian pakan
5. Peralatan untuk memindahkan ikan dan penentuan ukuran (*grading*)
6. Peralatan untuk memindahkan ikan dari kolam
7. Peralatan untuk limbah dan pengelolaan air limbah

8. Instrumen dan sistem monitoring



Gambar 1.1. Contoh denah proses pembudidayaan ikan secara intensif di darat (Lekang, 2020)

1. Saluran dan proses pemasukan air

Setiap lokasi memiliki karakteristik geografis yang berbeda, sehingga cara memperoleh air baku untuk proses budidaya juga berbeda. Apakah sumber air baku berupa air tawar (*fresh water*) seperti air tanah, sungai atau danau atau air laut (*sea water*) dan dipengaruhi juga dengan cara mendapatkannya, apakah dengan cara dipompa atau ada aliran tersendiri. Umumnya aliran air menggunakan pipa untuk mentransfer air ke kolam, namun masih ditemukan juga dengan cara terbuka seperti parit kecil yang dialirkan ke setiap kolam.

2. Fasilitas pengelolaan air

Sebelum air dialirkan ke setiap kolam atau media budidaya, terlebih dahulu diolah untuk mencegah dari hal-hal yang tidak diinginkan seperti bakteri, kotoran berukuran besar/kecil, ikan liar yang berpotensi menjadi hama maupun virus yang menkontaminasi sumber air baku. Pengelolaan air yang dilakukan menggunakan berbagai penyaringan/filter sebagai berikut.

- a. Filter fisik, berfungsi sebagai langkah awal untuk menyaring bahan organik tidak terlarut dari ukuran besar hingga ukuran kecil, sehingga kotoran yang berasal dari air sumber air tertahan dan tidak masuk ke dalam proses pengelolaan air berikutnya.
- b. Filter kimia, berfungsi sebagai langkah awal untuk menghilangkan zat kimia maupun bahan organik terlarut yang tidak baik bagi ikan/udang, sehingga kualitas air semakin baik dari sebelumnya.
- c. Filter biologis, berfungsi sebagai langkah awal untuk mengurai bahan organik terlarut menggunakan bakteri yang menguntungkan pada media budidaya.

Selain dengan sistem filtrasi, perlu diperhatikan juga terkait kandungan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*/DO) pada air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 75 Tahun 2016 untuk budidaya udang secara intensif dan super intensif memiliki kandungan DO >4 mg/L, apabila kandungan DO pada air sumber <4 mg/L maka harus diberikan oksigen tambahan selama proses pengelolaan maupun selama proses pembudidayaan. Begitupun dengan pH, kandungan pH yang baik untuk budidaya udang antara 7,5-8,5. Apabila kandungan pH pada air sumber terlalu rendah atau terlalu tinggi maka dikelola terlebih dahulu sebelum masuk ke media budidaya.

3. Peralatan produksi (*hatchery*)

Peralatan produksi (*hatchery*) berdasarkan jenis biota akuatik yang akan dibudidayakan. *Hatchery* pada ikan akan berbeda dengan *hatchery* pada udang. Semakin besar ukuran ikan menuju tahapan *juvenile* maka kebutuhan *hatchery* akan berbeda. Pada beberapa tempat *hatchery* menggunakan media penetasan dengan sistem *upwelling*, diletakkan di dasar wadah atau menggunakan substrat tertentu sebagai media menempelnya telur. Setelah menetas, ikan dipindahkan ke beberapa wadah pemeliharaan pada fase penyapihan (larva). Umumnya untuk fase larva menggunakan wadah yang lebih kecil dibandingkan pada fase *juvenile* hingga dewasa. Pada fase larva, pemeliharaan harus dilakukan di tempat tertutup (beratap) untuk mencegah masuknya kotoran ataupun air hujan, karena fase larva merupakan fase kritis dalam pemeliharaan, sedangkan fase pembesaran dapat dilakukan di ruangan terbuka.

4. Peralatan pemberian pakan

Sebagaimana yang diketahui bahwasannya pakan merupakan faktor terbesar dalam kegiatan budidaya, maka akan lebih baik jika menggunakan peralatan khusus untuk pemberian pakan. Alat pemberian pakan secara otomatis sudah banyak dijual dipasaran dan banyak juga yang sudah menggunakan. Alat pemberian pakan hanya digunakan untuk pakan yang kering (pelet). Kelebihan dari penggunaan alat pemberian pakan secara otomatis diantaranya, dapat menghemat biaya tenaga kerja, dapat dilakukan pengaturan waktu tertentu pemberian pakan dan dapat diatur secara tepat jumlah pakan yang diberikan.

5. Peralatan untuk memindahkan ikan dan penentuan ukuran (*grading*)

Pertumbuhan ikan merupakan hal utama yang diinginkan, terutama apabila pertumbuhan tersebut seragam antara satu dengan yang lainnya. Keceragaman ukuran ikan akan berpengaruh terhadap konsumsi pakan, dimana ikan yang lebih besar akan mendominasi konsumsi pakan dibandingkan ikan yang lebih kecil, sehingga perlu dilakukan pemisahan ikan berdasarkan besar kecil ukuran ikan (*grading*). Pemisahan dan pengelompokkan berdasarkan ukuran ikan akan mengurangi efek kanibalisme pada beberapa jenis ikan.

6. Peralatan untuk memindahkan ikan dari kolam

Ketika ikan pada fase juvenile, ikan akan dipindahkan ke kolam pembesaran. Proses perpindahan mewajibkan kondisi ikan yang harus hidup sampai ke media pembesaran, sehingga dibutuhkan alat transportasi yang dapat menampung ikan dan air secara bersamaan. Alat transportasi yang umum digunakan berupa truk khusus yang dapat menampung air atau kapal. Proses perpindahan harus berlangsung cepat dan tidak menimbulkan stress berkepanjangan pada ikan.

7. Peralatan untuk limbah dan pengelolaan air limbah

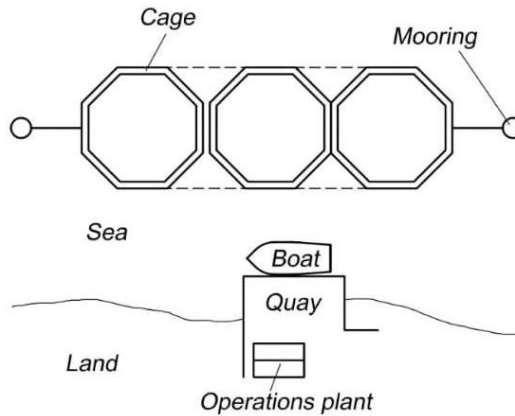
Limbah merupakan faktor penting yang harus dikelola agar tidak berdampak buruk bagi lingkungan sekitar. Dalam mengantisipasi limbah tersebut maka harus dilakukan pengolahan air dari kolam terlebih dahulu sebelum dikeluarkan ke perairan umum. Pengolahan air limbah tersebut dapat berupa pengendapan sedimentasi maupun pemberian aerasi. Proses pengolahan air limbah secara instalasi pengolahan disebut dengan instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

8. Instrumen dan sistem monitoring

Sistem monitoring sangat penting dilakukan dan harus didukung dengan instrumen yang bagus. Monitoring tidak hanya dilakukan pada media budidaya (air) tapi juga pada pakan, penyakit ikan dan pertumbuhan berat dan panjang ikan. Semakin baik dalam memonitor perkembangan proses budidaya ikan, maka akan menghasilkan produksi ikan dan udang yang optimal.

1.5 Pembesaran ikan di laut

Secara harfiah, proses budidaya ikan di laut membutuhkan lebih sedikit peralatan dibandingkan dengan diperairan darat yang dapat dilihat pada Gambar 1.2. Hal ini juga berlaku apabila melakukan kegiatan budidaya di perairan sungai atau danau yang kondisi perairannya mengalir atau tergenang. Sedikitnya komponen yang dibutuhkan pada budidaya ikan dilaut salah satunya dikarenakan, pembudidaya tidak memikirkan bagaimana cara mengolah air masuk, air keluar dan kandungan oksigen. Pada perairan laut, air akan terus menerus berganti karena adanya arus yang bergerak setiap waktu, sehingga kualitas air akan selalu terjaga. Pergerakan arus air menghasilkan riak pada permukaan dan juga adanya hantaman pada sisi keramba akan menghasilkan DO yang banyak, sehingga ikan yang dibudidayakan di laut selalu terpenuhi akan kandungan oksigen terlarutnya. Gambaran denah budidaya pembesaran ikan di laut terlihat lebih simpel dan lebih sedikit peralatan, komponen serta kelengkapan



Gambar 1.2. Contoh denah proses budidaya pembesaran ikan secara intensif di laut, (Lekang, 2020)

Komponen-komponen yang dibutuhkan pada budidaya ikan di laut berdasarkan Lekang (2020), sebagai berikut:

1. Unit produksi

Unit produksi budidaya ikan di laut menggunakan sistem keramba jaring apung (KJA) yang juga ditambahkan atau di berikan pemberat agar KJA tidak bergerak terbawa oleh arus laut merupakan cara budidaya yang banyak digunakan di perairan laut. Bentuk dan bahan setiap KJA juga berbeda-beda disetiap daerah. KJA umumnya terbuat dari kayu dan beberapa alat pendukung agar KJA bisa mengapung diatas permukaan.

Fungsi utama yang pada KJA tentu saja untuk kegiatan budidaya ikan, hanya saja selain untuk kegiatan budidaya ikan KJA juga harus dapat menahan ombak serta memiliki lampu pada permukaan akan meningkatkan laju pertumbuhan pada ikan.

2. Alat pemberian pakan

Semakin banyak KJA yang dimiliki, maka akan semakin banyak pula jumlah pakan yang harus diberikan setiap harinya. Penggunaan alat pemberian pakan akan mempermudah kinerja karyawan dalam pemberian pakan. Penggunaan alat pemberian pakan secara otomatis juga dapat memberikan pada waktu yang telah ditentukan dengan persentase jumlah pakan yang diinginkan. Para pembudidaya ikan KJA di Indonesia masih minim menggunakan alat otomatis pemberian pakan, hal ini dikarenakan sedikitnya jumlah petakan KJA yang dimiliki serta mahalnnya harga alat pemberian pakan. Dampaknya adalah, karyawan harus mengandalkan tenaga fisiknya untuk memberikan pakan ikan setiap hari.

3. Kapal

Setiap usaha KJA wajib memiliki kapal sebagai sarana untuk berangkat dari darat menuju lokasi KJA yang memiliki jarak yang jauh, serta sebagai saran untuk membawa hasil panen dari KJA ke daratan. KJA dalam skala besar (industri) memanen ikan dan membawa ke darat dengan kondisi ikan yang masih hidup, namun untuk pembudidaya KJA skala kecil ada yang memiliki satu kapal untuk beberapa KJA. Semakin cepat kapal maka akan semakin baik kualitas ikan yang didaratkan di pelabuhan perikanan.

4. Alat untuk membedakan ukuran ikan (grading)

Grading sangat diperlukan pada KJA yang fokus pada pembesaran ikan. Sebagaimana sebelumnya, *grading* dibutuhkan untuk mengelompokkan ikan berdasarkan besar tubuh dari ikan tersebut agar tidak terjadi perebutan pakan dan menghindari terjadinya kanibalisme pada ikan.

5. *Base station*

KJA secara intensif mengartikan bahwa, kegiatan budidaya ikan merupakan kegiatan pembesaran dan sangat diperhatikan setiap prosesnya. Pengamatan tersebut membutuhkan tempat yang disebut sebagai *base station*. *Base station* terdiri dari ruang karantina bagi ikan yang terkena penyakit, ruang penyimpanan pakan, ruang istirahat karyawan, ruang ganti, kamar mandi dan lain sebagainya yang mendukung seluruh kegiatan budidaya di KJA.

1.6 Perkembangan akuakultur

Perkembangan akuakultur dari tahun ke tahun semakin meningkat pesat. Perkembangan ini didasari dari bertambahnya kebutuhan konsumsi masyarakat akan hasil perikanan yang tidak dapat dipenuhi oleh hasil tangkapan maupun akuakultur secara ekstensif/tradisional. Perkembangan akuakultur saat ini tidak hanya seputar teknologi dalam bentuk mesin saja, namun juga cara pemanfaatan tata kolam dan kualitas air.

Tata kolam secara ekstensif berprinsip melebar ke samping dan mendalam ke bawah. Perinsip tersebut akan berdampak terhadap luas wilayah yang dimiliki serta struktur geografis dari lokasi budidaya yang dimiliki. Semakin dalam kolam, maka akan berdampak terhadap cara pembuangan air atau cara pergantian air. Kolam yang kedalamannya lebih rendah dari aliran air berakibat tidak dapat menggunakan buka tutup saluran *output* dari kolam ke aliran air, sehingga memaksa penggunaan pompa untuk menguras air kolam.

Saat ini sudut pandang cara budidaya berubah dari yang ke bawah menjadi ke atas, artinya kolam tidak semakin dalam ke bawah, tapi mendalam ke atas sehingga dapat meningkatkan produksi perikanan yang jauh lebih besar.

Teknologi mesin juga tidak lepas dari berkembangnya kegiatan akuakultur. Industri akuakultur juga semakin meningkatkan teknologi yang dimiliki dengan harapan hasil produksi semakin bertambah. Pemanfaatan sistem otomatis pada beberapa alat budidaya dapat membantu kinerja produksi menjadi lebih baik. Pada tambak udang, penambahan DO tidak hanya menggunakan kincir air, namun sudah menggunakan teknologi *nano bubble*, dimana gelembung udara yang dihasilkan langsung masuk ke dalam badan perairan, gelembung lebih kecil dan jumlah oksigen yang masuk dan terlarut juga semakin besar.

Bertambahnya waktu dan berkembangnya teknologi akan berpengaruh besar terhadap industri akuakultur. Pemanfaatan teknologi, rekayasa lingkungan budidaya, rekayasa media budidaya, peningkatan kualitas air pada bidang akuakultur dan *zero waste* dari hasil kegiatan akuakultur menjadi topik penting dan menarik yang akan dibahas dimasa yang akan datang

DAFTAR PUSTAKA

- Lailiyah, UF., Rahardjo, S., Kristiany, MGE., Mulyono, M. 2018. Produktivitas Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Tambak Superintensif di Pt. Dewi Laut Aquaculture Kabupaten Garut Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 01(01), 1-11. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpt.v1i1.7211>
- Lekang, OI. 2020. *Aquaculture Engineering*. New Jersey: Willey Blackwell.
- Putri, DS., Affandi, MI., Sayekti, WD. 2020. Analisis Kinerja Usaha Dan Risiko Petambak Udang Vaname pada Sistem Tradisional Dan Sistem Semi Intensif di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis*, 08(04), 625-632.
- Sunarto dan Sadikin, A. 2018. Teknik Budidaya Udang Vaname, *Litopenaeus Vannamei* Semi Intensif di Tambak. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 16(01), 25-28. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/btla/article/view/7285>
- Utami, DAS., Ramlanis, AA., Faruq, WEM., Saputra, F., 2022. Padat Tebar Optimum untuk Mendukung Optimasi Kualitas Air dan Produksi Tambak Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuakultura*, 06(01), 52-60. <https://doi.org/10.35308/ja.v6i1.6268>

BAB 2

ANALISIS KESESUAIAN LAHAN UNTUK PENGEMBANGAN BUDIDAYA

Oleh Iswahyudi

2.1 Pendahuluan

Peningkatan permintaan global akan ikan kaya protein, makanan laut, dan produk ikan lainnya telah menyebabkan penangkapan ikan berlebihan di lautan dunia dan menurunnya hasil tangkapan dari perikanan laut. Untuk memenuhi semakin tingginya permintaan tersebut, maka diciptakanlah metode-metode yang memungkinkan untuk membudidayakannya di wilayah pesisir dan darat. Salah satu metode yang dikembangkan adalah akuakultur. Menurut NOAA (2020), akuakultur adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan makanan dan produk komersial lainnya, memulihkan habitat dan mengisi stok liar, dan membangun kembali populasi spesies yang terancam punah. Ada dua jenis utama akuakultur, yaitu air payau dan air tawar. Menurut UU No. 45 tahun 2009 tentang perubahan atas undang-undang No. 31 tahun 2004 tentang perikanan bahwa pembudidayaan ikan adalah kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan/atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah dan/atau mengawetkannya.

Akuakultur telah mencatat peningkatan produksi yang pesat dan menjadi sektor dengan pertumbuhan tercepat dalam industri pangan global, dengan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata 6,9 persen selama tiga dekade terakhir (FAO, 2021). Produksi akuakultur telah meningkat lebih dari enam kali lipat sejak 1990: lebih dari 85 juta ton bernilai 275 miliar dolar AS di seluruh dunia (menurut statistik FAO terbaru untuk tahun 2019), dan sektor akuakultur menjadi semakin penting sebagai sumber pendapatan dan nutrisi (Thilsted et.al., 2016). Separuh dari semua ikan yang dapat dimakan diproduksi di sistem akuakultur dan permintaannya terus meningkat. Akuakultur adalah pemasok protein utama dan memainkan peran penting dalam ketahanan pangan dan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) untuk pertumbuhan populasi dunia hingga 10 miliar orang pada tahun 2050—seperti yang diproyeksikan oleh PBB [Béné, *et. al.*, 2015].

Keberhasilan pengembangan kegiatan akuakultur sangat ditentukan oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, salah satunya adalah pemilihan lahan yang sesuai. Kesesuaian lahan adalah derajat kesesuaian suatu lahan untuk penggunaan khusus, seperti untuk usaha akuakultur di tambak. Kesesuaian lahan analisis tambak perlu dilakukan untuk prinsip pertimbangan dalam keputusan penggunaan lahan yang sesuai. Menurut Rossiter (2007), analisis kesesuaian lahan sangat penting karena lahan memiliki nilai fisik, sosial, ekonomi, dan geografis yang bervariasi berpengaruh terhadap penggunaan lahan. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tambak secara optimal dan untuk mencapai tujuan pengelolaan akuakultur yang berkelanjutan.

2.2 Lahan

2.2.1 Definisi Lahan

Menurut Dent dan Young (1981), lahan adalah bagian daratan dari permukaan bumi sebagai suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah beserta segenap faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaannya seperti iklim, relief, geologi, dan hidrologi yang terbentuk secara alami maupun akibat aktivitas manusia. Menurut Soil Survey Staff (2014), lahan merupakan bagian dari bentang alam yang mencakup pengertian lingkungan fisik, termasuk iklim, topografi, hidrologi, dan bahkan keadaan vegetasi alami yang semuanya secara potensial berpengaruh terhadap penggunaan lahan. Adapun menurut Hardjowigeno (2010) lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi dan vegetasi, dimana faktor-faktor pembentuk tanah sangat mempengaruhi terhadap lahan.

Lahan adalah bagian daratan dari permukaan bumi sebagai lingkungan fisik yang meliputi tanah beserta faktor yang mempengaruhi penggunaannya seperti iklim relief/topografi, aspek geologi dan hidrologi yang dimanfaatkan manusia untuk berbagai keperluan. Dalam pertanian, lahan merupakan suatu bentang tanah yang dimanfaatkan dan merupakan modal dasar dalam kegiatan budidaya (Budiyanto, 2014).

2.2.2 Karakteristik dan Kualitas Lahan

Hardjowigeno dan Widiatmaka (2007) menyatakan bahwa, karakteristik lahan mencakup faktor-faktor lahan yang dapat diukur atau ditaksir besarnya seperti lereng, curah hujan, tekstur tanah, air tersedia dan sebagainya. Satu jenis karakteristik lahan dapat berpengaruh terhadap lebih dari satu jenis kualitas lahan. Kualitas lahan adalah sifat-sifat lahan yang tidak dapat diukur langsung karena merupakan interaksi dari

beberapa karakteristik lahan yang mempunyai pengaruh nyata terhadap kesesuaian lahan untuk beberapa karakteristik lahan.

Baja (2012) menyatakan bahwa, untuk kepentingan evaluasi lahan dalam perencanaan tata guna lahan, kualitas lahan dibedakan dari karakteristik lahan/tanah. Kesesuaian lahan terhadap penggunaan tertentu berhubungan erat dengan kualitas lahan, tempat dimana jenis penggunaan tersebut akan diusahakan. Kebanyakan kualitas lahan tidak dapat diukur secara langsung, sehingga diperlukan data tentang karakteristik lahan yang berhubungan. Dengan demikian, untuk mengevaluasi potensi lahan terhadap jenis penggunaan tertentu diperlukan: karakteristik yang dapat diobservasi secara langsung di lapangan atau dianalisis di laboratorium; dan kualitas lahan yang dapat diinterpretasi dari karakteristik yang diobservasi atau dianalisis. Karakteristik lahan yang erat kaitannya untuk keperluan evaluasi lahan dapat dikelompokkan ke dalam 3 faktor utama, yaitu topografi, tanah dan iklim.

2.2.3 Evaluasi Lahan

Evaluasi lahan merupakan proses penilaian potensi suatu lahan untuk penggunaan-penggunaan tertentu. Hasil evaluasi lahan digambarkan dalam bentuk peta sebagai dasar untuk perencanaan tataguna lahan yang rasional, sehingga tanah dapat digunakan secara optimal dan lestari. Evaluasi lahan merupakan bagian dari proses tataguna lahan. Inti evaluasi lahan adalah membandingkan persyaratan yang diminta oleh tipe penggunaan lahan yang akan diterapkan, dengan sifat atau kualitas lahan yang dimiliki oleh lahan yang akan digunakan. Dengan demikian akan diketahui potensi lahan atau kelas kesesuaian/kemampuan lahan untuk tipe penggunaan lahan tersebut (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007).

Beberapa sistem evaluasi lahan yang telah banyak dikembangkan dengan menggunakan berbagai pendekatan, yaitu ada yang dengan sistem perkalian parameter, penjumlahan, dan sistem *matching* atau mencocokkan antara kualitas dan sifat-sifat lahan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan yang disusun berdasarkan persyaratan tumbuh komoditas pertanian yang berbasis lahan. Sitorus (2004) menyatakan bahwa, fungsi evaluasi sumberdaya lahan adalah memberikan pengertian tentang hubungan-hubungan antara kondisi lahan dan penggunaannya serta memberikan kepada perencana berbagai perbandingan dan alternatif pilihan penggunaan yang dapat diharapkan berhasil. Dengan demikian manfaat mendasar dari evaluasi sumberdaya lahan adalah untuk menilai kesesuaian lahan bagi suatu penggunaan tertentu serta memprediksi konsekuensi-konsekuensi dari perubahan penggunaan lahan yang akan dilakukan.

Sitorus (2004) menyatakan bahwa, secara teoritis, terdapat dua pendekatan dalam evaluasi lahan, yaitu evaluasi lahan secara langsung dan evaluasi lahan tidak langsung. Pada evaluasi lahan secara langsung, penilaian dilakukan secara langsung terhadap pertumbuhan atau produksi tanaman, dimana tanaman yang menghasilkan produksi yang tinggi dideskripsikan sebagai sesuai untuk tanaman dan ketika lahan dimana tanaman tersebut menghasilkan produksi yang rendah, maka dideskripsikan sebagai lahan kurang sesuai.

Dalam pendekatan evaluasi lahan tidak langsung, kesesuaian lahan spesifik untuk penggunaan tanaman tertentu, dideskripsikan menurut kualitas lahan yang berdasarkan pada pengalaman dan data empiris yang telah diketahui sebelumnya. Dalam kasus ini, penilaian kesesuaian lahan memerlukan kriteria kebutuhan lahan untuk penggunaan tertentu, dimana kriteria tersebut ditetapkan berdasarkan pada pengalaman di berbagai tempat lain. Penilaian kemudian dilakukan dengan menggunakan metode pembatasan maksimum, dengan mencocokkan

karakteristik lahan pada lokasi yang sedang dinilai dengan persyaratan penggunaan lahan (De la Rossa dan van Diepen, 2002). Metode ini banyak digunakan secara luas di Indonesia, hal ini karena dapat dilakukan secara cepat (Ritung *et. al.*, 2007).

2.2.4 Evaluasi Lahan dan Perencanaan Penggunaan Lahan

Urutan kegiatan perencanaan penggunaan lahan adalah sebagai berikut :

- 1) Diketahuinya kebutuhan akan perubahan.
- 2) Identifikasi tujuan.
- 3) Memformulasikan usulan, termasuk pilihan penggunaan lahan, dan pengenalan mengenai persyaratannya.
- 4) Pengenalan dan deliniasi berbagai tipe lahan.
- 5) Melakukan perbandingan dan evaluasi dari tiap tipe lahan dari peruntukan berbagai penggunaan
- 6) Melakukan pemilihan yang paling cocok bagi tiap tipe lahan
- 7) Desain proyek - mungkin suatu *Feasibility Study*
- 8) Keputusan untuk implementasi
- 9) Implementasi
- 10) Monitoring dari pekerjaan

Evaluasi lahan memegang peranan utama pada tahap 3, 4, dan 5 dari urutan di atas, dan memberikan sumbangan pada aktivitas lebih lanjut. Jadi, evaluasi lahan didahului dengan dikenalnya *kebutuhan akan perubahan-perubahan pada penggunaan dari lahan yang sedang dilaksanakan*; hal ini mungkin merupakan pengembangan penggunaan produktif yang baru, seperti skema pembangunan pertanian atau pengusahaan hutan tanaman, atau penyediaan pelayanan seperti taman nasional atau daerah rekreasi. Pengenalan kebutuhan akan perubahan sendiri, harus bersumber dari hasil analisis secara teliti, baik analisis ekonomi, sosial, budaya, lingkungan secara nasional dan telah memperhitungkan konsekuensi secara global.

Pengenalan kebutuhan akan perubahan diikuti dengan identifikasi tujuan dari perubahan yang diusulkan dan formulasi usulan umum maupun yang spesifik. Proses evaluasi sendiri mencakup deskripsi sederetan penggunaan lahan yang memberikan harapan (promising), dan penilaian serta perbandingan dari kesemuanya dari tiap tipe lahan dari area yang bersangkutan.

Ini mengarah pada pemberian rekomendasi yang melibatkan satu atau sejumlah macam penggunaan yang lebih dikehendaki. Rekomendasi ini kemudian dapat dipergunakan dalam melaksanakan pengambilan keputusan dari macam penggunaan lahan yang dikehendaki dari berbagai area tertentu. Pada tahap lebih lanjut akan dibutuhkan analisis lebih detil dari penggunaan yang lebih dikehendaki, diikuti, bila keputusan untuk kelanjutannya, dengan implementasi dari pembangunan proyek atau bentuk lain dari perubahan, serta monitoring dari sistem yang dihasilkan.

Prinsip-prinsip tertentu merupakan landasan dari pendekatan dan metoda yang dipergunakan pada evaluasi lahan. Prinsip-prinsip dasar tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Kesesuaian lahan dinilai dan diklasifikasikan untuk penggunaan yang spesifik.
- 2) Evaluasi memerlukan perbandingan keuntungan yang diperoleh dan masukan yang diperlukan bagi penggunaan yang berbeda.
- 3) Diperlukan pendekatan *Multidisiplin*
- 4) Evaluasi dilaksanakan berdasarkan konteks fisik, ekonomi dan sosial yang relevan dengan wilayah yang bersangkutan.
- 5) Kesesuaian dianggap penggunaan atas dasar "keberlanjutan".
- 6) Evaluasi didasarkan perbandingan lebih dari satu cara penggunaan.

2.2.5 Kesesuaian Lahan

Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan suatu bidang lahan untuk penggunaan tertentu. Sebagai contoh lahan sangat sesuai untuk irigasi, lahan cukup sesuai untuk pertanian tanaman tahunan atau pertanian tanaman semusim. Kesesuaian lahan tersebut dapat dinilai untuk kondisi saat ini atau setelah diadakan perbaikan (Djaenudin *et. al.*, 2003).

Evaluasi lahan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan cara kualitatif dan kuantitatif. Evaluasi kualitatif ialah cara menilai kesesuaian lahan dalam mencari alternatif penggunaan secara spesifik dengan tidak mempertimbangkan aspek ekonominya, yang dijelaskan dengan cara kualitatif seperti kesesuaian tinggi, sedang, marginal dan tidak sesuai. Secara umum digunakan untuk survey tingkat tinjau. Klasifikasinya dibagi dalam tingkat order, kelas, subkelas, dan unit dengan tingkat dan jumlah faktor pembatasnya. Evaluasi kuantitatif ialah penetapan kesesuaian lahan secara kuantitatif dengan mempertimbangkan aspek ekonominya, yaitu dari produksi atau keuntungan lain yang diharapkan dari penggunaan lahan tersebut (FAO, 1976).

Penggunaan lahan secara spesifik dari seperangkat spesifikasi teknis pada keadaan fisik, ekonomi, dan sosial tertentu. Hal ini dapat merupakan keadaan sekarang atau keadaan yang akan datang setelah dilakukan perubahan. Penggunaan lahan secara spesifik ini dilakukan dalam evaluasi pada tingkat detil secara kuantitatif. Jenis penggunaan lahan secara spesifik tidak hanya terdiri dari satu atau lebih jenis tanaman pada suatu areal lahan tertentu (FAO, 1976).

Penilaian kesesuaian lahan dapat dilakukan berdasarkan keadaan lahan sekarang atau berdasarkan keadaan lahan setelah dilakukan perbaikan besar-besaran, yang mengubah ciri-ciri

lahan dengan sangat tetap dan cukup tetap hasil pengubahannya. Kesesuaian Lahan aktual merupakan kesesuaian lahan saat dilakukan evaluasi lahan, tanpa ada perbaikan yang berarti dan tingkat pengelolaan yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala atau faktor pembatas yang ada dalam suatu lahan. Dalam evaluasi lahan, kesesuaian lahan aktual yang memiliki kelas kesesuaian yang rendah dapat diperbaiki menjadi kelas kesesuaian yang lebih tinggi (potensial). Namun tidak semua kualitas lahan atau karakteristik lahan dapat diperbaiki dengan teknologi yang ada saat ini atau diperlukan tingkat pengelolaan yang tinggi untuk dapat diperbaiki (Djaenudin *et. al.*, 2003).

Faktor-faktor pembatas dalam evaluasi lahan dibedakan atas faktor pembatas yang bersifat permanen dan non permanen. Faktor pembatas yang bersifat permanen merupakan pembatas yang tidak memungkinkan untuk diperbaiki dan walaupun dapat diperbaiki, secara ekonomis sangat tidak menguntungkan. Faktor pembatas non permanen merupakan pembatas yang mudah diperbaiki dan secara ekonomis masih dapat memberikan keuntungan dengan masukan teknologi yang tepat (Ritung *et. al.*, 2007).

Kesesuaian lahan potensial merupakan kesesuaian terhadap penggunaan lahan yang ditentukan dari satuan lahan dalam keadaan yang akan dicapai, setelah diadakan usaha-usaha perbaikan tertentu yang diperlukan, terhadap faktor-faktor pembatasnya. Jenis usaha perbaikan karakteristik kualitas lahan yang akan dilakukan disesuaikan dengan tingkat pengelolaan yang akan diterapkan. Tingkat pengelolaan rendah melakukan pengelolaan yang dilakukan oleh petani dengan biaya relatif rendah. Tingkat pengelolaan sedang, melakukan pengelolaan pada tingkat petani menengah, memerlukan modal yang cukup besar dan teknik pertanian sedang. Tingkat pengelolaan tinggi, melakukan pengelolaan hanya dapat dilakukan dengan modal yang relatif besar, umumnya dilakukan oleh pemerintah atau perusahaan besar atau menengah (FAO, 1976).

Struktur klasifikasi kesesuaian lahan, menurut kerangka kerja FAO (1976), terdiri atas empat kategori, yaitu:

1. Ordo (Order) : Menunjukkan keadaan kesesuaian secara umum
2. Kelas (Class) : Menunjukkan tingkat kesesuaian dalam ordo
3. Sub-kelas (Sub-class) : Menunjukkan keadaan tingkatan dalam kelas yang didasarkan pada faktor pembatas (constrain) atau macam perbaikan yang diperlukan dalam kelas
3. Satuan (Unit) : Menunjukkan tingkatan dalam sub-kelas yang didasarkan pada perbedaan-perbedaan kecil yang berpengaruh dalam pengelolaannya.

Ordo kesesuaian lahan menurut Kerangka Kerja Evaluasi Lahan FAO (FAO, 1976) dibedakan atas:

1. Ordo S : Sesuai. Lahan yang termasuk dalam ordo ini dapat digunakan untuk penggunaan tertentu secara berlanjut, tanpa atau sedikit risiko kerusakan terhadap sumberdaya lahannya. Dengan kata lain, keuntungan lebih besar dari masukan yang diberikan.
2. Ordo N : Tidak sesuai. Lahan yang termasuk dalam ordo ini mempunyai faktor pembatas sedemikian rupa sehingga mencegah penggunaan secara berlanjut untuk suatu tujuan yang direncanakan.

Penilaian klasifikasi tingkat kesesuaian lahan yang dijadikan sebagai dasar dalam evaluasi kesesuaian lahan untuk budidaya menurut Hardjowigeno dan Widiatmaka (2007) adalah sebagai berikut:

1. Kelas S1: Sangat sesuai. Lahan tidak mempunyai pembatas yang berat untuk penggunaan secara lestari atau hanya mempunyai pembatas tidak berarti dan tidak berpengaruh nyata terhadap produksi serta tidak menyebabkan kenaikan masukan yang diberikan pada

umumnya.

2. Kelas S2 (cukup sesuai). Lahan mempunyai pembatas agak berat untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang harus dilakukan. Pembatas akan mengurangi produktivitas dan keuntungan, serta meningkatkan masukan yang diperlukan.
3. Kelas S3 (sesuai marginal). Lahan mempunyai pembatas yang berat untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang harus dilakukan. Pembatas akan mengurangi produktivitas dan keuntungan. Perlu peningkatan masukan yang diperlukan.
4. Kelas N1 (tidak sesuai saat ini). Lahan mempunyai faktor pembatas yang lebih berat, tapi masih mungkin untuk diatasi, hanya tidak dapat diperbaiki dengan tingkat pengetahuan sekarang ini dengan biaya yang rasional. Faktor-faktor pembatasnya begitu berat sehingga menghalangi keberhasilan penggunaan lahan yang lestari dalam jangka panjang.
5. Kelas N2 (tidak sesuai selamanya). Lahan mempunyai pembatas yang sangat berat, sehingga tidak mungkin digunakan sebagai suatu penggunaan yang lestari.

2.3 Pengembangan Akuakultur di Wilayah Pesisir

Budidaya ikan dan udang di tambak air tawar dan air payau memiliki tradisi panjang di Asia dan telah memberikan kontribusi yang besar dalam produksi akuakultur. Di Asia, akuakultur telah berkembang pesat sejak tahun 1990-an di sepanjang pantai, terutama di Asia Tenggara dan Asia Timur (Akber *et.al.*, 2020), dan menjadi sumber protein utama bagi jutaan orang. Akuakultur telah menjadi industri bernilai miliaran dolar dengan nilai sosio-ekonomi tinggi, menghasilkan pendapatan dan pekerjaan, dan berkontribusi terhadap ketahanan pangan. Namun, perluasan akuakultur di dataran rendah, wilayah pesisir dengan topografi datar juga telah menyebabkan perubahan penggunaan lahan

skala besar dengan berbagai dampak sosial-ekonomi dan lingkungan yang negatif: reklamasi lahan yang sangat besar untuk tambak ikan dan udang, peningkatan penggunaan antibiotik dan pestisida, pencemaran air, hilangnya lahan basah pesisir yang berharga, dan degradasi ekosistem penting (karena peningkatan salinisasi tanah dan air tawar, debit air limbah, dan eutrofikasi perairan pesisir), di antara efek lainnya, dihasilkan dari produksi akuakultur yang berkembang pesat (Ahmed *et.al* 2019).

Selain itu, pakan kaya nutrisi dalam jumlah besar dan obat-obatan diterapkan dalam akuakultur intensif untuk mencapai padat tebar tinggi dan meningkatkan produksi tetapi mereka menyebabkan peningkatan input nutrisi, eutrofikasi, dan polusi air ekosistem pesisir perairan. Konsekuensinya, manajemen akuakultur yang berkelanjutan sangat penting untuk mengurangi jejak ekologis akuakultur Asia yang terus meningkat dan tantangan global untuk ketahanan pangan masa depan (Hua, 2019).

2.3.1 Tambak

Tambak adalah salah satu suatu ekosistem buatan manusia, merupakan lahan dekat pantai yang dibendung dengan pematang-pematang di sekelilingnya sehingga membentuk sebuah kolam berair payau. Anggoro (1983) menyatakan bahwa tambak merupakan suatu ekosistem perairan di wilayah pesisir yang dipengaruhi oleh teknis budidaya, tata guna lahan dan dinamika hidrologi perairan di sekitarnya. Kemudian Murahman (2010), menyatakan bahwa tambak merupakan sumber daya buatan berbentuk petakan tambak berisi air payau yang digunakan untuk memelihara ikan.

Menurut Hardjowigeno dan Widiatmaka (2007) tambak merupakan kolam ikan yang dibuat pada lahan pantai laut dan menggunakan air laut yang bercampur dengan air sungai (air payau) sebagai penggenangnya. Bentuk tambak umumnya persegi panjang yang menyebar dari tepi laut ke wilayah daratan

sejauh 1 – 3 km atau bahkan dapat mencapai 20 km tergantung dari sejauh mana air pasang surut dapat mencapai wilayah daratan. Berdasarkan letak tambak terhadap laut dan muara sungai yang menjadi sumber air untuk tambak, maka tambak dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu: tambak lanyah, tambak biasa dan tambak darat (Tabel 2.1).

Tabel 2.1. Jenis dan kriteria tambak yang ada di Indonesia

No.	Jenis Tambak	Kriteria
1	Tambak lanyah	1. Terletak dekat dengan laut 2. Salinitas rata-rata 30/00 3. Campuran air tawar sangat sedikit
2	Tambak biasa	1. Terletak dibelakang tambak lanyah 2. Salinitas rata-rata 15/00 3. Campuran air laut dan air sungai sangat stabil
3	Tambak darat	1. Terletak jauh dari pantai 2. Salinitas 5 – 10/00 3. Umumnya air berupa air tawar, sehingga rentan di ubah menjadi areal pertanian (sawah)

Sumber : Hardjowigeno dan Widiatmaka (2007)

Menurut Mujiman dan Suyanto (2003), bahwa usaha budidaya tambak di Indonesia sudah menerapkan beberapa teknologi, antara lain teknologi tambak tradisional (ekstensif), teknologi tambak semi intensif, dan teknologi tambak intensif. Adapun rincian teknologi tambak yang diterapkan oleh para petambak di wilayah Indonesia disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Teknologi tambak di Indonesia

Kriteria	Tingkat Sistem Budidaya		
	Tradisional	Semi Intensif	Intensif
Pakan	Alami	Alami dan tambahan	Pakan formula lengkap
Pengelolaan Air	Pasang surut	Pasang surut dan pompa	Pompa dan aerasi
Padat tebar (ekor Ha/musim)	1.000 – 10.000	10.000 – 50.000	100.000 – 500.000
Ukuran petak tambak (Ha)	3 – 20	1 – 5	0,1 – 1,0
Produksi (Ha/tahun)	100 - 500	500 – 1.000	2.000 – 20.000

Sumber : Mujiman dan Suyanto (2003).

2.3.2 Pemanfaatan Lahan Tambak di Wilayah Pesisir

Sistem akuakultur pada tambak air payau merupakan salah satu potensi pemanfaatan lahan di wilayah pesisir. Garis pantai yang begitu panjang di Indonesia sangat tinggi potensinya untuk mengembangkan tambak air payau. Sektor akuakultur di Indonesia telah mengalami pertumbuhan yang luar biasa dalam kontribusinya terhadap pasokan ikan di Indonesia, meningkat dari 10,6% pada tahun 1960 menjadi 40,2% pada tahun 2014, dan tampaknya akan melampaui hasil perikanan tangkap pada

tahun 2026 dalam skenario bisnis seperti biasa (Nhuong *et al.*, 2017).

Inventaris dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (2018), pada tahun 2018 potensi luas areal budidaya perikanan di Indonesia sebesar 5.794.871 Ha, namun yang dimanfaatkan hanya seluas 952.639 Ha (16,43%). Areal budidaya perikanan tersebut terbagi menjadi dua, yaitu areal budidaya air tawar seluas 2.830.540 Ha, termasuk potensi di perairan umum daratan (sungai dan danau), dengan tingkat pemanfaatan 302.130 Ha (10,7%). Serta areal budidaya air payau seluas 2.964.331 Ha, dengan tingkat pemanfaatan 650.509 Ha (21,9%).

Meningkatnya pemanfaatan lahan untuk tambak dalam beberapa tahun terakhir tercermin dari peningkatan produksi air payau. Indonesia menempati urutan keempat sebagai negara paling produktif di dunia diukur dari produksi kotor budidaya tahunan dengan jumlah produksi perikanan budidaya pada triwulan III 2021 sebesar 12,25 juta ton, meningkat dibandingkan capaian triwulan III 2020 yang sebesar 11,53 juta ton. Adapun capaian nilai PNBP Perikanan Budidaya sampai dengan November 2021 mencapai Rp 27,80 miliar melampaui dari target yang ditetapkan sebesar Rp 19,91 miliar. Indonesia diuntungkan sebagai negara kepulauan dengan garis pantai yang luas sepanjang lebih dari 81.000 km, terletak di iklim tropis. Produk akuakultur unggulan yang diekspor antara lain udang, ikan, dan rumput laut (KKP, 2021).

Dalam pemanfaatan kawasan lahan tambak di wilayah pesisir perlu adanya perbaikan manajemen sumberdaya perikanan seperti efisiensi dan optimalisasi teknologi dan pengelolaan lahan yang tepat. Selanjutnya pemanfaatan sumberdaya perikanan harus efisien, optimal dan berkelanjutan. Strategi efisiensi, mempunyai indikasi ke arah cara yang lebih menguntungkan dari segi investasi. Secara optimal mempunyai

relevansi ke arah tingkat pemanfaatan yang tidak sia-sia. Sedangkan berkelanjutan berarti strategi yang diambil harus berdimensi jangka panjang yang berlanjut ke generasi berikutnya (Dahuri, 2000).

2.4 Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tambak dalam Pengembangan Akuakultur

Sistem budidaya tambak yang berkembang di Indonesia sampai saat ini adalah sistem sederhana/ekstensif (tradisional), semi intensif, dan intensif, bahkan sudah ada beberapa daerah yang menerapkan sistem super intensif. Kegiatan budidaya ikan/udang di tambak yang dilakukan secara terus menerus akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan yang ditandai dengan menurunnya kualitas air dan biologi serta meningkatnya sedimen. Dampak dari menurunnya kualitas lingkungan (air dan sedimen) tambak yaitu terjadinya kegagalan panen. Keberhasilan budidaya ikan/udang di tambak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang sesuai untuk persyaratan lokasi tambak yaitu sumber air laut, air tawar, jangkauan pasang surut, topografi dan teknologi yang akan diterapkan (Suhaimi *et al.* 2013).

Keberlanjutan budidaya tambak sangat tergantung pada kondisi kualitas lingkungan perairan. Tambak sebagai media pemeliharaan udang dan ikan membutuhkan pengelolaan kondisi kualitas lingkungan. Pengelolaan yang dilakukan dalam budidaya tambak udang di antaranya adalah pengelolaan kualitas lingkungan, baik fisika, kimia, maupun biologis. Pengelolaan tambak tidak hanya sebatas pada upaya untuk menghasilkan udang/ikan, tetapi juga penting untuk menjaga kondisi lingkungan yang layak, mengawasi panen dan pertumbuhan udang/ikan, pemeriksaan keberhasilan reproduksi ikan dan menjauhkan ikan-ikan dari hal-hal yang tidak diinginkan (predator/parasit) (Abowei *et al.* 2011).

Keberhasilan sistem akuakultur pada lahan tambak sangat ditentukan oleh ketepatan pemilihan lokasi. Kekeliruan pemilihan lokasi akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan modal, tingginya biaya operasi, rendahnya produksi dan munculnya masalah lingkungan. Poernomo (1992) mengatakan bahwa dalam memilih lokasi untuk pertambakan, harus memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain seperti sumber air, amplitudo pasang surut dan ketinggian elevasi, topografi, kualitas tanah, vegetasi, jalur hijau dan kawasan penyangga, kelengkapan fasilitas, pasokan bahan dan kemudahan pemasaran, sebaran pertambakan, tata guna lahan dan kebijakan pemerintah serta keamanan dan sarana sosial.

Pemilihan lokasi merupakan tahapan pertama yang harus dilakukan dalam melakukan kegiatan budidaya tambak ikan/udang. Persyaratan lahan yang diperlukan untuk budidaya ikan/udang di tambak adalah topografi, kondisi tanah, kondisi air, kisaran pasang surut dan iklim (FAO, 1976). Menurut Hardjowigeno dan Widiatmaka (2007) suatu survey tanah dapat ditujukan untuk melakukan evaluasi kesesuaian lahan untuk perikanan. Namun yang perlu diperhatikan bahwa dalam kegiatan evaluasi kesesuaian lahan dalam budidaya tambak perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas tambak yang mempengaruhi perkembangan ikan/udang yang dibudidayakan di tambak. Adapun faktor-faktor tersebut antara lain: sumber air dan kualitasnya, amplitude pasang surut, topografi serta ketinggian tempat, iklim dan tanah. Faktor kesesuaian lahan sangat menentukan keberhasilan kegiatan akuakultur di tambak karena dapat menentukan kriteria suatu lahan tambak dapat digunakan jika mampu memenuhi kriteria kelayakan lahan.

2.4.1 Kriteria Fisik untuk Budidaya Udang Windu dan Udang Vanamei di Tambak

Ikan bandeng merupakan ikan asli Indonesia dan merupakan salah satu komoditas yang memiliki keunggulan komparatif dan strategis dibandingkan komoditas perikanan lainnya karena teknologi pembesaran dan pembenihannya telah dikuasai dan berkembang di masyarakat, selain itu persyaratan hidupnya tidak memerlukan kriteria kelayakan yang tinggi karena toleran terhadap perubahan mutu lingkungan.

Ikan bandeng merupakan salah satu pilihan untuk meningkatkan produksi budidaya yang belum terlaksana secara optimal karena keterbatasan lahan. Budidaya ikan bandeng di Indonesia banyak dilakukan di tambak dengan menggunakan air payau. Bandeng (*Chanos chanos*), merupakan satu-satunya spesies yang masih ada dari Famili Chektarenidae, merupakan salah satu jenis ikan payau yang memiliki cita rasa yang khas dan dikenal di Indonesia bahkan di dunia (Malik, 2008).

Agar kegiatan budidaya ikan bandeng di tambak mendapatkan hasil yang maksimal maka perlu dilakukan evaluasi kesesuaian lahan dimana kegiatan ini merupakan suatu kunci sukses dalam kegiatan akuakultur yang mempengaruhi keberhasilan dan keberlanjutannya. Matriks kesesuaian lahan untuk budidaya ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Kesesuaian lahan untuk budidaya ikan bandeng di tambak

Parameter	Kelas			
	S1	S2	S3	N
Topografi dan Hidrologi				
Kelerengan (%)	< 0,1	0,1-1,0	1,0-2,0	> 2,0
Pasang Surut (m)	1,5-2,5	1,0-1,5 ; 2,5-3,0	0,5-1,0 ; 3,0-3,5	< 0,5 ; > 3,5
Kondisi Tanah				
Ketebalan tanah sampai mencapai batuan (m)	> 2,0	1,5-2,0	1,0-1,5	< 1,0
Kedalaman pirit (m)	> 2,0	1,0-2,0	1,0-2,0	< 0,5
Liat (%)	10-20	20-30	30-60	< 10 ; > 60
pH	< 1,0	1,0-3,0	3,0-5,0	> 5,0
C-organik (%)	1,5-2,5	0,5-1,5	< 0,5 ; 2,5-8,0	> 8,0
Kualitas Air				
Kecerahan (m)	0,30 - 0,40	0,25- 0,30; 0,40- 0,50	0,20- 0,25; 0,50- 0,60	<0,20; >0,60

Parameter	Kelas			
	S1	S2	S3	N
Suhu (°C)	28-30	20-28; 30-35	12-20; 35-40	>12; >40
Salinitas (ppt)	15-20	10-15; 20-30	<10; 30-50	>50
pH	7,5 – 8,5	6,0 – 7,5; 8,5 -9,5	4,0 – 6,0 9,5 – 11,0	<4,0; >11,0
Amonia (mg/L)	<0,1	0,1-0,2	0,2 – 0,3	>0,3
Iklm				
Curah Hujan tahunan (mm/tahun)	2.500 – 3.000	2.000 – 2.500	1.000- 2.000; 3.000- 3.500	<1.000 >3.000
Bulan Kering	1-2	2-3	3-5	<1 : >5

Sumber : Mustafa (2012)

2.4.2 Kriteria Fisik untuk Budidaya Udang Windu dan Udang Vanamei di Tambak

Salah satu kegiatan usaha perikanan budidaya di Indonesia adalah budidaya udang. Budidaya udang adalah salah satu jenis usaha oleh mengolah kawasan pesisir yang memberikan kontribusi bagi masyarakat pesisir pendapatan, penyedia panggilan dan potensi pendapatan devisa.

Ada dua jenis udang yang dapat dibudidayakan di tambak, yaitu udang windu dan udang vanamei. Pengembangan budidaya vanamei adalah salah satu alternatif pengganti dari menurunnya produksi udang windu di Indonesia. Pengembangan suatu kawasan untuk budidaya udang (windu dan vaname) harus berorientasi pada kondisi kesesuaian lahan (Mustafa *et al.* 2022). Hal ini diperlukan, karena praktek budidaya udang windu dan vaname dengan sistem tradisional dan tradisional plus mengalami penurunan produksi akibat kondisi kesesuaian lahan perairan yang semakin menurun (Hukom *et al.* 2020). Oleh sebab itu, faktor kesesuaian lahan sangat menentukan keberhasilan kegiatan budidaya udang windu dan vaname karena dapat menentukan kriteria suatu lahan tambak dapat digunakan jika mampu memenuhi kriteria kelayakan lahan.

Kegiatan budidaya udang di tambak yang dilakukan secara terus menerus akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan yang ditandai dengan menurunnya kualitas air dan biologi serta meningkatnya sedimen. Dampak dari menurunnya kualitas lingkungan (air dan sedimen) tambak yaitu terjadinya kegagalan panen. Keberhasilan budidaya udang di tambak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang sesuai untuk persyaratan lokasi tambak yaitu sumber air laut, air tawar, jangkauan pasang surut, topografi dan teknologi yang akan diterapkan (Suhaimi *et al.* 2013). Matriks kesesuaian lahan untuk budidaya udang windu dan udang vanamei dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

Tabel 2.4. Kesesuaian lahan untuk budidaya udang windu di tambak

Parameter	Kelas			
	S1	S2	S3	N
Topografi dan Hidrologi				
Kelerengan (%)	< 0,1	0,1-1,0	1,0-2,0	> 2,0
Pasang Surut (m)	1,5-2,5	1,0-1,5 ; 2,5-3,0	0,5-1,0 ; 3,0-3,5	< 0,5 ; > 3,5
Kondisi Tanah				
Ketebalan tanah sampai mencapai batuan (m)	> 2,0	1,5-2,0	1,0-1,5	< 1,0
Kedalaman pirit (m)	> 2,0	1,0-2,0	0,5-1,0	< 0,5
Liat (%)	10-20	20-30	30-60	< 10 ; > 60
pH	< 0,5	0,5-1,5	1,5-4,0	> 4,0
C-organik (%)	1,5-2,5	0,5-1,5	< 0,5 ; 2,5-8,0	> 8,0
Kualitas Air				
Kecerahan (m)	0,30 - 0,40	0,25- 0,30; 0,40- 0,50	0,20- 0,25; 0,50- 0,60	<0,20; >0,60

Parameter	Kelas			
	S1	S2	S3	N
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	28-30	20-28; 30-35	12-20; 35-40	>12; >40
Salinitas (ppt)	15-25	10-15; 25-32	5-10; 32-40	<5; >40
pH	7,5 – 8,5	6,0 – 7,5; 8,5 -9,5	4,0 – 6,0 9,5 – 11,0	<4,0; >11,0
Amonia (mg/L)	<0,1	0,1-0,2	0,2 – 0,3	>0,3
Iklm				
Curah Hujan tahunan (mm/tahun)	2.500 – 3.000	2.000 – 2.500	1.000- 2.000; 3.000- 3.500	<1.000 >3.000
Bulan Kering	1-2	2-3	3-5	<1 : >5

Sumber : Mustafa (2012)

Tabel 2.5. Kesesuaian lahan untuk budidaya udang vanamei di tambak

Parameter	Kelas			
	S1	S2	S3	N
Topografi dan Hidrologi				
Kelerengan (%)	< 0,1	0,1-1,0	1,0-2,0	> 2,0
Pasang Surut (m)	1,5-2,5	1,0-1,5 ; 2,5-3,0	0,5-1,0 ; 3,0-3,5	< 0,5 ; > 3,5
Kondisi Tanah				
Ketebalan tanah sampai mencapai batuan (m)	> 2,5	1,5-2,5	1,0-1,5	< 1,0
Kedalaman pirit (m)	> 2,5	1,5-2,5	0,5-1,5	< 0,5
Liat (%)	10-20	20-30	30-60	< 10 ; > 60
pH	< 0,5	0,5-1,5	1,5-4,0	> 4,0
C-organik (%)	1,5-2,5	0,5-1,5	< 0,5 ; 2,5-8,0	> 8,0
Kualitas Air				
Kecerahan (m)	0,30 - 0,40	0,25- 0,30; 0,40- 0,50	0,20- 0,25; 0,50- 0,60	<0,20; >0,60

Parameter	Kelas			
	S1	S2	S3	N
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	28-30	20-28; 30-35	12-20; 35-40	>12; >40
Salinitas (ppt)	15-20	10-15; 20-30	<10; 30-50	>50
pH	7,5 – 8,5	6,0 – 7,5; 8,5 -9,5	4,0 – 6,0 9,5 – 11,0	<4,0; >11,0
Amonia (mg/L)	<0,1	0,1-0,2	0,2 – 0,3	>0,3
Iklim				
Curah Hujan tahunan (mm/tahun)	2.500 – 3.000	2.000 – 2.500	1.000- 2.000; 3.000- 3.500	<1.000 >3.000
Bulan Kering	1-2	2-3	3-5	<1 : >5

Sumber : Mustafa (2012)

2.4.3 Kriteria Fisik untuk Budidaya Kerapu di Tambak

Keberhasilan pengembangan kegiatan budidaya ikan kerapu sangat ditentukan oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi. Salah satu faktor yang sangat penting diperhatikan adalah pemilihan lokasi yang sesuai sehingga adanya kebijakan pemerintah yang berpihak dan menjadikan perikanan budidaya (akuakultur) sebagai arus utama pembangunan perikanan khususnya pengembangan ikan kerapu dapat berhasil.

Untuk mendukung hal tersebut maka perlu didukung dengan informasi tentang kesesuaian lahan untuk budidaya ikan kerapu.

Penyusunan matriks kesesuaian lahan untuk pengembangan budidaya kerapu di tambak dilakukan dengan menilai tingkat pengaruhnya terhadap penentuan kesesuaian lahan. Pemberian nilai pada masing-masing parameter ini menggunakan pembobotan. Pembobotan pada setiap parameter ditentukan berdasarkan pada dominannya pengaruh parameter tersebut terhadap kelayakan lahan budidaya kerapu di tambak. Parameter tersebut kemudian diurutkan mulai dari yang memberikan pengaruh lebih besar sampai yang memberikan pengaruh lebih kecil terhadap kelayakan lahan budidaya ikan/udang di tambak. Sehingga parameter yang dapat memberikan pengaruh lebih besar untuk organisme budidaya diberi bobot lebih tinggi.

Setiap parameter akan memperoleh nilai akhir yang merupakan hasil perkalian antara bobot dengan skor. Setiap parameter memiliki kontribusi yang berbeda terhadap tingkat kesesuaian lahan budidaya kerapu di tambak, oleh karena itu dalam penentuan bobot dan skor untuk setiap parameter disesuaikan dengan besarnya pengaruh parameter tersebut terhadap nilai kesesuaiannya. Nilai kesesuaian dari parameter dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$N_{ij} = \sum_i^n = 1 B_i \times S_{ij} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- Nij = total nilai kesesuaian di tambak-ij
- Bi = bobot pada setiap parameter-i
- Sij = skor pada setiap parameter-i kelas ke-j

Pemberian skor dilakukan untuk menilai faktor pembatas pada setiap parameter. Setiap faktor pembatas dalam kolom matriks kesesuaian lahan dibuat kelas dan skala penilaiannya (*rating*) dengan skor 1 (tidak sesuai), 3 (sesuai bersyarat), 5 (cukup sesuai) dan 7 (sangat sesuai). Matriks kesesuaian lahan untuk budidaya ikan kerapu di tambak disajikan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Matriks kesesuaian lahan untuk budidaya ikan kerapu di tambak

No	Parameter	Bobot	S1		S2		S3		N	
			Kelas	Skor	Kelas	Skor	Kelas	Skor	Kelas	Skor
1	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	1	28-30	7	27-<28	5	25-<27	3	<25 & >30	1
2	Salinitas (ppt)	2	25-35	7	20-<25	5	15-<20	3	<15 & >35	1
3	pH	2	7,0-8,5	7	>6,5-<7,0	5	>5,0-6,5	3	<5,0 & >8,5	1
4	DO (mg/l)	2	4,0-8,0	7	>3,0-<4,0	5	>2,5-<3,0	3	<2,5	1
5	Amonia	1	0-0,03	7	>0,03-0,05	5	>0,05-0,08	3	>0,08-0,1	1
6	Nitrat (mg/l)	1	0-<0,5	7	0,5-1,0	5	>1,0-3,0	3	>3,0	1
7	Nitrit (mg/l)	1	0-0,1	7	>0,1-0,2	5	>0,2-0,3	3	>0,3	1
8	TOM (mg/l)	1	<40	7	40-60	5	>60-80	3	>80	1
9	Kedalaman (m)	1	1,7-2	7	1,5-<1,7	5	1-<1,5	3	<1	1

Sumber : Supratno dan Kasnadi (2003)

Dari nilai total (bobot dan skor) penentu lahan maksimum dan nilai total (bobot dan skor) penentu lahan minimum dibagi dalam 4 kelas kesesuaian lahan, dengan kelas kesesuaian lahannya sebagai berikut :

S1 = Sangat sesuai, dengan selang $66 < S1 \leq 84$

S2 = Cukup sesuai, dengan selang $48 < S2 \leq 66$

S3 = Sesuai bersyarat, dengan selang $30 < S3 \leq 48$

N = Tidak sesuai, dengan selang $12 \leq N \leq 30$

2.4.4 Kriteria Fisik untuk Budidaya Rumput Laut di Tambak

Rumput laut merupakan salah satu hasil budidaya di bidang perikanan yang memiliki nilai jual yang tinggi baik di pasaran lokal maupun internasional. Hasil olahan rumput laut memiliki banyak kegunaan, yaitu sebagai bahan makanan, obat-obatan dan kosmetik. Rumput laut dapat dibudidayakan secara monokultur maupun polikultur. Hal yang perlu diperhatikan dalam metode polikultur adalah jenis ikan-ikan yang tidak memangsa rumput laut dan tahan terhadap kualitas air yang buruk, seperti bandeng, kakap, udang dan kerapu. Metode polikultur terhadap rumput laut dan udang dapat meningkatkan laju pertumbuhan rumput laut dan meningkatkan produksi udang karena rumput laut dapat berfungsi sebagai pelindung dan tempat menempelnya organisme epifit makanan udang (Kordi dan Ghufuran, 2010).

Menurut Putri dan Susilowati (2013), bahwa kegiatan budidaya rumput laut juga dapat meningkatkan kualitas perairan sekitarnya serta dapat meningkatkan nilai tambah ikan/udang sebagai komoditas utama dan rumput laut sebagai komoditas sampingan. WWF (2014) menyatakan bahwa salah satu jenis rumput laut yang dapat dikomersilkan adalah *Gracilaria* sp, jenis ini merupakan rumput laut dari kelas *Rhodophyceae* yang termasuk kelompok penghasil agar-agar. *Gracilaria* sp. memiliki

kontribusi yang besar dalam menghasilkan bahan baku agar-agar dibandingkan dengan jenis rumput laut lainnya. *Gracilaria* sp. merupakan spesies rumput laut yang memiliki toleransi yang besar terhadap perubahan kondisi lingkungan sekitarnya sehingga lebih mudah untuk dibudidayakan. *Gracilaria* sp. Secara alami hidup dan berkembang di daerah estuari, area pelabuhan, daerah intertidal dan subtidal yang dangkal, menempel pada bebatuan maupun mengambang di permukaan air.

Gracilaria sp. adalah tipe spesies *eurihalin*, memiliki toleransi yang besar terhadap perubahan salinitas dari 10 hingga 40 ppt dengan salinitas optimum 25-33 ppt. *Gracilaria* sp. juga bisa bertahan pada perairan dengan pH 6-9 dengan suhu optimal 20-28° C. Keberhasilan budidaya *Gracilaria* sp. ditentukan oleh kondisi tambak dan perairan tambak yang sesuai dengan persyaratan untuk budidaya. Penentuan lokasi budidaya menjadi salah satu kunci keberhasilan usaha budidaya ini (Yarish, 2012). Trono (1998) telah membuat kriteria kesesuaian wilayah perairan untuk budidaya rumput laut. Parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan kesesuaian wilayah perairan untuk budidaya rumput laut yaitu: kedalaman, jenis substrat perairan, kecepatan arus permukaan, kecerahan, salinitas, suhu, nitrat, phosphate dan oksigen terlarut serta pH. Matriks kesesuaian lahan budidaya rumput laut disajikan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Kesesuaian lahan untuk budidaya rumput laut di tambak

No	Parameter	Bobot	S1		S2		N	
			Kelas	Skor	Kelas	Skor	Kelas	Skor
1	Keterlindungan	4,3	Sangat terlindung	4	Terlindung	3	Tidak terlindung	2
2	Kedalaman perairan (cm)	8,3	60-80	4	40 – 59 atau 81 – 99	3	<40 atau >100	2
3	Substrat dasar	8,3	Lumpur berpasir	4	Pasir – pasir berlumpur	3	Lumpur	2
4	Kecerahan (cm)	12,5	80-100	4	50 – 60	3	<60	2
5	Salinitas (ppt)	12,5	15-24	4	8 – 14 atau 24 - 35	3	<8 atau >35	2
6	Suhu (°C)	12,5	28-30	4	25 – 28 atau 30 - 33	3	<25 atau > 33	2
7	pH	8,3	8,2 – 8,7	4	7,8 – 8,1 atau 8,8 - 9	3	>7	2
8	Nitrat (ppm)	12,5	0,01 – 0,79	4	0,8 - 1	3	<0,01 atau >1	2
9	Fosfat (ppm)	12,5	0,02 – 1,0	4	0,01 - <0,02 atau <1,0 – 2,0	3	<0,01 atau >2,0	2
10	Oksigen Terlarut (ppm)	8,3	6 - 8	4	4 – 5,9	3	<4	2

Sumber : Trono (1998)

Wilayah budidaya rumput laut dibagi menjadi 3 kelas, yaitu Kelas S1 (sangat sesuai), Kelas S2 (sesuai), dan Kelas N (tidak sesuai). Selanjutnya, setiap kelas memperoleh nilai akhir berdasarkan perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$N = \Sigma(Bi \times Si)(1)$$

dimana :

- N = Total bobot nilai
- Bi = Bobot pada setiap kriteria
- Si = Skor pada setiap kriteria

Selang kelas diperlukan untuk membagi kelas kedalam kategori yang telah ditentukan. Selang kelas diperoleh dari total bobot nilai maksimum dikurangi total bobot nilai minimum dibagi jumlah kelas, kelas kesesuaian dibagi menjadi 3 yaitu S1, S2 dan N. Maka selang kelas dapat dinyatakan dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Selang kelas} &= \frac{\Sigma(Bi \times Si)_{max} - \Sigma(Bi \times Si)_{min}}{3} \\
 &.....(2)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan selang kelas dengan persamaan (2), diperoleh selang pada setiap kelas kesesuaian sebagai berikut :

- Kelas S1 (Sangat Sesuai) = 333.34 – 400
- Kelas S2 (Sesuai) = 266.68 – 333.33
- Kelas N (Tidak Sesuai) = <266.68

Penjelasan dari masing-masing kelas adalah sebagai berikut (Avianti, 2015):

- 1) Kelas S1 : Sangat Sesuai. Daerah ini tidak memiliki pembatas (penghambat) yang berat untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang diterapkan.
- 2) Kelas S2 : Sesuai. Daerah ini memiliki pembatas-pembatas yang agak berat untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang harus diterapkan.
- 3) Kelas N : Tidak Sesuai. Daerah ini memiliki kelayakan yang rendah, yaitu pembatas yang sangat berat sehingga untuk budidaya rumput laut. Kondisi ini tidak memungkinkan untuk pengembangan budidaya rumput laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abowei, J.F.N, Briyai, O.F., Bassey, S.E. (2011). A Review of Some Basic Parasite Diseases in Culture Fisheries Flagellids, Dinoflagellids and Ichthyophthiasis, Ichthyobodiasis, Coccidiosis, Trichodiniasis, Heminthiasis, Hirudinea Infestation, Crustacean Parsite and Ciliates. *British Journal of Pharmacology and Toxicology* . 2(5): 213-226.
- Ahmed, N., Thompson, S., Glaser, M. (2019). Global Aquaculture Productivity, Environmental Sustainability, and Climate Change Adaptability. *Environmental Management*. 63, 159–172
- Akber, M.A., Aziz, A.A., Lovelock, C. (2020). Major Drivers of Coastal Aquaculture Expansion in Southeast Asia. *Ocean Coastal Management*. 198, 105364.
- Anggoro, S. (1983). *Permasalahan Kesuburan Perairan Bagi Peningkatan Produksi Ikan di Tambak*. Jurusan Ilmu Perairan. Fakultas Pasca Sarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Avianti, E., Hendiarti, N., Handayani, T. (2015). Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut *euchema cottonii* di Perairan Tarakan dengan Faktor Pembatas Variabilitas ENSO dan Musim. *Jurnal Segara* 11(1).13-24
- Baja, S. (2012). *Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah. Pendekatan Spasial dan Aplikasinya*. Yogyakarta. Andi Offset.
- Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrup-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G.I., Williams, M. (2015). Feeding 9 Billion by 2050—Putting Fish Back on the Menu. *Food Security*. 7, 261–274

- Budiyanto, G. (2014). *Manajemen Sumber Daya Lahan*. Yogyakarta. LP3M UMY.
- Dahuri R. (2000). *Pendayagunaan Sumberdaya Kelautan untuk Kesejahteraan Masyarakat*. Jakarta. LISPI.
- De la Rosa, D., . van Diepen, C.A. (2002). *Qualitative and Quantitative Land Evaluation, in 1.5. Land Use and Land Cover*, in Encyclopedia of Life Support System (EOLSS-UNESCO), Oxford, UK Eolss Publishers.
- Dent, D., Young, A. (1981). *Soil Survey Land Evaluation*. George, Allen and. Unwin, ltd, Boston-london-sydney
- Djaenudin, D., Marwan H., Subagyo H., Hidayat, A. (2003). *Petunjuk Teknis untuk Komoditas Pertanian*. Edisi Pertama. Balai Penelitian Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor, Indonesia.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. (1976). *A Framework for Land Evaluation*. Soil Resources Management and Conservation Service Land and Water Development Division. FAO Soil Bulletin No. 32. FAO-UNO, Rome.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. (2021). *Fishery and Aquaculture Statistics. Global Aquaculture Production 1950–2019* (Fishstat]). In FAO Fisheries Division; FAO: Rome, Italy.
- Hardjowigeni, S., Widiatmaka. (2007). *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Lahan*. Yogyakarta. Gadjah Madah University Press
- Hardjowigeno, S. 2010. *Ilmu Tanah*. Jakarta. Akademika Pressindo.
- Hua, K., Cobcroft, J.M., Cole, A., Condon, K., Jerry, D.R., Mangott, A., Praeger, C., Vucko, M.J., Zeng, C., Zenger, K., et al. (2019)

The Future of Aquatic Protein: Implications for Protein Sources in Aquaculture Diets. *One Earth*, 1, 316–329

- Hukom, V., Kusumastanto, D., Djokosetyanto, D. (2013). Efisiensi Ekonomi dan Kelayakan Bisnis pada Sistem Budidaya di Pesisir Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Aplikasi Manajemen*. 11(4): 585-594.
- [KKP] Kementerian Perikanan dan Kelautan. 2018. *Laporan Tahunan 2018*. Sekretariat Jenderal Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- [KKP] Kementerian Perikanan dan Kelautan. 2021. <https://kkp.go.id/djpb/artikel/36827-kkp-optimistis-subsektor-perikanan-budidaya-bisa-akselerasi-pertumbuhan-ekonomi-di-2022> diakses pada tanggal 12 April 2023.
- Kordi, K., Ghufuran, M. (2010). *A to Z Budi Daya Biota Akuatik untuk Pangan, Kosmetik, dan Obat-obatan* Ed.1. Yogyakarta: ANDI
- Malik, A. (2008). Pengaruh Pemberian Suplemen dan Probiotik terhadap Hasil Panen Bandeng (*Chanos chanos*) di Wilayah Desa Kentong Kecamatan Glagah Kabupaten Lamongan. *Jurnal Perikanan dan Pertanian* 14(4),49-61.
- Mujiman, A., Suyanto, R. (2003). *Budidaya Udang Windu*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Murachman., Hanani, N., Soemarno., Muhammad, S. (2010). Model Polikultur Udang Windu (*Penaeus Monodon* Fab), Ikan Bandeng (*Chanos-Chanos* Forskal) dan Rumput Laut (*Gracillaria* Sp.) secara Tradisional. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. 1(1),1-10.
- Mustafa, A. 2012. Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Berbagai Komoditas di Tambak. *Media Akuakultur*. 7(2) 2:108-118

Nhuong, T., Rodriguez, U. P., Chan, C. Y., Phillips, M. J., Mohan, C. V., Henriksson, P. J. G., Koeshendrajana, S., Suri, S., Hall, S. (2017). Indonesian Aquaculture Futures: An Analysis of Fish Supply and Demand in Indonesia to 2030 and Role of Aquaculture using the Asia Fish Model". *Marine Policy*. 79, 25–32. doi:10.1016/j.marpol.2017.02.002.

[NOAA] National Oceanic and Atmospheric Administration. (2020). <https://oceanservice.noaa.gov/facts/aquaculture.html> diakses pada tanggal 12 April 2023.

Poernomo, A. (1992). *Pemilihan Lokasi Tambak Udang yang Berwawasan Lingkungan*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.

Putri, Y. S., Susilowati. (2013). Pengaruh Padat Penebaran terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) serta Produksi Biomassa Rumpun Laut (*Gracilaria* sp.) pada Budidaya Polikultur. *Journal of Aquacultur Management and Technology*. 2(3): 12-19

Ritung, S., Wahyunto., Agus, F., Hidayat, H. (2007). *Panduan Evaluasi Kesesuaian Lahan dengan Contoh Peta Arah Penggunaan Lahan Kabupaten Aceh Barat*. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor, Indonesia.

Rossiter, D.G. (2007) Classification of Urban and Industrial Soils in the World Reference Base For Soil Resources. *Journal Soils Sediments* 7: 96-100.

Sitorus SRP. 2004. *Evaluasi Sumberdaya Lahan*. Bandung. Tasito.

Soil Survey Staff (2014). *Keys to Soil Taxonomy*, 12th edition. USDA Natural Resources Conservation Service. U.S.

Department of Agriculture, Office of the Assistant Secretary for Civil Rights, 1400 Independence Avenue, SW, Washington, D.C

- Suhaimi, R.A., Hasnawi., Ratnawati, E. (2013). Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon*) di Tambak Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur*. 8(3),465-477.
- Suhaimi, Rezki., Hasnawi., Ratnawati, E. (2016). Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon*) di Tambak Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur*. 8. 465. 10.15578/jra.8.3.2013.465-477.
- Supratno, T., Kasnadi. (2003). Peluang Usaha Budidaya Alternatif dengan Pembesaran Kerapu di Tambak Melalui Sistem Modular. Pelatihan Budidaya Udang Windu Sistem Tertutup bagi Petani Kabupaten Tegal dan Jepara, Jateng 19 Mei - 8 Juni 2003, di BBPBAP. Jepara.
- Thilsted, S.H., Thorne-Lyman, A., Webb, P., Bogard, J.R., Subasinghe, R., Phillips, M.J., Allison, E.H. (2016). Sustaining Healthy Diets: The Role of Capture Fisheries and Aquaculture for Improving Nutrition in the Post-2015. Era. Food Policy. 61, 126–131.
- Trono, G.C. (1998). Manual on Seaweed Culture. 2: Pond Culture of Caulerpa and 3: Pond Culture of Gracilaria. ASEAN/UNDP/FAO Regional Small- Scale Coastal Fisheries Development Projec, Manila, Philippines. <http://www.fao.org/docrep/field/003/Ac417e/Ac417e00.htm> Diakses pada tanggal 10 April 2023.
- Yarish, C., Redmond, S., Kim, J.K. (2012). *Gracilaria Culture Handbook*. New England Connecticut: Wrack Lines
- [WWF] World Wildlife Programme. (2014). *Budidaya Rumput Laut Gracilaria sp di Tambak*. Jakarta: WWF Indonesia

BAB 3

PEMILIHAN LOKASI

Oleh Nur Fajriani Nursida

3.1 Pendahuluan

Pemilihan lokasi merupakan salah satu tahapan penting dalam kegiatan Budidaya. Pemilihan lokasi didasarkan pada kesesuaian lahan untuk kegiatan Budidaya. Tujuan dari pemilihan lokasi adalah untuk menentukan Lahan yang sesuai untuk kegiatan Budidaya suatu komoditas akuakultur. Kesesuaian lahan dalam pemilihan lokasi tentunya akan memberikan hasil yang optimal bagi pertumbuhan organisme Budidaya dan meminimalisir dampak negatif dari lokasi kegiatan budidaya sehingga mampu memberikan keuntungan bagi pembudidaya.

3.2. Penentuan Lokasi

Penentuan lokasi disesuaikan dengan system Budidaya yang akan dilakukan dan komoditas Budidaya yang akan dibudidayakan. Lokasi Budidaya harus memenuhi aspek – aspek penting sebagai persyaratan dalam penentuan lokasi. Aspek – aspek penting dalam menentukan lokasi diantaranya aspek teknis dan non teknis.

3.2.1. Aspek Teknis

Aspek teknis dalam pemilihan lokasi merupakan faktor yang memiliki pengaruh secara langsung terhadap keberhasilan kegiatan Budidaya. Aspek teknis dalam pemilihan lokasi Budidaya diantaranya :

1. Sumber air

Sumber air yang dapat digunakan dalam kegiatan Budidaya perikanan harus terjamin kualitas dan kontnuitasnya. Terjamin kualitasnya berarti sumber air yang digunakan berasal dari sumber air yang bebas dari limbah dan bahan pencemar lainnya yang akan membahayakan organisme dan lingkungan dalam kegiatan Budidaya perikanan. bahan pencemar bukan hanya berasal dari industry namun juga dapat berasal dari limbah rumah tangga. Oleh karena itu, lokasi kegiatan Budidaya sebaiknya jauh dari pemukiman dan industri.

Sumber air terjamin kontinuitasnya berarti sumber air yang digunakan harus tersedia setiap tahun. Pada saat musim kemarau sumber air tetap terjaga sehingga memiliki pasok air yang cukup pada saat pergantian air, sedangkan pada saat musim hujan lokasi Budidaya tidak terpengaruh oleh banjir. sumber air dapat berupa sumur, waduk, sungai, mata air, laut dan sebagainya yang disesuaikan dengan sifat biologi komoditas Budidaya yang dibudidayakan.

2. Tekstur Tanah

Tekstur tanah mempengaruhi kegiatan Budidaya terutama kolam yang memiliki struktur kolam yang bersentuhan langsung dengan tanah, misalnya kolam tanah atau tambak atau kolam yang memiliki dasar dan pematang tanah. Jenis tanah yang digunakan sebagai dasar atau pematang kolam adalah tanah dengan tekstur yang kedap air sehingga kolam tidak mudah bocor dan dapat menyimpan air. Jenis tanah yang digunakan merupakan tanah dengan tekstur lempung berpasir atau tanah liat lempung berpasir. Kombinasi tekstur tanah ini mampu menahan air karena memiliki ukuran butiran yang kecil dan halus berukuran kurang dari 0,002 sehingga mudah dibentuk, tidak mudah pecah, mampu menyimpan air dan permeabilitasnya lambat (USDA, 2014). Tekstur tanah liat lempung berpasir ini Ketika digenggam tidak melekat di tangan namun tidak juga pecah.

Tabel 3.1. Diameter Fraksi Partikkel Tanah

Partikkel	Diameter Fraksi (mm)
Pasir sangat kasar	2,00 – 1,00
Pasir kasar	1,00 – 0,50
Pasir sedang	0,50 – 0,25
Pasir halus	0,25 – 0,10
Pasir sangat halus	0,10 – 0,05
Debu	0,05 – 0,002
Liat	Kurang dari 0,002

Sumber : USDA, 1938

Selain tekstur tanah liat lempung berpasir tekstur tanah yang baik untuk digunakan sebagai dasar tambak adalah tekstur lempung berlumpur atau liat berlumpur karena selain kedap air, tekstur ini juga sesuai untuk pertumbuhan pakan alami (plankton).

Tabel 3.2. tekstur tanah yang cocok untuk tambak udang

Jenis Tanah	Kandungan			Pertumbuhan Plankton
	Liat	Pasir	Lumpur	
Liat (<i>clay</i>)	50	28	22	Sangat lebat
Liat berlumpur (<i>silky loam</i>)	42	14	44	Lebat
Lempung liat berpasir	22	63	14	Sedikit
Lempung berpasir	11	79	10	Sangat sedikit

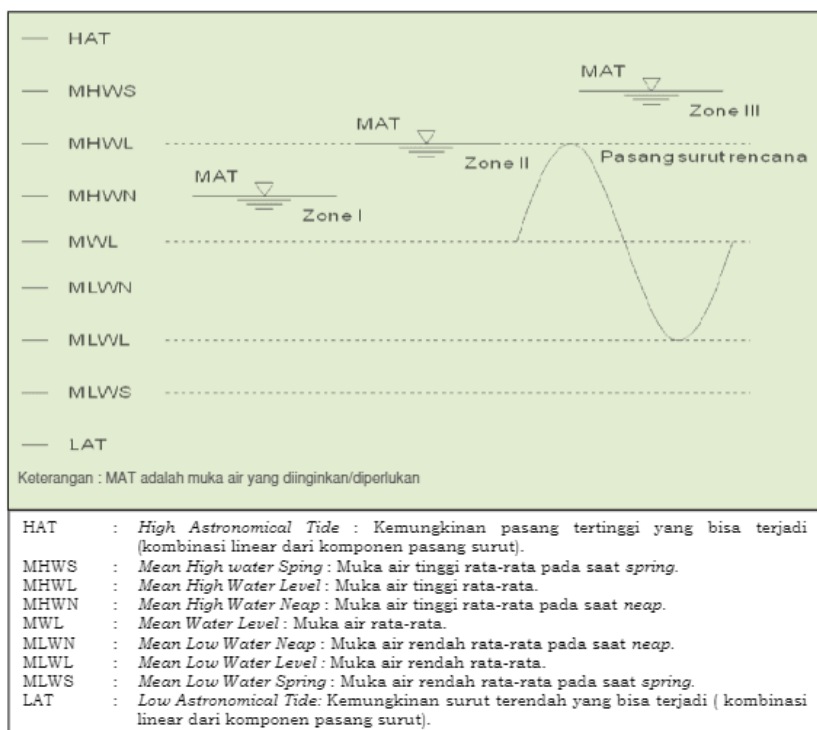
Sumber : Dirjen Perikanan, 1985

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah topografi dan elevasi. Topografi dan elevasi berkaitan dengan pengelolaan air yaitu pergantian air. Topografi yang terlalu tinggi sulit untuk dialiri air sehingga tidak mendapatkan pasokan air yang cukup. Sedangkan topografi yang terlalu rendah sulit untuk dilakukan pengeringan. Topografi yang tidak rata membutuhkan banyak biaya untuk membuat dasar tambak menjadi rata. Elevasi dasar tambak yang sesuai adalah yang memudahkan pada saat pergantian air. Lahan yang terlalu terjal juga akan membutuhkan biaya yang cukup banyak dalam pengelolaannya. Elevasi yang ideal bagi tambak adalah yang

memenuhi syarat pada saat pergantian air dipengaruhi oleh daya gravitasi.

3. Pasang surut

Pasang surut berpengaruh dalam pergantian air. Lokasi Budidaya yang baik khususnya di tambak adalah lokasi yang pergantian airnya dipengaruhi oleh daya gravitasi sehingga tidak memerlukan biaya operasional yang lebih dalam pergantian air. Daerah dengan fluktuasi pasang surut yang besar akan membutuhkan biaya ekstra dalam pembuatan tanggul yang tinggi agar tambak tidak terkena banjir selain itu juga sulit untuk melakukan pengeringan tambak. Elevasi muka tanah tambak antara elevasi muka air tinggi rata – rata (*Mean High Water Level*) dan juga muka air rendah rata – rata (*Mean Low Water Level*).



Gambar 3.1. Variasi Pasang Surut Tahunan Dan Pembagian Zona Tambak. Sumber : PUPR, 2015

4. Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor utama dalam kegiatan Budidaya. Kualitas air ini harus selalu dalam kondisi optimal sehingga tidak mempengaruhi organisme yang dibudidayakan. kualitas air yang buruk dapat menyebabkan stress hingga kematian jika tidak segera ditangani dengan baik. Kadar optimum kualitas air didasarkan pada jenis dan organisme yang dibudidayakan. beberapa parameter kualitas air yang berperan penting dalam kegiatan Budidaya diantaranya :

a. Faktor Fisika Air

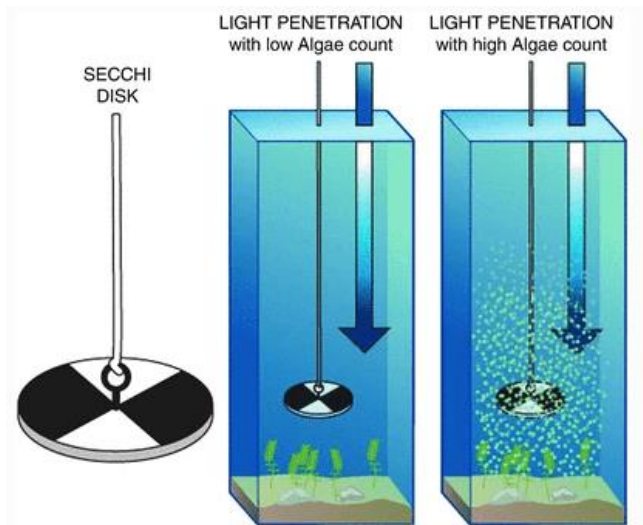
- Suhu

Suhu merupakan parameter kualitas air yang mampu mempengaruhi beberapa parameter kualitas air, oleh karena itu suhu perlu dijaga agar optimal sesuai dengan kondisi optimal dari organisme Budidaya. Salah satu parameter yang dipengaruhi oleh suhu yaitu oksigen terlarut. Peningkatan suhu mempengaruhi proses metabolisme pada organisme Budidaya sehingga mengakibatkan laju konsumsi oksigen meningkat, sedangkan kelarutan oksigen dalam air rendah. Kadar optimal suhu air untuk organisme Budidaya adalah 23 – 32 derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) tergantung pada jenis organisme budidaya (Kordi dan Tancung, 2010). Untuk mengukur kualitas air suhu dapat menggunakan thermometer.

- Kecerahan

Kecerahan menggambarkan jumlah plankton dan partikel tersuspensi dalam air. Kecerahan penting bagi pertumbuhan fitoplankton yang membutuhkan

sinar matahari dalam melaksanakan proses fotosintesis. Namun intensitas cahaya yang masuk kedalam kolom air juga tidak boleh melebihi 40 cm, sebab akan mempengaruhi suhu air. Kecerahan yang baik berkisar 30 – 40 cm (Kordi dan Tancung, 2010). Untuk mengukur kecerahan menggunakan secchi disk yang penggunaannya dapat dilihat pada gambar berikut

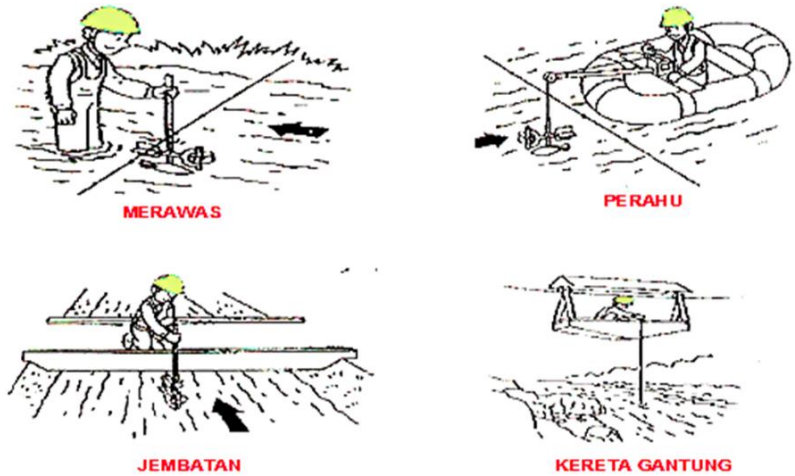


Gambar 3.2. Secchi Disk dan metode pengukuran kecerahan
(Sumber : Harrison, 2015)

- Kecepatan arus

Kecepatan arus khususnya pada kegiatan Budidaya di laut dapat mempengaruhi konstruksi Budidaya. Arus yang terlalu cepat mengakibatkan konstruksi Budidaya cepat rusak. Pada kegiatan Budidaya rumput laut, kecepatan arus yang besar dapat mengakibatkan thallus rumput laut patah sehingga dapat mengakibatkan luka pada rumput laut. Luka tersebut dapat menjadi media infeksi sekunder

yang akan mengakibatkan kegagalan dalam kegiatan Budidaya. Oleh karena itu, karena itu kecepatan arus sebaiknya hanya berkisar 0,2 – 0,4 meter/ detik (Anggadiredja *et al.*, 2008). Pengukuran dapat dilakukan menggunakan *current meter* atau layangan arus



Gambar 3.3. Pengukuran menggunakan current meter.

Sumber :Natapradja, 2014

b. Faktor Kimia Air

- Salinitas

Salinitas merupakan gambaran konsentrasi garam dalam air. Salinitas mempengaruhi tekanan osmotik dalam air, semakin tinggi salinitas semakin tinggi pula tekanan osmotiknya. Salinitas optimal bergantung pada jenis organisme Budidaya yang dibudidayakan. beberapa jenis ikan mampu hidup pada kisaran salinitas yang luas (*Euryhaline*), ada pula ikan yang hidup di air tawar salinitasnya berkisar 0 – 5 ppt, air payau 5 -30 ppt dan air laut berkisar >30 ppt. pengukuran salinitas dapat dilakukan menggunakan refractometer

- pH

pH atau derajat keasaman dapat mempengaruhi kesuburan perairan. Perairan dengan pH yang rendah mengakibatkan penurunan oksigen terlarut dalam air sehingga berpengaruh bagi organisme yang dibudidayakan. pembukaan lahan baru utamanya lahan mangrove yang dijadikan tambak biasanya memiliki tanah masam karena mengandung ion - ion pyrit. Tanah masam mengakibatkan rendahnya produktivitas tambak dikarenakan makanan alami yang dibutuhkan oleh alga sulit tumbuh. Sehingga sebelum digunakan sebagai lahan tambak membutuhkan biaya ekstra dalam pemupukan bahkan terkadang meskipun dilakukan pemupukan, pertumbuhan makanan alami tetap belum optimal. kisaran pH yang optimum bagi organisme Budidaya pada umumnya berkisar 7,5 – 8,5. Pengukuran pH dilakukan menggunakan kertas lakmus atau pH meter. Tanah dengan pH yang rendah terlihat memiliki bercak berwarna kuning pucat atau berwarna merah / karat pada permukaan tanah dasar.



Gambar 3.3. Oksidasi pyrit.

Sumber : Dohong, 2017

- **Oksigen terlarut**

Oksigen terlarut berasal dari fotosintesis oleh fitoplankton dan alga serta dari proses difusi oksigen dari udara bebas. Kadar optimum oksigen terlarut adalah >4 ppm. Oksigen terlarut yang rendah dapat mengakibatkan penurunan nafsu makan pada ikan. Pengukuran oksigen terlarut dapat dilakukan menggunakan DO meter atau dengan menggunakan metode titrasi. Untuk membantu difusi oksigen biasanya dibantu dengan penggunaan kincir air.

- **Ammonia dan nitrit**

Ammonia dan nitrit bersifat toksik terhadap organisme Budidaya. Ammonia berasal dari limbah feses atau sisa pakan. Kadar ammonia yang tinggi menyebabkan kerusakan jaringan pada ikan / udang, sedangkan nitrit dapat menghambat kemampuan darah dalam mengikat oksigen. Ammonia akan meningkat pada kondisi pH yang tinggi. Kadar ammonia dan nitrit optimum dalam wadah Budidaya adalah dibawah 0,01 ppm

Kriteria optimum kualitas air dapat berbeda pada sistem Budidaya dan organisme yang akan dibudidayakan. berikut adalah salah satu contoh kriteria optimum kualitas air untuk Budidaya tambak.

Tabel 3.2. kriteria optimum kualitas air untuk Budidaya tambak

No	Parameter	Satuan	Nilai	
			Standar	optimum
1	Salinitas	Ppt	15 – 30	15 – 25
2	Suhu	⁰ C	26 – 32	29 – 31
3	Kecerahan	cm	25 – 60	30 – 40
4	pH	-	7,5 – 8,7	8 – 8,5
5	Oksigen terlarut	mg/l	3 – 10	4 – 7
6	Ammonia (NH ₃)	mg/ l	0 – 1,0	0
7	Nitrit (NO ²⁻)	mg/l	0 – 0,25	0
8	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0 – 0,001	-
9	Pyrit (FeS ₂)	mg/l	0,03	-
10	Logam Berat :			
	Timbal (Pb)	mg/l	<0,25	-
	Seng (Zn)	mg/l	<0,02	-
	Tembaga (Cu)	mg/l	<0,02	-

Sumber : PUPR, 2015

3.2.2. Faktor Non Teknis

Meskipun tidak langsung berpengaruh terhadap organisme Budidaya seperti halnya faktor teknis. Namun faktor ini mampu memberikan pengaruh terhadap keberhasilan Budidaya terutama dari segi produksi dan pemasaran. Beberapa faktor non teknis yang harus diperhatikan pada pemilihan lokasi Budidaya diantaranya:

1. Mudah dijangkau

Daerah lokasi Budidaya dapat dijangkau oleh sarana transportasi. Sebaiknya dapat dijangkau transportasi roda empat agar memudahkan pada saat transportasi benih, pakan dan saat pemasaran hasil pemanenan.

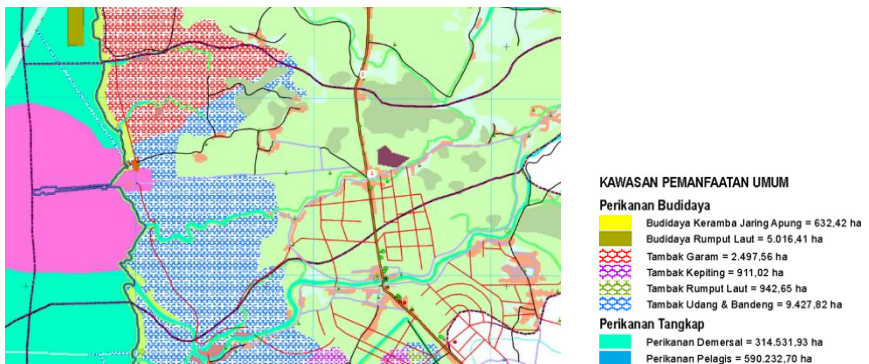
2. Kaamanan

Faktor ini meskipun tidak berpengaruh secara langsung namun dapat menyebabkan kerugian. Daerah tambak / Budidaya harus aman dari hama dan pencurian dan bukan daerah yang sudah sering terjadi pencurian. Bebas dari hama yang biasa menyerang seperti ular, burung, hewan buas /

ikan buas. Wadah Budidaya dapat direkayasa untuk menjamin keamanan lokasi tambak misalnya dengan menutup saluran masuk dan keluar atau menutup permukaan wadah.

3. Legalitas

Lahan budidaya dalam hal ini merupakan lahan yang diperuntukkan untuk kegiatan Budidaya secara undang – undang atau peraturan yang berlaku. Pemerintah telah menetapkan peraturan daerah dalam hal pembagian zonasi wilayah yang dapat digunakan sebagai lahan pemanfaatan khusus untuk kegiatan Budidaya. Oleh karena itu sebaiknya dalam menentukan lokasi harus memperhatikan aturan dalam wilayah tersebut. Status kepemilikan juga sebaiknya dilengkapi dengan sertifikat.



Gambar 3.4. Contoh pembagian wilayah zonasi peruntukan perikanan Budidaya dan perikanan tangkap
Sumber : BPSPL Makassar, 2014

4. Sarana dan pra sarana

Lokasi sebaiknya dekat atau memiliki sarana penunjang seperti listrik, sarana komunikasi dan sarana transportasi untuk menunjang kegiatan produksi. Jaringan listrik sebagai penunjang khususnya untuk tambak semi intensif, intensif dan suprintensif

5. Ekonomi

Lokasi Budidaya sebaiknya berdekatan dengan tempat pemasaran dan tempat jual beli alat dan bahan Budidaya sehingga tidak membutuhkan biaya yang besar dalam transportasi hasil Budidaya dan dalam pengadaan alat dan bahan produksi. Lokasi Budidaya penting untuk dekat dari lokasi pemasaran agar mampu menghasilkan keuntungan. lokasi yang dapat dijadikan lokasi untuk memasarkan hasil Budidaya misalnya di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) pasar maupun industri perikanan.

6. Sosial

Respon positif dari masyarakat sekitar, LSM ataupun pemerintah sebagai dukungan dalam usaha Budidaya baik dari segi produksi, pemasaran dan tenaga kerja. Sehingga memberikan dampak terhadap keamanan hingga keuntungan dalam pemasaran.

3.3 Menentukan lokasi menggunakan skoring

Dalam pemilihan lokasi terkadang tidak semua aspek dalam pemilihan lokasi dapat memenuhi semua kriteria secara optimum. Ada kalanya faktor teknis memenuhi dalam semua aspek namun faktor non teknis tidak memenuhi. Sehingga metode yang dapat digunakan sebagai pembanding antar lokasi yang akan digunakan dalam kegiatan Budidaya yaitu dengan memberikan skor terhadap aspek – aspek tersebut dengan kriteria sangat sesuai, sesuai dan tidak sesuai. Sehingga dapat dilihat skor tertinggi dalam pemilihan lokasi mana yang paling sesuai untuk digunakan sebagai lokasi Budidaya.

DAFTAR PUSTAKA

Anggadiredja, J. T., Zatnika, A., Purwoto, H., & Istini, S. (2008). *Potential and Prospect of Indonesia Seaweed Industry*

Development. The Indonesia Agency for The Assessment and Application of Technology – Indonesia Seaweed Society. Jakarta, 28 hal.

BPSPL Makassar. 2014. *Dokumen Final Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau -Pulau Kecil Kabupaten Pangkep.* Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau – Pulau Kecil

Dirjen Perikanan. 1985. *Pedoman Budidaya Tambak.* Jakarta (ID): Direktorat Perikanan Kementrian Kelautan dan Perikanan.

Dohong, Salampak., Nina Yulianti, Yusuf Aguswan. 2017. *Karakteristik Lahan Marginal di Kalimantan Tengah Serta Potensinya untuk Kelapa Sawit.* Seminar Sehari Teknologi Pemupukan Kelapa Sawit pada Lahan Marginal, Sampit, 12 Desember 2017. <https://docplayer.info/68308283-Karakteristik-lahan-marginal-dikalimantan-tengah-serta-potensinya-untuk-kelapa-sawit.html>

Harrison, Mellanie D. 2015. *Secchi Disk.* Encyclopedia of Estuaries pp 549. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-94-017-8801-4_123#citeas

Isra, Nur., Syamsul Arifin Rias, Asmita Ahmad. 2019. *Karakteristik Ukuran Butir Dan Mineral Liat Tanah Pada Kejadian Longsor (Studi Kasus: Sub Das Jeneberang).* Jurnal Ecosolum Volume 8, Nomor 2, Tahun 2019, ISSN ONLNE: 2654-430X, ISSN: 2252-7923.

Kordi K, M. Ghufuran H., Andi Baso Tancung. 2010. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan.* Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.

Natapradja, A.P., Lutfi Januh Fathah, Ria Fitrianti. 2014. *Alat Ukur Arus (Currentmeter).* ST-INTEN Bandung (Sekolah Tinggi Ilmu Sains dan Teknologi Bandung). <http://awaliahagimeka.blogspot.com/2014/08/currentmeter.html>

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Nomor 21/PRT/M/2015 Tahun 2015 tentang Eksploitasi
dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Tambak

Soil Survey Staff. 2014.Keys Soil Taxonomy,TwelfthEdition.
Washington. USDA. 372hal.

BAB 4

KOLAM DAN ASPEK PENTINGNYA

Oleh Muhammad Nur

4.1 Pendahuluan

Kolam secara luas didefinisikan sebagai wadah penampungan air diperairan daratan yang digunakan untuk kegiatan perikanan. Kolam merupakan salah satu wadah dalam kegiatan budidaya baik untuk proses pembenihan dan pembesaran ikan sehingga menjadi faktor utama yang perlu diperhatikan agar kultivan yang dibudidayakan dapat berhasil. Selain itu, pembuatan dan penentuan lokasi kolam yang direncanakan untuk usaha akuakultur sangat perlu memperhatikan berbagai macam aspek seperti jenis kultivan yang akan dibudidayakan termasuk karakteristik biologisnya, tahapan siklus hidup, pola makan dan tingkat pertumbuhan kultivan, metode dan intensitas budidaya, volume dan siklus pertukaran air yang diperlukan. Selanjutnya hal yang penting juga dilakukan adalah menilai ekonomi usaha tersebut. Usaha akuakultur akan gagal, meskipun spesies yang dibudidayakan sudah sangat cocok dan teknologi yang memadai ditunjang dengan lokasi yang baik, namun permintaan ekonomi atau permintaan masyarakat akan kultivan tersebut tidak ada ataupun jika dijual tidak menguntungkan.

Beberapa kolam terbentuk secara alami, namun sebagian besar kolam budidaya dibuat oleh manusia. Dalam sejarahnya kolam adalah struktur akuakultur tertua yang telah dipergunakan sejak lama oleh manusia. Hal ini dikarenakan proses pembuatan kolam yang sangat mudah dan sederhana. Selain itu, budidaya ikan dengan kolam alami biayanya relatif

lebih murah, sehingga banyak masyarakat yang membudidayakan ikan dengan nyaman.

Sebuah kolam mungkin berupa lubang sederhana di tanah (kolam cekung) atau saluran air tertutup di lembah atau pada dasar sungai (kolam bendungan), atau mungkin di atas tanah (kolam tanggul). Kolam dapat dibuat dengan berbagai bentuk sesuai dengan topografi alam yang ada. Kolam tanggul dapat dibuat dengan berbagai ukuran dan bentuk. Idealnya, dalam pembuatan kolam perlu dipikirkan letak pintu pemasukan dan pembuangan air dari kolam. Hal tersebut hendaknya memperhatikan gravitasi untuk meminimalkan biaya konstruksi dan pengoperasiannya. Secara umum dalam persyaratan utama untuk kolam adalah pasokan air yang berkualitas baik, tanah yang relatif kedap air, struktur tanah yang baik dengan kandungan bahan organik yang memadai untuk mendukung ekosistem tambak, dan ketersediaan drainase.

Pembuatan kolam pada umumnya lebih murah untuk dibangun per satuan luas daripada keramba ataupun wadah budidaya lainnya. Namun dapat juga tergantung dari teknologi yang digunakan. Kolam alami cenderung menggunakan kepadatan tebar rendah, namun densitas/ kepadatan tersebut dapat bervariasi tergantung sistem budidayanya apakah tradisional, ekstensif, semi-intensif, atau intensif. Kolam tradisional merupakan kolam budidaya ikan yang keseluruhan material pembuatannya menggunakan tanah. Sedangkan kolam semi intensif adalah kolam yang dindingnya terbuat dari semen atau tembok dan bagian dasarnya terbuat dari tanah. Jenis yang terakhir adalah kolam intensif yang terbuat dari tembok semen secara keseluruhan, mulai dari pembatas, tembok, hingga dasar kolamnya.

Secara umum terdapat empat jenis kolam yang biasa digunakan masyarakat untuk budidaya ikan yaitu kolam tanah, kolam semen, kolam terpal, dan kolam keramba. Namun pada bab

ini penulis lebih banyak menyinggung tentang dua jenis kolam yaitu kolam tanah dan kolam semen.

Dalam budidaya ikan, jenis-jenis kolam yang akan digunakan sangat tergantung kepada sistem budidaya yang akan diterapkan apakah tradisional/ekstensif, semi intensif dan intensif. Saat ini pembangunan kolam menjadi semakin maju, seiring dengan majunya teknologi. Meski demikian keberadaan kolam sebagai salah satu wadah budidaya tidak dapat tergantikan dan masih populer dan digemari di kalangan masyarakat.

4.2 Kolam tanah

Kolam tanah salah satu jenis kolam yang banyak digunakan oleh para pembudidaya ikan di Indonesia. Secara umum beberapa kelebihan kolam tanah ini adalah lebih praktis dan lebih mudah dibuat, investasi modal yang kecil, mudah dilakukan pengeringan dan pemanenan dengan sistem pintu air inlet dan outlet. Kolam jenis ini relatif cocok dengan berbagai jenis budidaya ikan. Beberapa jenis ikan cocok seperti ikan mas, ikan nila (Sudarti, 2015Afifa et al., 2020; Pepayocha et al., 2022;), ikan lele (Firdaus et al., 2017; Suraya et al., 2016), ikan gurami (Prayuginingsih et al., 2018), ikan baung (Gleni et al., 2011) dan berbagai jenis ikan lainnya.

4.2.1 Penilaian kondisi tanah

Hal pertama yang perlu dilakukan dalam pembuatan kolam tanah adalah menilai kondisi tanah. Penilaian kondisi tanah merupakan pertimbangan yang sangat penting dalam pemilihan lokasi kolam, pengembangan dan pengelolaan tambak. Tanah di lokasi itulah yang akan menentukan produktivitas alami kolam, kapasitas menahan air, persyaratan pemupukan, kualitas air, dan konstruksi. Pemilihan lokasi yang buruk akan menghasilkan

kolam yang tidak dapat dikelola untuk memenuhi kebutuhan hewan yang dibudidayakan.

Sifat-sifat tanah utama penting untuk penggunaan akuakultur terdiri dari tiga jenis:

1. Fisik meliputi tekstur tanah, kekuatan, kestabilan dan kemampuan menahan air.
2. Fisikokimia: kapasitas pertukaran ion, reaksi asam-basa, efek pelindian dan kapasitas penyerapan/pengikatan.
3. Biologis: bahan organik dan biomassa pengubah nutrisi.

Dalam beberapa keadaan, terutama dengan kolam kecil dan di area yang tanahnya berpori, kolam dapat dilapisi dengan lapisan kedap air, seperti terpal plastik tebal. Substrat tanah kemudian dapat ditambahkan ke kolam berlapis ini untuk menyediakan fungsi daripada tanah.

Saat ini dikenal istilah tanah dasar kolam (TDK) merupakan komponen utama dalam budidaya ikan menggunakan kolam tanah, karena kualitasnya akan mempengaruhi mutu air kolam sehingga berkorelasi dengan peningkatan produksi ikan yang dibudidayakan. Produksi ikan yang baik dipengaruhi oleh pH dan bahan organik, nitrogen dan fosfor di dalam tanah (Hasibuan et al., 2014).

4.2.2 Tata letak kolam

Pada kawasan kolam yang besar, tata letak kolam dan tanggul dibuat dengan mempertimbangkan saluran antar kolam untuk aliran air masuk dan aliran keluar air limbah. Berikut ini adalah beberapa model/*layout*/tata letak dari kolam.

1. Model seri. Kolam dibangun berurutan sehingga air mengalir melewati semua kolam sebelum dibuang. Tata letak ini memungkinkan pergerakan kultivan lebih mudah dari satu kolam ke kolam lainnya dan penggunaan air yang

- maksimal. Kekurangan membangun kolam secara seri adalah penurunan kualitas air dan ketidakmampuan untuk mengisolasi kolam individu dan mencegah isolasi penyakit.
2. Model Paralel. Dalam tata letak kolam paralel, air didistribusikan dari saluran suplai umum ke setiap kolam secara terpisah. Air limbah dikumpulkan ke saluran drainase umum. Model pararel umum dilakukan pada budidaya
 3. Model Radial/lingkaran. Membangun kolam dalam desain radial tidak umum dan hanya digunakan jika ada tujuan perencanaan produksi tertentu. Dalam tata letak radial, kolam dibangun sehingga setiap kolam bagian dalam memberi makan ke beberapa kolam luar.
 4. Sisipan. Dalam tata letak kolam sisipan, semua kolam ukurannya sama, namun satu kolam ditempatkan di dalam kolam lain yang lebih besar. Metode ini sering digunakan saat kolam pembibitan dipasang di dalam kolam pembesaran.

4.2.3 Pematang

Desain pematang membutuhkan pertimbangan ketinggian dan kemiringan. Ketinggian pematang adalah ketinggian tambahan di atas air normal dan tinggi pasang. Kedalaman kolam umumnya berkisar antara 0,8 hingga 1,8 m tergantung jenis hewan yang dibudidayakan. Kedalaman ini memungkinkan penetrasi cahaya masuk mencukupi untuk pertumbuhan plankton kaitannya dengan produktivitas primer dan kedalaman yang cukup untuk mengurangi fluktuasi suhu sekaligus mengurangi kemungkinan stratifikasi oksigen dan suhu.

Kedalaman kolam akan mempengaruhi produktivitas kolam. Penetrasi sinar matahari juga dapat menghangatkan air, menciptakan suhu yang lebih tinggi pada kedalaman kolam yang lebih rendah. Jika kolam terlalu dalam, pemanasan akan terjadi hingga kedalaman tertentu. Hal ini dapat menciptakan termoklin

dengan air di bawah kedalaman tersebut secara substansial lebih dingin daripada air di atas kedalaman tersebut. Penciptaan termoklin dapat mengakibatkan anoxic, lapisan air dingin yang dapat terbalik dan mengakibatkan kerugian stok yang besar.

Kemiringan pematang akan tergantung pada stabilitas tanah di lokasi. Pada kondisi tanah yang stabil disarankan kemiringan dinding baik. pematang juga harus memiliki lebar atas untuk memungkinkan akses yang baik ke kolam. Lebar puncak bergantung pada ketinggian dinding dan aktivitas yang akan dilakukan di sekitar kolam. Peralatan dan mesin sering digunakan di sekitar kolam selama operasi normal, dan kendaraan ini membutuhkan lebar atas yang lebih besar dari yang disarankan.

4.2.4 Saluran air masuk (Inlet) dan saluran air keluar (outlet)

Saluran masuk dan saluran keluar adalah komponen penting dari sebuah kolam. Saluran air masuk dan keluar harus aman, mudah dioperasikan, dan berukuran memadai. Pertukaran air melalui kolam dikendalikan melalui saluran masuk. Saluran masuk atau inlet dapat berupa pipa, saluran atau pintu air (saluran buatan untuk mengalirkan air). Aliran melalui inlet dapat diatur dengan menggunakan katup (pipa) atau papan (saluran dan pintu air) atau dengan menggunakan pompa.

Pada banyak kolam, air harus disaring untuk mencegah masuknya organisme yang mungkin menjadi predator, pesaing atau vektor penyakit. Untuk melakukan ini, air disaring menggunakan kain kasa di atas pipa atau kotak saringan/penyaring di saluran atau pintu air. Selanjutnya untuk outlet biasanya berbentuk pipa atau pintu air yang berfungsi untuk menurunkan air.

4.3 Kolam semen

Kolam semen merupakan jenis kolam yang bagian dasar dari kolam dan pematangnya di semen sehingga menjadi kuat dan tidak gampang rusak dan bersifat permanen. Kolam semen ini biasanya dibuat dengan luasan 100 m², lebar pematang berkisar antara 30-40 cm dengan ketinggian sebesar 1-1,5 m, dan ketinggian air yang diperkirakan berkisar 60-100 cm.

Kolam semen ini bersifat permanen yang dapat digunakan dalam jangka panjang sehingga untuk kegiatan budidaya ikan berkelanjutan dalam beberapa tahun ke depan sangat sesuai untuk digunakan. Beberapa alasan pemilihan kolam semen dalam melakukan kegiatan budidaya antara lain kondisi atau keadaan tanah pada lingkungan sekitar atau kurang sesuai untuk dibuat kolam tanah dan sistem pemeliharaan yang dipilih oleh pembudidaya.

Kolam semen memiliki sebutan kolam solid, karena kolam ini secara keseluruhan baik dinding maupun dasar kolam terlapisi bahan solid yang kedap air seperti semen, batu cetak, fiber, kaca ataupun logam anti karat. Air di dalam kolam ini tidak bersentuhan langsung dengan tanah bebas/bumi.

Beberapa kelebihan dari Kolam semen memiliki kelebihan yaitu sebagai berikut.

1. Air kolam dapat dibiarkan melewati atau di atas permukaan tanah, sehingga air tidak mudah merembes.
2. Penggunaan kolam lebih lama yakni mampu bertahan hingga 5 – 10 tahun bahkan lebih tergantung perawatan kolam
3. Sistem pengairan dapat dimodifikasi dengan baik, untuk memaksimalkan sirkulasi air, pengeringan kolam dan perawatan.

4. Kolam kuat, tidak mudah mengalami kerusakan, terkikis oleh hujan maupun berlubang oleh hewan liar.
5. Perawatan kolam relatif lebih mudah.
6. Ukuran kolam yang lebih tepat, presisi dan lebih flexible dalam bentuk, sesuai dengan kebutuhan.
7. Kolam terlihat lebih rapi dan tertata dan cukup enak dipandang sehingga dapat menjadi wisata rekreasi
8. Proses pengeringan kolam lebih cepat umumnya jika cahaya matahari cerah hanya memerlukan waktu 1-2 hari
9. Relatif lebih aman dari predator dan kompetitor alami.

Sedangkan kekurangan dari kolam semen yaitu sebagai berikut

1. Biaya pembuatan kolam yang relatif mahal.
2. Bersifat permanen, jadi tidak bisa dipindah-pindah

Pada kolam semen terdapat dua pengkategorian jenis-jenis kolam berdasarkan sumber air yang digunakan adalah kolam air mengalir/ *running water* dengan sumber air berasal dari sungai atau saluran irigasi dimana pada kolam tersebut selalu terjadi aliran air yang debitnya cukup besar (50 l/detik) dan kolam air tenang/ *stagnant water* dengan sumber air yang digunakan untuk kegiatan budidaya adalah sungai, saluran irigasi, mata air, hujan dan lain-lain tetapi aliran air yang masuk ke dalam kolam sangat sedikit debit airnya (0,5 – 5 l/detik) dan hanya berfungsi menggantikan air yang meresap dan menguap (Payung et al., 2021).

Hampir sama dengan kolam tanah, kolam semen juga termasuk salah satu jenis kolam yang banyak digunakan oleh para pembudidaya ikan di Indonesia. Beberapa jenis ikan cocok untuk kolam ikan jenis ini seperti ikan mas, ikan lele (Utomo & Himawanto, 2021), ikan gurami, ikan nila (Marie et al., 2018) dan berbagai jenis ikan lainnya.

4.4 Ekologi kolam

Kolam pada dasarnya dapat dikatakan badan air buatan manusia yang terlihat seperti danau kecil. Secara ekologi perairan alami dan kolam relatif sama yaitu akan terjadi proses hidrologi dan biologi yang sama terjadi dan mempengaruhi kualitas air. Namun, ada perbedaan besar antara kedua sistem tersebut. Perairan alami memiliki kisaran habitat yang memungkinkan keanekaragaman hayati yang besar, kepadatan spesies ikan yang relatif rendah, rentang kesuburan dari sangat rendah (danau oligotrofik) hingga sangat tinggi (danau eutrofik), dan aliran energi dan materi mengikuti jalur dan laju perkembangan. Sebaliknya pada kolam, ikan lebih leluasa bergerak, sehingga habitat dan komunitas biologis alami lebih sederhana, organisme target/ kultivan ditebar lebih tinggi dari kerapatan alami, sehingga input (pupuk, pakan) umumnya disediakan untuk memperkaya air kolam (sistem eutrofik), dan kekuatan pendorong dalam ekosistem sangat ditentukan oleh keputusan manusia. Keputusan tersebut mencakup karakteristik kolam yang ditentukan pada perencanaan kolam (lokasi kolam, morfometri, orientasi, lokasi, ketersediaan sarana prasarana, infrastruktur, dll), dan praktik manajemen budidaya (organisme budidaya, kualitas air, pupuk, pakan, dll).

Karakteristik kolam akan sangat menentukan hidrologinya, yang mempengaruhi proses biologis dan kualitas air di tambak. Praktik pengelolaan tidak hanya memengaruhi spesies target/ kultivan yang dibudidayakan tetapi juga proses biologis dan kualitas air. Pada akhirnya, kualitas air mempengaruhi proses biologis di kolam dan pertumbuhan organisme yang dibudidayakan (Lucas & Southgate, 2012).

4.4.1 Plankton pada kolam

Kolam selain ikan yang dibudidayakan, juga dihuni oleh berbagai jenis organisme dengan ukuran dan jenis berbeda yang saling memangsa satu sama lain (rantai makanan) dan merupakan makanan potensial bagi spesies target yang dibudidayakan. Organisme autotrof (bakteri, ganggang, makrovegetasi) memiliki pigmen fotosintetis menggunakan cahaya sebagai sumber energi untuk menyerap senyawa anorganik dari air dan mengubahnya menjadi bahan organik untuk membangun tubuhnya sendiri. Selama proses ini, karbon dioksida dan nutrisi anorganik dikeluarkan dari air, dan oksigen dibebaskan ke dalam air. Fosfor dan nitrogen membatasi nutrisi untuk pertumbuhan alga dan memainkan peran penting dalam produktivitas biologis ekosistem perairan. Organisme heterotrofik (bakteri dan hewan) menggunakan bahan organik sebagai substrat atau sumber makanan dan energi untuk membangun tubuhnya sendiri. Selama proses ini, bakteri dan hewan menghilangkan oksigen dari air dan membebaskan karbon dioksida dan nutrisi anorganik ke dalam air (Mischake, 2012).

Pada kolam terdapat organisme mikroskopis yang hidup di kolom air secara kolektif disebut plankton. Bakteri dan alga kecil ($<20\ \mu\text{m}$) membentuk nanoplankton. Ganggang yang lebih besar, protozoa, rotifera, dan krustasea kecil (cladocerans dan copepoda) adalah penyusun utama mikrop plankton. Cladocerans dan copepoda terbesar ($>1\ \text{mm}$) membentuk makrop plankton terbanyak. Hubungan predator-mangsa dalam ekosistem sebagian besar terkait dengan ukuran organisme

Fitoplankton disebut juga planton nabati, organisme planktonik autotrofik. Pada kolam, organisme fitoplanktonik adalah produsen utama di perairan, organisme fitoplankton ini memiliki bentuk uniseluler atau koloni yang termasuk dalam filum cyanobacteria (alga biru-hijau), chlorophytes (alga hijau),

eu-glenophytes (euglenida), bacillariophytes (diatom), dinofit (dinoflagelata), chrysophytes (golden ganggang), dan cryptophytes.

Olehnya penting bagi para pembudidaya untuk memperhatikan pertumbuhan plankton pada kolam pemeliharaan. Peranan fitoplankton sebagai pakan alami bagi organisme budidaya hendaknya dapat dimaksimalkan. Selain itu juga penting mengetahui proses kehidupan plankton, agar kondisi kualitas air dapat dipahami dengan lebih baik. Proses kehidupan plankton memiliki hubungan tidak langsung dengan beberapa parameter kualitas air seperti suhu, pH, DO, tingkat kecerahan air, rasio N/Po, dan limbah organik yang mempengaruhi ekosistem yang ada di tambak, termasuk organisme budidaya. Saat terjadi perubahan pada air kolam karena populasi plankton bisa diimbangi dengan menentukan perlakuan tepat agar populasi bisa terkendali.

Terkait dengan fase pertumbuhan plankton secara umum terdiri dari 4 fase yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian. Fase adaptasi adalah fase awal pertumbuhan plankton, dimana perubahan tidak nyata, namun ukuran selnya terus meningkat. Selanjutnya fase eksponensial, dimana pada kondisi ini sel plankton mulai melakukan proses pembelahan diri. Kemudian setelah memasuki fase eksponensial maka akan memasuki fase stasioner yaitu fase dimana kondisi proses pertumbuhan plankton mulai melambat dan jumlah pertumbuhannya relatif seimbang dengan jumlah kematiannya. Terakhir adalah fase kematian atau deklinasi. Pada fase ini jumlah kematian plankton meningkat drastis.

Selanjutnya adalah zooplankton yang merupakan golongan planktonik dari hewan. Pada kolam, kelompok utama yang sering ditemukan adalah protozoa, rotifera, cladocerans, dan copepoda (calanoids dan terutama cyclopoids). Pada dasarnya keberadaan fitoplankton dan zooplankton merupakan komponen penting

dari rantai makanan pada ekosistem kolam. Fitoplankton menghasilkan makanan bagi zooplankton. Selanjutnya zooplankton ini akan dimanfaatkan oleh organisme untuk berkembang biak.

4.4.2 Bahan organik dan non organik

Banyak penelitian yang telah dilakukan terkait dengan penggunaan bahan organik dan organik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemupukan organik sama efektifnya, atau lebih efektif, seperti menggunakan pupuk anorganik dalam akuakultur. Di beberapa daerah, pupuk anorganik tidak tersedia atau terlalu mahal, sehingga penggunaan pupuk organik lebih hemat. Namun demikian terdapat beberapa kekurangan seperti pemupukan dengan pupuk organik dibutuhkan lebih banyak jumlahnya dibandingkan dengan pupuk anorganik selain itu, juga biasanya pemupukan dengan pupuk organik juga membutuhkan biaya tambahan yaitu biaya tenaga kerja.

Pupuk anorganik kaya akan unsur hara dan larut dalam menyediakan dosis hara pupuk yang besar untuk segera diserap oleh produsen primer. Pupuk organik miskin unsur hara dan harus terurai sebelum secara efektif merangsang terutama jalur heterotrofik yang mereka dukung. Laju dekomposisi bahan organik bervariasi dan tidak dapat diprediksi. Faktor terpenting yang menentukan laju dekomposisi adalah kandungan nitrogen. Dengan demikian, nitrogen anorganik sering ditambahkan ke pupuk organik untuk meningkatkan efektivitasnya.

Terkait dengan bahan non organik pada kolam selain secara alami biasanya mendapatkan masukan dari pupuk. Pupuk yang mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium disebut pupuk lengkap. Pupuk lengkap jarang digunakan dalam akuakultur, walaupun digunakan harus melalui kajian yang cukup. Sebagian besar pupuk anorganik yang mengandung nitrogen terhidrolisis menjadi amonia, yang dapat menyebabkan keracunan ikan pada tingkat pH siang hari yang tinggi, tipikal kolam ikan yang subur.

Pupuk anorganik memiliki efek yang drastis dan langsung pada produksi primer dari fitoplankton (Mischake, 2012).

4.4.3 Kualitas air

Parameter kualitas air memegang peranan penting dalam budidaya ikan khususnya pada kolam. Beberapa parameter penting diantaranya keasamaan air (pH), suhu air, oksigen terlarut, kekeruhan, dan kecerahan.

4.4.3.1 Derajat keasaman (pH)

Istilah pH awalnya berasal dari kata Perancis, "*pouvoir hydrogène*", yang artinya "tenaga hidrogen". Parameter ini menunjukkan jumlah ion hidrogen (H^+) di dalam air. Skala untuk mengukur derajat keasaman disebut skala pH, yang berkisar dari 1 sampai 14. Pada suhu 25 °C, pH 7,0 akan dianggap netral, yaitu tidak bersifat asam maupun basa, sedangkan nilai di bawah 7,0 dianggap asam, dan di atas 7,0 bersifat basa. Perairan alami berkisar antara pH 5,0 dan pH 10,0 sedangkan air laut mendekati pH 8,3. Pengukur pH adalah alat elektronik (pH meter) yang digunakan untuk mengukur pH suatu cairan, dan biasanya terdiri dari probe pengukur khusus (elektroda kaca) yang terhubung ke pengukur elektronik yang mengukur dan menampilkan pembacaan pH.

pH saling bergantung dengan parameter kualitas air lainnya, seperti karbon dioksida, alkalinitas, dan kecerahan. pH juga dapat mempengaruhi kesehatan ikan. Untuk sebagian besar spesies air tawar, rentang pH antara 6,5 - 9,0 adalah ideal, tetapi kebanyakan hewan laut biasanya tidak dapat mentolerir rentang pH seluas hewan air tawar, sehingga pH optimum biasanya antara pH 7,5 dan 8,5. Di bawah pH 6,5 beberapa spesies mengalami pertumbuhan yang lambat.

pH air kolam meningkat setiap hari karena fitoplankton mengonsumsi karbon dioksida selama fotosintesis (mencapai nilai maksimum mendekati pukul 6 sore), dan menurun pada

malam hari saat fitoplankton melepaskan karbon dioksida selama respirasi (mencapai nilai minimum mendekati pukul 6 pagi). Secara tidak langsung, perubahan pH juga dapat mempengaruhi organisme perairan. Pada kolam ikan, pH yang rendah dapat mempercepat pelepasan logam dari batuan dan sedimen. Logam-logam tersebut dapat mempengaruhi metabolisme ikan dan kemampuannya menyerap air melalui insang. Selain itu, pH rendah dapat mengurangi jumlah fosfor anorganik terlarut dan karbon dioksida yang tersedia untuk fitoplankton selama fotosintesis. Tambak dengan nilai pH rendah (<5) pada saat menerima air hujan akan bersifat asam, namun dapat diperbaiki dengan melakukan pengapuran.

Kisaran pH optimal untuk sebagian besar spesies akuakultur adalah berkisar antara 6,5–9,0. Meskipun juga pada beberapa spesies akuakultur terutama dari habitat aslinya juga dapat tumbuh dengan baik pada pH 4–5, selama keasaman berasal dari asam organik yang berasal dari tumbuhan. Oleh karena itu, penting bagi para pembudidaya kolam yang dikelola memiliki pH yang cocok untuk kelangsungan hidup hewan budidaya yang dipelihara.

4.4.3.2 Suhu

Suhu pada kolam perairan juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme yang dibudidayakan. Hampir semua organisme sangat peka terhadap perubahan suhu lingkungan terlebih perubahan suhu lingkungan yang terjadi secara mendadak. Perubahan suhu yang cepat dapat menimbulkan stress bahkan dapat menyebabkan kematian pada organisme yang dibudidayakan. Selain itu, suhu air sangat berpengaruh terhadap konsentrasi oksigen terlarut. Jika suhu tinggi, air akan lebih cepat mengalami kejenuhan dengan oksigen dibanding pada suhu rendah. Peningkatan suhu air akan mengakibatkan peningkatan reaksi kimia dan evaporasi

(penguapan) serta penurunan kelarutan gas oksigen dalam air seperti O₂, CO₂, dan lainnya.

Hubungan pemupukan kolam dengan suhu. Menurut Hukum van Hoff, laju reaksi kimia pada perairan dapat berlipat ganda dengan kenaikan suhu 10°C. Peningkatan suhu air akan mempercepat reaksi kimia termasuk proses fisiologis yang terkait dengan pemupukan pada kolam. Fitoplankton tumbuh pada kisaran suhu yang luas, tetapi laju pertumbuhannya lambat ketika suhu turun <15°C. Oleh karena itu, penting bagi para pembudidaya, agar senantiasa memperhatikan suhu pada kolam yang dikelolanya agar hewan budidaya dapat bertumbuh dengan maksimal.

4.4.3.3 Total alkalinitas

Alkalinitas pada kolam merupakan salah satu faktor kualitas air dalam akuakultur. Alkalinitas digunakan sebagai penstabil pH dan pertumbuhan normal fitoplankton pada perairan. Alkalinitas sangat berperan penting dalam budidaya. Apabila kandungan alkalinitas pada tambak budidaya terlalu tinggi atau terlalu rendah, lingkungan tambak akan kurang efisien. Hal ini akan mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan kultivan hingga menjadi kurang optimal.

Dalam akuakultur, alkalinitas adalah ukuran kapasitas air untuk menetralkan atau menyangga asam dengan menggunakan karbonat, ion bikarbonat, dan dalam kasus yang jarang terjadi, dengan hidoksida, sehingga melindungi organisme dari fluktuasi pH yang besar. Nilai alkalinitas air pada tambak udang yang disarankan adalah antara 80-200 mg/L. Apabila alkalinitas berada di atas kadar optimal yang disarankan, maka disarankan untuk dilakukan pengenceran kepekatan plankton, dan oksigenasi yang cukup. Apabila alkalinitas berada di bawah kadar optimal atau terlalu rendah, maka dapat ditingkatkan dengan pemberian kapur. Kapur berfungsi untuk menjaga stabilitas pH dan mempercepat proses penguraian bahan organik.

Dalam badan air, oksigen tersedia dalam keadaan terlarut. Ini ditemukan dalam gelembung mikroskopis yang tercampur di antara molekul air. Itu dapat masuk ke dalam sistem melalui difusi langsung dan sebagai produk sampingan dari fotosintesis. Artinya, kadar oksigen terlarut dalam air dapat ditingkatkan melalui aerasi mekanis, mis. Penggunaan aerator, kincir air, injeksi oksigen cair, keberadaan angin dan gelombang yang cukup besar, tumbuhan air dan alga. Namun, kehati-hatian harus dipertimbangkan pada yang terakhir karena juga dapat menyebabkan penipisan oksigen ketika populasi tanaman menjadi terlalu padat. Di sisi lain, itu dihilangkan melalui respirasi dan dekomposisi

Konsentrasi oksigen diukur dalam satuan bagian per juta (ppm) atau mg/L, kedua satuan ukurannya sama. Oksigen terlarut dianggap sebagai salah satu aspek yang paling penting dari budidaya. Hal ini diperlukan oleh ikan untuk bernafas dan melakukan aktivitas metabolisme. Jadi rendahnya tingkat oksigen terlarut sering dikaitkan dengan insiden kematian ikan. Sebaliknya, kadar optimum dapat menghasilkan pertumbuhan yang baik, sehingga menghasilkan produksi yang tinggi. Nilai yang lebih rendah dari ini dapat memberikan tekanan yang tidak semestinya pada ikan, dan level yang mencapai kurang dari 2 mg/L dapat mengakibatkan kematian (tetapi 3 mg/L untuk beberapa spesies).

Organisme lain seperti bakteri, fitoplankton, dan zooplankton juga membutuhkan oksigen, sehingga bersaing untuk mendapatkan oksigen terlarut dengan ikan. Dekomposisi bahan organik adalah konsumen oksigen terbesar dalam sistem. Oleh karena itu pemborosan makanan dan kualitas pakan harus dipantau karena keduanya secara signifikan mempengaruhi tingkat oksigen terlarut dalam sistem.

Oksigen juga dibutuhkan oleh organisme lain seperti bakteri, fitoplankton, dan zooplankton. Mereka mengonsumsi oksigen terlarut dalam jumlah besar juga. Dekomposisi bahan organik adalah konsumen oksigen terbesar dalam sistem budidaya.

Menetapkan pedoman oksigen terlarut untuk budidaya bisa jadi sulit, karena seperti yang disebutkan di atas, hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor. Namun, sebagian besar negara telah menetapkan $>5,0$ mg/L sebagai konsentrasi ideal baik untuk air laut maupun air tawar. Filipina, bersama dengan Australia, India, Selandia Baru, Inggris, dan ASEAN termasuk di antara negara-negara tersebut. Nilai ini berada dalam nilai yang direkomendasikan oleh para ilmuwan lain yang ideal untuk operasi akuakultur. Malaysia, di sisi lain, menetapkan nilai terendah sebesar 3,0 mg/L, diikuti Hongkong sebesar $>4,0$ mg/L. (Mischake, 2012). Jumlah konsumsi oksigen bervariasi, tergantung pada ukuran, laju makan, tingkat aktivitas, dan spesies. Kondisi fisik seperti suhu, ketinggian dan salinitas juga dapat mempengaruhi kadar oksigen.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifa, N., Maulana, I., Wahyuni, S., Anugrah, D., Sahodding, Y., & Rifai, A. (2020). Budidaya ikan nila pada kolam tanah. *Maspul Journal of Community Empowerment*, 1(2), 24–33.
- Firdaus, M., Maharani, P., & Rani, H. (2017). Usaha budi daya ikan lele (*Clarias sp*) pada Kawasan Minapolitan “Kampung Lele” Kabupaten Boyolali. *Buletin Ilmiah “MARINA” Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 3(2), 79–89.
- Gleni, H., Suhenda N, & Nugraha, A. (2011). Pembesaran ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) yang diberi pakan berbeda di kolam tanah. *Berita Biologi*, 10(4), 557–562.
- Hasibuan, S., Bambang, D. K., & Nitimulyo, K. H. (2014). Kemelimpahan pakan alami pada tanah dasar kolam inceptisol yang dimarel dengan ultisol. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 29(1), 97–106.
- Lucas, J., & Southgate, pc. (2012). *Aquaculture Farming Aquatic Animals and Plants* (Vol. 1). Wiley-Blackwell.
- Marie, R., Ali Syukron, M., & Rahardjo. (2018). Teknik Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Pemberian Pakan Limbah Roti. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1(1), 1–6.
- Mischake, C. (2012). *Aquaculture Pond Fertilization Impacts of Nutrient Input on Production*. Wiley-Blackwell .
- Payung, D., Irawati, & Salampessy, N. (2021). *Diktat Wadah Budidaya* (Vol. 1). Kementerian Kelautan dan Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Maluku.
- Pepayocha, E., Kurniawan, A., & Bidayani, E. (2022). Komparasi usaha pembesaran ikan nila di kolam tanah dan keramba jaring apung pada kolong tambang timah: Studi Kasus Di Desa Air Mesu Pangkalan Baru, Bangka Tengah. *Jurnal Akuakultur*, 7(1), 12–18.

- Prayuginingsih, H., Atok, D., & Ridho, A. (2018). Analisis kelayakan usaha pembesaran ikan gurami pada kolam tanah. *Jurnal Penelitian Ipteks*, 3(1), 57–63.
- Sudarti. (2015). Analisis usaha pembesaran ikan nila dan kontribusinya terhadap pendapatan rumah tangga di Desa Sumbersuko Jaya Belitang Oku Timur. *Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Belitang* , 1(1), 21–28.
- Suraya, U., Yasin, M. N., & Rozik, M. (2016). Penerapan teknologi budidaya ikan lele sangkuriang di kolam tanah pada kegiatan bina Desa Upt 38 Kelurahan Sei Gohong. *Jurnal Udayana Mengabdi*, 15(2), 236–242.
- Utomo, T., & Himawanto, D. (2021). Pemberdayaan potensi warga melalui introduksi perikanan darat sebagai awalan integrated farming system di Kecamatan Karangdowo Dan Kecamatan Juwiring Kabupaten Klaten: beberapa permasalahan dari sisi konstruksi kolam. *Jurnal Budimas*, 3(2), 435–441.

BAB 5

KLASIFIKASI KOLAM

Oleh Tholibah Mujtahidah

5.1 Pendahuluan

Kolam didefinisikan sebagai suatu wadah yang dibuat oleh manusia yang berfungsi untuk menampung air sehingga nantinya dapat dipergunakan dalam berbagai aktivitas yang produktif, misal dalam kegiatan perikanan yakni untuk memelihara ikan (biota air). Secara teknis, kolam merupakan suatu perairan buatan yang sengaja dibentuk oleh tangan manusia dan memiliki luasan cukup terbatas dan tujuan pembuatannya untuk memudahkan pengelolaan dalam hal pengaturan air, jenis hewan air yang dibudidayakan (kultivan) dan target produksi.

Dalam ekosistem kolam, terdapat berbagai interaksi akibat dari adanya pengaruh antara lingkungan dengan makhluk hidup pada kolam. Interaksi yang terjadi berkaitan dengan faktor biologi, kimia dan fisika yang juga berpengaruh pada kualitas airnya. Kompleksitas biologi dan fisika perairan memunculkan eksternalitas yang menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan dan secara kontinuitas akan terjadi pencemaran perairan. Mujtahidah dkk, (2023) menyatakan bahwa model akuakultur yang terintegrasi mampu meningkatkan produktivitas secara maksimal apabila sesuai dengan prinsip-prinsip budidaya, salah satunya pada saat persiapan sarana dan prasarana berupa wadah yang digunakan selama pemeliharaan kultivan.

Kegiatan budidaya perikanan diawali dengan persiapan sarana dan prasarana dalam produksi kultivan, meliputi pemilihan lokasi hingga penerapan wadah budidaya (kolam)

yang akan digunakan. Untuk itu, perlu adanya pengetahuan mengenai berbagai klasifikasi atau penggolongan kolam khususnya dalam bidang budidaya perikanan agar sesuai dengan sistem budidaya yang diterapkan.

5.2 Klasifikasi Kolam

Klasifikasi kolam dibedakan berdasarkan cara pembuatan, tipe susunan, tempat asal, tata letak, sumber air, bentuk, jenis dan fungsi kolam. Secara rinci akan dibahas berikut ini.

5.2.1 Kolam berdasarkan cara pembuatannya

Berdasarkan cara pembuatannya, kolam terbagi menjadi kolam tanggul dan kolam galian.

- a. Kolam tanggul (bendungan)
Kolam yang dibangun dengan cara membendung atau membangun tanggul pada sisi-sisi yang akan dibuat kolam.
- b. Kolam galian
Kolam yang dibangun dengan cara menggali pada tanah yang akan dibuat kolam.

Dalam proses pembuatan kolam, cara yang terbaik yang bisa dilakukan yaitu dengan menggabungkan antara kegiatan menggali dan menanggul.

5.2.2 Kolam berdasarkan tipe susunan kolam

Berdasarkan tipe susunan kolamnya, kolam terbagi menjadi kolam empang, kolam kontur dan kolam galian (Alawi dan Tang, 2017):

- a. Kolam empang (*Barrage pond*)
Kolam yang dibangun diantara dua kaki bukit dengan kemiringan lembah yang agak datar hingga kemiringan sedang. Diantara kedua kaki bukit ditutup dengan

membangun sebuah pematang. Kolam yang ideal dibangun dengan pematang di titik bukit tersempit dan tempat menggenangnya air.

b. Kolam kontur (*Contour Pond*)

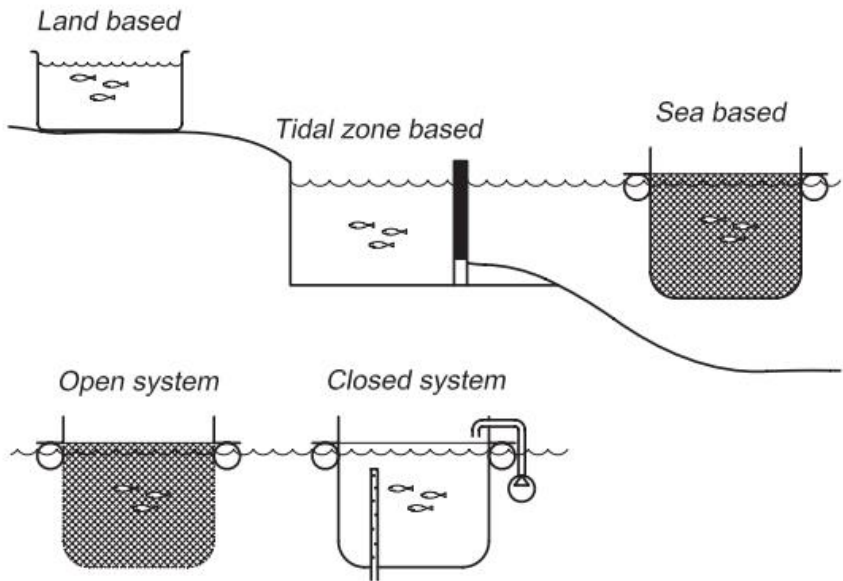
Kolam yang dibangun pada salah satu sisi bukit dengan kondisi dataran yang luas. Air dari kanal maupun parit hingga sungai kecil dialirkan melalui saluran baru yang dibentuk untuk mengisi kolam-kolam yang akan dibangun. Aliran air masuk dan mengisi ke dalam kolam-kolam yang akan dibangun.

c. Kolam galian (*Paddy Pond*) Kolam yang dibangun di area datar yang sekelilingnya dikelilingi oleh parit. Tipe kolam ini dikelola secara intensif, karena susunan kolamnya berada pada dataran yang luas.

5.2.3 Kolam berdasarkan tempat asal kolam

Berdasarkan tempat asalnya, kolam terbagi menjadi 3 zona yaitu darat, pasang surut dan dalam air. Dapat dilihat pada Gambar 5.1 di bawah ini.

- a. Zona darat (*inland*)
- b. Zona pasang surut (*intertidal*)
- c. Zona dalam air (tawar/laut)



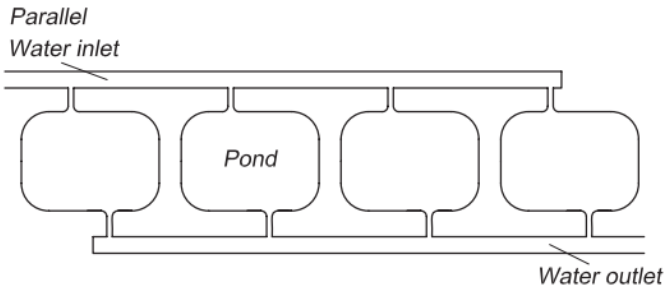
Gambar 5.1 Unit produksi (kolam) bisa terbuka atau tertutup, ditempatkan di darat, zona pasang surut maupun di dalam perairan. (Sumber : Lekang, 2007)

5.2.4 Kolam berdasarkan tata letak

Berdasarkan tata letaknya, kolam terbagi menjadi 3 yaitu paralel, seri dan radial.

a. Kolam paralel

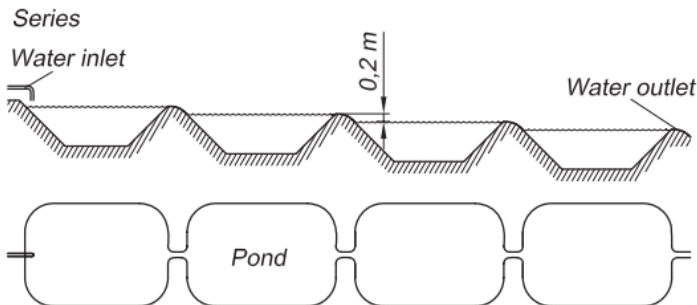
Kolam ini memiliki *inlet* dan *outlet* pada masing-masing kolam dan tidak berhubungan antara satu kolam dengan kolam lainnya. Tata letak kolam paralel adalah paling umum diterapkan dalam kegiatan budidaya. Adapun keuntungannya yaitu kualitas airnya sama pada tiap kolam dan tidak terkontaminasi antar kolam karena didesain terpisah. Kolam paralel dapat dilihat pada Gambar 5.2 di bawah ini.



Gambar 5.2 Kolam paralel.
(Sumber : Lekang, 2007)

b. Kolam seri

Kolam ini memiliki *inlet* dan *outlet* yang menyambung, sehingga memungkinkan air mengalir dari satu kolam ke kolam berikutnya. Kolam seri dibangun dengan beberapa pertimbangan. Salah satu keuntungannya adalah gravitasi dapat digunakan untuk memastikan air mengalir ke seluruh kolam. Namun, juga terdapat kerugian dari kolam seri ini, yaitu air limbah dari satu kolam merupakan air masuk ke kolam berikutnya dan kualitas airnya pun akan menurun dari kolam ke kolam, sehingga dikhawatirkan patogen penyakit juga akan mengikuti air dan menyebarkan penyakit dari kolam ke kolam karena tidak memungkinkan apabila dilakukan isolasi dari satu kolam. Kolam seri dapat dilihat pada Gambar 5.3 di bawah ini.

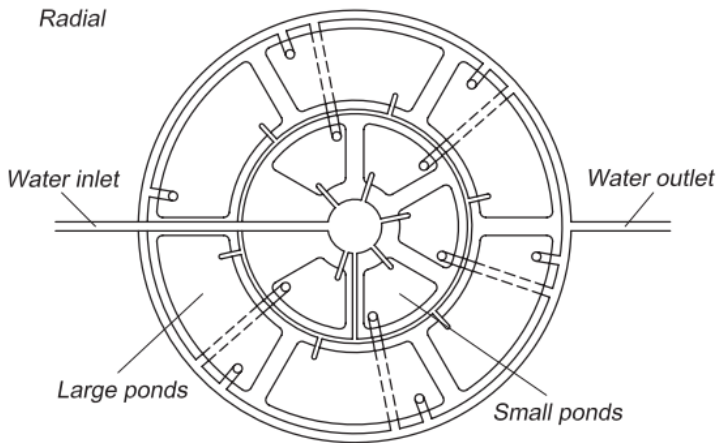


Gambar 5.3 Kolam seri.
(Sumber : Lekang, 2007)

c. Kolam radial

Kolam ini berbentuk lingkaran yang memiliki ukuran kolam berbeda di dalamnya dan dilengkapi dengan saluran masuk (*inlet*) dan saluran keluar (*outlet*) yang menghubungkan antara kolam satu dengan kolam lainnya. Ukuran kolam yang berukuran kecil berada di bagian dalam (dekat dengan pusat) atau yang disebut dengan "*inset pond*", biasanya digunakan untuk membudidayakan ikan pada tahap awal (larva - benih), sedangkan ukuran kolam yang lebih besar berada di bagian luarnya dan digunakan dalam usaha pembesaran ikan. Inset pond merupakan kolam kecil yang ditempatkan di dalam kolam yang berukuran lebih besar, seperti penyediaan kolam pembenihan di dalam kolam pembesaran.

Ukuran kolam pada kolam radial akan bertambah dengan bertambahnya pula jari-jari lingkaran / diameter lingkaran kolam. Terdapat keuntungan dari penerapan kolam ini yaitu mempermudah saat penanganan ikannya, apabila benih ada di kolam bagian dalam maka secara bertahap akan dipindahkan ke ukuran kolam yang lebih besar sesuai dengan pertumbuhannya dan dalam hal ini ukuran kolam yang lebih besar akan membutuhkan volume air yang lebih banyak pula. Kolam yang kosong dapat diisi ulang dengan ikan yang baru. Kolam radial dapat dilihat pada Gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.4 Kolam radial.
(Sumber : Lekang, 2007)

5.2.5 Kolam berdasarkan sumber air

Berdasarkan sumber airnya, kolam terbagi menjadi 7 yaitu kolam mata air, kolam tadah hujan, kolam air tanah, kolam pengairan, kolam air tawar, kolam air payau dan kolam air laut.

- Kolam mata air**
Sumber air kolamnya berasal dari mata air, letaknya berada dekat dengan lokasi kolam.
- Kolam tadah hujan**
Sumber air kolamnya berasal dari air hujan, ditampung lalu dimanfaatkan dalam berbagai aktivitas. Bisa berupa kolam bekas galian batu bata ataupun galian pasir. Cirinya adalah tidak ada *inlet* dan *outlet* sehingga tidak terdapat sirkulasi air, akibatnya adalah pada musim hujan kolam akan meluap (kebanjiran) dan pada musim kemarau panjang akan mengering.
- Kolam air tanah**
Sumber air kolamnya berasal dari air tanah, baik dari kedalaman yang dangkal maupun dalam.

d. Kolam pengairan

Sumber air kolamnya secara teknis berasal dari saluran irigasi sehingga ketersediaan air dapat berkelanjutan (kontinuitas air sepanjang tahun). Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi terjadinya kekeringan.

e. Kolam air tawar

Sumber air kolamnya berasal dari air tawar (sungai, danau). Kegiatan perikanan budidaya yang menggunakan jenis sumber air ini dikenal dengan budidaya air tawar (*freshwater culture*).

f. Kolam air payau

Sumber air kolamnya berasal dari campuran air tawar dan air laut, memiliki salinitas yang lebih tinggi daripada air tawar namun lebih rendah dari air laut. Kegiatan perikanan budidaya dengan menggunakan jenis sumber air ini dikenal dengan budidaya air payau (*brackishwater culture*).

g. Kolam air laut

Sumber air kolamnya berasal dari air laut. Kegiatan perikanan budidaya dengan menggunakan jenis sumber air ini dikenal dengan budidaya air laut (*mariculture*).

5.2.6 Kolam berdasarkan bentuk kolam

Berdasarkan bentuknya, kolam terbagi menjadi kolam persegi panjang, bujur sangkar, lingkaran, segitiga dan berupa saluran.

a. Persegi Panjang

Kolam yang memiliki empat sisi yang tidak sama panjang (dua sisi lebih panjang dan dua sisi lainnya lebih pendek). Kolam bentuk persegi panjang ini paling banyak diaplikasikan, contohnya pada kolam beton, kolam terpal, maupun kolam tanah.

b. Bujur Sangkar

Kolam yang memiliki empat sisi yang sama sehingga berbentuk bujur sangkar. Kolam ini biasa diaplikasikan

pada kolam apung / karamba jaring apung (KJA), kolam beton.

c. Bundar / Lingkaran

Kolam yang hanya memiliki satu sisi dan berbentuk bundar / lingkaran, dapat diaplikasikan pada kolam beton, kolam terpal bundar, kolam drum, kolam fiber, kolam terpal maupun kolam radial.

d. Segitiga

Kolam yang memiliki tiga sisi. Biasanya kolam berbentuk segitiga hanya pada pemanfaatan area. Namun, kolam ini jarang digunakan secara umum karena pembersihan dari kolam bentuk segitiga ini sangat sulit sehingga tidak direkomendasikan.

e. Saluran

Kolam yang berada pada aliran air yang sempit, misal digunakan dengan media jaring pada parit atau selokan untuk membudidayakan ikan.

5.2.7 Kolam berdasarkan jenis

Berdasarkan jenisnya, kolam terbagi menjadi kolam ekstensif, semi-intensif dan intensif, kolam terpal, kolam waring apung, kolam drum dan kolam fiber.

a. Kolam ekstensif

Kolam yang bercirikan pada bagian dasar dan dinding kolam berupa tanah, sehingga dapat disebut pula kolam tanah.

Kolam ekstensif memiliki keunggulan, diantaranya:

- Biaya pembuatan kolam relatif murah
- Pakan alami tersedia melimpah (hemat biaya pakan)
- Sisa pakan dan feses lebih mudah terurai di dasar tanah
- Suhu air kolam relatif stabil

Kolam ekstensif memiliki kekurangan, diantaranya:

- Kultivan berbau tanah / lumpur
- Butuh tenaga kerja yang lebih ekstra
- Kontrol kolam dan pembersihannya lebih sulit
- Rentan bocor

b. Kolam semi-intensif

Kolam ini bercirikan pada bagian dasar kolam berupa tanah, namun dinding kolam terbuat dari beton.

c. Kolam intensif

Kolam yang bercirikan pada bagian dasar dan dinding kolam berupa beton sehingga dapat dikatakan pula sebagai kolam beton. Ada yang berbentuk bulat, persegi dan persegi panjang.

Kolam intensif memiliki keunggulan, diantaranya:

- Suhu kolam beton lebih stabil
- Tingkat bocor relatif lebih kecil
- Masa pemakaian bisa lebih lama
- Kontrol air lebih mudah
- Tingkat kelulushidupan kultivan lebih tinggi
- Ikan tidak berbau tanah/lumpur

Kolam intensif juga memiliki kekurangan, diantaranya:

- Biaya relatif lebih mahal
- Butuh perlakuan khusus dan intensif (misal, menghilangkan bau semen dan bahan kimia)
- Butuh biaya dan tenaga tambahan ketika terjadi kerusakan, karena sulit diperbaiki
- Rentan ditumbuhi oleh lumut

d. Kolam terpal

Kolam yang terbuat dari bahan terpal, melapisi bagian dasar dan dinding kolam. Menurut Febriani dan Witoko (2018), kolam terpal diterapkan terutama pada lahan sempit, minim air dan kondisi tanahnya berpasir (porous). Berdasarkan peletakannya, terbagi menjadi kolam terpal

yang dibangun di atas dan di bawah permukaan tanah. Kolam terpal yang dibangun di atas permukaan tanah, tidak perlu menggali tanah (langsung diletakkan di atas tanah), sedangkan kolam terpal di bawah permukaan tanah (secara penuh) harus membuat galian tanah terlebih dahulu kemudian terpal direntangkan untuk melapisi bagian dasar dan dinding kolam serta terpal harus diikat dengan pasak di sepanjang tepian lubang atau pada bagian ujungnya dilipat dan ditindih batu bata. Namun, jika kolam hanya terpendam sebagian, maka keliling kolamnya harus diberi kerangka dari kayu, besi, bambu, dan batu bata yang digunakan sebagai penyangga sisi atau tepi kolam. Kolam terpal yang dibuat di bawah permukaan tanah mempunyai beberapa keuntungan yaitu dapat menghemat air (tidak merembes), mencegah berbagai organisme yang berpeluang melubangi kolam serta suhu air yang relatif lebih stabil apabila kolam berada di bawah permukaan tanah.

Kolam terpal memiliki beberapa keunggulan, diantaranya:

- Harga relatif lebih murah
- Cocok diterapkan di lahan yang terbatas
- Terhindar dari hama dan tahan terhadap penyakit
- Air tidak cepat keruh dan memudahkan pergantian airnya
- Memudahkan sortir dan panen ikan
- Setelah dilakukan perakitan kolam bisa langsung dipakai
- Kelulushidupan kultivan menjadi lebih tinggi
- Mudah dibersihkan

Kolam terpal juga memiliki kekurangan, diantaranya:

- Rentan bocor
- Suhu kolam relatif lebih panas, sehingga harus ditambahkan tanaman air dan aerator
- Masa pemakaian relatif lebih singkat karena tidak tahan lama

Kolam terpal dapat berbentuk bundar dan persegi sesuai dengan bentuk kerangka yang digunakan, misalkan menggunakan bambu, kayu atau besi.

- e. Kolam waring apung (karamba jaring apung/KJA)
Kolam ini dirakit dari bambu, drum dan kayu. Letaknya berada di bawah permukaan air di suatu perairan umum, contohnya KJA di laut maupun di danau/waduk.

KJA memiliki keunggulan, diantaranya:

- Lahan tidak terbatas sehingga pembudidayaannya lebih luas
- Kontrol ikan lebih mudah
- Mengurangi tingkat stress ikan karena hidup di habitat alamiah

KJA memiliki kekurangan, diantaranya:

- Kontrol suhu lebih sulit
- Beresiko rusak dan kultivan hanyut bahkan lepas jika ada bagian jaring yang rusak
- Mudah terserang hama dan penyakit
-

- f. Kolam drum

Kolam ini menggunakan drum sebagai wadah budidayanya, biasanya sebagian besar dari bahan besi dan plastik yang tergolong kuat. Keunggulan dan kekurangan dari kolam drum dijelaskan di bawah ini.

Kolam drum memiliki keunggulan, diantaranya:

- Mudah dipindah
- Kontrol air kolam lebih mudah
- Kontrol perubahan suhu lebih mudah
- Masa pemakaian lebih lama

Kolam drum memiliki kekurangan, diantaranya:

- Biaya lebih mahal
- Daya tampung kultivan sedikit

- Kontrol air kolam harus intensif dan sering diganti, sehingga mengakibatkan ikan mudah stress

g. Kolam fiber

Kolam ini terbuat dari bahan fiber. Berbentuk bundar, persegi, dan persegi panjang. Adapun keunggulan dan kekurangannya yang akan dijelaskan di bawah ini.

Kolam fiber memiliki keunggulan, diantaranya:

- Masa pemakaian relatif lebih lama
- Bak kolam cukup kuat untuk menahan tekanan air
- Terhindar dari serangan hama dan penyakit
- Mudah dilakukan pemeliharaan dan pembersihannya
- Mudah dipindahkan

Kolam fiber memiliki kekurangan, diantaranya:

- Konstruksi dan bahan relatif lebih mahal
- Lebih sering mengganti air
- Daya tampung kultivan terbatas

5.2.7 Kolam berdasarkan fungsi kolam

Berdasarkan fungsinya, kolam dibedakan menjadi 8 yaitu kolam pemeliharaan induk, kolam pemijahan, kolam penetasan, kolam pemeliharaan larva, kolam pakan alami, kolam pembesaran, kolam karantina dan kolam pemberokan.

a. Kolam pemeliharaan induk

Kolam ini digunakan sebagai tempat memelihara induk ikan yang akan dipijahkan. Induk jantan dan betina diletakkan secara terpisah dengan sistem *inlet* yang disusun secara paralel.

b. Kolam pemijahan

Kolam ini digunakan sebagai tempat ikan melakukan pemijahan (induk jantan dan betina dipertemukan dalam satu kolam untuk mengeluarkan hingga terbuahi). Kolam dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan.

- c. Kolam penetasan
Kolam ini digunakan sebagai tempat untuk menetas telur sampai menjadi larva. Fase kritis ikan berada pada fase ini, sehingga harus ekstra hati-hati dalam penanganannya. Kontrol kualitas air dan *biosecurity* dalam hal ini sangat dibutuhkan untuk menunjang angka *Survival Rate* (SR) tetap tinggi.
- d. Kolam pemeliharaan larva
Kolam ini digunakan sebagai tempat memelihara larva sampai menjadi ukuran benih. Pada fase ini, keberadaan pakan alami menjadi penting karena menjadi pakan utama yang baik dan sesuai bukaan mulut bagi larva dan benih.
- e. Kolam pakan alami
Kolam ini digunakan sebagai tempat untuk menumbuhkan atau membudidayakan pakan alami, seperti *Daphnia* sp.
- f. Kolam pembesaran
Kolam ini digunakan sebagai tempat memelihara benih sampai menjadi remaja/dewasa (ukuran konsumsi).
- g. Kolam karantina
Kolam ini digunakan sebagai tempat memisahkan dan memelihara ikan yang sakit. Hal ini dilakukan untuk mencegah penyebaran suatu penyakit di kolam, sehingga ikan yang sakit harus segera dipisahkan dengan gerombolannya dan dipelihara di tempat tersendiri untuk membantu mempercepat proses *recovery* tubuhnya.
- h. Kolam pemberokan
Kolam ini digunakan sebagai tempat memelihara ikan sebelum ditransportasikan. Ikan akan melewati masa pemberokan / pemuasaan terlebih dahulu sekitar 24 jam sebelum proses *packing* dan distribusi, gunanya untuk mengurangi feses selama transportasi. Feses memicu akumulasi amoniak di dalam air yang dapat menurunkan kualitas air dan mengganggu fisiologis ikan (ikan mudah stress). Pemberokan ini dilakukan agar ikan yang ditransportasikan memiliki nilai SR yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alawi, H dan U.M. Tang. 2017. Dasar-Dasar Budidaya Perikanan. Intimedia: Malang. 172 hlm.
- Febriani, D. dan Witoko, P. 2018. Bimbingan teknis pembuatan kolam terpal untuk budidaya ikan di desa Margajaya Kecamatan Metro Kibang Kabupaten Lampung Timur. Prosiding Seminar Nasional Penerapan IPTEKS. <http://jurnal.polinela.ac.id/index.php/SEMTEKS>
- Lekang, O. 2007. Aquaculture Engineering. Blackwell Publishing. 340 hlm.
- Mujtahidah, T., Sari, D.N., Putri, D.U., Mainassy, M.C., Ode, I. 2023. Budidaya Perikanan. Tohar Media. 208 hlm.

BAB 6

MENGHITUNG DEBIT AIR, VOLUME DAN WAKTU

Oleh Muhammad Subhan Hamka

6.1 Pendahuluan

Air adalah komponen penting untuk akuakultur. Sumber air yang stabil dan berkualitas tinggi serta peralatan untuk memindahkan air ke dan di dalam fasilitas akuakultur sangat penting. Jumlah air yang dibutuhkan tergantung pada fasilitas, spesies, dan teknik produksi, serta dapat mencapai beberapa ratus meter kubik per menit. Jika pasokan air atau sistem distribusi gagal, maka produksi dalam akuakultur terancam gagal. Sistem pemasukan air harus dirancang dan dibangun dengan baik untuk menghindari masalah seperti laju aliran air yang rendah (Lekang 2013).

Aliran air yang merupakan salah satu elemen yang berpengaruh pada lingkungan akuatik mencakup komponen abiotik dan biotik. Badan air yang debit airnya berkurang menunjukkan penurunan kadar oksigen terlarut, yang mengakibatkan tertundanya pembuangan hasil metabolisme. Selain itu pertumbuhan larva dapat terhambat dan larva dapat terhanyut pada media pemeliharaan larva dengan debit air yang tinggi (Kelabora & Sabariah 2010).

Volume dan waktu berkaitan erat dengan debit air. Untuk membantu mendapatkan pemahaman tentang debit air, maka akan dibahas terkait definisi dan penerapan debit air berikut ini. Debit air mengacu pada volume air yang dialirkan melalui sungai, selokan, atau pipa selama periode waktu tertentu, seperti yang

didefinisikan oleh Departemen Pertanian (1988). Istilah "debit air" biasanya digunakan untuk merujuk pada jumlah, volume, atau pasokan air yang bergerak, dengan masing-masing istilah memiliki makna yang berbeda. Pengetahuan mengenai jumlah air yang disebutkan di atas akan bermanfaat karena akan memungkinkan kita untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air (Khairuman & Sudenda 2002).

Salah satu penerapan debit air yaitu pada sistem resirkulasi. Dalam usaha budidaya ikan menggunakan sistem resirkulasi, debit air berfungsi sebagai pembawa oksigen dan membuang amoniak yang berasal dari buangan metabolisme dan sisa pakan sehingga menyebabkan kondisi lingkungan optimal dan dapat meminimalisir keadaan stress pada ikan. Hal ini dapat meningkatkan kembali nafsu makan ikan (Septimesy, Jubaedah & Sasanti 2016).

6.2 Menghitung Debit Air

Berapa banyak air yang bergerak melalui pipa atau saluran terbuka ditentukan oleh kecepatan air dan luas penampang pipa atau saluran di mana air tersebut mengalir. Berikut ini rumus yang digunakan untuk mengukur debit air (Lekang 2013).

$$Q = Av$$

di mana:

Q = debit air (L/min; L/det; m³/det)

A = luas penampang tempat air mengalir (m²)

v = kecepatan air (m/det)

Persamaan di atas dapat dijadikan dasar untuk menurunkan rumus alternatif berikut ini dalam menghitung debit air

$$Q = \frac{V}{t}$$

di mana:

Q = debit air (L/min; L/det; m³/det)

V = volume air mengalir (m³)

t = waktu yang dibutuhkan air mengalir (det)

Cara menurunkan rumus tersebut dengan menyatakan volume air dalam pipa dapat dituliskan sebagai $V = Ad$, di mana A adalah luas penampang fluida (air mengalir) dan d adalah lebar bagian fluida tersebut.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{Ad}{t} = A \frac{d}{t}$$

Pada rumus di atas $\frac{d}{t}$ merupakan kecepatan fluida, yang dihitung dengan membagi panjang volume dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengalir melalui panjang tersebut. Sehingga $\frac{d}{t}$ dapat disubstitusikan dengan v (kecepatan air) dan menghasilkan rumus:

$$Q = Av$$

6.2.1 Konversi Satuan Volume dan Satuan Waktu

Debit air sangat terkait dengan satuan volume dan satuan waktu, oleh karena itu untuk memudahkan dalam menghitung berikut disajikan tabel konversi kedua satuan tersebut.

Tabel 6.1 Konversi Satuan Volume dan Waktu

No.	Satuan Volume	Satuan Waktu
1	1 L = 1 dm ³	1 jam = 60 menit
2	1 dm ³ = 1 x 10 ³ cm ³	1 menit = 60 detik
3	1 cm ³ = 1 x 10 ⁶ mm ³	1 jam = 3.600 detik
4	1 m ³ = 1 x 10 ⁹ mm ³	1 hari = 24 jam
5	1 cm ³ = 1x10 ⁻⁶ m ³	1 hari = 86.400 detik
6	1 mm ³ = 1 x 10 ⁻⁹ m ³	1 menit = 1/60 jam
7	1 L = 1 x 10 ⁻³ m ³	1 detik = 1/60 menit
8	1 cc = 1 mL = 1 cm ³	1 jam = 1/3.600 detik

Sumber: www.saintif.com

6.2.2 Contoh Soal Menghitung Debit, Volume dan Waktu

Contoh 1. Berapa meter kubik air yang dipompa mesin air selama tiga jam, dengan asumsi laju aliran rata-rata 20 L/menit?

Diketahui:

$$Q = 20 \text{ L/min}$$

$$t = 3 \text{ jam} = 180 \text{ menit}$$

Ditanyakan:

$$V : \dots\dots\dots \text{ m}^3?$$

Penyelesaian:

$$Q = \frac{V}{t} \Leftrightarrow V = Qt$$

$$V = 20 \text{ L/min} \times 180 \text{ min}$$

$V = 3.600 \text{ L} = 3,6 \text{ m}^3$, jadi volume air yang melalui pompa mesin selama tiga jam adalah **3,6 meter kubik**.

Contoh 2. Sebuah kolam ikan dengan kapasitas 500 dm^3 diisi dengan air dengan debit 25 liter/menit . Berapa banyak waktu yang dibutuhkan agar kolam tersebut dapat terisi penuh?

Diketahui:

$$V = 500 \text{ dm}^3 = 500 \text{ L}$$

$$Q = 25 \text{ L/min}$$

Ditanyakan:

$$t = \dots\dots\dots \text{ menit ?}$$

Penyelesaian:

$$Q = \frac{V}{t} \Leftrightarrow t = \frac{V}{Q}$$

$$t = \frac{500 \text{ L}}{25 \text{ L/min}} = 20 \text{ menit}$$

Waktu yang dibutuhkan agar kolam ikan tersebut terisi penuh adalah **20 menit**

Contoh 3. Sebuah pompa yang digunakan dalam mengalirkan air pada sebuah kolam, dapat mengalirkan air sebanyak 168.000 liter setiap 35 menit . Hitunglah besar debit air (L/det) yang dialirkan pompa tersebut!

Diketahui:

$$V = 168.000 \text{ L}$$

$$t = 35 \text{ menit} = 2.100 \text{ detik}$$

Ditanyakan:

$$Q = \dots\dots\dots \text{ L/det?}$$

Penyelesaian:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{168.000 \text{ L}}{2.100 \text{ det}} = 80 \text{ L/det}$$

Debit air yang dialirkan pompa adalah **80 Liter/detik**

Contoh 4. Debit air yang mengalir pada tambak sebesar 1.500 L/menit (0,025 m³/detik). Kecepatan aliran airnya sebesar 5 m/detik. Berapakah dimensi pipa yang diperlukan jika akan menggunakan satu buah pipa?

Diketahui:

$$Q = 1.500 \text{ L/min atau } 0,025 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$v = 5 \text{ m/det}$$

Ditanyakan:

Dimensi pipa yang akan digunakan: inch?

Penyelesaian:

$$Q = Av \Leftrightarrow A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,025 \text{ m}^3/\text{det}}{5 \text{ m/det}} = 0,005 \text{ m}^2$$

Selanjutnya akan dihitung jari-jari pipanya

$$A = \pi r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,005 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,040 \text{ m} = 40 \text{ mm}$$

Diameter dalam pipa harus $2 \times 40 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$. Pipa dimensi standar yang tersedia di pasaran adalah diameter dalam 82,8 mm dengan diameter keseluruhan 89 mm atau 3 inch, maka dimensi pipa yang diperlukan untuk mengisi tambak tersebut adalah **3 inch**.

Contoh 5. Sebuah kolam resirkulasi selama 30 menit dengan bantuan pompa dapat mengalirkan air sebanyak 5 m³, dengan luas penampang pipa sebesar 0,001 m². Berapakah kecepatan aliran air kolam tersebut?

Diketahui:

$$t = 30 \text{ menit} = 1.800 \text{ detik}$$

$$V = 5 \text{ m}^3$$

$$A = 0,001 \text{ m}^2$$

Ditanyakan:

v: m/det?

Penyelesaian:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{5 \text{ m}^3}{1.800 \text{ det}} = 0,0028 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q = Av \Leftrightarrow v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,0028 \text{ m}^3/\text{det}}{0,001 \text{ m}^2} = 2,8 \text{ m/det}$$

Maka kecepatan aliran air kolam resirkulasi tersebut adalah **2,8 m/detik**

6.3 Penelitian Terkait Debit Air

Pemanfaatan aliran air, kecepatan dan volume air yang masuk ke saluran irigasi, yang mempengaruhi debit air, dapat digunakan untuk meningkatkan suplai oksigen dalam sistem budidaya. Debit air yang tinggi akan menghasilkan konsentrasi oksigen terlarut yang tinggi pula. Akumulasi oksigen dapat berdampak pada nitrifikasi di sawah, yang dibantu oleh mikroorganisme untuk mengurangi akumulasi amonia. Debit air yang masuk ke dalam wadah budidaya akan mempengaruhi kuantitas oksigen terlarut di dalam wadah budidaya, sehingga mempengaruhi proses metabolisme dan fisiologis ikan. Kuantitas akumulasi oksigen terlarut mempengaruhi nafsu makan ikan, yang pada gilirannya mempengaruhi pertumbuhan dan perilakunya. Budidaya ikan dengan menggunakan sistem resirkulasi memiliki lingkungan yang terkendali dan dapat menjaga konsistensi kualitas air, sehingga dapat diandalkan untuk memelihara ikan dengan kepadatan tinggi. Pada sistem resirkulasi, pergerakan air disebabkan oleh aliran masuk dan keluarnya air, yang membantu distribusi oksigen ke segala arah, baik di dalam air maupun difusi atau pertukarannya dengan

udara, serta menjaga akumulasi atau pengumpulan produk sampingan metabolisme yang bersifat toksik, sehingga dapat mengurangi tingkat toksisitas. (Anam, Basuki & Widowati 2017, Lamadi, Mulis & Usman 2022)

Hasil-hasil penelitian mengenai debit air dan interaksinya dengan parameter-parameter lain yang mendukung kinerja produksi ikan yang dibudidayakan dirangkum pada tabel berikut.

Tabel 6.2 Hasil penelitian penerapan debit air dan hubungannya dengan parameter lain

No.	Kesimpulan	Peneliti
1	Debit air yang ideal untuk pertumbuhan larva ikan bawal berkisar antara 0,00317 L/det dan 0,00518 L/det dengan memperhatikan pertumbuhan panjang mutlak dan kelangsungan hidup larva ikan.	Kelabora & Sabariah (2010)
2	Perlakuan debit 0,02 L/det, 0,025 L/det, dan 0,03 L/det pada media pemeliharaan benih ikan gurame secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Namun debit 0,03 L/det memiliki performa pertumbuhan tertinggi, mengungguli semua perlakuan lainnya dan menghasilkan tingkat kelangsungan hidup 85%.	Jumaidi, Yulianto & Efendi (2016)
3	Penggunaan metode resirkulasi dengan berbagai tingkat debit air (tanpa debit, debit 10 mL/detik, debit 20 mL/detik, dan debit 30 mL/detik) memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap persentase larva ikan lele dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) yang mampu bertahan hidup dan pertambahan bobotnya, namun tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjangnya, sesuai dengan penelitian tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Perlakuan 30 mL/det memiliki pengaruh debit air yang paling besar pengaruhnya terhadap kelangsungan hidup larva ikan lele dumbo, dengan persentase sebesar 95,33%. Perlakuan dengan debit air 30 ml/det menghasilkan debit air terbaik terhadap rata-rata pertumbuhan panjang dan berat larva ikan lele dumbo. Larva tumbuh rata-rata 2,978 cm/ekor dan berat rata-rata 2,078 g selama penelitian.	Ghofur, Sugihartono & Julianto (2016)

No.	Kesimpulan	Peneliti
4	Debit air yang bervariasi (0,5 L/det dan 1,5 L/det) memiliki dampak yang signifikan terhadap laju pertumbuhan spesifik, tingkat kelangsungan hidup, biomassa ikan, dan produksi padi, tetapi tidak mempengaruhi nilai rasio konversi pakan. Sistem budidaya minapadi ditemukan lebih efektif dengan debit air 1,5 L/det, menghasilkan produksi biomassa ikan (<i>Oreochromis niloticus</i>) sebesar $2,08 \pm 0,13$ kuintal dan produksi padi (<i>Oryza sativa</i>) sebesar $5,79 \pm 1,52$ kuintal pada lahan seluas 800 m ² .	Anam, Basuki & Widowati (2017)
5	Penerapan sistem resirkulasi dengan debit air yang bervariasi (yaitu tanpa debit, debit 10 mL/det, debit 20 mL/det, dan debit 30 mL/det) pada benih ikan betok. Perlakuan terbaik yaitu debit 30 mL/det yang menghasilkan tingkat kelangsungan hidup 100%.	Azrianto, Sugihartono & Ghofur (2018)
6	Performa produksi benih ikan gabus di kolam terpal lebih baik pada perlakuan debit air 50 mL/det dibandingkan dengan perlakuan 30 mL/det dan 10 mL/det, yang diukur dari tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan berat dan panjang absolut, laju pertumbuhan berat spesifik, efisiensi pakan, dan kadar glukosa.	Widiyati et al. (2019)
7	Pertumbuhan panjang mutlak, bobot mutlak, dan kelangsungan hidup benih ikan nila merah tidak dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan padat tebar berbeda (1 ekor/L, 4 ekor/L dan 7 ekor/L) dan debit air yang bervariasi (debit 30 mL/det, debit 40 mL/det dan debit 50 mL/det), maupun interaksi antara keduanya.	Lamadi, Mulis & Usman (2022)

Sumber: Kelabora & Sabariah (2010); Jumaidi, Yulianto & Efendi (2016); Ghofur, Sugihartono & Julianto (2016); Anam, Basuki & Widowati (2017); Azrianto, Sugihartono & Ghofur (2018); Widiyati et al. (2019); Lamadi, Mulis & Usman (2022)

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, MK, Basuki, F & Widowati, LL 2017, 'Performa pertumbuhan, kelulushidupan, dan produksi biomassa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan debit air yang berbeda pada sistem budidaya minapadi di dusun Kandhangan, Sleman, Yogyakarta', *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, vol. 1, no. 1, hh. 52–61.
- Azrianto, Sugihartono, M & Ghofur, M 2018, 'Kelangsungan hidup benih ikan betok (*Anabas testudineus*, BL) dengan debit air yang berbeda pada sistem resirkulasi', *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, vol. 3, no. 1, hh. 12–16.
- Departemen Pertanian 1988, *Petunjuk Teknis Pengoperasian Suatu unit pembesaran Ikan Mas*, Badan Litbang pertanian, Puslitbangkan, Jakarta.
- Ghofur, M, Sugihartono, M & Julianto 2016, 'Perbedaan debit air pada sistem resirkulasi terhadap kelangsungan hidup larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus B*)', *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, vol. 1, no. 1, hh. 22–31.
- Jumaidi, A, Yulianto, H & Efendi, E 2016, 'Pengaruh debit air terhadap perbaikan kualitas air pada sistem resirkulasi dan hubungannya dengan sintasan dan pertumbuhan benih ikan gurame (*Oshpronemus gouramy*)' *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, vol. 5, no. 1, hh. 587–596.
- Kelabora, DM & Sabariah 2010, 'Tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan bawal air tawar (*Collosoma* sp.) dengan laju debit air berbeda pada sistem resirkulasi', *Jurnal Akuakultur Indonesia*, vol. 9, no. 1, hh. 56–60.
- Khairuman & Sudenda, D 2002, *Budidaya Patin Secara intensif*, Penebar Swadaya, Jakarta.

- Lamadi, A, Mulis & Usman, HK 2022, 'Padat tebar dan debit air yang berbeda pada budidaya ikan nila dengan menggunakan sistem resirkulasi', *Jurnal Agribisnis Perikanan*, vol. 15, no. 2, hh. 410-419.
- Lekang, O 2013, *Aquaculture Engineering 2nd Edition*, Wiley-Blackwell, United Kingdom.
- Saintif, 'Konversi satuan', blog post, Saintif, diakses 1 Mei 2023.
- Septimesy, A, Jubaedah, D & Sasanti, AD 2016, 'Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan patin (*Pangasius* sp.) di sistem resirkulasi dengan padat tebar berbeda', *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, vol. 4, no. 1, hh. 1-8.
- Widiyati, A, Supriyono, E, Saputra, A, Nabil, M & Prihadi, TH 2019, 'Penentuan debit air optimal dalam pendederan benih ikan gabus *Channa striata* di kolam terpal', *Jurnal Riset Akuakultur*, vol. 14, no. 1, hh. 9-16.

BAB 7

RESIRKULASI AKUAKULTUR SISTEM

Oleh Dwi Septiani Putri

7.1 Pendahuluan

Produksi perikanan budidaya mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Kementerian Kelautan dan Perikanan melaporkan peningkatan produksi budidaya kuartal III tahun 2021 mencapai 12,25 juta ton, meningkat jika dibandingkan kuartal III tahun 2020 sekitar 11,53 juta ton (KKP, 2021). Berdasarkan peta perdagangan pada tahun 2021, Indonesia termasuk sebagai Negara pengekspor produk perikanan budidaya di pasar global. Untuk memenuhi permintaan pasar terhadap produk budidaya, maka pembudidaya terus melakukan inovasi dalam sistem pemeliharannya.

Upaya meningkatkan produktivitas saat ini akan selalu dikaitkan dengan tantangan global, yakni perubahan iklim dan lingkungan. Maka dari itu dianggap penting untuk memperhatikan dampak lingkungan yang terkait dengan kegiatan budidaya, agar tercipta budidaya yang berkelanjutan. Kegiatan budidaya membutuhkan air dengan kualitas dan kuantitas yang cukup baik, sesuai dengan standar mutu budidaya. Air sebagai media hidup ikan menjadi hal yang patut diperhitungkan. Hal ini karena sebagian atau keseluruhan siklus kehidupan ikan berlangsung didalam air, seperti sumber oksigen terlarut, distribusi pakan, dan proses metabolisme (Situmorang, 2017). Ditambah lagi, pemberian pakan pada ikan dengan

kandungan protein yang tinggi akan menimbulkan dampak peningkatan amonia dalam air. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan dalam penurunan kualitas air adalah *Recirculating Aquacultur System* (RAS).

RAS merupakan sistem yang berprinsip pada teknologi filtrasi. Artinya air yang digunakan dalam proses produksi dapat dipakai kembali. Tujuan dari resirkulasi adalah untuk meminimalisir pergantian air, untuk mempertahankan kondisi kualitas air dan untuk mengakomodir pasokan air yang tidak mencukupi. Teknologi RAS mampu menjaga kandungan oksigen terlarut dan amonia dalam kadar yang mampu ditoleransi oleh ikan (Thesiana, 2015).

7.2 Recirculating Aquacultur System (RAS)

Resirkulasi berasal dari dua kata, yakni re dan sirkulasi. Re berarti ulang atau berulang-ulang dan sirkulasi berarti peredaran. *Recirculating Aquacultur System* (RAS) atau Sistem Akuakultur Resirkulasi adalah suatu teknologi untuk memanfaatkan air budidaya yang telah digunakan dalam suatu sistem produksi untuk digunakan kembali layaknya air yang baru. RAS adalah teknologi pemeliharaan organisme akuatik dengan menggunakan kembali air dengan menggunakan filter mekanik dan biologi (Bregnballe, 2015).

Air yang digunakan kembali tersebut harus diperhatikan beberapa indikator kualitas air agar tetap dalam kondisi sesuai dengan kebutuhan hidup ikan budidaya. Penggunaan sistem resirkulasi juga dapat menghemat air. Resirkulasi dirancang untuk memelihara ikan dalam jumlah yang besar (intensif) dalam volume air yang relatif kecil dan diolah untuk menghilangkan limbah beracun untuk digunakan kembali.

RAS dirancang untuk pemeliharaan ikan di dalam ruang (*indoor*). Kelebihan pemeliharaan di dalam ruangan adalah lingkungan yang relatif lebih terkendali. Pemeliharaan indoor dapat dilakukan sepanjang tahun. Kualitas air seperti suhu relatif lebih stabil, atau dapat disesuaikan dengan ikan yang dipelihara. Selain itu, pengendalian suhu, pH, penyakit dan media air. Pemeliharaan indoor juga tidak membutuhkan lahan yang luas, sehingga mudah dalam pengembangan produksi dan proses panen.

Pemeliharaan ikan dengan sistem konvensional yang dilakukan di ruang terbuka (*outdoor*), seperti kolam tanah, tambak tradisional maupun keramba tancap tidak dapat dilakukan sepanjang waktu. Hal ini berkaitan dengan kondisi cuaca yang tidak menentu, dapat mengakibatkan perubahan kualitas air. Ditambah lagi dengan resiko kontaminasi penyakit dan predator yang biasanya berasal dari lingkungan sekitar area pemeliharaan ikan, serta jaminan keamanan produk yang dihasilkan. Pemeliharaan di ruang terbuka dapat merugikan pembudidaya karena memiliki potensi yang relatif lebih besar terhadap penyebaran penyakit. Penyebaran penyakit dalam produksi ikan dapat terjadi karena adanya kontak langsung antara air dengan ikan yang sakit.

Teknologi RAS memungkinkan dapat menghilangkan potensi dampak negatif pada lingkungan akibat dari aktivitas budidaya. Sifat daur ulang RAS juga memungkinkan untuk memproduksi ikan spesies air tawar maupun air laut. Sistem ini pun dapat ditempatkan dekat pasar dan sumber air untuk memudahkan proses produksi.

Teknologi RAS juga memungkinkan penghematan jumlah air yang digunakan. Perbandingan antara nilai produksi, kebutuhan air dan penggunaan lahan berdasarkan sistem budidaya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7.1. Perbandingan Nilai Produksi, Kebutuhan Air dan Penggunaan Lahan Budidaya

Spesies dan Sistem pemeliharaan	Produksi (kg/ha/tahun)	Kebutuhan air (l/kg)	Penggunaan lahan atau air yang diperlukan setara dengan RAS	
			Lahan	Air
<i>Oreochromis niloticus</i> tambak	17.400	21.000	77	210
<i>Ictalurus punctatus</i> tambak	3.000	3.000-5.000	448	400
<i>Salmo gairdneri</i> (rainbow trout) kolam air mengalir	150.000	210.000	9	2.100
Udang Penaeid tambak	4299-11.000	11.000-21.340	177	160
<i>Oreochromis niloticus</i> RAS	1.340.000	100	1	1

Sumber : Timmons, *et al.*, (2002)

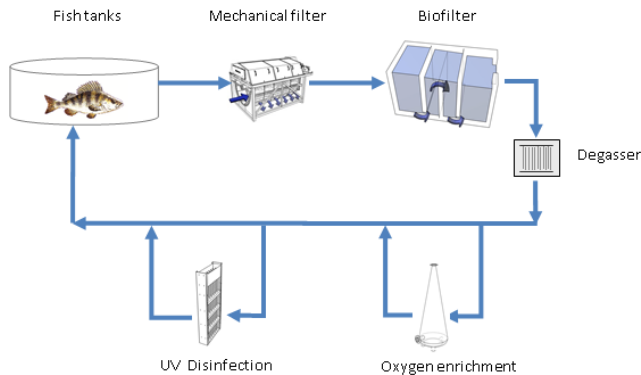
Sistem resirkulasi secara umum dibagi menjadi 2 macam, yakni resirkulasi semi tertutup yaitu hanya sebagian air buangan yang akan didaur ulang dan tetap memerlukan penambahan air baru, serta resirkulasi tertutup yaitu semua air akan didaur ulang oleh sistem.

Sistem RAS dimulai saat air dari tangki kultur yang mengandung banyak kotoran akibat hasil dari metabolisme serta pakan ikan di alirkan secara gravitasi menuju bak filter melalui pipa yang terhubung. Proses inti dari RAS adalah proses penyaringan secara biologi (biofilter) di dalam bak penampungan. Pada bak filter dapat terdiri dari beberapa jenis penyaring seperti penyaring mekanik, biologi maupun kimia.

Pada filter mekanis, terdapat dua bagian penyaring. Pada bagian atas terdapat saringan yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang berukuran besar, seperti feses ikan ataupun sisa pakan. Sedangkan di bagian bawah dapat digunakan cangkang kerang, arang atau kerikil dengan berukuran besar sehingga air yang disaring menjadi lebih jernih.

Setelah melewati filter mekanis, air diteruskan melewati filter biologi. Hal ini digunakan untuk memperluas permukaan yang memungkinkan tempat menempelnya bakteri nitrifikasi. Pada tahap ini, limbah yang berasal dari buangan pencernaan ikan menjadi amonia akan menjadi sumber nutrisi bagi bakteri nitrifikasi yakni *Nitrosomonas* sp. sehingga menghasilkan nitrit. Selanjutnya nitrit akan dikonsumsi oleh bakteri *Nitrobacter* sp. yang akan diubah menjadi nitrat. Nitrogen dalam bentuk nitrat dapat menetralkan amonia yang larut dalam air sehingga tidak bersifat racun bagi ikan budidaya.

Selanjutnya air akan diteruskan menuju bak sterilisasi. Dalam bak sterilisasi dilakukan penyinaran menggunakan sinar ultraviolet (UV) untuk mematikan kemungkinan parasit yang ada sehingga tidak membahayakan ikan yang dipelihara. Kemudian air akan dipompa dan didistribusikan kembali ke dalam bak pemeliharaan.



Gambar 7.1. Desain Sistem RAS
(sumber: Garg and Numbro, 2023)

7.2.1 Komponen RAS

Prinsip dasar teknologi RAS adalah teknologi yang digunakan untuk pengolahan air. Untuk menerapkan sistem resirkulasi dalam produksi budidaya, rancangan RAS disesuaikan dengan karakteristik limbah yang dihasilkan. Modella (2007)

menyatakan komponen RAS terdiri dari (a) saluran air setelah pengolahan; (b) bak pemeliharaan ikan; (c) bak penampungan; (d) filter fisik untuk menghilangkan partikel padat yang terdiri dari kotoran ikan, sisa pakan yang tidak termakan, dan gumpalan bakteri; (e) biofilter untuk mengoksidasi amonia yang dikeluarkan oleh ikan menjadi nitrat; (f) aerator-low head-oksigenetator untuk menghilangkan karbondioksida yang dihasilkan dari proses respirasi ikan serta/atau menambahkan oksigen yang dibutuhkan oleh ikan dan bakteri nitrifikasi; (g) pompa dan (h) saluran masuk air yang baru. Peralatan pendukung lainnya yang dapat ditambahkan seperti sinar ultraviolet atau disinfeksi ozon, pengatur kualitas air, denitrifikasi, dan lain-lain.

1. Bak

Bak yang digunakan dalam sistem resirkulasi haruslah bak yang mudah dibersihkan, retensi partikel yang rendah, memiliki pengatur oksigen dan suhu serta efisien dalam penataan ruang. Bak pemeliharaan ikan harus sesuai dengan kebutuhan ikan, baik dari kualitas maupun desain bak.

Beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan desain bak yang baik adalah ukuran dan bentuk, ketinggian bak untuk menampung air dalam jumlah tertentu, terbuat dari bahan yang mudah dibersihkan. Hal ini akan berdampak pada performa ikan yang dipelihara. Oleh karena itu, bak berbentuk bundar atau bulat banyak digunakan dalam sistem resirkulasi, karena memudahkan dalam proses pembuangan padatan yang mengendap dengan lebih mudah.

Bak berbentuk bundar dan memiliki saluran pembuangan ditengah, tepat digunakan dalam sistem resirkulasi karena padatan yang mengendap cenderung menumpuk dibagian tengah. Penerapan sistem resirkulasi membutuhkan biaya yang relatif lebih tinggi jika dibandingkan

dengan kolam tanah, jadi daya dukung bak yang digunakan harus lebih tinggi untuk menghasilkan produksi yang hemat biaya.

2. Filter Fisik

Filter fisik berfungsi untuk menyaring kotoran yang berukuran relatif lebih besar seperti feses, lendir, dan sisa pakan. Filtrasi air secara mekanis telah terbukti menjadi solusi praktis untuk menghilangkan limbah organik. Proses kerja filter fisik ini adalah dengan melewati air melalui bahan seperti busa atau benang polyester. Pada filter fisik sering digunakan adalah filter media granular, screen, filter media berpori, hidrosiklon, dan fraksinasi busa (Jacinda *et al.*, 2021). Selain itu dapat pula digunakan layar mikro yang dilengkapi dengan kertas saring ukuran 40-100 mikro (Bregnballe, 2015).

3. Filter Biologi

Prinsip kerja filter biologis adalah melewati air di atas media yang telah ditambahkan bakteri tertentu untuk mengurai atau mengubah bahan beracun yang berada di dalam air menjadi bentuk yang bisa ditolerir oleh ikan. Bakteri menguntungkan ini akan memecah amonia dan nitrit menjadi senyawa nitrat yang tidak beracun.

Supaya bakteri menguntungkan ini dapat berkembang, dibutuhkan air yang memiliki kandungan oksigen terlarut serta media tempat menempel bakteri-bakteri pengurai tersebut. Filter biologi yang dapat digunakan misalnya bioball dan bio-ring. Penggunaan peralatan ini juga digunakan untuk menghilangkan kandungan bahan organik terlarut (Malone, 2013).

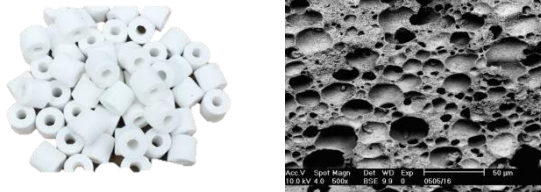
Bioball berbentuk seperti bola dan setiap sudut lingkarannya memiliki lekukan dan memiliki rongga. Bioball memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga proses penguraian ammonia dapat terjadi lebih baik karena

memudahkan pertumbuhan bakteri pengurai ammonia pada tiap permukaannya (Tanjung *et al.*, 2019).



Gambar 7.2. Bioball
Sumber: Mulyadi *et al.*, 2021

Bio ring atau keramik juga berfungsi sebagai tempat melekat bagi bakteri-bakteri pengurai. Perbedaan dari kedua jenis filter biologi ini terletak pada jenis bakteri yang menempel. Bioball akan menyerap dan membawa bakteri nitrifikasi, sedangkan bio ring membawa bakteri denitrifikasi ke dalam dan bakteri nitrifikasi ke permukaan.



Gambar 7.3. Bio ring
Sumber: Tanjung *et al.*, 2019

4. Sistem Aerasi

Keberhasilan produksi budidaya juga dipengaruhi oleh sistem pasok aerasi atau oksigen yang baik. Pemasangan oksigen murni berfungsi sebagai respirasi bagi ikan budidaya yang dipelihara dengan kepadatan yang cukup tinggi; kelangsungan hidup bakteri nitrifikasi aerobik pada filter biologi; dan untuk dekomposisi bahan organik. Konsentrasi Oksigen terlarut di dalam bak adalah suatu hal yang sangat

penting. Oksigen terlarut disuplay dari sistem aerasi secara terus menerus menggunakan aerator dan sistem difusi udara. Kelarutan oksigen yang rendah akan memberikan dampak negatif ke pertumbuhan dan tingkat konversi pakan.

Jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan dalam sistem RAS dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti padat tebar, frekuensi pemberian pakan, suhu, debit air dan laju proses nitrifikasi.

Sistem injeksi oksigen murni semakin sering digunakan dalam kegiatan akuakultur. Hal ini sangat membantu dalam mempertahankan konsentrasi oksigen dalam sistem RAS dengan padat tebar yang tinggi.

5. Pompa

Dalam sistem resirkulasi, pompa berfungsi untuk mengalirkan air limbah dari bak pemeliharaan menuju ke bak filter dan saluran pemasukan air kolam yang tempatnya berada pada posisi yang lebih tinggi.

6. Ozon

Sistem RAS juga sering menggunakan proses Ozonisasi. Ozon adalah gas alami yang terdiri dari tiga atom oksigen. Gas ini adalah pengoksidasi kuat yang dapat digunakan untuk memecahkan senyawa.

Ozon digunakan dalam RAS sebagai disinfektan, untuk menghilangkan karbon organik, dan juga untuk menghilangkan kekeruhan, dan bau yang disebabkan oleh limbah yang dihasilkan dari kegiatan produksi. Ozon dapat secara efektif dapat menonaktifkan berbagai agen penyebab penyakit, seperti bakteri, virus, jamur, dan protozoa. Tetapi efektivitas pengobatan ozon tergantung pada konsentrasi ozon, lamanya paparan ozon (waktu kontak), beban patogen dan kadar bahan organik. Meskipun ozon adalah agen pengoksidasi yang sangat efektif, konsentrasi ozon yang lebih

tinggi berisiko terhadap stok ikan yang dibudidayakan yang menyebabkan kerusakan jaringan dan kematian ikan, serta dapat merusak filter biologi.

Beberapa saat setelah pemberian pakan (3-4 jam), konsentrasi ammonia, bahan organik terlarut dan produksi limbah lainnya berada dalam level tertinggi. Dalam keadaan ini, aplikasi pemberian ozon tepat untuk dilakukan. Konsentrasi ozon yang digunakan untuk pengelolaan air dalam RAS biasanya dihitung dengan pendekatan frekuensi pemberian pakan.

Ozon secara efisien akan menghancurkan bakteri, virus, jamur, ganggang, dan protozoa dengan cara masuk ke dalam sel dan merusak inti sel (Lawson, 1995). Penggunaan ozon dalam budidaya air tawar dapat memberikan manfaat yang besar. Namun, pengaplikasian ozon pada budidaya air laut harus membutuhkan kehati-hatian. Ozon sangat reaktif terhadap ion Bromida dan Clorida, selanjutnya akan membentuk ion hipobromit dan hipoklorit yang bersifat racun (Lawson, 1995).

7.2.2 Kualitas Air

Penggunaan teknologi RAS dapat memperbaiki kualitas air. Penurunan kualitas air dalam bak pemeliharaan disebabkan sisa pakan dan sisa metabolisme ikan baik berupa urin dan feses. Padahal kualitas air pada bak pemeliharaan ikan harus tetap terjaga agar ikan dapat tumbuh dengan optimal.

Kualitas air di RAS sebagian besar berkaitan dengan kandungan oksigen terlarut (DO) yang rendah dan tingkat metabolit limbah ikan yang tinggi di air budidaya (Molleda, 2007). Maka dari itu, dalam sistem produksi ikan dengan kepadatan yang tinggi perlu dilakukan pengolahan air secara terus menerus untuk membuang produk limbah yang dikeluarkan oleh ikan dan juga menambahkan oksigen sehingga

ikan akan mendapatkan oksigen yang cukup untuk hidup dan sehat (Bregnballe, 2015).

Beberapa parameter fisik maupun kimia yang perlu dikontrol antara lain amonia, nitrit, nitrat, karbon dioksida, kebutuhan oksigen biologis (BOD), alkalinitas, pH, dan lain-lain (Mongirdas et al. , 2017). Biofilter dan penghilangan padatan adalah yang paling penting untuk mengoptimalkan kualitas air untuk kesehatan ikan dan kinerja sistem yang baik (Badiola et al., 2012).

Parameter suhu harus dipertahankan dalam kisaran optimal tergantung pada spesies yang dibudidayakan untuk pertumbuhan cepat yang optimal, efisiensi pemanfaatan pakan yang baik, dan ketahanan terhadap penyakit (Masser et al., 1992).

Oksigen terlarut umumnya merupakan parameter kualitas air yang paling penting dalam sistem akuatik intensif karena kadar DO yang rendah dapat dengan cepat menyebabkan stres yang tinggi pada ikan, kerusakan biofilter nitrifikasi, dan juga kehilangan ikan yang signifikan (Mongirdas *et al.*, 2017). Dua faktor utama yang mempengaruhi pH air budidaya yaitu produksi CO₂ dan aktivitas biologis dari biofilter. Level DO di bawah 2 ppm pada filter biologis mulai menunjukkan efek negatif pada aktivitas *Nitrobacter* dan *Nitrosomonas* karena laju difusi O₂ ke dalam film bakteri mulai membatasi proses nitrifikasi. Akumulasi CO₂ bebas menurunkan pH, terutama ketika alkalinitas rendah karena pembentukan asam karbonat.

Penghilangan padatan dan nitrifikasi dalam RAS dapat berdampak pada akumulasi nutrisi dan aerasi serta oksigenasi dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi yang dihasilkan dari peningkatan daya dukung biomassa (Piedrahita, 2003). Untuk mencapai tingkat nitrifikasi yang dapat diterima, suhu air harus dipertahankan pada 10-35°C dan tingkat pH antara 7 dan 8. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimia air seperti proses nitrifikasi berakhir pada pH rendah (Tanjung et al., 2019).

Dalam sistem tersebut, pH cenderung menurun karena bakteri menghasilkan asam dan karbon dioksida dihasilkan oleh ikan (Masser et al., 1992).

Tujuan utama dari RAS adalah untuk mengontrol konsentrasi amonia-nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) yang tidak terionisasi di dalam tangki kultur (Rakocy et al., 2006). pH merupakan parameter yang sangat penting karena berbagai proses seperti nitrifikasi dan kesehatan ikan yang optimal berkaitan dengan kisaran pH dalam air. Penurunan pH mengubah amonia menjadi bentuk amonium yang kurang beracun sedangkan peningkatan pH mengubah amonium menjadi amonia dalam sistem.

Total amonia nitrogen (TAN) adalah parameter kualitas air yang paling kritis dalam sistem resirkulasi intensif. TAN harus dijaga, kurang dari 1 ppm dalam sistem resirkulasi intensif. TAN terdiri dari amonia tak terionisasi (NH_3) dan amonia terionisasi (NH_4^+), yang mana yang pertama sangat beracun bagi ikan. Konsentrasi NH_3 tergantung pada suhu dan pH. Semakin tinggi suhu dan pH, semakin tinggi jumlah NH_3 dalam air. Nitrit-nitrogen ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan nitrat-nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$) adalah produk dari oksidasi amonia. $\text{NO}_2\text{-N}$ (Nitrit-Nitrogen) tidak beracun seperti ($\text{NH}_3\text{-N}$) amonia-nitrogen tetapi berbahaya jika tidak dikeluarkan dari sistem. Kisarannya tidak boleh melebihi 0,5ppm.

7.2.3 Keuntungan Sistem RAS

Terdapat beberapa keuntungan yang dapat diperoleh pada kegiatan produksi ikan menggunakan RAS, antara lain :

- 1) Dapat memaksimalkan penggunaan sumber daya air dan lahan
- 2) Dapat mengelola kondisi lingkungan untuk mengoptimalkan pertumbuhan ikan budidaya
- 3) Kegiatan pemanenan dapat dilakukan secara mudah dan aman
- 4) Pengendalian terhadap hama dan penyakit dilakukan secara cepat dan efektif

7.2.4 Aplikasi RAS

Dengan beberapa keuntungan sistem RAS, maka kegiatan budidaya mulai menerapkan sistem ini untuk beberapa komoditas yang berbeda. Fujaya *et al.*, (2021) melaporkan pertumbuhan crablet rajungan (*Portunus pelagicus*) yang jauh lebih cepat (pertambahan berat badan, peningkatan lebar karapas dan karapas panjang) jika dibandingkan dengan sistem pemeliharaan non RAS. Begitu pula terhadap kandungan amoniak dan nitrit.

Sedangkan pada pembenihan ikan kakap putih (*Lates calcalifer*), aplikasi sistem RAS dapat dilakukan dengan penerapan kepadatan 3.000 ekor/m³ (Permana *et al.*, 2019). Selain ikan konsumsi, sistem RAS juga dapat digunakan dalam produksi ikan hias. Lembang dan Kuing (2021), menunjukkan bahwa teknologi RAS dengan filter arang, *bioball*, zeolit, dan pasir mampu menjaga kualitas air suhu, pH, dan DO. Teknologi RAS dapat menstabilkan suhu, pH, dan DO sesuai standar kualitas air budidaya ikan koi (*Cyprinus rubrofusus*).

DAFTAR PUSTAKA

- Badiola, M., Mendiola, D., & Bostock, J., 2012. Recirculating Aquaculture Systems (RAS) Analysis: Main Issues on Management and Future Challenges. *Aquacultural Engineering*, 51, Pp. 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.07.004>
- Bregnballe, Jacob. 2015. A Guide to Recirculation Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations and EUROFISH International Organization.
- Fujaya, Y., Haryati, Sriwulan, Nurkamilah, B.T., Muawwana, Niswar, M., 2021. The Effect of Recirculating Aquaculture System on Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) Instar Crablet Growth and Survival Rate. *AACL Bioflux* Volume 14
- Garg, Saumiya & Numbro, Arielle. 2023. Disrupting traditional aquaculture with Recirculating Systems (RAS). <https://www.weuvcare.com/disrupting-traditional-aquaculture-with-recirculating-systems-ras/>
- Jacinda, A.K., Yustiati, A., & Andriani, Y., 2021. Aplikasi Teknologi Resirculating Aquaculture System (RAS) di Indonesia; A Review. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* Volume 11 Nomor 1 Hal 43-5
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2021. KKP Optimistis Subsektor Perikanan Budidaya Bisa Akselerasi Pertumbuhan Ekonomi di 2022. <https://kkp.go.id/djpb/artikel/36827>
- Lawson, T.B., 1995. Recirculating Aquaculture Systems. In: Chapman and Hall (eds.) *Fundamentals of Aquaculture Engineering*, Pp. 192–247. Springer Science+Business Media Dordrecht, New York.

- Lembang, M.S., & Kuing, L. 2021. Efektivitas Pemanfaatan Sistem Resirkulasi Akuakultur (RAS) Terhadap Kualitas Air dalam Budidaya Ikan Koi (*Cyprinus rubrofasciatus*). Jurnal Teknologi Kelautan dan Perikanan. Volume 12 Nomor 2. <https://doi.org/10.24319/jtpk.12.105-112>
- Masser, M.P., Rakocy, J., & Losordo, T.M., 1992. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems Management of Recirculating Systems. Southern Regional Aquaculture Center, Pp. 1–12.
- Malone, R., 2013. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems A Review of Current Design Practice. Southern Regional Aquaculture Center, Pp. 1–12.
- Molleda, M.I., 2007. Water Quality in Recirculating Aquaculture Systems for Arctic Charr (*Salvelinus alpinus* L.) Culture. Molleda, Pp. 1–54.
- Mongirdas, V., Žibienė, G., & Žibas, A., 2017. Waste and Its Characterization in Closed Recirculating Aquaculture Systems-a Review. Journal of Water Security Volume 3. <https://doi.org/10.15544/jws.2017.002>
- Mulyadi, Tang, U., & Yani, S.E. 2014. Sistem Resirkulasi dengan Menggunakan Filter yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia. Volume 2 Nomor 2 Hal 117-124
- Permana, G.N., Pujiastuti, Z., Fakhruddin, Muzaki, A., Mahardika, K., & Adiyana, K., 2019. Aplikasi Sistem Resirkulasi pada Pendederan Ikan Kakap Putih, *Lates calcarifer* Kepadatan Tinggi. Jurnal Riset Akuakultur. Volume 14 Nomor 3 DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.14.3.2019.173-182>

- Piedrahita, R.H., 2003. Reducing the Potential Environmental Impact of Tank Aquaculture Effluents Through Intensification and Recirculation. *Aquaculture*, Volume 226, Pp. 35–44. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00465-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00465-4)
- Rakocy, J.E., Masser, M.P., & Losordo, T.M., 2006. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics-Integrating Fish and Plant Culture. *SRAC Publ. - South. Reg. Aquac. Cent.*, 2, Pp. 16
- Situmorang RF. 2017. Pengolahan Air Menggunakan Adsorben Magnetik Kitosan. DOI: 10.5281/zenodo133838.]
- Tanjung, R.R.M., Zidni, I., Iskandar, & Juniato, 2019. Effect of Difference Filter Media on Recirculating Aquaculture System (RAS) on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Production Performance. *World Scintific . News.*, 118, Pp. 194–208.
- Thesiana, Lolita & Pamungkas, Amin. 2015. Uji Performansi Teknologi Recirculating Aquaculture System (RAS) terhadap Kondisi Kualitas Air pada Pendederan Lobster Pasir *Panulirus homarus*. *Jurnal Kelautan Nasional* Volume 10 Nomor 2. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkn/article/view/6158/5235>
- Timmons, M.B., Ebling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T., & Vinci, B.J. 2002. *Recirculating Aquaculture Systems*. Cayuga Aqua Ventures LLC, New York

BAB 8

KONSTRUKSI WADAH BUDIDAYA TAMBAK

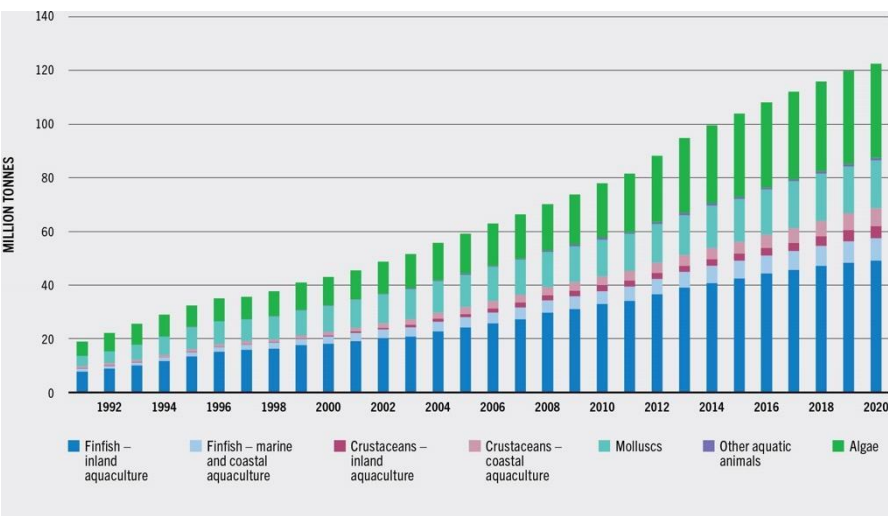
Oleh Muh. Azril

8.1 Pendahuluan

Budidaya perairan atau dikenal dengan istilah 'akuakultur' diartikan *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) sebagai *"usaha budidaya organisme air termasuk ikan, moluska, krustasea, dan tanaman air secara terkontrol yang bertujuan untuk meningkatkan produksi, dimiliki, dan diusahakan oleh individu atau badan usaha"*. Sedangkan dalam Undang-Undang (UU) Perikanan No. 45 Tahun 2009, *pembudidayaan ikan adalah "kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan/atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan/atau mengawetkannya"* (Kadarusman et al., 2019).

Berdasarkan data FAO (2022), produksi sektor budidaya perikanan secara global di tahun 2020 mencapai 88 juta ton, hampir setara produksi perikanan tangkap yang senilai 90 juta ton di periode yang sama. Bahkan data yang tersaji pada Gambar 8.1 memperlihatkan hasil produksi perikanan budidaya global periode tahun 1991 hingga tahun 2020 memperlihatkan tren peningkatan yang signifikan untuk hampir semua jenis komoditas pada budidaya air tawar, payau maupun laut (FAO, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa tren budidaya perikanan akan

terus meningkat dikemudian hari dalam memenuhi kebutuhan manusia terhadap protein hewani (Azril et al., 2022).



Gambar 8.1 *World Aquaculture Production, 1991-2020*
(Sumber: FAO, 2022)

Potensi perikanan budidaya di Indonesia dari sisi ketersediaan lahan budidaya dapat dikatakan masih sangat besar dengan total potensi luas lahan perikanan budidaya sebesar 17.91 juta hektar. Namun, data yang dikeluarkan oleh Dirjen Perikanan Budidaya - Kementerian Kelautan dan Perikanan (DJPB-KKP) pada tahun 2019 memperlihatkan bahwa saat ini pemanfaatan lahan budidaya di Indonesia masih sangat rendah yakni berkisar 5.97% (1.1 juta hektar) baik dari sektor budidaya air tawar, payau dan laut (Tabel 8.1).

Tabel 8.1 Potensi Lahan Budidaya dan Tingkat di Indonesia, 2020

No	Jenis Budidaya	Potensi Lahan (ha)	Tingkat Pemanfaatan (ha)
1	Tawar	2.830.540	287.521 (10.16%)
2	Payau	2.964.331	679.448 (22.92%)
3	Laut	12.123.382	102.254 (0.84%)
Total		17.918.253	1.069.223 (5.97%)

Sumber: (Pusdatin KKP, 2022)

Sektor budidaya air payau (*brackishwater aquaculture*) merupakan sektor yang paling banyak dikembangkan di Indonesia, namun tingkat pemanfaatan lahannya masih sangat kecil yaitu hanya sebesar 22.92% (679 ribu hektar) dari total potensi lahan 2.9 juta hektar dan 60% dari lahan yang termanfaatkan merupakan tambak tradisional (Ditjen Perikanan Budidaya, 2020; Pusdatin KKP, 2022). Kegiatan budidaya air payau banyak dilakukan di tambak dengan berbagai komoditas seperti udang windu, udang vaname, bandeng, kakap, kepiting dan rumput laut. Berdasarkan data KKP dalam Angka Tahun 2022 yang dirilis oleh Pusdatin KKP (2022) menunjukkan bahwa komoditas utama budidaya tambak pada tahun 2015-2020 didominasi oleh komoditas rumput laut, bandeng dan udang vaname. Hasil produksi rumput laut pada tahun 2020 sebesar 1.17 juta ton, bandeng sebesar 742 ribu ton, dan udang vaname sebesar 697 ribu ton.

Berbagai upaya perlu dilakukan untuk pengembangan sektor budidaya air payau di Indonesia. Salah satu upaya yang dilakukan oleh pemerintah yakni pelaksanaan Proyek Prioritas Strategis (*Major Project*) dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024 melalui Revitalisasi Tambak di Kawasan Sentra Produksi Udang dan Bandeng yang diamanatkan kepada Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (Ditjen Perikanan Budidaya, 2020). Revitalisasi tambak harus

dilakukan dari hulu ke hilir, dimana salah satu upaya yang dilakukan adalah mengoptimalkan sarana dan prasarana tambak khususnya kesesuaian konstruksi wadah budidaya tambak agar mampu meningkatkan produktivitas biota budidaya. Konstruksi, desain dan tata letak petakan tambak, pematang, dan saluran pengairannya menjadi hal penting yang harus diperhatikan dalam keberhasilan budidaya tambak, agar mampu memenuhi syarat kehidupan biota yang dibudidayakan (Mustafa, 2008). Oleh karena itu, pada bab ini disusun khusus untuk membahas bagaimana desain dan konstruksi wadah budidaya tambak dari beberapa tipe tambak beserta komponen-komponen tambak. Pada akhirnya, bab dalam buku ini dapat menjadi acuan dalam melakukan desain dan konstruksi wadah budidaya tambak.

8.2 Tipe Tambak

Berdasarkan sistem produksi, kegiatan budidaya air payau di tambak dibagi menjadi tiga sistem budidaya yaitu sistem budidaya ekstensif atau tradisional, semi-intensif, dan intensif. Secara umum perbedaan karakteristik budidaya dengan sistem tradisional, semi-intensif dan intensif dapat dilihat Pada Tabel 8.2.

Tabel 8.2 Karakteristik Sistem Budidaya

Karakteristik	Tradisional	Semi-Intensif	Intensif
Luasan Lahan	Luas, Tidak Teratur	Sedang, Persegi	Kecil, Persegi, Bulat
Konstruksi	Sederhana, Alamiah	Tambahan material dan peralatan	Lengkap dan terkontrol
Sarana Budidaya	Tidak tersedia	Sederhana	Lengkap/ Otomatisasi
Padat Tebar	Rendah	Sedang	Tinggi
Pakan	Alami/rucah	Kombinasi Alami dan komersial	Komersial

Karakteristik	Tradisional	Semi-Intensif	Intensif
Aerasi	Alami	Tersedia, minimal	Lengkap dengan variasi
IPAL	Tidak tersedia	Sederhana, Kolam endapan	Kolam endapan, oksigenasi, sterilisasi, bahan aktif
Sumber dan Kualitas Air	Alami/pasif	Terkontrol/pasif	Terkontrol/aktif
Keamanan Biologi	Tidak ada	Ada	Lengkap
Penanganan Penyakit	Tidak dilakukan	Kontrol minimal	Kontrol lengkap
Panen	Sesuai musim budidaya	Sepanjang tahun	Sepanjang tahun

Sumber: (Kadarusman et al., 2019)

8.2.1 Tambak Ekstensif / Tradisional

Kegiatan budidaya ekstensif atau tradisional dilakukan hanya dengan mengandalkan potensi alam sebagai input produksi seperti penggunaan pakan alami yang tersedia dari alam tanpa pemberian pakan buatan (pelet), mengandalkan pasang surut untuk proses pemasukan dan pengeluaran air, tidak menggunakan bahan kimia maupun obat-obatan, pengelolaannya masih dilakukan secara sederhana, dan padat tebaranya relatif rendah. Sehingga, produktivitas tambak ekstensif masih sangat terbatas. Ukuran dan bentuk tambak tradisional tidak teratur (Kadarusman et al., 2019) dengan luasan sekitar 3 - 10 hektar per petak (Hadie et al., 2008). Bahkan beberapa tambak di daerah Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara masih terdapat tambak tradisional dengan luas >10 hektar.



Gambar 8.2 Tambak Enstensif/ Tradisional
(Sumber: Umidayati et al., 2021)

8.2.2 Tambak Semi - Intensif

Adanya perbaikan sistem budidaya pada tambak tradisional menjadikan tambak semi-intensif banyak dimodifikasi oleh para pembudidaya untuk meningkatkan produktivitas. Ukuran petakan tambak juga dibuat lebih kecil dengan luas sekitar 1-3 hektar berbentuk lebih teratur yang umumnya berbentuk persegi empat panjang serta dilengkapi dengan pintu pemasukan (*inlet*) dan pintu pengeluaran (*outlet*) yang terpisah untuk keperluan penggantian air, persiapan kolam sebelum penebaran, dan pemanenan.

Upaya intensifikasi pada tambak dengan sistem semi-intensif juga terlihat dengan dilakukannya penambahan input produksi namun masih minim dan tidak terlalu bergantung pada alam. Pemberian pakan dilakukan dengan cara kombinasi pakan alam dari kelekap (fitoplankton *diatome* dan *cyanophyceae*) dengan pakan komersial (pelet). Tambak semi-intensif juga sudah mulai menerapkan teknologi sederhana seperti penggunaan kincir air untuk supply oksigen (Kadarusman et al., 2019). Secara umum pengelolaan tambak juga sudah dilakukan dengan baik dimana dalam pengelolaan kualitas air, tambak sistem semi-intensif sudah melakukan proses pergantian air dengan mengandalkan pasang surut dan sudah dilakukan

pengolahan tanah sebelum penebaran. Selain itu pengelolaan hama juga sudah diterapkan dengan penggunaan jaring/waring pada pintu *inlet* dan *outlet* serta melakukan pemberantasan hama pada saat persiapan tambak sebelum dilakukan penebaran benur/ nener dengan menggunakan bahan alami seperti saponin (Hadie et al., 2008).



Gambar 8.3 Tambak Semi-Intensif
(Sumber: Horios, 2022)

8.2.3 Intensif

Sistem intensif dimana pemberian input dilakukan secara eksklusif dan membutuhkan biaya yang besar. Pengelolaannya sudah sangat bergantung pada pemanfaatan teknologi sehingga hasil produksinya jauh lebih maksimal (Kadarusman et al., 2019). Tambak intensif biasanya digunakan untuk budidaya udang khususnya udang vaname. Pada umumnya konstruksi tambak intensif dibuat dengan ukuran petakan tambak yang kecil antara 0,2-0,5 hektar per petak untuk mempermudah proses pengelolaan dan pengawasan (Hadie et al., 2008).

Budidaya udang di tambak intensif memiliki padat tebar benur yang sangat tinggi mencapai 600.000 ekor/ha dengan pemberian pakan komersial (pelet) dengan menggunakan mesin pemberian pakan otomatis (*auto feeder*) dan dilengkapi dengan sarana aerasi berupa kincir air untuk meningkatkan kadar

oksigen serta penggunaan pompa yang intens untuk proses pemasukan dan pengeluaran air serta pergantian air (Hadie et al., 2008). Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air melalui pergantian air dan monitoring parameter kualitas air mutlak dilakukan secara maksimal dan secara berkala, mengingat banyaknya limbah nutrisi pakan maupun hasil ekskresi udang (feses) yang dihasilkan selama proses pemeliharaan. Hal ini perlu dilakukan untuk menghindari kegagalan produksi akibat terserangnya penyakit-penyakit yang berasosiasi dengan lingkungan media budidaya yang buruk (Kadarusman et al., 2019). Selain itu, limbah hasil budidaya udang dalam jumlah banyak dapat menurunkan bahkan mencemari kualitas lingkungan sekitar, maka tambak intensif biasanya dilengkapi Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) (Ditjen Perikanan Budidaya, 2019).



Gambar 8.4 Tambak Intensif
(Sumber: Rianto, 2019)

8.3 Desain Tambak

Pada umumnya komoditas yang dibudidayakan di tambak adalah udang (vaname dan windu) dan ikan bandeng. Oleh karena itu, upaya yang harus dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dari usaha budidaya komoditas tersebut perlu dilakukan perencanaan yang matang baik dari segi teknis

maupun non-teknis. Salah satunya adalah perencanaan rekayasa tambak yang optimal agar mampu menciptakan kondisi yang sesuai dengan keadaan alam yang diinginkan oleh biota yang dibudidayakan (Mustafa, 2008). Dalam sub-bab ini akan dijabarkan mengenai desain dan konstruksi wadah budidaya tambak mulai dari desain petakan, desain pematang (pematang utama, pematang sekunder, dan pematang tersier), dan desain saluran (kemiringan saluran, kapasitas saluran, kemiringan dinding saluran).

8.3.1 Desain Petakan

Konstruksi petakan tambak butuh perencanaan yang matang agar kegiatan usaha budidaya dapat berjalan secara efisien dan juga ramah lingkungan. Desain petakan tambak perlu perencanaan yang cermat meliputi ukuran (panjang dan lebar) petakan tambak, kedalaman tambak, ukuran pematang, ukuran berm, ukuran saluran keliling, dan ukuran serta letak pintu pemasukan (*inlet*) dan pintu pengeluaran (*outlet*) (Mustafa, 2008).

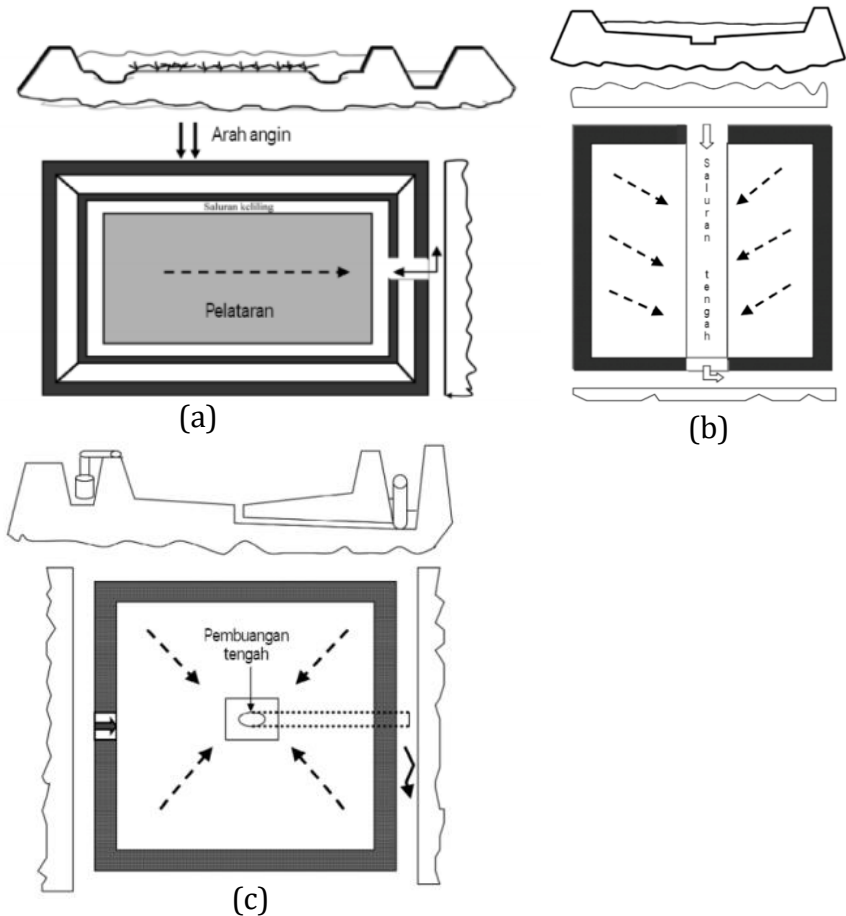
Ukuran dan bentuk tambak harus ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti volume air, luasan lahan yang tersedia, sistem budidaya (sistem ekstensif, semi-intensif atau intensif), estimasi produksi dan pendapatan, akses terhadap pasar, tenaga pekerja dan juga ketersediaan sarana prasarana (Pillay & Kutty, 1990). Bentuk petakan tambak sebaiknya berbentuk persegi empat panjang atau bujur sangkar sesuai dengan sistem budidaya yang diterapkan. Pada sisi terpanjang tambak sebaiknya tidak lebih dari 150 m agar arus yang dihasilkan pada saat pemasukan air dari sisi ke sisi lain menjadi lebih kuat. Namun, sisi terpanjang dibuat tegak lurus terhadap arah angin dan tidak sejajar arah angin agar tiupan angin tidak terlalu kuat yang dapat merusak pematang (Mustafa, 2008).

Desain tambak ekstensif atau tradisional (Gambar 8.5a) umumnya dilengkapi dengan saluran keliling (*caren*) dengan lebar 3-5 cm dan kedalaman sekitar 30-50 cm yang terletak disepanjang keliling petakan tambak bagian dalam. Jarak antara *caren* dengan kaki pematang dibuat sekitar 2 m dengan tujuan menghindari pendangkalan *caren* akibat turunnya tanah pematang (Mustafa, 2008). *Caren* ini digunakan sebagai tempat berlindung udang dan bandeng serta digunakan untuk memudahkan proses panen. Pada bagian tengah tambak disebut pelataran dengan kedalaman 30-40 cm yang menjadi tempat tumbuhnya klekap sebagai pakan alami untuk udang dan bandeng (Hadie et al., 2008).

Adapun desain tambak semi-intensif merupakan modifikasi dari tambak ekstensif, dimana biasanya tidak dilengkapi dengan *caren* karena kedalaman air sudah cukup memadai (Mustafa, 2008). Namun, beberapa tambak semi-intensif masih menggunakan *caren* dengan konstruksi diagonal yang mengarah dari *inlet* dan miring bermuara ke arah saluran *outlet* (Hadie et al., 2008). *Caren* dibuat dengan lebar 5-10 m dengan kedalaman air dari dasar *caren* bisa mencapai lebih dari 1 m, dan kedalaman air di pelataran sekitar 40-50 cm. Kedalaman *caren* dan pelataran inilah yang membedakan padat tebar antara tambak sistem tradisional dengan semi-intensif, sehingga padat tebar tambak sistem semi-intensif menjadi lebih besar dibanding dengan tambak tradisional (Hadie et al., 2008; Kadarusman et al., 2019).

Sama halnya dengan tambak semi-intensif tanpa *caren*, dibuat saluran tengah dengan ukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan tambak dengan *caren* yang mengarah ke *outlet* untuk membung genangan air pada saat persiapan tambak (Gambar 8.5b) (Mustafa, 2008). Tambak dengan sistem intensif (Gambar 8.5c), *caren* sudah tidak diperlukan lagi dan dasar tambak dibuat dengan model konikal dimana bagian tengah tambak dibuat lebih rendah dari bagian pinggiran tambak, sehingga memudahkan pembuangan air, dan limbah sisa pakan

dengan menggunakan pipa pembuangan tengah (*central drain*) (Mustafa, 2008; Tim Perikanan WWF, 2014a).



Gambar 8.5 (a) Desain Tambak Ekstensif tampak samping (atas) & tampak atas (bawah); (b) Desain Tambak Semi-Intensif tampak samping (atas) & tampak atas (bawah); dan (c) Desain Tambak Intensif tampak samping (atas) & tampak atas (bawah) (Mustafa, 2008).

Adapun persyaratan desain dan konstruksi tambak udang pada tambak ekstensif, semi-intensif dan intensif menurut Hadie et al., (2008) dapat dilihat pada Tabel 8.3.

Tabel 8.3 Persyaratan desain dan konstruksi tambak ekstensif, semi-intensif dan tradisional

Uraian	Ekstensif	Semi-intensif	Intensif
Tanah dasar	Sedikit lembek	Tanah keras/ Pasir	Tanah keras/ Pasir/ Kerikil
Bahan Pematang	Tanah	Tanah	Tanah/ Tembok/ Plastik
Kemiringan pematang	1-1,5:1	1-1,5:1	Tegak/ 1:1
Pintu air (unit)	Satu	Dua, terpisah, <i>outlet</i> di pematang	Dua, terpisah, <i>outlet</i> di tengah dan pematang
Kedalaman air (m)	0,4-0,6	1,0-1,2	1,2-1,5

Sumber: (Mustafa, 2008)

Selain petakan tambak pembesaran, pada umumnya budidaya tambak juga dilengkapi dengan petakan lainnya seperti petakan penampung (tandon) dan pembagian air, petakan pengendapan, petakan pendederan dan petakan penggelondongan (Pillay & Kutty, 1990; Fidari et al., 2017).

Petak Tandon Pasok/biofilter/*Reservoir*

Petak tandon merupakan petakan yang berfungsi sebagai penampung air selama proses budidaya. Luas petak tambak bervariasi yang disesuaikan dengan luasan tambak yang akan diisi air dengan jumlah petak tandon 1:2 artinya 1 petak tandon untuk 2 petak tambak pembesaran. Pada umumnya petak ini juga digunakan untuk perbaikan kualitas air melalui proses pengendapan yang bertujuan untuk menurunkan kandungan bahan organik. Pengendapan bahan organik dapat dilakukan dengan plastik/ bambu untuk menurunkan kecepatan arus sehingga terjadi pengendapan bahan organik. Selain itu juga ditumbuhkan rumput laut dengan kepadatan maksimum 40% dari luas petakan tandon untuk menyerap nutrisi atau bahan organik dan menebar dan ikan herbivor seperti ikan nila dan bandeng sesuai dengan kelimpahan makroalga untuk membantu pergerakan air sehingga meningkatkan kandungan oksigen air.

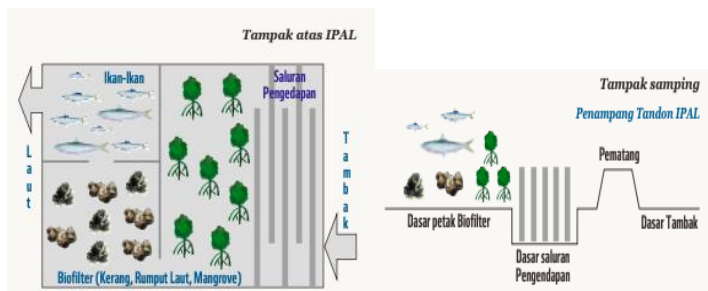
Petak tandon juga dapat diisi dengan ikan predator seperti ikan mujair dan mencegah masuknya udang liar ke dalam petak tambak (Tim Perikanan WWF, 2014; Supito, 2017).

Petak Sterilisasi/ Tandon

Sebelum air digunakan untuk pengisian/ pergantian air pada petakan pembesaran, air terlebih dahulu disterilisasi di petakan tandon sterilisasi dengan luas petakan sekitar 20% dari luas atau volume petak pembesaran.

Petak Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

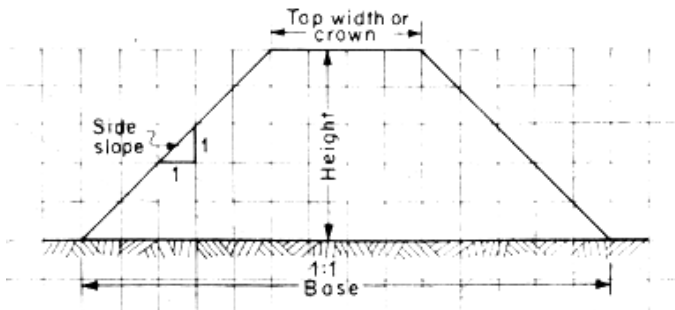
IPAL merupakan unit yang harus disiapkan dalam proses budidaya di tambak khususnya dalam pembesaran udang dengan sistem semi-intensif dan intensif bahkan super intensif. Volume petak IPAL bergantung pada volume air dan tingkat teknologi pembesaran udang. Volume petak IPAL pada tambak semi-intensif dan intensif sekurang-kurangnya 20% - 30% dari total volume air dengan waktu tinggal 2 - 5 hari. Biasanya kolam IPAL terdiri dari kolam pengendapan, kolam aerasi, kolam ekualisasi dan kolam pengeringan (Ditjen Perikanan Budidaya, 2019). Adapun unit IPAL menurut Tim Perikanan WWF (2014a) seperti terlihat pada Gambar 8.6 terdapat saluran pengendapan dan petakan biofilter yang mengkombinasikan tanaman mangrove, kerang dan rumput laut sehingga effluent yang dihasilkan oleh tambak produksi memenuhi standar kualitas air sebelum dialirkan ke pembuangan di laut.



Gambar 8.6 IPAL tampak atas dan tampak samping
(Sumber: (Tim Perikanan WWF, 2014a))

8.3.2 Desain Pematang

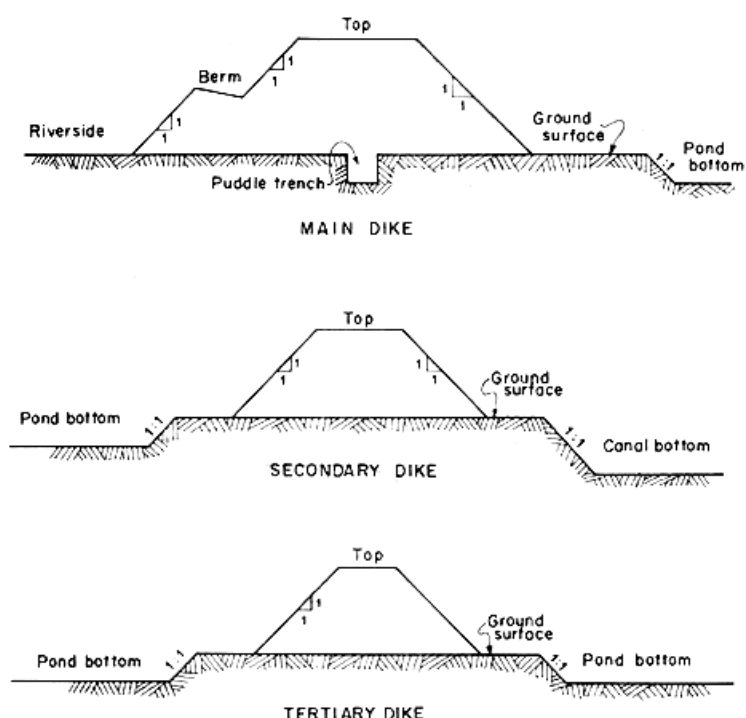
Karakteristik pematang tambak harus mampu menahan tekanan air dari dalam tambak dan kedap air agar tidak terjadi rembesan. Konstruksi pematang dibuat dengan kuat dan tidak mudah terjadi erosi maupun penyusutan (Cruz, 2015). Hal penting lainnya dari pematang adalah ketinggian yang cukup. Ketinggian pematang harus dipastikan mampu menampung ketinggian pasang tertinggi air laut (Mustafa, 2008). Adapun bagian-bagian pematang (Gambar 8.7) terdiri dari lebar puncak pematang (*crown*), tinggi pematang (*height*), kemiringan sisi pematang (rasio horizontal dan vertikal) (*slide slope*), dan lebar dasar pematang (*base*) (Cruz, 2015).



Gambar 8.7 Bagian-bagian Pematang
Sumber: (Cruz, 2015)

Jenis pematang tambak terdiri dari pematang utama (*main dike*); pematang sekunder (*secondary dike*), dan pematang tersier (*tertiary dike*) seperti yang terlihat pada Gambar 8.8. Pematang utama sebagai pematang pelindung seluruh kawasan tambak yang berfungsi untuk melindungi areal dari banjir. Sedangkan pematang sekunder berfungsi untuk mempertahankan tinggi air yang diinginkan dan cukup kuat menahan tekanan air dalam kelompok tambak yang diairi. Sedangkan pematang tersier

merupakan pematang yang menjadi pembatas antara satu tambak dengan tambak lainnya sehingga didesain lebih curam dibandingkan dengan kemiringan tambak utama maupun sekunder. Biasanya pada bagian dasar tambak, diperkuat dengan "berm" (Mustafa, 2008).



Gambar 8.8 Konstruksi Berbagai Jenis-jenis Pematang

Sumber: (Cruz, 2015)

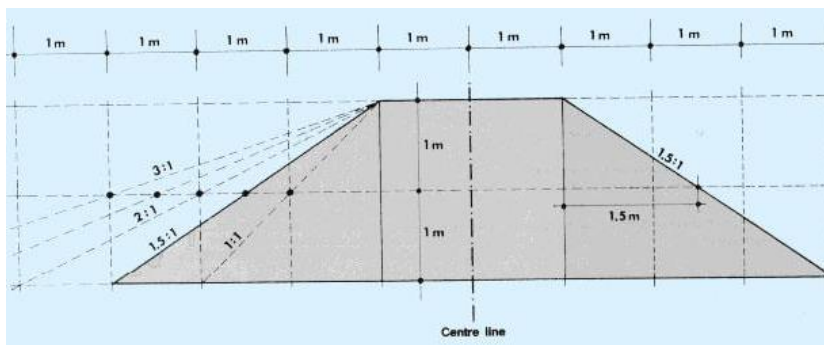
1. Penentuan Ketinggian Pematang

Ketinggian pematang didesain lebih tinggi dari air pasang tertinggi yang terjadi selama 10-15 tahun di lokasi tambak (Mustafa, 2008). Sehingga, tinggi tanggul harus dilengkapi dengan ketinggian jagaan (*freeboard*) 0,3 sampai 1,0 m di atas muka air tertinggi untuk mengantisipasi terjadinya penyusutan dan penurunan tanah (Cruz, 2015). Pematang baru biasanya akan lebih mudah mengalami

penyusutan dikarenakan jenis tanah yang digunakan untuk pematang merupakan tanah hasil urukan yang dipadatkan, bukan tanah asli. Penyusutan pada pematang dapat terjadi akibat pengaruh hujan, panas dan kondisi cuaca lainnya yang terjadi secara terus menerus. (Cruz, 2015) menjelaskan bahwa konstruksi pematang harus menyediakan ketinggian tambahan sebesar 15-30% untuk mengantisipasi penyusutan dan penurunan tanah akibat kondisi tanah pematang yang menggunakan bahan dan metode yang buruk dalam konstruksi, 40% atau lebih untuk kondisi tanah pematang yang mengandung bahan organik tinggi, dan 5-10% untuk kondisi tanah yang dipadatkan dengan peralatan konstruksi yang baik.

2. Penentuan Kemiringan, Lebar Atas dan Bawah Pematang

Pematang juga harus memiliki lebar yang memadai sehingga dapat menampung air di dalamnya dan mencegah banjir dari luar dengan kemiringan sisi yang sesuai (Mustafa, 2008). Rasio kemiringan pematang ditentukan oleh tekstur tanahnya. Rasio kemiringan horizontal ke vertikal bervariasi (Gambar 8.9) seperti 1:1 untuk tanah lempung dengan ketinggian hingga 3,0 m. Kemiringan sisi 2:1 digunakan untuk ketinggian lebih dari 4,0 m dan bahkan lebih datar jika terletak di sepanjang pantai dan terkena gelombang. Pematang harus miring ke arah dinding tanggul untuk menjebak partikel tanah yang tererosi selama hujan. Hal ini juga berfungsi sebagai selokan kecil yang mengalirkan air limpasan menuju pintu keluar (Cruz, 2015).



Gambar 8.9 Kemiringan sisi pematang untuk nilai rasio horisontal dan vertika yang berbeda.

Sumber: (Cruz, 2015)

Adapun kriteria konstruksi tinggi, lebar atas, dan lebar bawah pematang dengan berbagai rasio kemiringan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8.4 Hubungan antara tinggi, lebar atas, dan lebar bawah pada berbagai rasio kemiringan pematang

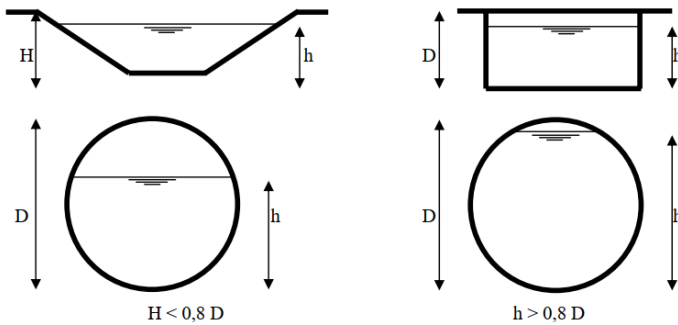
Tinggi pematang (m)	Lebar atas (m)	Lebar bawah (m) pada berbagai rasio kemiringan		
		1:1	1,5:1	2:1
1,5	2,0	5,0	6,5	8,0
2,0	2,0	6,0	8,0	10,0
3,0	2,0	8,0	11,0	14,0

Sumber: (Mustafa, 2008)

8.3.3 Desain Saluran Air

Saluran air pada tambak secara umumnya menggunakan saluran air tipe terbuka (*open channel flow*) dengan penampang berbentuk trapesium terbalik yang memiliki permukaan bebas yang dipengaruhi oleh tekanan udara bebas dan aliran airnya mengalir secara gravitasi. Sedangkan tambak dengan sistem intensif biasanya menggunakan saluran air tertutup (*pipe flow*)

dengan menggunakan pipa dengan bantuan mesin pompa air untuk mengalirkan air dari laut ke tambak dan tidak dipengaruhi oleh tekanan udara secara langsung kecuali oleh tekanan hidraulik (Gambar 8.10) (Nasution, 2005; Mustafa, 2008).



Gambar 8.10 Saluran terbuka (atas) dan saluran tertutup (bawah)

Sumber: (Nasution, 2005)

Pada tambak intensif dengan sistem saluran tertutup membutuhkan bantuan pompa air untuk menyuplai kegiatan pemasukan maupun pengeluaran air. Oleh karena itu, debit air akan sangat tergantung pada kapasitas pompa yang digunakan. Namun apabila luasan tambak intensif sangat luas, maka saluran air tipe terbuka lebih utama digunakan untuk menekan biaya operasional dan efisiensi dalam proses pemasukan dan pengeluaran air. Secara fungsi, terdapat dua jenis saluran air yaitu saluran pemasuk air (*inlet*) dan saluran pembuangan air (*outlet*). Pada saluran pemasukan air terdiri dari saluran utama dan saluran pembagi. Dimana saluran utama sebagai saluran untuk memasukkan air dari sumber air ke wilayah pertambakan. Sedangkan saluran pembagi merupakan saluran yang digunakan untuk memasukkan air dari saluran utama ke petak-petak tambak. Saluran air juga dapat difungsikan untuk penampungan udang sementara sebelum ditebar ke petak tambak yang lain

dengan kedalaman sekitar 0,3 m lebih dalam dari dasar (Mustafa, 2008).

1. Kemiringan Saluran dan Kemiringan Dinding Saluran

Desain saluran tambak terdiri dari penentuan kemiringan saluran, lebar dasar saluran dan kemiringan dinding saluran. Kemiringan saluran air menjadi hal krusial dalam proses pengeringan lahan, dimana aliran air harus dipastikan dapat keluar secara maksimal ke arah pintu pembuangan dengan sistem gravitasi atau evaluasi lahan (Mustafa, 2008). Kemiringan dasar saluran pembuangan harus dibuat lebih rendah dengan desain lebih landai untuk memaksimalkan pengeluaran air. Faktor utama yang mempengaruhi kemiringan saluran adalah kondisi pasang surut dan jarak dari sumber perairan dengan lokasi tambak. Apabila lokasi tambak memiliki kondisi pasang surut rendah, maka kebutuhan pompa mutlak diperlukan untuk membantu proses pemasukan air dan diupayakan kemiringan dasar saluran harus dibuat lebih rendah agar saluran masih dapat terisi air meskipun pada saat kondisi surut atau pasang rendah (Mustafa, 2008).

Jenis atau tekstur tanah saluran akan sangat menentukan kemiringan dinding saluran. Peluang longsornya tanah saluran akibat gerusan air akan lebih mudah terjadi apabila saluran dikonstruksikan dengan kemiringan curam. Pada tanah berbutir halus, kemungkinan tergerusnya akan lebih cepat dibandingkan dengan tanah yang berbutir kasar. Kemiringan saluran tanah aluvial bertekstur liat yaitu 1:1 dan bertekstur berpasir 1,5:1 ataupun 2:1 bila kandungan pasir semakin tinggi. Pada tabel 8.5 berikut dapat dilihat kemiringan saluran tidak berlapis dari berbagai jenis bahan yang berbeda.

Tabel 8.5 Hubungan antara tinggi, lebar atas, dan lebar bawah pada berbagai rasio kemiringan pematang

Bahan dinding saluran	Kemiringan (Horizontal:Vertikal)
Batuan Padat	0,25:1
Batuan Retak	0,5:1
Tanah Padat	1:1
Urukan Lempung Berkerikil	1,5:1
Ukuran Tanah Berpasir	2,5:1

Sumber: (Mustafa, 2008)

2. Kapasitas Saluran

Perhitungan kapasitas saluran juga harus direncanakan dengan baik agar saluran mampu memenuhi kebutuhan (debit air) untuk pemasukan dan juga memenuhi untuk pembuangan, serta pergantian air harian. Pasang surut sangat menentukan pemenuhan kebutuhan air, dimana setiap siklusnya pasang surut hanya berlangsung selama 14 jam. Setengah dari siklus pasang surut tersebut (7 jam) hanya dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk pengisian air pada saat kondisi tambak masih dalam keadaan kosong. Apabila tambak sudah terisi air dan untuk keperluan pergantian air, maka pemanfaatan pasang surut terjadi setelah air terisi sampai saluran lebih tinggi daripada ketinggian air di dalam tambak. Diperkirakan waktu pasang yang efektif untuk pergantian air hanya 5 jam per siklus pasang atau dapat disimpulkan bahwa debit air masuk ke tambak hanya 5 jam per hari (Mustafa, 2008).

Kecepatan aliran air menjadi faktor yang harus diperhatikan agar saluran air tidak terlalu cepat ataupun lambat. Adapun kecepatan aliran air maksimum diupayakan tidak melewati 1,52 m/dt untuk tipe tanah aluvial agar tidak menimbulkan erosi pada dinding saluran. Apabila kecepatan air terlalu lambat juga dapat mengakibatkan sedimentasi atau pengendapan yang berakhir pada pendangkalan saluran. Untuk menghindari terjadinya pengendapan pada saluran permukaan tanah, maka kecepatan aliran air

diupayakan lebih dari 0,3 m/dt. Idealnya kecepatan aliran air pada saluran permukaan tanah antara 0,5 - 0,7 m/dt (Ilyas et al., 1987; Mustafa, 2008). Selain debit dan kecepatan aliran air, tipe air yang mengalir saluran juga akan mempengaruhi ukuran dari lebar dasar saluran air. Menurut Nasution (2005) tipe aliran dibagi menjadi empat yaitu aliran menetap (*steady flow*) dan aliran tidak menetap (*unsteady flow*), aliran merata/seragam (*uniform flow*), dan aliran tidak seragam (*non uniform flow*). Tipe air pada saluran terbuka di tambak biasanya termasuk aliran seragam dimana besar dan arah kecepatan tetap terhadap jarak, serta air mengalir karena adanya gaya gravitasi (Mustafa, 2008).

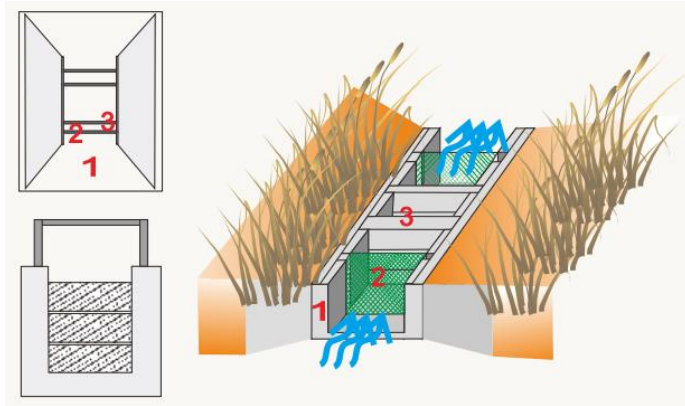
Faktor lain yang mempengaruhi kecepatan aliran air, debit air, dan luas penampang adalah keofisien manning (n) atau dikenal dengan istilah nilai kekasaran aliran. Penggunaan saluran dengan sistem terbuka perlu mempertimbangkan koefisien manning. Kekasaran disini memiliki arti bahwa suatu angka yang dapat menghambat kecepatan aliran air dari sumber perairan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi koefisien manning seperti: (a) kekasaran permukaan dimana butiran-butiran halus akan mengakibatkan nilai n akan relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan butiran-butiran yang kasar yang terdapat pada saluran; (b) Vegetasi yang tergantung pada tinggi, kerapatan, distribusi dan jenis tumbuhan yang tumbuh di saluran air khususnya pada saluran yang lebih kecil; (c) Ketidakteraturan saluran, dimana variasi penampang, ukuran, dan bentuk sepanjang saluran akan menghambat laju kecepatan aliran air. Pada saluran alami biasanya ditemui adanya alur-alur pasri, gelombang pasir, cekungan, gundukan, lubang, dan tonjolan pada dasar saluran; (d) trase saluran, dimana kelengkungan saluran yang landai dengan garis tengah yang besar mengakibatkan nilai n relatif kecil, sebaliknya kelengkungan tajam dengan

belokan yang patah mengakibatkan nilai n lebih besar; (e) Hambatan, ditimbulkan akibat adanya balok sekat, pijar jembatan, dan lainnya yang dapat memperbesar nilai n ; dan (f) Ukuran dan bentuk saluran, dimana semakin besar jari-jari hidrolis saluran maka dapat memperbesar maupun memperkecil nilai n , tergantung pada keadaan saluran (Sanusi & Pratiwi, 2022).

8.3.4 Pintu Air

Konstruksi pintu air memiliki peran penting dalam mengatur pemasukan dan pengeluaran air dari saluran pemasukan air maupun ke saluran pembuangan air. Secara umum pintu air terdiri dari pintu air pemasukan (*inlet*) dan pintu pembuangan air (*outlet*). Bahan konstruksi pintu air dapat berupa pintu air yang terbuat dari kayu maupun dari semen/beton yang dilengkapi dengan filter/ saringan berupa waring atau jaring dengan ukuran diameter yang lebih kecil dari ukuran terkecil biota yang dibudidayakan dalam tambak. Fungsi waring adalah untuk mencegah lolosnya udang dari petakan tambak dan mencegah hadirnya udang maupun ikan liar dari saluran air masuk ke dalam tambak saat proses pemasukan air. Pada tambak ekstensif biasanya hanya memiliki satu pintu yang berfungsi ganda untuk pemasukan dan pembuangan air sekaligus. Namun, tambak semi-intensif dan intensif biasanya sudah menggunakan pintu pemasukan yang berbeda dengan pintu pengeluaran.

Adapun kriteria pintu air menurut Tim Perikanan WWF (2014b) sebaiknya menggunakan pintu dengan model monik (Gambar 8.11) sebanyak dua buah untuk setiap petak tambak luasan 1 hektar dengan ukuran yang baik yaitu lebar pintu 0,8-1 meter. Hal ini dimaksudkan untuk memaksimalkan pembuangan air bagian dasar tambak secara maksimal.

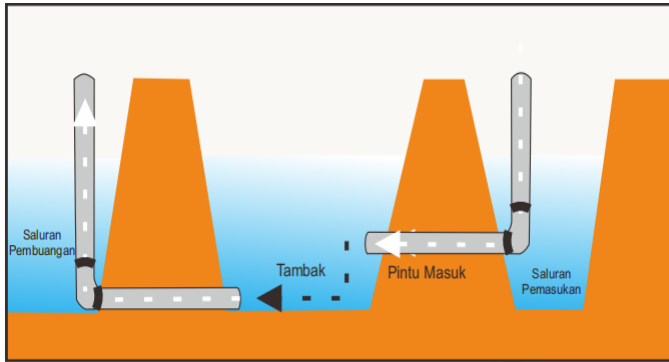


Gambar 8.11 Pintu Air Sistem Monik.

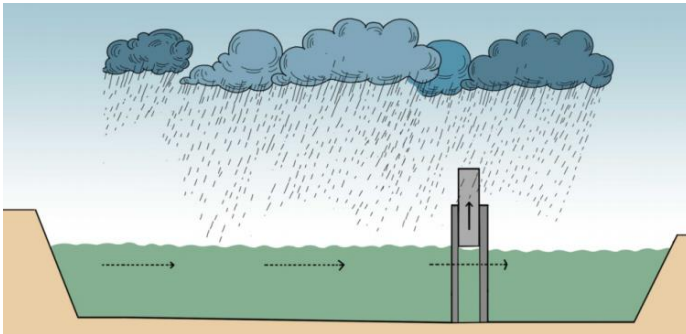
1 = Pintu monik; 2 = Saringan air; 3 = Sekat

Sumber: (Tim Perikanan WWF, 2014b)

Selain menggunakan pintu dengan sistem monik, dapat pula menggunakan pintu air dengan model pipa goyang (Gambar 8.12) yang biasanya terbuat dari pipa PVC. Agar dapat melakukan pembuangan air secara maksimal, maka jumlah pipa yang disarankan sebanyak empat buah pipa setiap petak tambak luasan 1 hektar dengan ukuran pipa 8 inci. (Tim Perikanan WWF, 2014b). Untuk mencegah terjadinya kebocoran pada tanah yang dilewati oleh pipa, maka sebaiknya dilakukan pengecekan kebocoran, penumpukan lumpur, maupun penyumbatan secara berkala. Untuk mengantisipasi air hujan selama pemeliharaan, harus dipastikan konstruksi ketinggian pintu air lebih tinggi dari ketinggian air di dalam tambak, sehingga limpasan air dapat dibuang (Gambar 8.12). Selain itu, sebaiknya juga dipasang pipa untuk pengeluaran air agar mencegah terjadinya banjir (Tim Perikanan WWF, 2014a).



Gambar 8.12 Pintu Air Sistem Pipa Goyang.
Sumber: (Tim Perikanan WWF, 2014b)



Gambar 8.13 Ketinggian Pintu Air Saat Hujan Deras.
Sumber: (Tim Perikanan WWF, 2014a)

DAFTAR PUSTAKA

- Azril, M., Waluyo, Purnamasari, T., Ridhowati, S., Mursawal, A., Mukti Cahya, R., Amruddin, M., Wahyuni, S., & Silmi Qori Tartila, S. (2022). *Pengantar Ilmu Perikanan dan Kelautan*. Yayasan Kita Menulis.
- Cruz, C. R. dela. (2015). *Fishpond Engineering: A Technical Manual For Smalland Mediumscale Coastal Fish Farms In Southeast Asia*. FAO. <https://www.fao.org/3/E7171E/E7171E00.htm#TOC>
- Ditjen Perikanan Budidaya. (2019). *Petunjuk Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pembesaran Udang*. Ditjen Perikanan Budidaya KKP.
- Ditjen Perikanan Budidaya. (2020). *Rencana Strategis Tahun 2020-2024 Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan*. Ditjen Perikanan Budidaya KKP.
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Fidari, J. S., Maftuch, M., & Bisri, M. (2017). *PERENCANAAN MODEL DESAIN KOLAM TAMBAK INTENSIF KABUPATEN PROBOLINGGO*. Jurnal Teknik Pengairan, 8(2), 252–261. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2017.008.02.11>
- Hadie, W., Hadie, L. E., & Supangat, A. (2008). *Keteknikan Budidaya Ikan*. Universitas Terbuka.
- Horios, G. (2022). *Prospek Bisnis Tambak Udang di Indonesia, Menarik untuk Memulai?* Kompasiana. <https://www.kompasiana.com/hos1311/6257cfa092cb5a70be146f17/prospek-bisnis-tambak-udang-di-indonesia-menarik-untuk-memulai>
- Ilyas, S., Cholik, F., Poernomo, A., Ismail, W., Daulay, T., Ismail, A., Koesoemadinata, S., Rabegnatar, I. N. S., Soepriyadi, H.,

- Suharto, H. H., Azwar, Z. I., & Ekowardoyo, S. (1987). *Petunjuk Teknis bagi Pengoperasian Unit Usaha Pembesaran Udang Windu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.
- Kadarusman, Rachmawati, R., Nur Azmi Ratna, N., Pagi Sektiana, S., F. Tapilatu, R., Albasri, H., Nurdin, E., Surya Hadi Saputra, R., Noviendri, D., & Nursid, M. (2019). *Sumber Daya Hayati Maritim*. AMAFRD PRESS.
- Mansyur, A. R. (2020). *Dampak COVID-19 Terhadap Dinamika Pembelajaran Di Indonesia*. Education and Learning Journal, Vol. 1, No, 113–123.
- Mustafa, A. (2008). *Desain, Tata Letak, dan Konstruksi Tambak*. Media Akuakultur, 3(2), 166–174.
- Nasution, M. N. (2005). *Manajemen Mutu Terpadu: Total Quality Management (Kedua)*. Ghalia Indonesia.
- Pillay, T. V. R., & Kutty, M. N. (1990). *Aquaculture Principles and Practices (Second Edition)*. Blacwell Publishing.
- Pusdatin KKP. (2022). *Kelautan dan Perikanan dalam Angka Tahun 2022 (Vol. 1)*. Pusdatin KKP.
- Rianto, A. (2019). 4 Jenis Tambak Udang dengan Tingkat Padat Tebarnya. <https://www.isw.co.id/post/2019/03/11/4-jenis-tambak-dengan-tingkat-padat-tebarnya>
- Sanusi, W., & Pratiwi, V. (2022). *EVALUASI KOEFISIEN MANNING PADA BERBAGAI TIPE DASAR SALURAN*. CRANE: Civil Engineering Research Journal, 3(1), 1–4. <https://doi.org/10.34010/crane.v3i1.7131>
- Supito. (2017). *Petunjuk Teknis Teknik Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara.
- Tim Perikanan WWF. (2014a). *Better Management Practices BUDIDAYA UDANG VANNAMEI - Tambak Semi Intensif*

dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) (Vol. 1). WWF-Indonesia.

Tim Perikanan WWF. (2014b). *Better Management Practices BUDIDAYA Udang Windu (Penaeus monodon) Tambak Tradisional dan Semi Intensif (Vol. 2).* WWF-Indonesia.

Umidayati, U., Khaerudin, K., Dewi, I. J. P., Kusriyati, K., Indrayati, A., Lestari, S. W., Juarsa, J., & Kurman, K. (2021). *PELATIHAN BUDIDAYA UDANG VANNAMEI SISTEM SEMI INTENSIF DI DESA KARANG ANYAR PROVINSI LAMPUNG.* Abdi Insani, 8(3), 365–376. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v8i3.453>

BAB 9

KERAMBA JARING TANCAP

Oleh Nurfitri Rahim

9.1 Pendahuluan

Budidaya ikan di Indonesia telah sangat berkembang sehingga mendorong terjadinya perkembangan metode budidaya ikan salah satunya yaitu budidaya ikan dengan menggunakan keramba jaring tancap (KJT) atau *fixed net cage*. Budidaya ikan dengan sistem keramba jaring tancap merupakan salah satu usaha perikanan yang telah berkembang di Indonesia sejak tahun 1970-an. Pada awalnya, keramba jaring tancap digunakan sebagai sarana penangkapan ikan secara tradisional di beberapa daerah di Indonesia. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dan pengenalan sistem budidaya, keramba jaring tancap kini digunakan sebagai sarana budidaya perikanan modern.

Keramba jaring tancap merupakan teknik budidaya ikan tradisional di Indonesia yang telah digunakan selama berabad-abad. Metode ini menggunakan jaring yang disebut keramba, yang diikat ke dasar perairan dengan menggunakan tiang bambu maupun kayu. Metode budidaya dengan sistem keramba jaring tancap merupakan sistem budidaya yang inovatif dan berkelanjutan karena dampak lingkungannya yang rendah dan produktivitasnya yang tinggi (Rumondor & Rantung, 2019).

Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar dan peningkatan teknologi, penggunaan KJT di Indonesia semakin berkembang dan populer beberapa tahun terakhir karena

efisiensi dan efektivitasnya dalam mempromosikan praktik akuakultur yang berkelanjutan.

Penggunaan keramba jaring tancap merupakan metode budidaya ikan yang berkelanjutan dan membantu melestarikan sumber daya alam (Apriani et al. 2016). Metode inovatif ini melibatkan penggunaan keramba apung besar, yang ditambatkan dengan tiang menonjol yang didorong ke dasar laut atau dasar danau, untuk membudidayakan ikan. Sistem ini memungkinkan pertukaran air yang efisien, mengurangi penumpukan limbah yang dapat menyebabkan penipisan oksigen dan *blooming* alga yang berbahaya. Selain itu, budidaya keramba jenis ini membutuhkan lebih sedikit ruang daripada metode tradisional karena menggunakan ruang vertikal daripada ruang horizontal, sehingga mengurangi tekanan pada lingkungan pesisir di mana ketersediaan lahan terbatas. Penggunaan jaring tancap dalam sistem produksi akuakultur merupakan langkah untuk mencapai tujuan keberlanjutan melalui konservasi sumber daya sekaligus memberikan manfaat ekonomi bagi petani yang mengadopsi teknologi ini.



Gambar 9.1. Keramba Jaring Tancap
(Sumber : www.lalaukan.com)



Gambar 9.2. Keramba Jaring Tancap pada perairan Laut
(Sumber : Reserchgate/Nguyen L)

Budidaya ikan dengan sistem keramba jaring tancap merupakan metode budidaya ikan yang menggunakan jaring yang berbentuk persegi yang dipasang pada kerangka kayu/bambu yang ditancap pada dasar perairan. Namun, secara umum, keramba tancap adalah struktur yang terbuat dari bahan-bahan seperti kayu, bambu, atau besi yang ditekankan ke dalam dasar perairan menggunakan pemberat di bagian bawahnya. Keramba tancap digunakan untuk budidaya ikan dalam jumlah besar di perairan laut dangkal maupun sungai. Metode budidaya keramba jaring tancap sendiri telah banyak dilakukan pada budidaya ikan air tawar dan air air laut seperti ikan nila, ikan patin, ikan gurami, ikan bandeng, ikan kerapu dan lobster dan berbagai jenis ikan lainnya. Penggunaan keramba jaring tancap saat ini telah banyak digunakan baik dalam budidaya di perairan laut, Pesisir maupun danau dengan berbagai macam komoditas seperti ikan lele, ikan nila, ikan patin, ikan bawal, ikan mas, ikan bandeng, ikan kakap, dan Lobster (Arpiani et al., 2017).

9.2 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Keramba Jaring Tancap

Keramba jaring tancap merupakan salah satu metode budidaya ikan yang memiliki keunggulan dibandingkan dengan

keramba jaring apung (Husin et al, 2023). Desain keramba jaring tancap lebih mudah, efisiensi produksi lebih tinggi dalam pembuatannya, modal yang dibutuhkan tidak terlalu besar, pengoperasiannya mudah, produktivitas tinggi, dan tidak memerlukan kedalaman air terlalu dalam seperti keramba jaring apung (Wowor, et al. 2017). Kelebihan keramba jaring tancap adalah kemampuannya meningkatkan produksi ikan secara signifikan yaitu bisa mencapai 30% dibandingkan dengan metode tradisional (Ishak et al. 2019). Selain itu keramba jaring tancap memiliki beberapa keunggulan yaitu.

1. Pemanfaatan ruang secara intensif dimana budidaya ikan dengan metode keramba jaring tancap tidak memerlukan lahan yang luas seperti pada budidaya ikan konvensional di kolam atau ditambah.
2. Kapasitas produksi yang tinggi: Budidaya ikan dengan keramba jaring tancap memiliki potensi produksi yang tinggi, terutama jika lokasi yang dipilih memenuhi semua persyaratan yang dibutuhkan.
3. Aman dari serangan predator, pada budidaya ikan dengan metode keramba jaring tancap serangan predator akan lebih kecil dan lebih sulit karena terhalangi oleh dinding jaring pada keramba jaring tancap sehingga predator tidak mudah mengganggu ikan yang dibudidayakan.
4. Pengelolaan dan pemanenan yang mudah: Keramba jaring tancap mudah diakses dan diatur, sehingga pengelolaan dan pemanenan ikan dapat dilakukan dengan mudah dan efisien.
5. Kualitas ikan yang baik: Ikan yang dibudidayakan di keramba jaring tancap seringkali memiliki kualitas yang baik karena lingkungan budidaya yang terkendali.
6. Fleksibilitas ukuran dan ekonomi : Jika dibandingkan dengan metode keramba jaring apung, keramba jaring tancap dapat dibuat jauh lebih besar dengan biaya

konstruksi lebih murah dibandingkan dengan keramba jaring apung.

7. Ketersediaan pakan alami pada lokasi perairan keramba jaring tancap.
8. Dapat digunakan untuk budidaya ikan dengan berbagai komoditas seperti ikan, crutacea dan molusca.

Meskipun keramba jaring tancap memiliki banyak keuntungan dalam budidaya ikan, namun ada beberapa kerugian yang juga perlu diperhatikan. Kegiatan ini perlu menjadi perhatian Pemda setempat karena pada satu sisi kegiatan ini jelas akan meningkatkan produksi ikan dan meningkatkan pendapatan nelayan namun di lain hal kecepatan pertambahan jumlah keramba di luar batas daya dukung perairan, akan mendatangkan suatu risiko yang tinggi bagi keberhasilan kegiatan tersebut, bahkan dapat menyebabkan kematian total (Johan et al, 2009) Berikut adalah beberapa kerugian yang mungkin terjadi pada keramba jaring tancap:

1. Ketergantungan pada pakan buatan : Karena kepadatan tinggi dan biomassa yang besar untuk itu pemberian pakan harus dilakukan untuk menunjang pertumbuhan dari ikan yang dibudidayakan.
2. Kehilangan pakan : Sebagian dari pakan kemungkinan akan hanyut terbawa arus, tetapi kehilangan pada keramba jaring tancap akan lebih sedikit dibanding budidaya dengan keramba apung.
3. Pencemaran lingkungan: Keramba jaring tancap dapat mencemari lingkungan sekitarnya karena kotoran dan hasil sekresi dari ikan serta pakan sisa yang tidak terkonsumsi ikan dapat menumpuk di dasar perairan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan merusak ekosistem perairan.

4. Permasalahan Kesehatan: Kepadatan ikan di dalam keramba jaring tancap dapat memicu timbulnya berbagai masalah kesehatan seperti infeksi penyakit, parasit, dan gangguan lainnya. Hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan ikan, serta menurunkan produktivitas budidaya.
5. Risiko kematian massal ikan: Kondisi perairan yang buruk seperti kekurangan oksigen atau pencemaran dapat menyebabkan kematian massal ikan dalam keramba jaring tancap.
6. Risiko pencurian : Karena ikan disimpan di area tertutup, 'perburuan liar' dan pencurian dapat terjadi lebih sering daripada di perairan alami, tetapi mungkin lebih sedikit daripada di keramba.

Penting untuk diperhatikan bahwa kerugian pada keramba jaring tancap dapat diatasi dengan manajemen yang tepat dan penggunaan teknologi yang canggih. Oleh karena itu, pengelolaan budidaya ikan di keramba jaring tancap harus dilakukan dengan baik dan benar termasuk memperhatikan aspek lingkungan agar tidak menimbulkan kerugian bagi peramba maupun lingkungan sekitar.

9.3. Syarat Lokasi Budidaya Keramba Jaring Tancap

Pada umumnya keramba jaring tancap merupakan keramba yang mudah untuk dioperasikan dan dapat dilakukan diberbagai tempat dari lahan sempit, sungai maupun pesisir.

Ada dua aspek yang harus diperhatikan dalam melakukan budidaya keramba jaring tancap, salah satunya adalah persyaratan spesies (biologis) dan yang lainnya adalah persyaratan struktural keramba jaring tancap (fisik). Kedua hal ini saling terkait dalam penentuan lokasi keramba jaring tancap.

Faktor lain selain kedalaman dan aliran arus yang harus diperhitungkan saat memilih lokasi yang tepat seperti kemampuan pengaturan suhu dan jarak dari sumber polutan (Mairanovsky & Yosef, 2016). Saat ini wilayah pesisir inter-tidal dan sub-litoral (laut dan air payau) serta pada perairan tawar dangkal merupakan tempat yang cocok untuk budidaya keramba jaring tancap.

Untuk tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang lebih baik dari spesies ikan yang dibudidayakan, ada aspek yang sangat penting untuk diperhatikan yaitu:

9.3.1. Faktor Biologi

1. Jenis ikan yang dibudidayakan. Jenis ikan yang dibudidayakan pada KJT akan mempengaruhi keberhasilan budidaya tersebut. Hal ini dikarenakan masing-masing jenis ikan membutuhkan kondisi lingkungan yang berbeda untuk dapat bertumbuh dengan baik. Sebagai contoh, ikan air tawar seperti nila dan lele memerlukan kualitas air yang berbeda dengan ikan laut seperti bandeng dan kakap merah. Kepadatan ikan: Kepadatan ikan yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas air di dalam keramba, sehingga diperlukan manajemen pemeliharaan yang tepat untuk menjaga kualitas air agar tetap baik.
2. Pola makan dan kualitas pakan: Pola makan dari setiap jenis ikan berbeda-beda selain itu kualitas pakan yang diberikan sangat mempengaruhi pertumbuhan ikan.
3. Kepadatan Ikan - Kepadatan ikan di dalam keramba jaring tancap mempengaruhi kualitas air dan ketersediaan oksigen yang dibutuhkan ikan. Kepadatan ikan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kualitas air menurun dan ikan menjadi stres.
4. Kerang dan *Biofouling* : Kerang dan biofouling dapat memiliki pengaruh negatif keramba jaring tancap. Kerang dapat menempel pada jaring keramba dan mengakibatkan

kerusakan pada material jaring. Biofouling atau penumpukan organisme laut pada jaring keramba juga dapat menjadi masalah serius. Organisme laut yang menempel pada jaring dapat menyebabkan peningkatan berat jaring, sehingga meningkatkan beban pada struktur keramba dan menyebabkan kerusakan. Selain itu, penumpukan organisme laut juga dapat menyebabkan penurunan kualitas air di dalam keramba, karena dapat mengurangi oksigen dan menghasilkan zat-zat kimia yang beracun bagi ikan.

9.3.2. Faktor fisika yang mempengaruhi persyaratan lokasi keramba jaring tancap

Selain dipengaruhi oleh faktor biologi pembuatan keramba jaring tancap juga harus memperhatikan faktor-faktor fisika dalam menentukan lokasi keramba jaring tancap. Berikut ini adalah faktor-faktor fisika yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi keramba jaring tancap pada perairan laut, perairan tawar, dan perairan payau beserta pengaruhnya pada kinerja keramba jaring tancap, dalam bentuk tabel:

Tabel 9.1. Faktor-faktor Fisika dalam menentukan lokasi keramba jaring tancap pada perairan laut, tawar dan payau

Parameter Fisika	Perairan Laut	Perairan Tawar	Perairan Payau
Arus	Kekuatan arus harus diperhatikan agar keramba tidak terombang-ambing atau tergeser oleh arus yang kuat.	Arus yang kuat dapat menyebabkan kerusakan pada keramba dan menyebabkan ikan stres.	Arus yang lambat dan stabil dapat mempengaruhi kualitas air di dalam keramba dan pertumbuhan ikan.
Gelombang	Tinggi gelombang harus diperhatikan agar keramba tidak terguncang atau	Gelombang yang besar dapat menyebabkan kerusakan pada keramba dan	Gelombang yang rendah dapat mempengaruhi sirkulasi air di

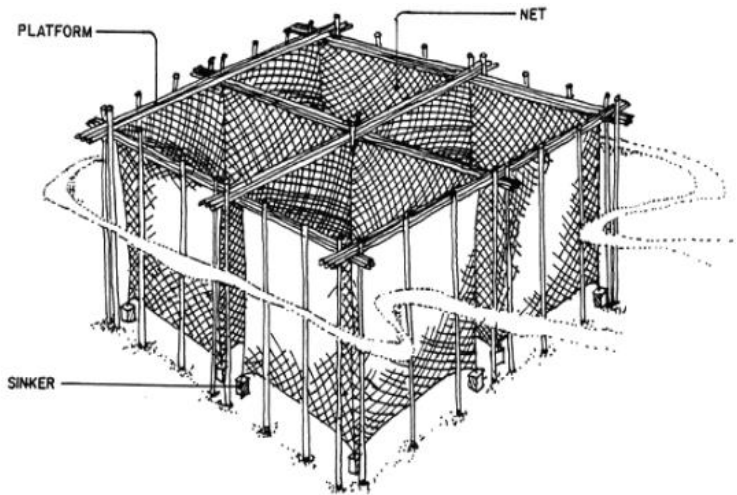
Parameter Fisika	Perairan Laut	Perairan Tawar	Perairan Payau
	terguling oleh gelombang yang besar.	menyebabkan ikan stres.	dalam keramba dan pertumbuhan ikan.
Kedalaman Air	Kedalaman air yang cukup harus dipilih agar ikan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Kedalaman air yang dangkal dapat menyebabkan kerusakan pada keramba.	Kedalaman air yang dangkal dapat mengakibatkan suhu air yang tinggi dan peningkatan risiko penyakit pada ikan. Kedalaman air yang terlalu dalam dapat mempersulit proses pemasangan, perawatan, dan pengambilan hasil budidaya.	Kedalaman air yang stabil dan cukup dapat mempengaruhi kualitas air di dalam keramba dan pertumbuhan ikan.
Suhu Air	Suhu air yang stabil dan cocok dengan spesies ikan yang dipelihara harus dipilih. Suhu air yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan reproduksi ikan.	Suhu air yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan reproduksi ikan.	Suhu air yang stabil dan cocok dengan spesies ikan yang dipelihara harus dipilih.
Ketersediaan Pakan	Ketersediaan pakan yang cukup dan berkualitas baik sangat penting untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan di dalam keramba jaring tancap.	Ketersediaan pakan yang cukup dan berkualitas baik sangat penting untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan di dalam keramba jaring tancap.	Ketersediaan pakan yang cukup dan berkualitas baik

9.4. Desain dan Konstruksi Keramba Jaring tancap

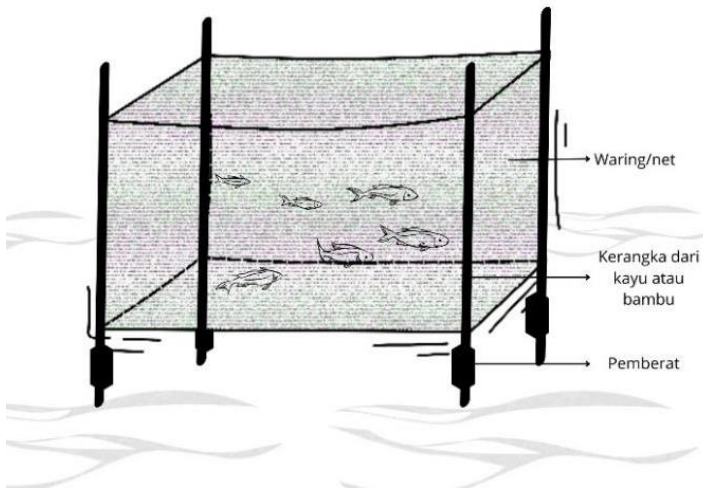
Desain dan konstruksi keramba jaring sistem tancap melibatkan beberapa langkah dan bervariasi tergantung pada jenis ikan yang dibudidayakan, lokasi budidaya, dan ukuran keramba. Desain dan konstruksi keramba jaring tancap memegang peranan penting dalam usaha budidaya ikan (Harmilia & Ma'ruf, 2022) Menurut Johan et.al (2009) konstruksi untuk membuat keramba menggunakan bambu yang ditancapkan ke dasar perairan. Menurut Masengi et.al (2015) yang perlu diperhatikan adalah teknik pembuatan Keramba Jaring Tancap yaitu kelengkapan dan kesediaan alat untuk pembuatan keramba jaring tancap, seperti waring (jaring), Bambu, batu pemberat, ember, timbangan, kantong plastik, tali dan paku. Namun, secara umum, ada beberapa prinsip desain dan konstruksi yang perlu diperhatikan dalam membuat keramba jaring tancap, yaitu:

1. Menentukan ukuran dan volume keramba jaring tancap: Ini bergantung pada spesies ikan yang ingin Anda pelihara dan berapa banyak ikan yang ingin Anda tempatkan di dalamnya. Pastikan ukuran dan volume keramba cukup besar dan memadai supaya ikan memiliki ruang gerak yang cukup dan lingkungan yang sehat.
2. Memilih dan mempersiapkan bahan-bahan: Bahan utama untuk keramba jaring tancap adalah kayu, pipa PVC, atau bisa juga menggunakan plat baja untuk bahan utama. Selain bahan utama, Anda juga perlu memperhitungkan bahan-bahan lain seperti jaring nylon, kawat, pelampung, dan aksesoris lain yang diperlukan.
3. Membuat bentuk keramba: Pilih bentuk keramba yang paling sesuai dengan spesies ikan yang dipelihara serta kondisi lokasi pemeliharaan, terutama arus air, kedalaman dan ukuran air tempat pemeliharaan.

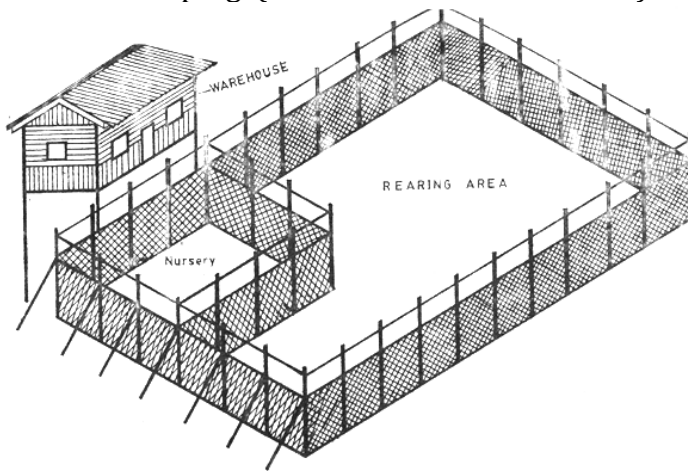
4. Memasang jaring: Jaring harus kuat dan dapat menahan tekanan air dan aktivitas ikan di dalamnya. Pastikan jaring pas dengan kerangka keramba dan diperkuat dengan kawat baja atau bahan lainnya agar lebih kuat dan lebih tahan lama.
5. Memasang Pemberat: Pemberat digunakan untuk membuat keramba dapat bertahan kokoh didalam perairan. Pelampung terbuat dari bahan seperti besi yang harus kuat, tahan lama serta mampu menopang berat keramba dan ikan yang ada di dalamnya.
6. Memasang aksesoris: Tambahkan tangga atau platform untuk memudahkan pengawasan ikan dan pembersihan keramba. Pemasangan dan pengaturan sistem aerator dan pemberian makanan jangka panjang juga akan memaksimalkan produktivitas ikan di dalam keramba.



Gambar 9.3. Desain Keramba Jaring Tancap
(sumber: fao.org/Kutty)



Gambar 9.4. Desain Keramba Jaring Tancap dari sampling. (Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 9.5. Konstruksi Keramba jarring tancap (sumber: fao.org/Kutty)

Dalam membuat keramba jaring tancap, perlu diperhatikan prinsip-prinsip tersebut untuk memastikan keberhasilan budidaya ikan untuk konstruksi termasuk membersihkan puing-puing atau penghalang pada dasar perairan, dan memastikan

bahwa area tersebut rata dan bebas dari bebatuan tajam atau bahaya lain (Atmojo et al 2018).

9.5. Aspek Sosial, Ekonomi Dan Ekologi

Keramba jaring tancap merupakan salah satu teknologi budidaya ikan yang semakin populer di Indonesia. Kegiatan budidaya ikan menggunakan sistem KJT dari segi sosial ekonomi sangat memberikan arti untuk menunjang kehidupan khususnya masyarakat pesisir (Selaindoong et al, 2019). Budidaya ikan menggunakan keramba jaring tancap memiliki dampak sosial, ekonomi, dan ekologi yang perlu diperhatikan. Dari Aspek sosial dari penggunaan KJT adalah kemampuannya dalam menghasilkan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar dan memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan. Dalam beberapa daerah di Indonesia, penggunaan KJT telah menjadi sumber penghidupan bagi sebagian besar masyarakat pesisir yang menggantungkan hidupnya dari hasil laut. Penggunaan KJT ini dapat membantu meningkatkan taraf hidup masyarakat dan memberikan kontribusi yang signifikan pada perekonomian daerah.

Aspek ekonomi dari KJT adalah kemampuannya untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan dalam industri perikanan. Penggunaan KJT dapat membantu meningkatkan produksi ikan dalam jumlah yang signifikan dibandingkan dengan metode budidaya lainnya. Penggunaan KJT terbukti dapat meningkatkan produksi ikan sebesar 8,9 ton per hektar dan pendapatan peternak sebesar 2,48 juta rupiah per hektar (Siregar, 2011). Selain itu, penggunaan KJT juga dapat membantu mengurangi biaya produksi dan meningkatkan efisiensi usaha perikanan.

Namun, penggunaan KJT juga harus memperhatikan dari segi aspek ekologi karena apabila keramba jaring tancap tidak dikelola dengan baik dapat menghasilkan dampak negatif pada lingkungan, seperti pencemaran air dan kerusakan ekosistem

laut. Pencemaran air dapat terjadi akibat sisa pakan dan kotoran ikan yang menumpuk di dasar perairan. Kerusakan ekosistem laut juga dapat terjadi akibat penggunaan KJT yang berlebihan atau tidak sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Untuk itu, diperlukan pengelolaan yang baik dalam penggunaan KJT agar dapat menjaga keberlanjutan sumber daya perairan dan meningkatkan keseimbangan ekosistem dalam perairan. Beberapa upaya pengelolaan yang dapat dilakukan adalah dengan memilih lokasi yang tepat untuk penempatan KJT, melakukan pemeliharaan dan pembersihan secara rutin, serta memperhatikan kualitas pakan yang diberikan pada ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnia, Ola L., Nurdiana. 2016. "Analisis Pendapatan Usaha Karamba Jaring Tancap Di Kelurahan Petoaha Kecamatan Abeli Kota Kendari." 1(November): 174–81.
- Arpiani, Budiyanto, Nurdiana. 2017. "OPTIMALISASI USAHA KERAMBA JARING TANCAP PEMBESARAN LOBSTER MUTIARA (*Panulirus Ornatus*) DI DESA SAMA JAYA KECAMATAN SOROPIA." 2(2): 79–89.
- Harmilia, E.D. & Ma'ruf, I. 2022. Analisis Kesesuaian Lokasi Budidaya Ikan Menggunakan Karamba Jaring Apung di Anak Sungai Ogan Ogan Ilir. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(1). DOI: 10.31851/sainmatika.v19i1.7738.
- Husin, S., Dewantoro, E. and Alfian, R., 2023. Kesesuaian Perairan Untuk Kelayakan Budidaya Ikan Kerapu Dalam Karamba Jaring Tancap (KJT) Di Desa Sededap Kecamatan Pulau Tiga Kabupaten Natuna Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Borneo Akuatika*, 5(1).
- Ishak, E. and Palupi, R.D., 2019. Pemberdayaan Nelayan melalui Optimalisasi Karamba Tancap Multifungsi untuk Mendukung Wisata Bahari di Desa Pamata Raya, Kendari. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(1), pp.64-70.
- Johan.O.,Achmad.S dan Wartono.H. 2009.Perkembangan Kegiatan Perikanan Ikan Bandeng pada Karamba Jaring Tancap di Pandeglang Provinsi Banten.*Media Auakultur*.4(1):40-44.
- Kutty, M. N., & Campbell, D. 1987. Pen culture (enclosure culture) as an aquaculture system. African Regional Aquaculture Centre, Port Harcourt, Nigeria. ARAC/1987/WP/12618.
- Masengi.C.,Caroline.B.D.P dan Benu.O.2015.Peningkatan aktifitas Petani Cengkeh di Wilayah Desa Toulimembet Kecamatan Kakas.6(12):3-31.
- Nguyen, Ly. 2017. "ECONOMIC ANALYSIS OF THE

ENVIRONMENTAL IMPACT.” (June).

Rumondor, G., Rantung, S. V., & Kotambunan, O. V. (2019). KARAKTERISTIK USAHA MANDIRI BUDIDAYA IKANNILA PADA KERAMBA JARING TANCAP DI DESA ERISKECAMATAN ERIS KABUPATEN MINAHASA. AKULTURASI: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan, 7(2), 1263-1272.

Selaindoong, G.F., Jusuf, N. and Rarung, L.K., 2019. ANALISIS FINANSIAL USAHA BUDIDAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) PADA KARAMBA JARING TANCAP DI DESA ERIS KECAMATAN ERIS KABUPATEN MINAHASA PROVINSI SULAWESI UTARA. AKULTURASI: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan, 7(1), pp.1113-1120.

Siregar. 2011"Analisis Efisiensi Keramba Jaring Tancap (KJT) pada Budidaya Ikan Air Tawar di Danau Toba," Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia, vol. 18, no. 1, pp. 33-38.

Wowor.I.V.,Jeannetts.F.P dan Vonne.L.2016.Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) system Karamba Jaring Tancap di Desa Paslaten Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa.4(8):407-431

BAB 10

DESAIN DAN KONTRUKSI KERAMBA JARING APUNG

Oleh Rizkan Fahmi

10.1 Pendahuluan

Tingkat konsumsi ikan di Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Berdasarkan data Kementrian kelautan dan Perikanan (KKP), angka konsumsi ikan nasional mencapai 56,48 kg/kapita pada tahun 2022, yaitu meningkat 1,32% dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang sebesar 55,16 kg/kapita (Statistik – KKP, 2022). Menurut laporan FAO, persediaan ikan di alam berkurang akibat penangkapan yang dilakukan secara terus menerus (*overfishing*) dan tidak dapat memenuhi kebutuhan ikan di dunia. Hasil analisis FAO, 13 % stok perikanan yang berada di wilayah konservasi secara biologis menurun menjadi 64,6 % pada tahun 2019, yaitu 1,2 % lebih rendah dari tahun 2017 (FAO, 2022). Oleh karena itu, inovasi baru tentang pembudidayaan ikan perlu diterapkan yaitu sistem atau teknologi akuakultur.

Sistem akuakultur merupakan seperangkat sarana dan prasarana budidaya yang saling mempengaruhi dan berfungsi secara terpadu. Sistem akuakultur lebih menekankan pada perbedaan atas wadah budidaya yang digunakan, karena pada prinsipnya subsistem lainnya akan berubah mengikuti perubahan wadah budidaya yang akan digunakan. Effendi (2009) mendefinisikan sistem teknologi akuakultur sebagai wadah produksi beserta komponen lainnya dan teknologi yang diterapkan pada wadah tersebut serta bekerja secara sinergis dalam rangka mencapai tujuan akuakultur, yaitu memproduksi ikan dan akhirnya mendapatkan keuntungan. Effendi (2009)

lebih lanjut menjelaskan sistem akuakultur dikelompokkan menjadi 2, yaitu sistem akuakultur berbasis daratan (*land-based aquaculture*) dan sistem akuakultur berbasis air (*water-based aquaculture*). Kelompok sistem akuakultur berbasis air terdiri dari jaring apung, jaring tancap, keramba, kembangan, *longline*, rakit, *pen culture*, dan *enclosure*.

Pada bab ini, akan dibahas mengenai sistem akuakultur berbasis air yaitu sistem Keramba Jaring Apung (KJA) mulai dari pengertian, sejarah singkat, keunggulan dan kelemahan KJA, serta desain dan konstruksi.

10.2 Pengertian dan sejarah singkat KJA di Indonesia

Keramba Jaring Apung (KJA) adalah wadah pembesaran ikan berupa jaring yang diapungkan dengan sebuah rakit dan ditambahkan dengan menggunakan jangkar/pemberat di setiap sudutnya (BSN, 2006). Effendi (2009) menjelaskan keramba jaring apung (*cage culture*) adalah sistem budidaya dalam wadah berupa jaring yang mengapung (*floating net cage*) dengan bantuan pelampung dan ditempatkan diperairan seperti danau, waduk, sungai, selat dan teluk. Siswono dan Cahyaningtias (2018) melaporkan KJA merupakan pemeliharaan ikan yang terbuat dari jaring apung berbentuk segi empat atau silinders dan diapungkan dalam air permukaan menggunakan pelampung dan kerangka kayu, bambu atau besi, serta sistem penjangkaran, lokasi yang dipilih bagi usaha pemeliharaan ikan dalam KJA relatif tenang, terhindar dari badai dan mudah dijangkau.

Secara umum, keramba jaring apung dapat diklasifikasikan menjadi dua. Yang pertama adalah tipe tetap di mana struktur penopang keramba tertanam di dasar air dan yang kedua adalah tipe terapung di mana seluruh bagian keramba terapung di permukaan air, tetapi diberi tambatan atau pemberat di bagian bawahnya (Alferez, 1977). Vielma dan Kankainen (2013) menjelaskan *Floating Cage Aquaculture* adalah keramba

ikan apung yang dapat dipasang pada daerah dekat pantai dan pada daerah laut lepas. Fahmi *et al.*, (2020) menerangkan yaitu karakteristik budidaya keramba jaring apung adalah membesarkan ikan dalam wadah-wadah terapung di permukaan air yang diselubungi oleh jaring untuk menahan ikan didalamnya dengan persyaratan budidaya diantaranya:

1. Lokasi penempatan KJA memiliki kedalaman yang cukup dan terlindung dari penyebab bencana
2. Lokasi keramba tidak berada di muara sungai yang memungkinkan luapan banjir dari sungai; serta tidak juga berada di daerah lalu lintas kapal
3. Lokasi KJA tidak berada dekat sumber pencemaran
4. Terjaminnya keamanan dan mendapatkan izin dari dinas terkait dan masyarakat setempat
5. Berada di wilayah yang mudah mengakses kebutuhan untuk budidaya
6. Penempatan KJA pada perairan yang cukup luas dengan kedalaman minimal 10 m
7. Jaring ditempatkan yang terlindung dari pengaruh angin, arus dan gelombang
8. Karakteristik pantai landai dan berada cukup jauh dari pusat kegiatan
9. Bebas dari pengaruh parasit dan penyakit
10. Bebas dari *blooming* (membludaknya) tumbuhan air
11. Memiliki suhu perairan yang optimal bagi pertumbuhan ikan, yaitu 25-30°C, dengan perbedaan suhu antara siang dan malam tidak terlalu signifikan (<5°C)
12. Kandungan oksigen terlarut >5mg/mL
13. Menerima cahaya matahari yang cukup; dengan tingkat kecerahan >45 cm
14. Kadar derajat keasaman (pH) antara 6.0 – 8.5
15. Lokasi KJA memiliki pertukaran air atau sirkulasi yang baik
16. KJA memiliki izin dari pemerintah setempat

17. Aksesibilitas yang mudah, baik untuk mendapatkan sarana dan prasarana produksi ikan maupun untuk pemasaran
18. Keamanan terjamin

Menurut Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta (1997) yang di kutip dalam (Suryanto dan Sumartono, 2016) menjelaskan bahwa budidaya ikan dalam keramba jaring apung (KJA) dikenal khalayak umum pada tahun 1974 di waduk Jatiluhur, Purwakarta, Jawa Barat. Sedangkan penerapan budidaya ikan dalam KJA secara intensif baru berkembang pada tahun 1986 di waduk Saguling. Dan pada tahun 1996 mulai diperkenalkan budidaya ikan nila merah di waduk Sermo, Kulonprogo.

10.3 Keunggulan dan kelemahan KJA

Keramba jaring apung, dalam penerapannya memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan (Fahmi *et al.*, 2020) diantaranya:

● Keunggulan KJA:

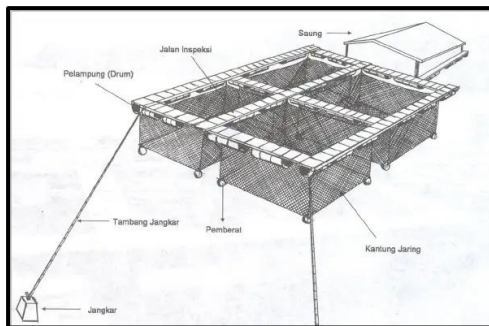
- Relatif mudah melakukan pemanenan ikan
- Mudah mengontrol dan melakukan sampling ikan
- Dapat digunakan untuk memelihara ikan dengan padat tebar yang tinggi
- Mudah melakukan pengontrolan terhadap predator
- Efektif dalam penggunaan pakan
- Tenaga kerja yang dibutuhkan sedikit
- Mortalitas ikan berkurang
- Pengembalian modal usaha cepat
- Relatif memerlukan modal usaha yang kecil karena lokasi pembudidayaan telah tersedia
- Dapat diaplikasikan pada berbagai tipe perairan (danau, sungai, waduk, laut dan muara).

- **Kekurangan KJA:**

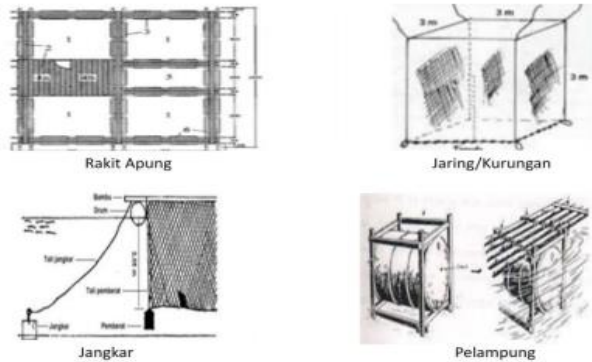
- Rawan pencurian
- Rawan kerusakan
- Pakan harus diberi dari luar
- Kadang dapat terjadi kasus oksigen yang rendah (padat tebar terlalu tinggi, sehingga perlu ditambah aerasi)
- Ikan sering mati mendadak (tergantung kondisi perairan lingkungan)
- Ikan rentan terpengaruh kondisi lingkungan (DO rendah, blooming algae, sedimentasi).

10.4 Desain dan Kontruksi KJA

Konstruksi keramba jaring apung berbentuk kantong segiempat maupun bulat, dengan sisi yang terbuat dari jaring polietilen dan berfungsi sebagai tempat memelihara ikan. Jaring ini diikat dan dipasangkan ke rakit. Konstruksi KJA secara umum dapat dilihat pada gambar 10.1 dan 4 penyusun utama konstruksi keramba dapat dilihat pada gambar 10.2.



Gambar 10.1. Konstruksi umum Keramba Jaring Apung secara (Effendi, 2009)



Gambar 10.2. Kelengkapan KJA (Fahmi, *et al.*, 2020)

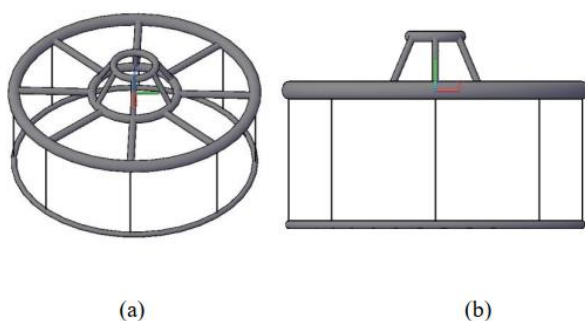
Secara umum, berikut beberapa kelengkapan KJA (Fahmi, *et al.*, 2020):

1. Rakit apung, merupakan wadah penyangga sistem keramba untuk meletakkan jaring. Rakit apung ini dapat terbuat dari bambu, pipa, kayu, fiberglass atau plastik HDPE.
2. Jaring/kurungan multifilament, merupakan wadah berupa kantong jaring untuk membudidayakan ikan. Kantong jaring dapat berukuran 7x7x3 m, 5x5x3 m, atau ukuran lainnya tergantung kebutuhan. Bahan dari jaring ini terbuat dari polietilen (PE) atau HDPE dengan ukuran mata jaring bervariasi, yaitu 0.5 – 2.0 inci, yang umumnya disesuaikan dengan ukuran ikan yang akan dibudidayakan. Ukuran benang jaring pada umumnya D9, D12 dan D15.
3. Jangkar, berfungsi sebagai pemberat, terbuat dari cor beton, logam atau karung sisa pakan ikan yang diisi dengan batu. Umumnya dilengkapi dengan pemberat besi. Berat minimal untuk 1 KJA di perairan tenang adalah 2x30 kg. Kebutuhan pemberat ini akan meningkat jika terdiri dari gabungan beberapa rakit.
4. Pelampung, digunakan untuk menahan rakit. Dapat menggunakan drum yang ditambah pengikat kayu (kayu

kaso). Drum memiliki tutup yang rapat, tidak bocor serta tidak berkarat. Pelampung juga bisa menggunakan balok kayu, bambu bulat, ban bekas, sterofoam hingga bahan HDPE. Kayu kaso sendiri berfungsi untuk mengikat drum pelampung sehingga kedudukan drum lebih kuat.

5. Pengikat dan penjepit. Penjepit bambu digunakan untuk menjepit rakit apung dengan jaring agar kokoh dan tidak mudah rusak. Tali pengikat menggunakan tali ijuk, kawat, serta tali tambang plastik (untuk mengikat kantong jaring). Bambu yang dipilih berukuran besar dan panjang dengan bentuk yg lurus agar mudah dalam proses pembuatannya. Fungsi dari bambu ini adalah sebagai jalan pembudidayaan dalam pengontrolan KJA.
6. Bahan lain dan alat pertukangan, seperti palu, paku, pahat, gergaji, tang, dll.

Purnawanti (2018) dalam penelitiannya melaporkan bahwa Pusat Studi Kelautan LPPM ITS Surabaya melakukan pengembangan inovasi bangunan *floating cage* yaitu *Offshore Cage* atau bisa disebut juga Keramba Jaring Apung (KJA) Lepas Pantai “*Ocean FarmITS*”. Desain *Ocean FarmITS* (Gambar 10.3) sangat cocok untuk perairan Indonesia dan dirancang untuk budidaya ikan tuna.



Gambar 10.3. Desain KJA lepas pantai *Ocean FarmITS* (a) tampak isometri, (b) tampak samping (Purnawanti, 2018)

Tipe dan desain *Offshore Aquaculture* bervariasi, hal ini dikarenakan di lepas pantai bangunan tidak terlepas dari

pengaruh kondisi lingkungan, sehingga desain dan fasilitas akan disesuaikan sebagai bentuk antisipasi. Bangunan *offshore aquaculture* memiliki bagian utama berupa *cage* (keramba), jaring, dan sistem tambat.

- Keramba (*cage*)

Keramba merupakan peralatan utama yang terdapat pada *Offshore Aquaculture* yang mempunyai desain dan tipe yang beragam. Secara umum keramba dikelompokkan menjadi *fixed* (terpancang), *floating* (terapung), *semisubmersible*, dan *submerged* (tenggelam). Berikut salah satu contoh sistem KJA Lepas Pantai yang telah beroperasi di Norwegia yaitu *Semisubmersible Offshore Aquaculture* (Gambar 10.4).



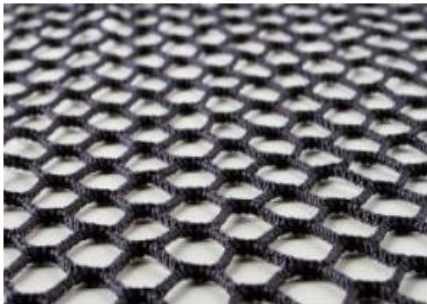
Gambar 10.4. Sistem KJA Lepas Pantai tipe *Semisubmersible Offshore Aquaculture* (www.maritime-executive.com dikutip dalam Purnawanti, 2018)

Sistem tenggelam ini memiliki jumlah yang sangat sedikit jika dibandingkan dengan sistem yang mengapung pada permukaan. Hal ini dikarenakan sistem tenggelam memerlukan biaya investasi yang nilainya cukup tinggi, proses mengurus dan pemberian pakan yang cukup sulit. Namun keunggulan dari sistem ini adalah suhu perairan untuk ikan yang berada dikedalaman lebih stabil dan tidak perlu dibersihkan seperti halnya sistem yang mengapung. Selain itu, lautan yang lebih dalam membuat ikan lebih cepat tumbuh,

ikan tidak mudah stress, kelangsungan hidup tinggi serta pakan lebih efisien.

- Jaringan (*nets*)

Jaring yang biasanya digunakan pada *Offshore Aquaculture* menggunakan material nylon, polyethylene terephthalat, dan dyneema. Jaring pada *floating Cage Aquaculture* (Gambar 10.5). Desain material, bentuk dan ukuran jaring dibuat berdasarkan kondisi lingkungan. Pada lingkungan yang ekstrim, jaring dapat menggunakan material tembaga dan stainless steel untuk mengantisipasi kerusakan akibat arus yang deras.



(a)



(b)

Gambar 10.5. Contoh bahan material jaring (a) nylon, (b) alloy
(www.aquaculture.org dikutip dalam Purnawanti, 2018)

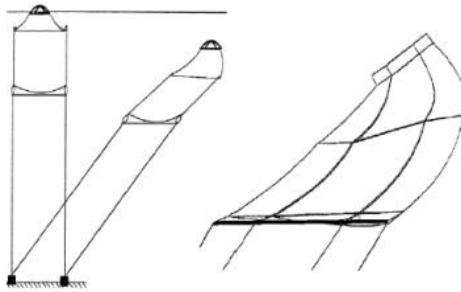
- Sistem tambat

Sistem tambat pada *Offshore Aquaculture* harus didesain sesuai dengan ukuran dan bentuk keramba serta harus disesuaikan juga dengan kondisi lingkungannya. Beberapa sistem tambat yang digunakan pada *Offshore Aquaculture* yaitu:

- a. *Tension leg mooring system*

Sistem ini terdiri dari kaki tubular yang berbahan baja. Kaki tersebut terdiri dari beberapa baja tubular atau biasa

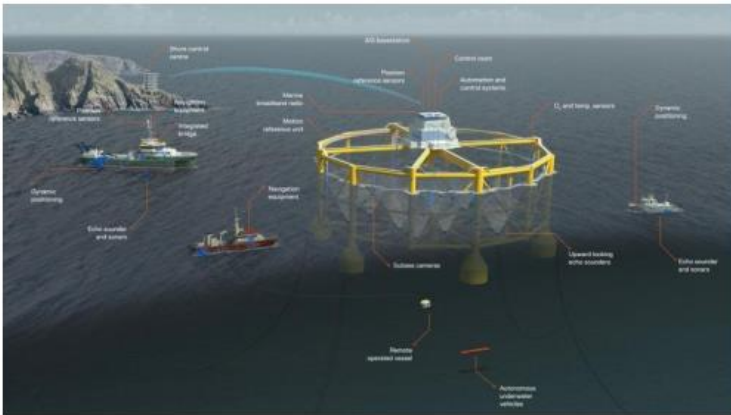
disebut tendon. Tingginya tegangan pada kakinya maka membatasi pergerakan secara horizontal, dan karena kekakuan yang cukup tinggi maka gerakan *heave*, *roll* dan *pitch* diabaikan. Ilustrasi sistem *tension leg mooring* (Gambar 10.6).



Gambar 10.6. *Tension leg mooring system aquaculture*
(Purnawanti, 2018)

b. *Catenary mooring system*

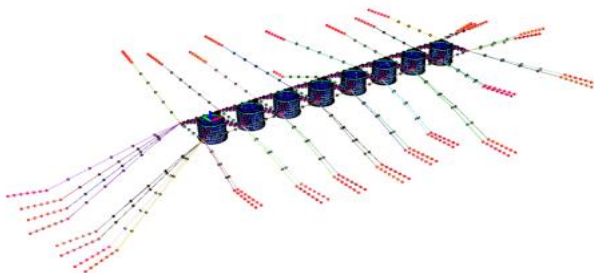
Sistem ini sering digunakan pada perairan yang dangkal. Akibat gravitasi pada *catenaries* antara *floating unit* dan dasar permukaan laut maka tipe ini akan memberikan jenis tali yang menggantung sehingga panjangnya akan melebihi kedalaman laut dan titik jangkar pada sistem tambat ini akan terkena gaya horizontal. Sistem tambat ini sering digunakan untuk *Offshore Aquaculture* karena dengan konfigurasi catenary tegangan tali tambatnya tidak terlalu tinggi. Ilustrasi *catenary mooring system* (Gambar 10.7).



Gambar 10.7. *Catenary mooring system aquaculture* (www.maritime-executive.com dikutip dalam Purnawanti, 2018)

c. Taut leg mooring system

Pada sistem *pre-tensioned mooring lines* ini dibentuk antara bangunan apung dan dasar laut kemiringan sekitar $30-40^{\circ}$ (Gambar 8). Titik jangkar pada sistem ini harus mampu bertahan pada gaya vertical maupun horizontal. Pada sistem ini tali tambat memiliki kekakuan yang sangat tinggi, sehingga gerakan strukturnya lebih terbatas, namun tegangan talinya sangat tinggi.



Gambar 10.8. *Taut leg mooring system* (www.poseidonos.com dikutip dalam Purnawanti, 2018)

DAFTAR PUSTAKA

- Alferez. V.N. 1977. Engineering aspects and problems in the design and construction of fishpens and fish cages in laguna lake, Philippines. FAO. Tersedia pada: <https://www.fao.org/3/AC014E/AC014E07.htm#cp26> (Diakses tanggal 07 Mei 2023).
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2006. Karamba Jaring Apung (KJA) untuk Pembesaran Ikan. SNI 01-7222-2006. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Effendi, I. 2009. Pengantar Akuakultur. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Fahmi, R. Safitri, N,M. dan Aminin. 2020. Modul Ajar: Enginereing Akuakultur. Gresik
- Food and Agriculture Organization. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Tersedia pada: <https://www.fao.org/3/cc0461en/online/sofia/2022/stat-us-of-fishery-resources.html> (Diakses tanggal 07 Mei 2023).
- Siswono, Cahyaningtias. 2018. Analisis usaha karamba jaring apung di desa parumaan kecamatan alok timur kabupaten sikka. *Jurnal Agromina*. 1 (1): 48-58.
- Statistik Kementrian Kelautan dan Perikanan(KKP): Jumlah Angka Konsumsi Ikan. Tersedia pada: <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=aki&i=209#panel-footer> (Diakses tanggal 07 Mei 2023).
- Suryanto, D dan Sumartono, E. 2016. Analisis Finansial Usaha Keramba Jaring Apung Di Perusahaan Perseorangan Dobro. *Agriseip*. 16(1): 1-14.
- Vielma, J. dan Kankainen, M. (2013). Offshore fish farming technology in Baltic Sea production conditions (Aquabest, 10). Helsinki: Finnish Game and Fisheries Research Institute.

BAB 11

REKAYASA LINGKUNGAN

BUDIDAYA TERUMBU KARANG DAN RUMPUT LAUT

Oleh Sri Wahyuni Firman

11. 1.Pendahuluan

Rekayasa akuakultur adalah manipulasi teknologi penunjang dalam memperbarui sistem/proses budidaya yang berupa prosedur, metode, ataupun strategi. Teknologi rekayasa pada masa global modern ini semakin berkembang lebih efektif, efisien dan ramah lingkungan.

11.2 Terumbu Karang

Terumbu karang terdiri dari berbagai karang hidup yang bersimbiosis dengan *zooxanthellae*, ganggang bersel tunggal (*Dinoflagellata* unisuler). Keberadaan terumbu karang sangat berguna untuk biota laut sebagai rumah, bereproduksi, dan mencari makan. Dampak kerusakan terumbu karang telah mulai dirasakan termasuk berpengaruh pada kelestarian hewan dan tumbuhan. Hal ini berpengaruh negatif pada peningkatan abrasi, dan secara tidak langsung pada ekonomi masyarakat dan negara karena adanya penurunan hasil panen rumput laut, tangkapan ikan, kurangnya ikan pada saat air surut, dan penurunan jumlah wisatawan. Untuk mendukung kelestarian terumbu karang, teknologi rekayasa pada lingkungan terumbu karang dapat dimanfaatkan.

11.2.1 Jenis – Jenis Terumbu karang

Berikut ini jenis-jenis terumbu karang menurut (Direktorat Pendayagunaan Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil, 2018) sebagai berikut :

1. Berdasarkan kemampuan memproduksi kapur

a. Karang hermatipik

Karang hermatipik eksklusif untuk daerah tropis dan mampu menghasilkan terumbu dan membentuk bangunan karang. *Zooxanthellae*, seperti *Gymnodinium microadriatum*, memiliki *symbiosis* mutualisme dengan jenis karang ini. Komponen inorganik dihasilkan oleh karang yakni nitrat, CO₂ dan fosfat dimanfaatkan untuk kelangsungan hidup *Zooxanthella*, sedangkan karang memanfaatkan hasil fotosintesis oleh alga berupa oksigen dan senyawa organik. Endapan CaCO₃ dan bentuk bangunannya khas merupakan hasil samping dari aktivitas dijadikan sebagai penentuan jenis binatang karang. Jenis karang ini memiliki arah pertumbuhan yang selalu bersifat fototropik positif dikarenakan adanya sifat kombinasi antara hewan dan tumbuhan. Karang ini umumnya hidup pada daerah perairan yang cukup dangkal yang memungkinkan cahaya masuk sampai ke dasar dengan suhu 25-32°C.

b. Karang ahermatipik

Karang ahermatipik termasuk jenis karang yang tidak memiliki sebaran secara global.

2. Berdasarkan bentuk dan tempat tumbuh

a. Terumbu (reef)

Terumbu adalah endapan masif batu yang dihasilkan oleh organisme karang dan biota lain yang menghasilkan kalsium karbonat. Terumbu, dalam bidang navigasi laut, dikenal sebagai punggung laut yang berasal dari batu kapur dilaut dangkal, meliputi karang hidup. Kerangka dasar ekosistem pesisir terdiri dari konstruksi batu kapur biogenik.

b. Karang (koral)

Karang yaitu hewan yang dapat mensekresi calcium carbonate, tergolong dalam Ordo *Scleractinia*, kelas *Anthozoa*, dan anggota Filum *Coelenterata*. Karang, dikenal juga dengan karang batu (*Scleratina*), berperan utama dalam proses terbentuknya terumbu karang. Karang termasuk hewan klonal yang terdiri dari puluhan ribu atau jutaan polip. Gambaran mudahnya pada tumbuhan tebu dan bambu yang termasuk makhluk klonal yang terdiri dari banyak ruas.

c. Karang terumbu

Komponen struktural dasar terumbu, umumnya dikenal sebagai karang hermatipik atau karang yang memproduksi kapur. Batu karang lunak memiliki perbedaan dengan karang terumbu karena tidak menghasilkan kapur. Sementara itu, batu karang (*rock*) juga berbeda karena tergolong batu cadas atau batu vulkanik.

d. Terumbu karang

Biota laut yang menghasilkan kalsium karbonat, seperti alga berkapur dan beberapa jenis karang berbatu, merupakan komponen utama pembentuk ekosistem di dasar laut tropis bersama dengan organisme lainnya, spesies moluska, Echinodermata, krustasea, Porifera, Tunikata, plankton dan nekton.

3. Berdasarkan letak

a. Terumbu karang tepi (karang penerus atau *fringing reefs*)

Terumbu karang tepi termasuk bentuk paling sederhana dari terumbu karang yang sering terlihat dipinggir pantai sekitar pantai tropis. Sebagian besar pulau besar memiliki terumbu karang tepi. Ini dapat meluas hingga 40 m dan keluar ke laut lepas. Batas atau endapan karang mati mengelilingi pulau menandakan karang ini berbentuk melingkar saat berkembang. Terumbu berkembang secara vertikal di pantai yang curam. Contoh Pulau Panaitan di Banten, Bunaken (Sulawesi), Nusa Dua di Bali.

b. Terumbu karang penghalang (*barrier reefs*)

Terumbu karang penghalang dan terumbu karang tepi pada umumnya mirip, tetap tumbuh agak jauh dari pinggir pantai. Jenis Terumbu ini dibatasi oleh perairan yang memiliki kedalaman hingga 75 m dan berjarak sekitar 0,5 hingga 2 km dari laut lepas. Terumbu ini kadang-kadang membentuk laguna atau celah air selebar puluhan kilometer. Karang ini kebanyakan ditemukan di sekitar pulau besar atau benua yang membentuk gugusan pulau karang yang terputus-putus. Contoh: Spermonde (Sulawesi Selatan), Kepulauan Banggai (Sulawesi Tengah), Batuan Tengah (Bintan, Kepulauan Riau).

c. Terumbu karang cincin (*attols*)

Terumbu karang cincin adalah jenis yang memiliki bentuk sesuai dengan namanya yang memiliki bentuk cincin dan ukurannya besar menyamai pulau. Jenis ini umumnya hidup di daerah tropis di Samudra Atlantik. Jenis yang melingkari tepi pulau vulkanik yang tenggelam mengakibatkan tidak lagi memiliki batas dengan daratan.

d. Terumbu karang datar (*Patch reef*)

Kadang-kadang, terumbu karang datar disebut sebagai pulau datar. Seiring waktu geologis, terumbu ini berkembang dari dasar laut ke permukaan dan berkontribusi pada pembentukan pulau-pulau datar. Sebagian besar pulau ini akan tumbuh dengan kedalaman dangkal dalam arah horizontal atau vertikal. Contoh: Kepulauan Ujung Batu di Aceh dan Kepulauan Seribu di DKI Jakarta.

4. Berdasarkan zonasi

a. Terumbu yang menghadap angin (*Windward reef*)

Terumbu yang menghadap angin mengacu pada bagian yang berorientasi ke arah dari mana angin bertiup. Lereng terumbu laut terbuka mendahului zona ini. Kehidupan karang berlimpah di 50 meter dilereng terumbu, kebanyakan karang lunak. Teras terumbu dengan banyak karang keras tumbuh

subur dikedalaman 15 meter. Di atas teras terumbu, alga koralin menutupi punggung terumbu saat gelombang kuat yang disebut dengan daerah pematang alga. Rataan terumbu dangkal mengakhiri zona windward.

b. Terumbu yang membelakangi angin (*Leeward reef*)

Sisi terumbu karang yang membelakangi arah mata angin biasa disebut dengan *Leeward reef* yang dicirikan oleh bentangan terumbu karang yang relatif terbatas dari *windward reef*, dan disertai dengan area goba atau lagoon yang relatif luas. Kedalaman goba umumnya di bawah 50 meter. Namun, pertumbuhan karang terhambat oleh kondisi yang tidak menguntungkan yang timbul dari faktor gelombang, lemahnya sirkulasi air, dan tingginya sedimentasi.

11.2.2 Jenis Jenis Teknologi Rekayasa

a) Teknologi Terumbu Buatan (*artificial reef*)

Teknologi terumbu buatan merupakan struktur bangunan yang diletakkan didasar laut dan diantisipasi dapat beroperasi seperti terumbu karang alami, yaitu sebagai habitat, sumber makanan, tempat bertelur, dan tempat berkembang biak. Selain itu, terumbu buatan dapat meningkatkan produktivitas ikan, penangkapan ikan, pariwisata, perlindungan pantai, taman laut, dan fasilitas budidaya perikanan (Zulfikar and Soedharma, 2008). Terumbu buatan digunakan untuk mengubah suatu perairan yang sepi ikan menjadi perairan yang ramai ikan. Dalam jangka waktu panjang, struktur yang dapat dibuat dari berbagai bahan material yang bisa dimanfaatkan seperti ban bekas, kendaraan bekas atau struktur beton baik yang berbentuk kubah atau piramid, akan membantu proses tumbuhnya terumbu karang secara alami di tempat tersebut. Manfaat utama adalah untuk menarik ikan agar berkumpul pada daerah terumbu buatan sehingga, dalam jangka panjang struktur bangunan tersebut akan ditumbuhi tumbuhan laut dan karang alami (Setiawan, 2009).



Gambar 11.1 Terumbu Buatan

Sumber : (Taufina, Faisal and Lova, 2018)

b) Teknologi transplantasi karang (*coral transplantation*)

Teknologi transplantasi karang melibatkan penanaman dan pemeliharaan koloni karang baru untuk dipindahkan ke daerah yang rusak (Zulfikar and Soedharma, 2008). Untuk memulihkan atau menumbuhkan terumbu karang alami, transplantasi karang melibatkan mencangkok atau memotong karang hidup untuk ditanam di lokasi lain atau di daerah yang rusak (Sadarun, 1999). Lokasi transplantasi melindungi ikan sebagai rumpon (Ketjulan, 2013).



Gambar 11.2 Kolaborasi Terumbu Karang Buatan dan Transplantasi Karang
Sumber : (Taufina, Faisal and Lova, 2018)

11.3 Rumpun Laut

Algae adalah nama ilmiah untuk rumput laut dan termasuk tumbuhan berklorofil. Rumput laut dikategorikan menjadi dua berdasarkan ukuran, yaitu mikroskopis dan makroskopik. Keanekaragaman makroskopik merupakan rumput laut yang sering dilihat dalam kehidupan sehari-hari (Poncomulyo, 2006). Rumput laut tidak memiliki akar, batang, atau daun asli; sebaliknya, mereka memiliki sesuatu yang disebut talus yang terlihat seperti batang. Beberapa struktur thallus berbentuk bulat dan yang lainnya menyerupai rambut. Biasanya rumput laut berkembang dengan menempel pada karang, tanah, pasir, ataupun batu. Rumput laut dapat menempel secara epifit dengan tumbuhan lain maupun benda mati (Anggadiredja *et al.*, 2006).

Kondisi oseanografi mendorong pengembangan rumput laut. Rumput laut menyerap nutrisi melalui dinding thallusnya. Rumput laut tumbuh pada substrat keras di air asin. Rumput laut membutuhkan cahaya untuk bertahan hidup dan tumbuh hingga 20-30 meter pada perairan yang jernih. Rumput laut memperoleh nutrisi yang tersedia dalam air laut. Beberapa syarat tumbuh rumput laut meliputi intensitas tingkat kandungan garam air laut,

cahaya, musim, suhu, pergerakan air, dan unsur hara. Faktor fisika, kimia, biologi, dan jenis metode mempengaruhi keberhasilan budidaya (Dahuri, 2003). Rumput laut tumbuh 2-3% setiap hari karena respirasi dan fotosintesis, yang dipengaruhi oleh pengaruh internal dan eksternal lingkungan perairan (Amalia, 2013). Pertumbuhan rumput laut dibagi menjadi pertumbuhan somatik dan fisiologis, yang dapat dinilai dari berat atau kandungan agar. Beberapa panduan penanaman rumput laut mengusulkan 25 cm per 100 g ikat bibit, meskipun setiap varietas rumput laut memiliki jarak tanam yang berbeda untuk tumbuh dengan optimal (Yusuf, 2004).

11.3.1 Jenis Jenis Rumput Laut

a. *Gracillaria verrucosa*

Gracillaria Verrucosa merupakan rumput laut yang termasuk dalam golongan Kelompok Thallophyta karena memiliki batang daun semu. *G. Verrucosa* memiliki talus merah ungu kehijauan dengan tinggi cabang 1-3 dm dan diameter 0,5-2,0 mm. *G.verrucosa* adalah algae bentik. Thallus berbentuk silindris, licin, berwarna coklat atau kuning kehijauan, tidak rata, berpusat di pangkal, percabangan tidak beraturan, dan cabang lateral memanjang menyerupai rambut, sepanjang 15-30 cm (Budidaya, 2005). *G. verrucosa* memiliki thallus dengan permukaan yang licin dan silindris. Thallus bercabang yang kuat memiliki panjang 250 mm dan diameter cabang 0,5-2,0 mm.

G. verrucosa adalah phytobenthos yang melekat erat dengan menggunakan dengan holdfast pada batuan, karang mati, kayu, kerang, dan alga lainnya (Bold, H. . dan Wynne, 1978).



Gambar 11.3 *Gracilaria verrucosa*

Sumber : (Kurniasari, K. D. Arsianti *et al.*, 2018)

b. Euchema spinosum

Indonesia termasuk salah satu negara yang membudidayakan *Eucheuma spinosum*. Berbagai produk olahan rumput laut termasuk keraginan, alginat, dan tepung agar-agar (Aslan, 2005). Ciri - ciri *Eucheuma spinosum*, rumput laut Rhodophyceae (ganggang merah), berwarna coklat tua sampai coklat muda, hijau sampai kuning atau merah-ungu, permukaannya lincin, dan dapat tumbuh hingga 30 cm. *E. spinosum* tumbuh pada kedalaman 10–50 m. *E. spinosum* umumnya dibudidayakan menggunakan teknik rakit apung, lepas dasar, dan metode rawai yang lebih menguntungkan untuk pembudidaya (Noor, 2006).

Metode rawai yang lebih menguntungkan untuk pembudidaya dengan memanfaatkan pelampung botol plastik sebagai rakit terapung. Metode ini dapat meningkatkan produksi lebih cepat ,menghemat material, dan cocok pada wilayah yang dasar perairannya masih terendam air pada kondisi air surut terendah. Indonesia memiliki beberapa perairan yang sesuai untuk budidaya *E. spinosum*. Metode rawai yang tidak berbasis substrat dasar perairan juga memungkinkan budidaya *E. spinosum* terbebas dari bulu babi yang tinggal di dasar berlumpur dan berkarang. Metode ini bekerja dengan baik dilokasi pantai dimana dasar perairannya masih terendam saat air surut terendah, termasuk hampir semua perairan Indonesia (Soegiarto, 2005).



Gambar 11.4. *Euchema spinosum*
Sumber: (Alam, 2011)

c. Euchema cottonii

Eucheuma cottoni, termasuk kelas Rhodophyceae (ganggang merah), umumnya dibudidayakan dan hasilnya digunakan di negara-negara Asia Pasifik seperti Indonesia. *E. cottonii* tumbuh pada kawasan pesisir yang mendapatkan aliran tetap di lingkungan subtidal atau intertidal dengan kedalaman 10-30 cm pada surut terendah (Wijayanto, Hendri and Aryawati, 2011).

Eucheuma cottonii umumnya tumbuh subur di wilayah pantai terumbu dengan habitat khas di daerah yang memperoleh aliran air laut. Budidaya rumput laut jenis ini membutuhkan perairan yang terlindung dari angin dan gelombang tinggi, suhu air laut 28–30°C, salinitas 33–35 ppt, kecerahan 2,5–5,25 m, kedalaman air 7,65–9,72 m, kecepatan arus 22–48 cm/detik dan pH 6,5–7 (Wiratmaja, Saputra and Winaya, 2011).



Gambar 11.5 *Eucheuma cottoni*
Sumber : (Ariyanto, 2016)

d. Ulva lactuca

Ulva lactuca adalah makroalga Chlorophyta yang dapat berfotosintesis, memiliki untaian dan tepi bergelombang, serta bentuknya hampir menyerupai tumbuhan tingkat tinggi. *Ulva lactuca* hidup dipantai, air laut, dan karang. *Ulva* sp. ditemukan di perairan dangkal di seluruh Indonesia, khususnya dipantai Sulawesi, Jawa Barat, Lombok, Sumba, Lampung Selatan, Banda, dan Solor (Anggadiredja *et al.*, 2006).



Gambar 11.6 *Ulva lactuca*
Sumber: (Abd-Ellatef *et al.*, 2017)

e. Gelidium sp

Gelidium sp., termasuk rumput laut Rhodophyta, berwarna merah karena pigmen fikoeitrin (Basuki, 2009). Rumput laut merah umumnya ditemukan di lautan tropika, walaupun beberapa tinggal di air tawar yang dingin, berarus deras, dan oksigen yang memadai. Ciri - ciri *Gelidium* sp. meliputi berukuran sekitar 20 cm x 1,5 mm, organ reproduksi makroskopik, thallus berwarna merah, coklat, hijau-coklat, atau pirang. Tetraspora membelah krusiat, termasuk salah satu susunan spora, atau tetrahedral. Sistokarp memiliki osteolo atau lubang kecil di kedua belah sisi thallus (Aslan, 1991). Beberapa *Gelidium* sp. digunakan sebagai komoditas ekspor dan bahan baku industri agar-agar di berbagai negara termasuk di Indonesia (Aslan, 1991). Tergantung pada jenisnya, kandungan agar-agarnya adalah 12-48%. *Gelidium* sp memiliki lemak 0,4 gr, kandungan air 14-20 gr, serat 10,5-13,5 gr, protein 16,1-22,5 gr dan mineral 3,5-8,5 gr (100 gr). *Gelidium* sp. tumbuh subur pada kadar salinitas 35 permil dan suhu 30°C (Reine, Van and Junior, 2002).



Gambar 11.7 *Gelidium sp*
Sumber: (Smith, 2000)

f. Sargassum sp

Rahma (2020), *Sargassum sp.* tumbuh subur di perairan terlindung dan gelombang besar di lingkungan berbatu, termasuk di Indonesia (Aslan, 1991). *Sargassum* hidup di wilayah intertidal, subtidal, dan tubir dengan arus dan ombak yang kuat, dengan kedalaman tumbuh 0.5-10 meter (Kadi, 2005).



Gambar 11.8 *Sargassum sp*
Sumber : (Widowaty, 2018)

g. Caulerpa sp

Caulerpa sp. tumbuh pada substrat pasir bercampur dengan pecahan cangkang moluska dan patahan karang. *Caulerpa sp* tergolong dalam genus alga laut, dari Famili Caulerpacae, dan Kelas Chlorophyceae (Yudasmara, 2014), yang tersebar di daerah subtropis dan tropis (Klein and Verlaque, 2008). Menurut Sunaryo, Ario and AS (2015),

tumbuhan ini hidup menempel di substrat dasar perairan seperti pecahan karang, pasir dan lumpur. *Caulerpa* sp. banyak dijumpai pada tempat yang terlindungi dengan air yang jernih. Pada zona sublitoral *Caulerpa* sp. tumbuh menempel pada karang atau m di bawah coral. Aliran air tidak terlalu kuat arusnya dan bagian dasar halus karena adanya sedimentasi. Keanekaragaman *Caulerpa* sp. paling tinggi di daerah tropik yaitu di zona culitoral dan berkurang pada zona bagian dalam (Saptasari, 2010).



Gambar 11.9 *Caulerpa* sp

Sumber : (Apriliyanti, Cokrowati and Diniarti, 2021)

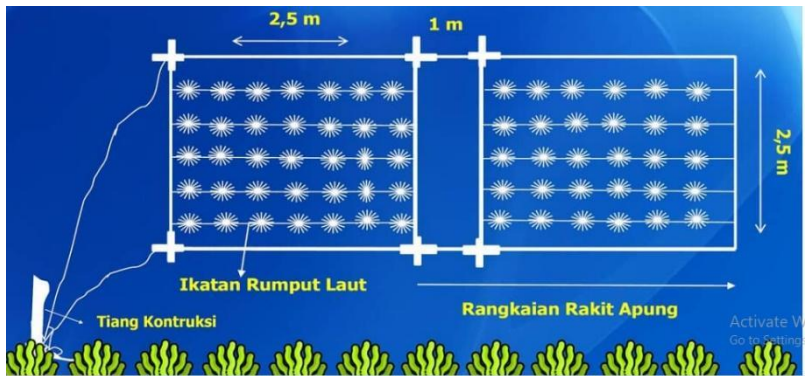
11.3.2 Jenis-Jenis Rekayasa Rumput laut

Seiring dengan berkembangnya teknik budidaya, mulai dikenal beberapa jenis metode budidaya baru seperti metode lepas dasar dengan menggunakan net bag (Soenardjo, 2011) dan metode apung dengan menggunakan longline yang dimodifikasi (Kasim and Ahmad, 2017). Budidaya yang berhasil bergantung pada beberapa aspek, salah satunya adalah penerapan metode karena dilakukan penyesuaian dengan spesies rumput laut dan lingkungan. Berikut ini jenis-jenis metode budidaya rumput laut :

a. Metode rakit apung (*floating raft method*)

Metode Rakit apung digunakan sebagai sarana terapung dalam budidaya rumput laut. Metode rakit apung bekerja pada kedalaman 1 m atau lebih (Prabowo, M. and Farchan, 2008).

Metode ini dapat digunakan di perairan dalam, di mana permukaan secara terus-menerus mempengaruhi kandungan nutrisi untuk mendukung fotosintesis dan penyerapan. Namun, metode ini membutuhkan biaya operasional yang cukup tinggi dan kerentanan terhadap panas matahari dan hujan dalam waktu lama. Tali yang diikatkan pada rakit bambu terapung digunakan untuk budidaya rumput laut di kolom air dengan permukaan air. Ini dapat digunakan di perairan bersubstrat karang agar konstruksinya tanpa merusak lingkungan karang (Perikanan, 2019).



Gambar 11.10 Metode Rakit Apung

Sumber : (Perikanan, 2019)

b. Metode lepas dasar (*off bottom method*)

Dengan menggunakan tali yang diikatkan pada tiang dengan susunan yang sistematis, rumput laut dibudidayakan diatas dasar perairan pada 10 hingga 50 sentimeter dalam penggunaan metode lepas dasar. Perairan dengan dasar landai, substrat berpasir, dan berlumpur berpasir termasuk lingkungan yang cocok dalam penggunaan metode ini terutama untuk menancapkan tiang pancang (Perikanan, 2019). Metode ini dilakukan melalui pennebaran bibit ke lokasi budidaya secara langsung dengan umumnya menggunakan tali rentang atau rakit sebagai media tumbuhnya (Susanto, 2005). Menggunakan tali rafia, benih rumput laut diikat pada rentangan tali nilon dengan menggunakan pancang kayu di atas dasar perairan. Metode ini meliputi metode jaring lepas

dasar, tunggal lepas dasar, dan jaring lepas dasar berbentuk tabung.



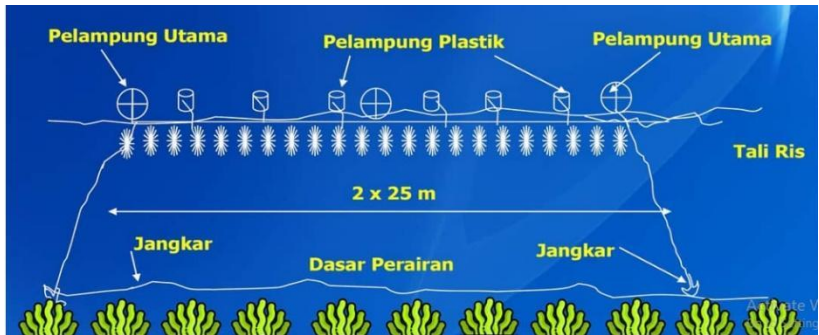
Gambar 11.11 Metode Lepas dasar

Sumber : (Perikanan, 2019)

c. Metode rawai (*long line method*)

Metode rawai adalah pembudidayaan rumput laut di kolom air dekat permukaan dengan menggunakan tali dengan panjang minimal 25 m - 100 m dari satu tempat ke tempat lain, disusun dalam pola persegi panjang dengan pelampung dan jangkar. Metode ini dapat diaplikasikan di perairan dalam dan arus kuat (Perikanan, 2019). Dibandingkan metode lain, metode *long line* lebih murah, dapat menumbuhkan rumput laut lebih cepat, dan terbebas dari hama bulu babi.

Metode *long line* juga memungkinkan memperoleh sinar yang memadai untuk fotosintesis, arus memadai, dan jarak tanam yang sesuai. Pengaturan jarak yang berpotensi meningkatkan produktivitas rumput laut. Jarak tanaman yang lebih jauh memungkinkan air untuk mendistribusikan nutrisi lebih cepat, meningkatkan difusi dan laju pertumbuhan, sedangkan persaingan antar thallus rumput laut kemungkinan terjadi jika jarak tanam yang terlalu dekat sehingga menghambat perkembangannya (Pongarrang, Rahman and Iba, 2013). Produsen rumput laut banyak mengaplikasikan metode *long line* karena fleksibel, dan memungkinkannya pengaturan jarak (Anggadiredja *et al.*, 2006).



Gambar 11.12 Metode Rawai (*Longline*)
Sumber : (Perikanan, 2019)

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Ellatef, G.-E.F. *et al.* (2017) 'Ulva lactuca polysaccharides prevent Wistar rat breast carcinogenesis through the augmentation of apoptosis, enhancement of antioxidant defense system, and suppression of inflammation', *Breast Cancer: Targets and Therapy*, pp. 67–83.
- Alam, A.A. (2011) *Kualitas Karaginan Rumput Laut Jenis Eucheuma spinosum Di Perairan Desa Punaga Kabupaten Takalar. [Skripsi]*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Amalia, D.R.N. (2013) 'Efek temperatur terhadap pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*'.
- Anggadiredja, J.T. *et al.* (2006) *Rumput Laut*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Apriliyanti, F.J., Cokrowati, N. and Diniarti, N. (2021) 'Pertumbuhan *Caulerpa* Sp. Pada Budidaya Sistem Patok Dasar Di Desa Rompo Kecamatan Langgudu', *Indonesian Journal of Aquaculture Medium*, 1(1), pp. 11–20.
- Ariyanto, N. (2016) *Cara Memilih Lokasi untuk Budidaya Rumput Laut Eucheuma cottoni*. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- Aslan (2005) *Budidaya Rumput Laut*. Yogyakarta: Kanisius.
- Aslan, L.M. (1991) *Budidaya rumput Laut*. Yogyakarta: Kanisius.
- Basuki, F.P. (2009) *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Gelidium sp. dengan Variasi Lama Maserasi dan Jumlah Daur Sokletasi Terhadap Eschericia coli IFO 33010 dan Salmonella thypimurium IFO 12529*. Atma Jaya Yogyakarta.
- Bold, H. . dan Wynne, M.J. (1978) *Introduction To The Algae*. Second Edi. New York: Pretice-Hall Mc.
- Budidaya, D. (2005) 'Profil Rumput Laut Indonesia', *Direktorat Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta [Preprint]*.
- Dahuri (2003) *Pengelolaan Kelautan dan Perikanan Nasional*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

- Direktorat Pendayagunaan Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil (2018) *Terumbu Karang*. Available at: <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4332-terumbu-karang>.
- Kadi, A. (2005) *Kesesuaian Perairan Teluk Klabat Pulau Bangka Untuk Usaha Budidaya Rumput Laut*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Kasim, M. and Ahmad, M. (2017) 'Comparison Growth of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) Cultivation in Floating Cage and Longline in Indonesia', *Aquaculture Reports*, 6, pp. 49–55.
- Ketjulan, R. (2013) 'Kelangsungan hidup karang (*Acropora formosa*) pada area yang telah mengalami kerusakan di perairan pulau Hari', *J. Mina Laut Indonesia*, 1(1), pp. 128–133.
- Klein, J. and Verlaque, M. (2008) 'The *Caulerpa racemosa* invasion: a critical review', *Marine pollution bulletin*, 56(2), pp. 205–225.
- Kurniasari, K. D. Arsianti, A. *et al.* (2018) 'Phytochemical analysis and anticancer activity of seaweed *Gracilaria verrucosa* against colorectal HCT-116 cells.', *Oriental Journal of Chemistry*, 34(31), p. 257.
- Noor, J.W. (2006) *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Perikanan, M.K. dan (2019) *Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan, Nomor 1/KEPMEN-KP/2019 tentang Pedoman Umum Pembudidayaan Rumput Laut*. Jakarta: Menteri Kelautan dan Perikanan.
- Poncomulyo (2006) *Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Pongarrang, D., Rahman, A. and Iba, W. (2013) 'Pengaruh Jarak Tanam dan Bobot Bibit Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Menggunakan Metode Vertikultur', *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 03(12), pp. 94–112.
- Prabowo, M., G. and Farchan, M. (2008) *Teknik Budidaya Rumput Laut Serang*. Serang: BAPPL Sekolah Tinggi Perikanan.
- Rahma, N. (2020) 'EFEKTIVITAS EKSTRAK RUMPUT LAUT *Sargassum polycystum* SEBAGAI ANTIBAKTERI *Vibrio* spp.' Universitas Hasanuddin.

- Reine, W.F.P., Van and Junior, G.C.T. (2002) *Plant Resources of South-East Asia No.15 (1) Cryptogams: Algae*. Bogor: Prosea Foundation.
- Sadarun (1999) *Transplantasi Karang Batu Di Kepulauan Seribu*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Saptasari, M. (2010) 'variasi ciri morfologi dan potensi makroalga jenis caulerpa di pantai Kondang Merak Kabupaten Malang', *El-Hayah*, 1(2).
- Setiawan, I.E. (2009) 'Penerapan teknologi terumbu buatan di perairan laut pulau abang, batam', *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 4(2).
- Smith, C. (2000) *Red Algae Rhodophyta. Hand Book for Student*. USA: New Jersey.
- Soegiarto, F. (2005) *Budidaya Rumput Laut Euchema cottonii di Perairan Pantai*. Jakarta: Deputi Bidang Pengkajian Ilmu Dasar dan Terapan BPPT.
- Soenardjo, N. (2011) 'Aplikasi Budidaya Rumput Laut Eucheuma cottonii (Weber van Bosse) dengan Metode Jaring Lepas Dasar (Net Bag) Model Cidaun', *Buletin Oseanografi Marina*, 1(1), pp. 36–44.
- Sunaryo, S., Ario, R. and AS, M.F. (2015) 'Studi tentang perbedaan metode budidaya terhadap pertumbuhan rumput laut Caulerpa', *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1).
- Susanto, A.B. (2005) 'Metode lepas dasar dengan model cidaun pada budidaya Eucheuma spinosum (Linnaeus) Agardh', *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 10(3), pp. 158–164.
- Taufina, T., Faisal, F. and Lova, S.M. (2018) 'Rehabilitasi Terumbu Karang Melalui Kolaborasi Terumbu Buatan dan Transplantasi Karang di Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang: Kajian Deskriptif Pelaksanaan Corporate Social Responsibility (CSR) PT. Pertamina (Persero) Marketing Operation Region (MOR) I-Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Teluk Kabung', *Jurnal pengabdian kepada masyarakat*, 24(2), pp. 730–739.
- Widowaty, W. (2018) 'Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Sargassum Sp. Dari Pantai Sayang Heulang, Garut-Jawa Barat.', *AGROSCIENCE*, 8(2), pp. 268–274.

- Wijayanto, T., Hendri, M. and Aryawati, R. (2011) 'Studi pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan berbagai metode penanaman yang berbeda di perairan Kalianda, Lampung Selatan', *Maspari Journal: Marine Science Research*, 3(2), pp. 51-57.
- Wiratmaja, I.G., Saputra, I.G.B.W. and Winaya, I.N.S. (2011) 'Pembuatan etanol generasi kedua dengan memanfaatkan limbah rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku', *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), pp. 75-84.
- Yudasmaru, G.A. (2014) 'Budidaya anggur laut (*Caulerpa racemosa*) melalui media tanam rigid quadrant nets berbahan bambu', *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 3(2).
- Yusuf, M.I. (2004) *Produksi, Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty (1998) yang Dibudidayakan Dengan Sistem Air Media dan Tallus Benih Yang Berbeda (Disertasi)*. Universitas Hasanudin.
- Zulfikar, Z. and Soedharma, D. (2008) 'Teknologi Fragmentasi Buatan Karang (*Caulastrea furcata* dan *Cynarina lacrimalis*) dalam Upaya Percepatan Pertumbuhan pada Kondisi Terkontrol', *Jurnal Natur Indonesia*, 10(2), pp. 76-82.

BAB 12

DESAIN DAN KONTRUKSI

AKUARIUM

Oleh Tina Purnamasari

12.1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak potensi dibidang perikanan baik tangkap maupun budidaya selain itu juga memiliki beragam produk olahan ikan. Masyarakat Indonesia memiliki kebiasaan dalam memberdayakan perairan untuk memuaskan kebutuhan secara finansial dengan secara mengeksplor atau menjual produk perikanan konsumsi ataupun kesenangan (*Hobby*). Upaya yang dilakukan oleh masyarakat Indonesia untuk menjual produk perikanan dari segi kesenangan adalah dengan menjual ikan-ikan hias. Bisnis ikan hias memiliki prospek yang sangat menggiurkan, tidak memerlukan modal besar dan cara budidayanya tidak memerlukan keterampilan yang khusus serta pasarnya pun terbilang cukup mudah, terutama di kota-kota besar. (Satyani and Priono, 2012). Ikan hias di Indonesia beragam, yakni ikan hias ikan air tawar dan ikan hias air laut. Bisnis ikan hias memiliki prospek yang menggiurkan untuk saat ini, karena tidak memerlukan modal yang besar dan dalam membudidayakan tidak memerlukan keterampilan khusus serta pasar ikan hias pun sangat mudah terutama di kota-kota besar (NAFED, 2020). Budidaya ikan hias tidak membutuhkan lahan yang luas, bahkan ada beberapa kalangan pembudidaya hanya dengan wadah kaca yang sering kita sebut akuarium (Juliani, Rahmatsyah and Situmorang, 2012).

Masyarakat Indonesia memanfaatkan akuarium untuk membudidayakan atau memelihara ikan hias, karena dirasa mudah melihat pergerakan ikan, warna ikan, ataupun mempermudah pengontrolan ikan terserang penyakit. Akuarium jika di Indonesia dapat diartikan sebagai tempat air yang berasal dari bahasa latin, yakni *aqua* yang berarti *air* dan *rium* berarti *tempat*. Ide memelihara ikan pertama kali di akuarium dimulai sejak 300 SM ketika kaca ditemukan. Selama dinasti Ming (1368-1643), orang Tionghoa dihibur dengan ikan mas yang dipelihara dibejana tanah dan kaca. Tahun 1833 British Association for the Advancement of Science bahwa tanaman air menyerap karbondioksida dan mengeluarkan oksigen sehingga menguntungkan ikan yang dipelihara hingga sekarang dikenal dengan sebutan aquascape. Pertama kali istilah "*aquarium*" digunakan oleh orang Inggris, Gosse (1853) untuk menyebut wadah atau bak transparan untuk memelihara binatang air. Prinsip teknologi akuarium merupakan masalah teknik memelihara organisme air dalam bentuk hidup. Penyebutan lain akuarium merupakan suatu potongan ekosistem kecil yang diadaptasikan dari lingkungan yang sebenarnya, dengan adanya pendekatan yang memungkinkan organisme dapat hidup (Satyani dan Priono Bambang, 2012). Akuarium dengan arti lain kolam buatan untuk memelihara organisme akuatik yang memiliki tujuan sebagai kebutuhan penelitian, pembibitan hingga hias yang memberi kesan menarik bagi yang melihat.

12.2 Jenis-jenis Akuarium

Akuarium yang kita kenal ternyata memiliki beberapa jenis yang mungkin belum terdengar hingga ditelinga kita yang dibedakan berdasarkan peletakan dan ukuran akuarium. Jenis akuarium tersebut sebagai berikut:

12.2.1 Akuarium rumah

Akuarium rumah merupakan dibuat untuk memelihara ikan ikan asli atau eksotis berukuran kecil untuk keperluan dekorasi

rumah, kamar, hotel, toko, kantor, dan lain-lain. Beberapa instansi seperti akademika yang memanfaatkan akuarium sebagai wadah penelitian supaya dapat dengan mudah mengontrol dan mengamati keadaan organisme atau hewan uji yang diteliti.

12.2.2 Akuarium umum

Akuarium umum merupakan akuarium yang didesign dan dibuat memiliki maksud memberikan pemandangan menarik. Akuarium jenis ini dibuat dengan ukuran yang lebih besar dimaksudkan untuk memberikan ruang bagi banyak species yang lebih besar dan eksotik. Pada umumnya akuarium jenis ini memberikan nilai estetika dan hiburan tempat-tempat tersebut (Ngueku and Ngueku, 2013).

12.3 Bahan dan Kontruksi Akuarium

Sebagaimana disebutkan dalam sejarahnya, akuarium pada umumnya terbuat dari komponen atau panel kaca yang diikat bersamaan dengan perekat atau lem yang terbuat dari 100% sealent silikon, dengan bingkai plastik dengan memasang antar tepi atas dan bawah untuk dekorasi. Akuarium kaca standar untuk ukuran hingga sekitar 1.000 liter. Namun, kaca sebagian bahan rapuh dan rentan patah atau pecah.

Akuarium dibuat dalam berbagai bentuk, seperti kubus, heksagonal, miring agar pas di sudut (berbentuk L), dan depan busur (sisi depan melengkung keluar). Ada beberapa akurium berbentuk bulat, yang biasanya terbuat dari plastik ataupun kaca. Akuarium modern pertama yang terbuat dari kaca dikembangkan pada abad ke-19 oleh Robert Warrington. Pada saat itu di zaman Victoria, akuarium kaca biasanya memiliki dasar batu tulis atau baja. Akuarium ini memiliki panel kaca yang dipasang dengan bingkai logam dan ditutup dengan dempul. Akuarium berbingkai logam masih tersedia hingga pertengahan 1960-an, ketika gaya modern bersegel silikon menggantikannya. Akuarium akrilik

pertama kali digunakan pada tahun 1970-an yang tak lain penggabungan keunggulan antara kaca dan akrilik (Ngueku and Ngueku, 2013).

Akuarium yang terbuat dari kaca telah menjadi bintang utama yang sangat populer bagi banyak aquarist (orang yang memiliki hobi memelihara organisme akuatik) rumahan. Setelah sealant silikon menggantikan bingkai logam dan alas baja, sealant silikon mampu merekatkan dua sisi kaca dan kedap air jangka panjang, maka sangat diminati dalam pembuatan akuarium. Selain harganya yang lebih murah, akuarium kaca lebih tahan gores dibandingkan dengan akuarium dari akrilik.

Akuarium akrilik sekarang menjadi pesaing utama kaca. Sebelum penemuan stabilisasi UV, akuarium akrilik akan berubah warna seiring berjalannya waktu dengan paparan cahaya. Akrilik umumnya lebih kuat daripada kaca, lebih ringan, dan memberikan isolasi suhu dalam jumlah tertentu atau akan lebih stabil terhadap perubahan suhu dari lingkungan. Diiklim atau lingkungan yang lebih dingin, akan lebih mudah untuk mencapai dan mempertahankan suhu, sedangkan untuk iklim tropis membutuhkan lebih sedikit kapasitas dari pemanas akuarium. Kekurangan akuarium akrilik mudah tergoresnya, tak seperti kaca. Namun akuarium akrilik dapat dengan mudah dibentuk menjadi bentuk yang tak biasa, seperti heksagonal, setengah lingkaran dan lain-lain.

Akuarium besar malah bisa menggunakan bahan yang lebih kuat seperti plastik yang diperkuat dengan fiberglass. Namun, bahan ini tidak transparan. Akuarium ini diperkokoh dengan beton bertulang yang tidak memperhatikan estetika ataupun berat dan ruang, namun yang diperhatikan adalah seberapa kuat dan kedap terhadap air untuk mencegah air merusak beton, serta mencegah kontaminasi air oleh beton (Ukoro, 2013).

12.4 Ukuran dan volume akuarium

Jenis dan ukuran akuarium variasi. Akuarium ada yang memiliki bentuk bulat mangkuk kaca kecil yang berisi kurang dari 1 liter air hingga akuarium umum yang sangat besar yang menaungi seluruh ekosistem seperti hutan rumput laut. Akuarium rumah yang relatif besar menahan fluktuasi suhu dan pH yang cepat, memungkinkan stabilitas sistem yang lebih baik. Penyuka akuarium atau aquarist pemula disarankan untuk mempertimbangkan tangki yang lebih besar untuk memulai, karena mengontrol parameter air dalam tangki yang lebih kecil terbukti sulit.

Akuarium berbentuk mangkuk tanpa filter sekarang secara luas dianggap tidak cocok untuk sebagian besar ikan, alternatif lanjutan kini tersedia untuk menjaga kondisi air pada tingkat yang sesuai, akuarium harus mengandung setidaknya dua bentuk filtrasi yakni biologi dan mekanis. Tidak menutup kemungkinan filtrasi kimia juga harus dipertimbangkan dalam beberapa keadaan untuk kualitas air yang optimal. Filtrasi kimia sering dicapai melalui karbon aktif, untuk menyaring obat-obatan, tanin, dan/atau kotoran lain yang diketahui dari air.

Akuarium air laut seperti akuarium terumbu karang yang memiliki volume di bawah 100 liter, mendapat tempat dan perlakuan khusus bagi penghobbys. Akuarium ini disebut dengan akuarium terumbu nano (bila digunakan dalam pemeliharaan terumbu karang). Akuarium terumbu nano memiliki volume air yang kecil, di bawah 40 liter. Keterbatasan praktis, terutama berat air atau masa air (1 kg per liter) dan tekanan air internal (memerlukan pelapisan kaca tebal) dari akuarium besar, guna membatasi sebagian besar akuarium rumahan hingga maksimal sekitar 1 meter kubik volume air (1000 L, dengan berat 1000 kg atau setara dengan 2200 pon). Namun, beberapa akuarist telah membangun akuarium terumbu karang dengan volume ribuan liter.

Akuarium umum dirancang untuk pameran spesies atau lingkungan besar bisa berukuran lebih besar secara dramatis daripada akuarium rumahan mana pun. Akuarium Georgia misalnya, menampilkan akuarium individual yang luasnya mencapai 6.300.000 galon atau setara dengan 24.000 m³ (Ukoro, 2013).

Jenis dan ukuran akuarium juga ditentukan oleh jenis dan banyaknya ikan yang akan dipelihara, hal ini dikarenakan ada beberapa ikan yang hidup di kolam kecil dan lebih banyak betah di akuarium dengan ukuran 30 x 30 x 30 cm. Ukuran akuarium standar biasanya berkisar 45 x 25 x 25 cm dan 60 x 30 x 30 cm (Ngueku and Ngueku, 2013). Beberapa ukuran, volume air, dan ketebalan kaca dapat dilihat dalam Tabel di bawah ini.

Tabel 12.1. Beberapa akuarium ukuran yang sudah umum digunakan

No	Ukuran akuarium (cm)			Ketebalan Kaca (mm)
	Panjang	Lebar	Tinggi	
1	18	10	10	4
2	24	12	12	6
3	36	12	15	10
4	48	12	15	12
5	60	18	18	12 (min)
6	72	18	18	12 (min)

(Sumber: Ngueku and Ngueku, 2013).

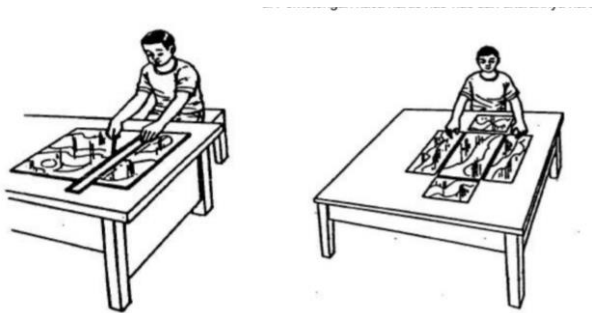
12.5 Pembuatan Akuarium

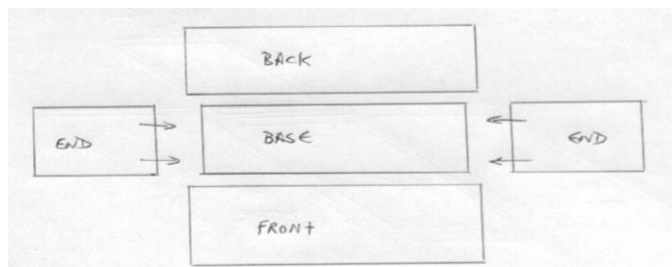
Pembuatan akuarium harus menyiapkan beberapa bahan yaitu kaca polos, silikon/lem kaca, selotip, dan pistol silikon. Kaca dengan ketebalan 4 mm dengan ukuran akuarium panjang 18 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 10 cm. Pemotongan kaca akan lebih pendek dari ukuran yang diinginkan, maka pemotongan bagian dasar atau bawah akuarium tetap yakni 18 x 10 cm untuk kaca bagian depan belakang dan samping kanan kiri di potong lebih

pendek. Ukuran tersebut adalah 9,2 cm untuk panjang bagian samping kanan dan kiri. Pembuatan akuarium memiliki tahapan yang perlu diperhatikan. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

12.5.1 Aturan Potongan Kaca Di Area Terbuka

Pembuatan akuarium dengan menggunakan bahan kaca pada umumnya dilakukan di area terbuka pada saat pemotongan. Cara pemotongan kaca untuk bagian bawah kaca/akuarium disesuaikan dengan ukuran panjang dan lebar akuarium. Pemotongan kaca untuk ukuran bagian depan, bagian belakang, dan sisi samping akuarium dilakukan pemotongan dengan sisi-sisi yang lebih pendek dari ukuran akhir sesuai dengan ketebalan kaca sehingga dapat pas dengan panjang antara depan dan belakang. Contoh pemotongan kaca dengan ketebalan kaca $\frac{1}{4}$ inchi, potongan kaca harus lebih pendek $\frac{1}{2}$ inchi, hal ini diperhitungkan untuk ketebalan $\frac{1}{4}$ inchi di kedua sisi. Gambar contoh pemotongan kaca dapat dilihat pada gambar dibawah ini.





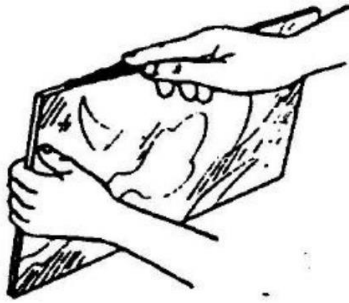
Gambar 12.5 Pemotongan Kaca Aquarium
 Sumber : (Masyamsir, 2001, (Ukoro, 2013).)

12.5.2 Siapkan Kaca

Kaca yang sudah dipotong dibersihkan menggunakan aseton atau alkohol di semua bagian kaca. Gunakan selotip untuk melindungi bagian kaca selain bagian yang diberi silikon. Tempelkan selotip di semua sisi bagian sehingga membentuk bingkai, sisakan bagian pinggir kaca ditambah setengah bagian sesuai dengan ketebalan kaca. Penempelan selotip juga dilakukan pada sisi-sisi kaca bagian samping dengan menyisakan bagian atas sehingga membentuk huruf U. Kemudian letakan bagian dasar/bawah aquarium di meja atau lantai, dan siapkan kaca bagian sisi samping-samping aquarium.

12.5.3 Oleskan Silikon

Kaca yang sudah disiapkan dimulai dari bagian bawah, oleskan strip silikon tipis dan terus menerus disepanjang sisi bagian atas kaca mengelilingi kaca bagian dasar/bawah. Lebar pemberian silikon sekitar 2 mm dari tebal (dimana panel kaca depan akan diletakkan di atasnya). Strip silikon harus berdiameter sekitar 3 mm. Pastikan dalam penempelan silikon disetiap semua bagian kaca dilakukan dengan cepat. Pengolesan atau pengstrip silikon/lem kaca dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



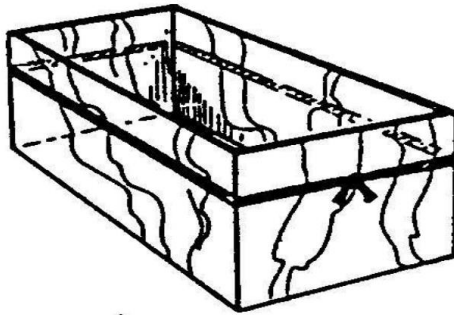
Gambar 12.2. Pengolesan Atau Pengstripan Silikon
Sumber : (Masyamsir, 2001)

2.5.4 Perakitan

Strip silikon yang sudah terpasang disepanjang sisi tepi kaca bagian bawah mulailah langkah berikutnya di bawah ini:

1. Letakan kaca pada sisi bagian depan terlebih dahulu dengan menambah strip silikon disisi tepi kaca sebelah kanan. Pasangkan bagian depan dengan bagian kanan akuarium, pastikan sisi bagian kanan berdiri tegak diatas kaca bagian bawah/dasar. Luruskan dengan permukaan tepi kaca bagian bawah. Tunggu beberapa saat, pastikan setengah kering dan tidak bergeser.
2. Lakukan yang sama pada bagian lain dengan menstrip silikon pada kaca di sisi sebelah kanan dan di sandingkan dengan kaca bagian belakang. Pastikan antara kaca dan silikon memiliki sisi yang rata dan tunggu hingga setengah kering.
3. Tahapan selanjutnya strip silikon kedua sisi kaca depan dan belakang pada bagian tepi yang belum tertutup dengan bagian kaca samping akuarium. Pastikan silikon setengah mengering dan kaca rata dan rapi seperti kubus tanpa tutup.

4. Silikon yang melebihi atau meleleh di sisi pinggir siku-siku akuarium yang terdapat di dalam akuarium dapat diratakan menyelimuti siku akuarium. Pastikan siku tertutup rapat dengan silikon agar tidak bocor atau rembes ketika air dimasukan kedalam akuarium tersebut
5. Demi menjaga kestabilan kaca dan menjaga agar kaca tidak lepas, maka setiap sisi siku bagian luar direkatkan menggunakan selotip sebanyak 2 buah di sisi bagian atas dan bawah. Perekatan dapat juga menggunakan karet yang diikat disekeliling akuarium. Gambar dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 12.3 Perekatan Atau Penjagaan Kaca Akuarium
Sumber : (Masyamsir, 2001)

6. Hasil yang dibangun berdasarkan tahapan pembuatan akuarium diatas seperti pada gambar 2.5.4 dibawah ini



Gambar 12.4 Akuarium Rumah dengan 4 sisi

(Sumber : Ukoro, 2013).

Tahapan diatas merupakan tahapan pembuatan akuarium denga bentuk segiempat berupa balok tanpa tutup (Ukoro, 2013).

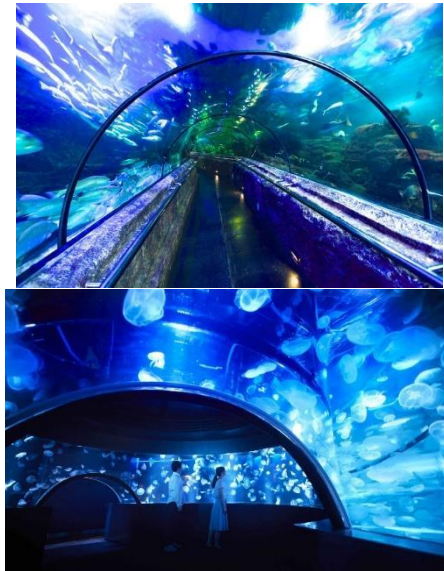
12.6 Desain Akuarium

Desain akuarium akan menentukan nilai estetik lingkungan sekitar yang dapat menarik perhatian akuarist. Desain akuarium saat ini di era modern sudah banyak menyesuaikan keadaan rumah, ruang, dan gedung yang sengaja untuk memamerkan keindahan. Bentuk desain akuarium lainnya yakni bentuk kubus, prisma, limas, hingga bentuk-bentuk yang disesuaikan dengan meja, ataupun bagian lainnya yang ada dirumah ataupun bangunan yang ditujukan untuk keindahan rumah atau pameran. Berikut adalah contoh-contoh desain akuarium.



Gambar 12.5 contoh desain akuarium rumah

Sedangkan desain akuarium yang bertujuan untuk memamerkan sekaligus menjadi ajang edukasi seperti Jakarta Aquarium, Sea World, Dolphinarium dan objek wisata akuarium lainnya. Berikut salah satu contohnya.



Gambar 12.6 Contoh Aquarium Sebagai Wisata

12.7 Klasifikasi Aquarium

Akuarium memiliki klasifikasi yang memperhatikan biota yang akan dipelihara. Ukuran akuarium individu dapat bervariasi dari mangkuk kecil yang cukup besar yang cukup untuk satu ikan, hingga akuarium publik besar yang dapat memanipulasi seluruh ekosistem laut.

Salah satu cara untuk mengklasifikasikan akuarium adalah dengan salinitas. Aquarium tawar adalah yang paling populer karena harganya yang lebih murah. Peralatan yang lebih mahal dan kompleks diperlukan untuk mengatur dan memelihara akuarium laut. Aquarium laut sering menampilkan beragam invertebrata selain spesies ikan. Aquarium air payau memadukan

unsur pemeliharaan ikan laut dan ikan tawar. Ikan yang dipelihara di akuarium air payau umumnya berasal dari habitat dengan salinitas yang bervariasi, seperti rawa mangrove dan muara sungai.

Klasifikasi lain adalah dengan kisaran suhu. Banyak aquarist memilih akaurium tropis karena ikan tropis cenderung lebih berwarna. Namun, akuarium air dingin (subtropis) tidak kalah populer, yakni ikan mas yang dapat dipelihara dengan suhu sedang hingga dingin, tetapi ikan ini juga dapat mencakup semua iklim sedang diseluruh dunia.

Akuarium dapat dikelompokan berdasarkan pemilihan spesiesnya. Tangki komunitas adalah yang paling umum saat ini, karena beberapa spesies non-agresif hidup dengan damai dalam satu wadah/akuarium. Akuarium ini dapat memelihara ikan, invertebrata, dan tumbuhan mungkin tidak berasal dari wilayah geografis yang sama, tetapi mentolerir kondisi air yang serupa. Akuarium dengan memelihara ikan-ikan agresif bersifat terbalik dengan akuarium non-agresif. Akuarium ini yang bersifat agresif harus memperhatikan individu yang dipelihara. Umumnya akuarium ini diisi dengan ikan yang hidupnya soliter, ataupun hanya satu populasi ikan saja. Contoh akuarium ini yaitu akuarium belut listrik, ikan piranha, ikan arwana, atau juga akuarium ini di khususkan untuk memelihara ikan yang ditujukan untuk pemisahan induk ikan antara jantan dan betina.

12.8 Komponen Akuarium

Komponen akuarium yang mendukung keberlangsungan pemeliharaan ikan atau biota air yakni kompos (pengembangan akuarium menjadi akuaskep), pencahayaan, pompa, salinometer, ozonizer, ultraviolet, heater, chiller, aerator, pH meter, protein skimmer, dan tes kit. Akuarium penghobi yang khas mencakup sistem filtrasi, sistem pencahayaan buatan, dan pemanas atau pendingin tergantung pada penghuni akuarium. Komponen

akuarium yang biasa digunakan dalam pemeliharaan adalah sebagai berikut:

1. Kompos

Kompos merupakan kerikil (batu kecil dan kerikil atau campurannya dengan pasir) yang diletakkan di dasar tempat tanaman dapat tumbuh. Jika akuarium hias akan dipasang kompos yang digunakan harus yang tersedia secara umum di toko akuarium. Kompos atau batu kecil tersebut harus terlebih dahulu dicuci sebelum digunakan (Ngueku and Ngueku, 2013).

2. Pencahayaan

Penggunaan pencahayaan tambahan difungsikan sebagai suplai cahaya yang diperuntukan bagi tanaman menghasilkan oksigen dalam akuarium. Pencahayaan umumnya menggunakan bohlam lampu sekitar 25 watt (240v) terpasang tetap pada penutup akuarium. Penggunaan bohlam berwarna bening atau mutiara. Selain itu juga dapat menggunakan tabung fluoresen sebagai pengganti bohlam.

3. Pompa

Pompa merupakan alat yang berfungsi sebagai komponen terpenting dalam resirkulasi air dalam akuarium. Tidak hanya berfungsi sebagai resirkulasi air saja, namun dapat berfungsi sebagai pompa pembuat arus, pompa untuk protein skimmer. Pompa akuarium yang baik adalah pompa yang memenuhi syarat-syarat antara lain konsumsi energi rendah sehingga motor tidak berisik, namun kekuatan outputnya besar. Selain itu, mudah diinstal (dipasang lagi) setelah dibersihkan, baik dipasang filter, akuarium, maupun di protein skimmer.

4. Salinometer

Salinometer merupakan alat yang digunakan sebagai indikator perubahan salinitas di akuarium air laut maupun payau. Alat ini dipasang sebagai kontrol ataupun pengingat

guna memanipulasi keadaan air berkaitan dengan densitas garam dalam air.

5. Ozonizer

Alat ozonizer adalah alat yang dapat menghasilkan ozon (O_3). Sementara, ozon berfungsi untuk membunuh protozoa, bakteri, virus, maupun jamur. Ozonizer akan sangat baik apabila dalam penggunaannya dikombinasikan dengan protein skimmer, karena gas tidak dapat masuk ke dalam akuarium tapi diresidu oleh protein skimmer.

6. Ultraviolet

Sinar ultraviolet dapat digunakan sebagai desinfektan terhadap air pada kasus penyakit atau turbiditas yang disebabkan oleh bakteri ataupun alga. Lampu UV dapat mencegah terjadinya penyebaran penyakit.

7. Heater

Heater merupakan alat pemanas yang tidak begitu diperlukan namun, penggunaan alat ini dapat menstabilkan suhu bagi pemeliharaan ikan di subtropis maupun pemeliharaan telur hingga menetas di daerah dingin beriklim tropis.

8. Chiller

Chiller adalah pendingin yang berfungsi sebagai pendingin atau alat yang dapat menurunkan panas air akuarium. Panasnya air akuarium berasal dari lampu sebagai sumber pencahayaan yang menghasilkan panas/kalor.

9. Aerator

Aerator adalah alat untuk menyuplai oksigen yang berbentuk gelembung udara yang masuk dalam akuarium melalui selang-selang kecil. Aerator merupakan sistem pengganti pompa jika listrik mati (aerator baterai) ataupun mengurangi penggunaan filtrasi di akuarium.

10. pH meter

Pada umumnya pH meter digunakan untuk mengukur pH perairan, jadi tidak hanya pemeliharaan di dalam akuarium saja. Penggunaan pH meter sangat penting untuk mengatur pH air pada akuarium laut. Akuarium laut dengan densitas garam berlebih yang memiliki kecenderungan memiliki pH basa. Berkisar antara 8,1-8,4. Semakin tinggi pH maka semakin rendah kandungan oksigen dalam air.

11. Protein skimmer

Protein skimmer merupakan alat yang berfungsi untuk merombak materi organik (protein), alga yang bebas melayang, sisa-sisa pakan, dan lainnya. Skimmer cukup efisien untuk merombak bahan-bahan yang tidak digunakan keberadaannya di dalam akuarium. Penggunaan protein skimmer perlu memperhatikan ukuran yakni kolom tabung (diameter, panjang, dan tinggi), tipe batu gelembung, ukuran gelembung, dan jumlah hembusan udara dalam tabung. Penggunaan skimmer tersebut didasarkan pada adanya sistem filter, tingkat kepadatan organisme dan besarnya akuarium.

12. Test kit

Test kit adalah alat-alat yang dibutuhkan untuk mengetes berbagai parameter yang terdapat di dalam akuarium air laut maupun air tawar. Penggunaan test kit pada masing masing perusahaan berlainan, walaupun pada prinsipnya adalah sama. Parameter pembanding yang digunakan untuk penggunaannya adalah warna yang secara gradual mengalami perubahan menjadi lebih jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Juliani, R., Rahmatsyah and Situmorang, R. (2012) 'RANCANG BANGUN AKUARIUM TERUMBU KARANG BERBASIS MULTI SENSOR', *Jurnal Saintika*, 12(1), pp. 66–73.
- Masyamsir (2001). *Pembuatan wadah*. DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL PROYEK PENGEMBANGAN SISTEM DAN STANDAR PENGELOLAAN SMK DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN. JAKARTA
- Ngueku, B. and Ngueku, C.B. (2013) 'International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2014; 2(3): 01-04 The design and construction of Aquaria'. Available at: www.fisheriesjournal.com.
- Satyani, D. and Priono Bambang (2012) 'Penggunaan Berbagai Wadah Untuk Pembudidayaan Ikan Hias Air Tawar', *Media Akuakultur*, 7(Nomor 1), pp. 14–19.
- Ukoro, F.O. (2013) *CENTRE FOR FOOD TECHNOLOGY AND RESEARCH (CEFTEK) AQUARIUM TANK CONSTRUCTION*.

BAB 13

AQUASCAPE

Oleh Aldy Mulyadin

13.1 Pendahuluan

Aquascape bukan sekadar taman biasa, tetapi merupakan seni menciptakan akuarium yang indah (berkebun lanskap) tapi di bawah air (Farmer, 2020). Akuarium adalah kolam buatan untuk menjaga kehidupan hewan air dan tanaman hias (Ngueku, 2014). Pada tahun 1993, Istilah aquascape mulai dipopulerkan oleh pencinta keindahan tanaman air.



Gambar 13.1 Taman dibawah air (*Aquascape*)
(Sumber: Farmer, 2020)

Pada awal kemunculan aquascape diketahui pembuatan dan pemeliharannya masih relatif sulit dan banyak menemui kegagalan. Akan tetapi sejalan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi yang membuat aquascape menjadi lebih mudah dibuat dengan didukung peralatan dan akses informasi yang lebih cepat diperoleh. Aquascape kini dikenal dan disukai banyak orang dikarenakan memberikan nilai terapeutik bagi mereka yang melihat. Orang yang melihat aquascape dapat membantu mengurangi tingkat kecemasan dan merelaksasi dari

aktivitas yang cukup padat (farmer, 2020). Dengan demikian, aquascape memungkinkan kita untuk menikmati hubungan unik dengan alam dan semua manfaat kesehatan yang diberikannya. Aquascape tidak hanya ditemukan terbatas pada lingkungan rumah, tetapi mulai ditemukan juga pada lingkungan perkantoran, sekolah dan tempat umum lainnya. Jika akuarium dihiasi secara indah dengan bahan-bahan alami seperti tanaman air, ikan, kayu, dan batu, akan menambah keindahan pemandangan akuarium serta memberikan nilai terapeutik yang lebih tinggi. Aquascape adalah ekosistem di mana benda hidup dan mati berkontribusi tidak hanya untuk keindahan akuarium secara estetika, tetapi juga untuk keseimbangan biologis dan kimia yang memungkinkan tanaman dan hewan untuk hidup di dalam lingkungan tertutup (Kumari *et al.*, 2021). Aquascape berbeda dari bentuk seni lainnya karena sangat kaya dan beragam, maka daripada itu tujuan utama dari pembuatan aquascape adalah untuk menciptakan lanskap akuatik yang artistik.

13.2 Desain Aquascape

Teknologi dan informasi akan aquascape yang terus berkembang sehingga menciptakan desain yang tidak hanya sangat indah untuk dilihat, tetapi juga merupakan bentuk seni intelektual yang menggabungkan imajinasi dan ide-ide (Kumari *et al.*, 2021)

Ada beberapa desain aquascape yang populer saat ini seperti Dutch, Jepang, natural, iwagumi, hutan, biotipe dan paludarium. Dari semua gaya ini, gaya iwagumi adalah salah satu desain aquascape paling populer saat ini.

13.2.1 Desain Dutch

Aquascapes dengan desain dutch (Belanda), menampilkan tanaman batang sedikit lebih banyak diantara semua jenis desain aquascape. Pola pertumbuhan tanaman batang vertikal dengan cabang, diharapkan tanaman dapat tumbuh ke atas mencapai bagian atas akuarium atau tangki.

Manajemen tanaman merupakan hal yang menjadi perhatian penting dalam desain dutch ini, tidak jarang tanaman ini membutuhkan pemangkasan tanaman secara rutin minimal setiap minggu. Jika hal ini dibiarkan, sangat mungkin bahwa tanaman ini akan menutupi bagian atas akuarium dan akhirnya akan memenuhi seluruh akuarium sehingga akan mengurangi nilai estetika dari aquascape tersebut.



Gambar 13.2 Desain aquascape style dutch
(Sumber: Valderrama, 2023)

Penggunaan tanaman tumbuh tinggi yang menutupi kaca bagian belakang bertujuan untuk menyembunyikan peralatan besar di dalam akuarium atau tangki. Selain itu barisan tanaman yang terbentuk akan memberikan efek visual yang positif. Tanaman yang baik untuk baris tanaman model dutch ini adalah *Lobelia cardinalis*, *Limnophila sessiflora*, *L. aqualicum*, *Most Ludwigia* sp., *Michranthemum micranthemoides* dan *Umbrosum* sp.

13.2.2 Desain Paludarium

Paludarium adalah Akuarium yang berisi air dan tanah. Paludarium lebih banyak menampilkan kondisi lanskap di lingkungan rawa air tawar, rawa bakau, garis pantai, dan hutan hujan tropis. Dari tata letak, para pembuat aquascape sering dimulai dengan tanaman air yang tumbuh dengan cara di rendam dan kemudian membiarkan tumbuhan tersebut tumbuh dan terbenam di luar akuarium. Hal ini bertujuan untuk menciptakan

sepotong alam yang akan ditemukan di riparian lingkungan, seperti di tepi jalur air di Amazon hutan.



Gambar 13.3 Desain aquascape jenis paludarium
(Sumber: <https://ultumnaturesystems.com/paludarium>)

13.2.3 Desain Iwagumi



Gambar 13.4 Desain aquascape style iwagumi
(Sumber: <https://aquariumbreeder.com/how-to-set-up-an-iwagumi-aquarium>)

Desain iwagumi didominasi tata letak bebatuan. Dalam bahasa jepang iwagumi merupakan 'taman batu'. Desain iwagumi menampilkan formasi batunya yang berani, sederhana namun tetap elegan, dan menciptakan suasana alami (Amano, 2009).

Desain ini populer karena mudah diatur, membutuhkan bahan yang relatif sedikit untuk dieksekusi. Namun, desain iwagumi memiliki tingkat kesulitan, karena batu-batu harus diposisikan

dengan sangat hati-hati dalam kaitannya dengan dimensi akuarium, serta susunan batu satu dengan lainnya.

13.3 Membuat Aquascape yang Indah

Umumnya pembuatan aquascape memiliki beberapa tujuan seperti sebagai tambahan dekorasi di rumah, hotel, kantor dan toko yang akan menggunakan ukuran akuarium yang lebih kecil dengan memberikan tanaman dan ikan yang eksotis. Sedangkan pada kegiatan pameran akan menggunakan ruang aquascape yang lebih besar dan menggunakan lebih banyak spesies tanaman air dan ikan untuk menambah estetika serta memiliki nilai hiburan.

Inspirasi dalam pembuatan aquascape bisa datang dari mana saja mulai dari hutan, air terjun, dan pantai yang indah. Ketika mulai membuat aquascape maka akan menciptakan sebuah karya seni yang unik di bawah air (Sanaye dan Tibile, 2009).

Memutuskan akuarium yang tepat tergantung pada beberapa faktor. Seberapa banyak yang akan diinvestasikan dalam hal waktu, energi, dan uang. Sebuah Aquascape kecil dan rendah perawatan dapat lebih murah untuk dibeli pada awalnya dan menjadi jauh lebih murah untuk diatur dan dipelihara dalam jangka panjang.

13.3.1 Akuarium

Pada umumnya akuarium yang digunakan berbentuk persegi panjang, dengan perkembangan teknologi saat ini jumlah dan bentuk yang lebih banyak seperti: persegi, segitiga, kolom, berbentuk piramida, dan lain-lain.

Pembuatan akuarium menggunakan bahan kaca dan untuk jangka panjang dapat menggunakan tangki plastik. Berikut beberapa ukuran akuarium yang dapat digunakan:

Tabel 13.1 Ukuran akuarium untuk aquascape

No	Ukuran Akuarium (inch)		Volume	Ketebalan kaca (mm)
	Panjang	Lebar	Kedalaman	
1	18	10	10	4
2	24	12	12	6
3	36	12	15	10
4	48	12	15	12
5	60	18	18	12 (minimum)
6	72	18	18	15 (minimum)

Sumber: Pandey dan Shukla, 2005

13.3.2 Pencahayaan

Pencahayaan merupakan hal yang penting dalam pembuatan aquascape. Pemberian cahaya bertujuan untuk memperlihatkan secara fisik bentuk dari aquascape yang dibuat, selain itu dapat berfungsi dalam proses fotosintesis oleh tanaman air yang ada di dalam akuarium. Jenis pencahayaan akuarium yang paling umum tersedia pada saat ini yakni lampu LED dan lampu neon. Jenis lampu LED lebih banyak digunakan dalam aquascape dikarenakan pencahayaan yang lebih efisien dan dapat dikontrol.

13.3.3 Perlengkapan

Perlengkapan akuarium sangat penting dalam meningkatkan penampilan akuarium dan desain secara keseluruhan. Penggunaan aksesoris akuarium yang tepat, dapat mengubah akuarium menjadi hiasan yang indah. Saat memilih aksesoris akuarium, terlebih dahulu mengidentifikasi jenis air dan jenis ikan yang akan digunakan.

Untuk akuarium yang menggunakan air asin, karang bisa menjadi tambahan yang bagus karena keanggunannya. Jika menggunakan air tawar, ada banyak pilihan untuk dipilih untuk dijadikan aksesoris. Salah satu aksesoris yang cocok untuk air tawar adalah kayu apung.

Selain menambahkan aksesoris ke akuarium, juga perlu merawat perlengkapan seperti pompa dan filter. Peralatan ini berfungsi untuk menjaga akuarium dari limbah beracun yang dapat membahayakan ikan dan tanaman. Beberapa perlengkapan atau aksesoris yang digunakan dalam pembuatan aquascape dapat dilihat pada Tabel 13.3.

Tabel 13.3 Perlengkapan untuk aquascape

No	Peralatan	Unit
1	Akuarium	1
2	Aquarium hood	1
3	Aerator	1
4	Air Tube	2 m
5	Air regulator	2
6	Batu Aerasi	2
7	T Joint and L-joint	2
8	Florescent light	2
9	Thermocool	1
10	Pasir Sungai	
11	Kayu	
12	Aquarium plant	
13	Termometer	1
14	Heater	1
15	Power filter	1
16	Hand Net	1
17	Filter Bed	1
18	Magnetic Cleaner	1

Sumber: Venugopalan, 2015

13.3.4 Parameter Kualitas Air

Kunci untuk keseimbangan tanaman dan hewan air dalam aquascape adalah menjaga kualitas air tetap dalam kondisi ideal. Sebagian besar masalah kesehatan ikan disebabkan oleh kualitas air yang buruk, hal ini bergantung pada jenisnya dan frekuensi perawatan yang dilakukan, filtrasi yang tidak memadai, sisa makanan berlebih, dan sebagainya.

Parameter kualitas air yang menjadi perhatian penting dalam membangun lingkungan aquascape yang baik dapat dilihat pada tabel 13.4.

Tabel 13.4 Parameter kualitas air yang ideal dalam aquascape

No	Parameter	Air Tawar	Air laut
1	Ammonia	0	0
2	Nitrit	0	0
3	Nitrat	0	0
4	pH	6.8-7.2	8.1-8.4
5	Alkalinitas	40-60	120-180
6	General hardness (konsentrasi Ca dan Mg)	60-150	N/A
7	Phosphate	<0.5	<0.5
8	Kalsium	N/A	N/A
9	Salinitas	N/A	30-35 g/l

Sumber: Venugopalan, 2015

13.4 Memilih, Menyiapkan, Dan Memelihara Tanaman Akuarium

Tanaman hidup menawarkan banyak manfaat bagi ekosistem di akuarium. Tujuan utama pemberian tanaman hidup untuk menciptakan karya seni hidup yang indah. Selain itu tanaman juga menghasilkan oksigen dan menyaring nutrisi berbahaya dari air akuarium sehingga membantu menyediakan lingkungan yang optimal untuk semua penghuni akuarium, termasuk ikan, udang, siput, dan bakteri menguntungkan (Walstad, 2012). Tanaman juga dapat menjadi tempat berlindung dan keamanan bagi ikan. Jenis Tanaman Air yang dapat digunakan dalam kegiatan aquascape dapat dilihat pada tabel 13.5.

Pertumbuhan tanaman akuarium yang sehat membantu mencegah pertumbuhan ganggang yang menjadi musuh dalam kegiatan aquascape. Pemeliharaan tanaman aquascape berfokus pada menjaga tanaman tetap sehat, indah, berkembang dan bebas ganggang. Pertumbuhan tanaman yang baik sangat tergantung pada lingkungan tempat mereka dipelihara, dan persiapan sebelum dilakukan penanaman tanaman (Hiscock, 2003).

Tabel 13.5 Tanaman Air untuk aquascape

No	Nama Ilmiah	Nama	Warna Daun	Warna Bunga	Tipe tanaman
1	<i>Hygrophylla polysperma</i>	Indian swampweed	Hijau muda hingga coklat daun	Putih	Dwarf
2	<i>Hygrophylla corymbosa</i>	Gaint hygro	Hijau Cerah	Merah jambu ke ungu	Dwarf
3	<i>Hygrophylla difformis</i>	Water wisteria	The mint like foliage	Lavender	Dwarf
4	<i>Hygrophylla costata</i>	Glush weed	Papery flowers are borne in small luster in leaf forks.	Putih	Dwarf
5	<i>Ruellia simplex</i>	Mexican petunia	Ungu tua	Putih, pink, merah, ungu	Dwarf
6	<i>Fittonia albivenis</i>	White nerve Plant	Hijau Tua	Kuning, putih,	Dwarf
7	<i>Nomaphilla stricta</i>	Gaint hygrophilla	Hijau Tua	Hijau	Gaint
8	<i>Nomphilla siamensis</i>	Hygrophilla corymbosa	Bagian atas berwarna hijau tua sedangkan	Ungu	Dwarf

No	Nama Ilmiah	Nama	Warna Daun	Warna Bunga	Tipe tanaman
			bagian bawahnya adalah perak		
9	<i>Acorus calamus</i>	Sweet flag	Hijau	Merah	Dwarf
10	<i>Alisma subcordatum</i>	Water plantain	Hijau Tua	-	Rhizomes, tubers, corm, Bulb
11	<i>Baldellia ranunculoides</i>	Water plantain	Hijau Gelap	Putih	-
12	<i>Damasonium alisma</i>	Star fruit	Hijau	Putih	Rhizomes, tubers, corm, Bulb
13	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Arrow head	Hijau	Putih	Dwarf
14	<i>Sagittaria subulata</i>	Dwarf sagittaria	Hijau Gelap	Putih	Dwarf
15	<i>Azolla filiculoides</i>	Mosquito fern	Hijau, Biru-Hijau, Merah Tua	-	Dwarf
16	<i>Azolla pinata</i>	Mosquito fern	Hijau Cerah	-	Dwarf
17	<i>Azolla microphylla</i>	Mosquito fern	Hijau ke merah	-	Dwarf

Sumber: Kumari *et al.*, 2021

13.5 Bagaimana Memilih Ikan, Udang, dan Siput

Hal yang juga menarik dalam kegiatan aquascape adalah mengisi akuarium dengan berbagai jenis ikan, udang dan siput.

Bahan tersebut sangat penting yang nantinya akan memberikan gerakan, warna, dan perilaku untuk benar-benar menghidupkan aquascape. Pemilihan spesies sebagai kandidat yang digunakan dalam aquascape sangat penting karena tidak semua spesies sesuai dengan kondisi lingkungan dan suasana aquascape yang dibangun. Prioritas utama dalam pemilihan spesies yakni memastikan kualitas air (suhu, kandungan bahan kimia air) yang sesuai dengan spesies yang akan digunakan. (Farmer, 2020). Dekorasi akuarium tidak hanya indah untuk dilihat akan tetapi juga memiliki tujuan penting yakni menyediakan ikan dengan tempat persembunyian yang menyerupai habitat alami mereka. (Ranu dan Benarjee, 2010).

Jenis-jenis ikan yang digunakan dalam membangun aquascape (Tabel 13.6) telah banyak dibudidayakan sehingga memudahkan dalam memperoleh jenis dan jumlah ikan tersebut. Hal yang paling penting dalam menentukan jenis ikan dimana sebelumnya dilakukan pengukuran atau pengujian untuk memastikan parameter kualitas air yang akan digunakan sudah sesuai dengan kandidat spesies yang dipilih.

Tabel 13.6. Jenis ikan hias untuk aquascape

No	Nama	Nama Ilmiah
1	Gold fish	<i>Carassius auratus</i>
2	Guppy	<i>Poecilia reticulata</i>
3	Tiger Barb	<i>Barbus tetrazona</i>
4	Gourami	<i>Barbus tetrazona</i>
5	Siamese fighting fish	<i>Betta splendens</i>
6	Baluari	<i>Nemacheilus aureus</i>
7	Bitterling	<i>Rhodeus sp.</i>
8	Minnows or Carps [Koi]	<i>Cyprinus carpio</i>
9	Zebra fish	<i>Brachydanio rerio</i>
10	Angel fish	<i>Pterophyllum scalare</i>
11	Mosquitoes- fish	<i>Gambusia sp.</i>
12	Harlequin fish	<i>Rasbora heteromorpha</i>
13	Beacon fish	<i>Hemigrammus sp.</i>
14	Argentine pearlfish	<i>Cynolebias nigripinnis</i>
15	Swordtail	<i>Xiphophorus helleri</i>
16	Black molly	<i>Poecilia mexicana</i>

No	Nama	Nama Ilmiah
17	Snake-head [Murrels]	<i>Channa gachua</i>
18	Jewel fish	<i>Hemichromis sp.</i>
19	X-Ray fish	<i>Pristella sp.</i>
20	Tilapia	<i>Tilapia mossambica</i>

Sumber: Ngueku,2014

Umumnya ikan yang digunakan berukuran kecil dan berwarna cerah. Serta jenis ikan tersebut mampu bertahan hidup dan berkembang biak dengan baik di lingkungan tertutup. Selain ikan penggunaan jenis udang dan siput untuk melengkapi dunia aquascape yang dibangun akan memberikan nilai eksotis tersendiri sehingga lebih cantik, menarik dan menghibur secara alami. Berikut jenis udang dan siput yang dapat digunakan dalam kegiatan aquascape dapat dilihat pada Tabel 13.7.

Tabel 13.7. Jenis Udang dan Siput untuk aquascape

No	Nama	Nama Ilmiah
A.Udang		
1	Amano shrimp	<i>(Caridina multidentata)</i>
2	Cherry shrimp	<i>Neocaridina davidi</i>
3	Bee shrimp	<i>Caridina cf. cantonensis</i>
B. Siput		
1	Zebra nerite	<i>Neritina natalensis</i>
2	Tiger nerite	<i>Vittina semiconica</i>
3	Horned nerite	<i>Clithon corona/diadema</i>

Sumber: farmer, 2020.

13.6. Pemeliharaan

Aquascape hanya akan memberi pengalaman akan keindahan dunia bawah air yang menyenangkan jika dipelihara pada waktu yang tepat dan dengan cara yang benar. Pentingnya pemeliharaan dan perawatan secara rutin dan tepat. Seberapa sering dan bagaimana banyak perawatannya sangat tergantung pada jenis desain yang dimiliki. Contohnya, aquascape dengan tingkat pencahayaan, nutrisi yang tinggi, dan tanaman yang

tumbuh cepat akan membutuhkan perawatan yang lebih teliti dan sering daripada akuarium dengan tanaman yang tumbuh lambat dan pencahayaan rendah. Menjaga nilai estetika dan ekosistem yang ada dalam aquascape, hal ini yang menjadi perhatian yang penting dengan melakukan perawatan berkala sehingga dapat terus terjaga (Marchio, 2018).

13.6.1. Perawatan Harian

- a. Pengecekan Ketinggian Air: Pastikan tidak ada kebocoran atau penguapan berlebihan, yang dapat menyebabkan penumpukan kandungan mineral dalam air akuarium.
- b. Pengecekan Operasi Filter: Pemeriksaan visual untuk melihat apakah air mengalir cukup dari outlet filter.
- c. Pengecekan Suhu Air: Penggunaan termometer sebagai alat ukur untuk memantau suhu. Sehingga dapat dipastikan suhunya sudah sesuai untuk hewan dan tanaman yang digunakan.
- d. Pengecekan CO₂, jika injeksi CO₂ digunakan: Visual Pemeriksaan secara visual menghitung gelembung atau diffuser biasanya sudah cukup. Jika kurang akurat dapat melakukan pengujian menggunakan test kit khusus CO₂.
- e. Pemeriksaan isi silinder jika menggunakan sistem bertekanan.
- f. Pemberian pakan ikan: selain memberi pakan ke ikan secukupnya, selain itu waktu tersebut juga sangat tepat untuk memeriksa kesehatan ikan.
- g. Pemeriksaan kondisi tanaman dan alga: adanya daun yang sudah menguning dan munculnya ganggang pada tanaman akan memberikan informasi akan kesehatan tanaman tersebut.
- h. Ikan-ikan yang nampak tidak sehat didiagnosis dan dilakukan pengobatan. Ikan yang sehat adalah ikan yang memiliki respon akan makanan dengan baik, dan aktif. Mata mereka cerah dan insangnya berwarna merah muda. Tidak ada kelainan bentuk kerangka dan rongga tubuh ikan tidak bengkok atau perut berongga.
- i. Penambahan pupuk cair: Dosis jumlah cairan yang digunakan sudah sesuai peruntukannya pada tanaman tersebut.

13.6.2 Perawatan Mingguan

- a. Pembersihan kaca akuarium: gunakan spons ganggang atau magnet. Sikat gigi dan kartu kredit (atau sejenisnya) juga berguna untuk membersihkan di tempat yang sulit dijangkau, seperti sudut dan area di dekat substrat.
- b. Pengecekan filter air: pembersihan akan jarang dilakukan tergantung pada jumlah limbah yang dihasilkan, jenis filtrasi, dan media. pembersihan ini juga bertujuan untuk menghindari membunuh bakteri menguntungkan. Jika menggunakan filter eksternal, kemudian selang, dan saluran masuk dan keluar filter maka perlu dibersihkan dengan sikat selang.
- c. Pemangkasan pertumbuhan tanaman berlebih: Penggunaan gunting aquascape yang tajam untuk memangkas tanaman yang tumbuh terlalu banyak.
- d. Penyiponan akumulasi sampah organik yang lepas dari substrat: hal ini paling baik dilakukan sebagai bagian dari penggantian air. Yang akan mengangkat mengangkat detritus yang terkumpul dan membuang air selama pembuangan.
- e. Pergantian air: Dalam kebanyakan keadaan, penggantian air direkomendasikan 50 % per ganti air. Ini membantu menghilangkan limbah organik dan ganggang yang telah ada dalam air akuarium, Karena itu membantu mencegah pertumbuhan ganggang lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Amano T. 2009. How to improve your Iwagumi layout, *The Aquatic Gardener*;22(1):37-41.
- Farmer G. 2020. *Aquascaping*. China: Skyhorse Publishing
- Hiscock P. 2003. *Encyclopedia of Aquarium Plants*. USA: Barron's Educational Series.
- Kumari K M, Kumar N V, Thaneshwari, Kumari C. 2021. Art and science of aquascaping. *The Pharma Innovation Journal*; SP-10(6): 240-245
- Marchio A E. 2018. The Art of Aquarium Keeping Communicates Science and Conservation. *Frontiers in Communication* | Vol 3 (17)
- Ngueku B B. 2014. The Design and Construction of Aquaria. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2(3): 01-04
- Pandy K, Shukla JP. *Fish and fisheries*. National Offset Printers, Meerut 2005, 461-473.
- Ramu G, Benarjee G. 2010. Design and Maintenance of an Aquarium For A Tropical Fish. *Fishing Chimes* Vol.24.
- Sanaye SV, Tibile RM. The fine art of aquascaping. *Fishing Chimes* 2009;29(7);44-47.
- Valderrama M. 2023. Dutch Aquascape – How To And Guide On Dutch Style Aquariums. <https://aquariumstoredepot.com/blogs/news/dutch-aquascape> diakses pada 15 Mei 2023.
- Venugopalan K.M. 2015. Aquaurium Making and Maintenance. Winter School on Technological Advances in Mariculture for Production Enhancement and Sustainability. Url: <http://eprints.cmfri.org.in/id/eprint/10678>
- Walstad D L. 2012. *Ecology of The Planted Aquarium*. USA: Echinodorus Publishing.

BAB 14

SISTEM AKUAPONIK

Oleh Firmansyah Bin Abd Jabbar

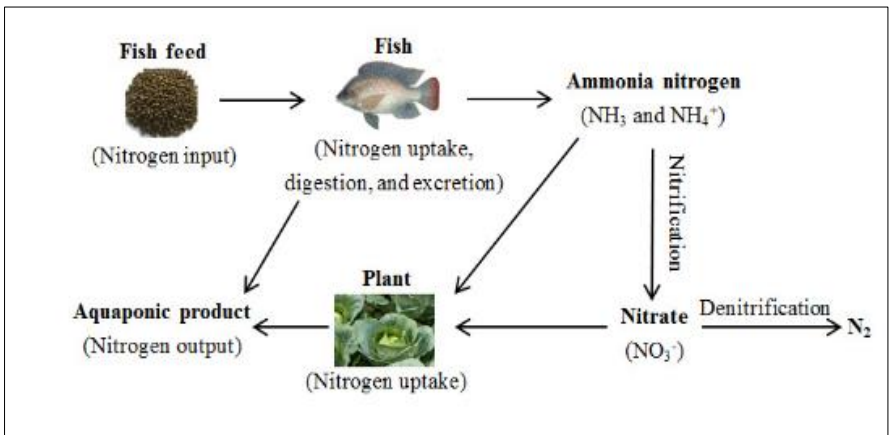
14.1 Pendahuluan

Sektor ketahanan pangan menjadi hal yang sangat krusial beberapa tahun terakhir. Hal ini dikarenakan populasi manusia mengalami peningkatan setiap tahunnya, yang mendorong permintaan energi, makanan dan air juga ikut meningkat. Kondisi ini diperparah dengan perubahan iklim, penurunan kualitas tanah, keterbatasan air, dan gagal panen (Wei *et al.*, 2019). Oleh karena itu, diperlukan sebuah produksi pangan yang berkelanjutan. Akuakultur menjadi sektor penghasil pangan dengan pertumbuhan tercepat di dunia menggunakan berbagai jenis sistem produksi (FAO, 2017). Namun, diantara sistem akuakultur yang ada, aquaponik dianggap sebagai salah satu metode yang paling efisien dan ramah lingkungan di abad ke-21 (S. A. Oladimeji *et al.*, 2020).

Akuaponik merupakan salah satu teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dari segi produksi (Tyson, Treadwell & Simonne, 2011). Sistem ini mengintegrasikan teknologi produksi ikan dan tanaman dengan menggunakan sistem budidaya resirkulasi atau *recirculating aquaculture system*. Sistem ini juga membentuk hubungan simbiosis antara ikan dan tumbuhan/tanaman untuk menciptakan sistem pertanian sehat tanpa media tanah dengan pemanfaatan air seminimal mungkin melalui sistem resirkulasi (Rains dan Whitworth, 2018). Misalnya, hubungan simbiosis antara ikan dan tanaman sayuran dimana ikan menyediakan pupuk untuk

tanaman, sebaliknya tanaman membantu dalam menyaring air media pemeliharaan ikan.

Pada prinsipnya, akuaponik memanfaatkan siklus nitrogen yang terjadi di media pemeliharaan. Nitrogen merupakan sebuah elemen yang sangat penting untuk kehidupan semua organisme yang meliputi deoxyribonucleic acid (DNA), ribonucleic acid (RNA) dan protein (Mathesius, 2022). Setidaknya terdapat tiga bentuk nitrogen seperti ammonia, nitrit, nitrat dan dua jenis bakteri (nitromonas, nitrospira) dalam sistem akuaponik. Nitrogen dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman sebagai pupuk dan bakteri nitrifikasi mengubah amonia dari sisa pakan, feses dan urin ikan menjadi nitrat.



Gambar 14.1 Siklus Nitrogen pada sistem akuaponik
Sumber: Khanal (2023)

Pada Gambar 14.1 ilustrasikan bahwa bakteri di tempat tumbuh mengubah amonia dari sisa pakan, urin dan feses di dalam air menjadi nitrit. Tanaman menyerap nitrit untuk pertumbuhan, dan selanjutnya detoksifikasi dan oksigenasi air. Proses ini pada akhirnya menjaga kualitas air tetap dalam kondisi optimal untuk pertumbuhan ikan.

Secara umum sistem akuaponik memiliki manfaat yang meliputi sistem akuaponik beroperasi dengan meminimalkan dampak lingkungan dalam memproduksi ikan dan sayuran organik berkualitas tinggi. Hal ini dikarenakan pada praktiknya, aquaponic bebas hormon, tanpa menggunakan pupuk buatan, pestisida berbahaya, dan herbisida berbahaya. Aquaponik menekankan konservasi air dimana penggunaan air 90% lebih sedikit daripada kebun sayur konvensional dan 97% lebih sedikit air dibandingkan dengan metode akuakultur standar. Lebih lanjut dijelaskan bahwa sistem resirkulasi tidak dibuang ke daerah aliran sungai. Oleh karena itu, akuaponik merupakan metode pertanian berkelanjutan yang dapat diaplikasikan ke berbagai lahan yang lebih efisien (Lennard and Goddek, 2019). Karena sistem ini dapat dibangun di hampir semua skala dan dirancang agar sesuai dengan semua ruang.

13.2 Komoditas Akuaponik

14.2.1 Jenis Ikan Akuaponik

Berbagai jenis ikan yang dapat dibudidayakan dalam sistem akuaponik meliputi ikan air tawar, herbivora atau omnivora. Berikut adalah jenis ikan yang dapat dijadikan sebagai komoditas budidaya sistem akuaponik:

1. Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ideal untuk sistem aquaponik skala besar, mudah dalam pemeliharaan, kisaran suhu optimal antara 25-30 °C, pertumbuhan cepat, dapat dipanen untuk dimakan dan merupakan primadona sumber protein.



Gambar 14.2. Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Sumber: fishbase.org

2. Lele (*Clarias* sp)

Ikan jenis ini sangat ideal untuk sistem akuaponik skala besar. Ikan jenis ini mudah untuk dipelihara dilahan dan sumber air yang terbatas bahkan dengan padat tebar yang tinggi, pertumbuhannya relatif cepat, tahan terhadap perubahan lingkungan, *disease resistance* dan parasit. Beberapa jenis ikan lele yang dapat dijadikan pilihan untuk akuaponik adalah lele dumbo, lele sangkuriang, mandalika dan lele Mutiara.



Gambar 14.3. Lele (*Clarias* sp)

Sumber: fishbase.org

3. Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Ikan jenis ini merupakan ikan air tawar yang dapat hidup pada suhu 20°C-30°C, pH 7-8. Ikan ini adalah ikan omnivora. Secara teknis sangat mudah dibudidayakan dan resistan terhadap penyakit pemeliharaan dapat dilakukan 3-4 bulan. Beberapa jenis ikan mas yang dapat dijadikan sebagai komoditas akuaponik adalah ikan mas sinyonya, majalaya, merah dan Taiwan.



Gambar 14.4 Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Sumber: floridadmuseum.ufl.edu

4. Gurami

Komoditas ikan air tawar ini merupakan ikan konsumsi asli Indonesia. Gurami dapat tumbuh dengan optimal pada suhu 24°C -28°C. Ikan ini juga termasuk ikan yang cukup mudah untuk dibudidayakan dan tahan terhadap perubahan lingkungan. Ikan ini juga dikenal sebagai ikan omnivora. Beberapa jenis yang direkomendasikan untuk dibudidayakan adalah gurami soang, porselin, kapas dan jenis gurami lainnya. Untuk mencapai ukuran konsumsi dibutuhkan sekitar 4 bulan masa pemeliharaan.



Gambar 14.5. Gurami (*Osphronemus goramy* Lacepède, 1801). Sumber: fishbase.org

5. Bawal

Adapun jenis ikan bawal yang ideal untuk sistem akuaponik adalah bawal air tawar *Colossoma macropomum*. Ikan jenis ini biasanya hidup pada perairan yang memiliki pH 5-6 dan suhu optimal untuk pertumbuhan ikan ini pada kisaran 22°C-28°C. Ditinjau dari kebiasaan makan, ikan bawal termasuk kedalam ikan omnivora, walaupun pada stadia benih ikan bawal memiliki kecenderungan bersifat karnivora. Lama pemeliharaan sampai mencapai ukuran konsumsi adalah 4-6 bulan.



Gambar 14.6 Bawal (*Colossoma macropomum*)
Sumber: fishbase.org

14.2.2 Jenis tanaman akuaponik

Dalam pemilihan spesies tanaman untuk akuaponik, perlu dilakukan penyesuaian padat tebar ikan dan konsentrasi nutrisi yang diperoleh dari limbah akuakultur. Dalam akuaponik, berbagai jenis sayuran dan tanaman berdaun dapat ditanam seperti bayam, tomat, okra, selada, kangkong, kemangi, mentimun dan capsicum (Salam *et al.*, 2014). Jenis-jenis sayuran tersebut memiliki kebutuhan nutrisi yang rendah hingga sedang dan dapat beradaptasi dengan baik pada sistem akuaponik.

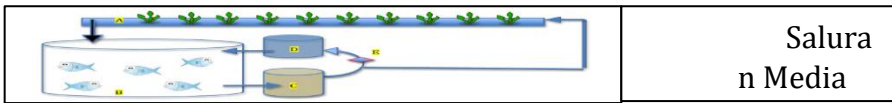
14.2 Sistem Akuaponik

Terdapat beberapa komponen yang perlu dipersiapkan sebelum memulai dalam merangkai akuaponik. Berikut adalah daftar komponen yang dibutuhkan pada sistem akuaponik:

1. Tempat pemeliharaan (Grow tray)
2. Akuarium/tong plastic, kolam fiber atau lainnya
3. Media tumbuh tanaman (growing media) dan net pots
4. Pipa (plumbing)
5. Filter Biofilter
6. Filter Mekanis
7. Lampu
8. Pompa air
9. Aerator (air diffuser)

14.3.1 Nutrient Film Technique

Nutrient Film Technique (NFT) adalah teknik paling banyak digunakan dalam hidroponik dan mudah diadaptasi ke dalam sistem akuaponik. Dengan metode ini, lapisan tipis air yang mengandung nutrisi terlarut dari kolam pemeliharaan ikan dipompa melalui saluran air yang melewati akar tanaman. Kedalaman aliran resirkulasi sangat dangkal sehingga memungkinkan suplai oksigen yang melimpah mencapai akar tanaman (Rakocy, 1999).



Gambar 14.7 Nutrient Film Technique (NFT)
Sumber: www.ecolifeconservation.org



Gambar 14.8 Akar tanaman pada media NFT
Sumber: gogreenaquaponics.com

Kelebihan dari metode NFT ini adalah aliran air yang konstan, mudah dalam pemanenan, evaporasi air sangat kurang, tidak membutuhkan volume air dalam jumlah yang banyak, tanaman akuaponik dapat ditempatkan pada pemeliharaan *rooftop*. Disamping kelebihan yang dimiliki, terdapat beberapa kekurangan biofilter harus diinstalasi secara terpisah dan

dikarenakan jumlah air yang sedikit, kemungkinan penurunan kualitas air juga sangat tinggi.

Tabel 14.1 Prosedur praktis *Nutrient Film Technique* pada akuaponik

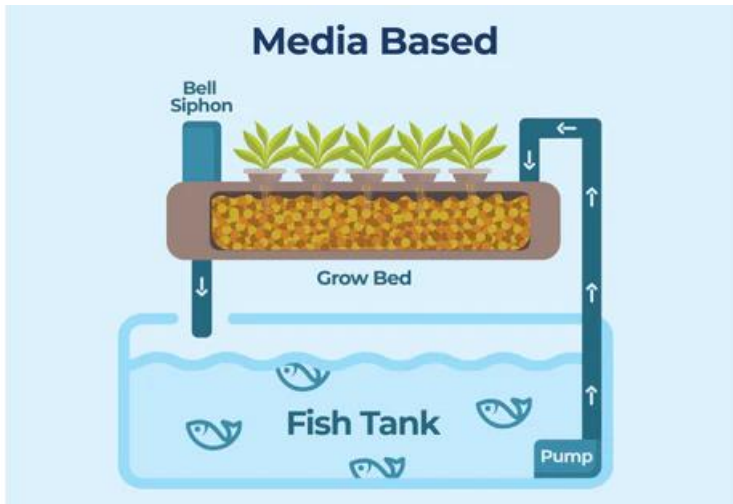
Prosedur NFT pada akuaponik	
Karakteristik substrat	Saluran dapat terbuat dari bahan plastik pra-fabrikasi, talang air hujan, atau pipa PVC. Sebaiknya pipanya berwarna putih. Hal ini dikarenakan warna putih dapat memantulkan cahaya dan menjaga bagian dalam saluran air tetap dalam kondisi dingin
Desain	Saluran dapat berbentuk persegi atau bundar dengan diameter yang sesuai dengan ukuran akar tanaman (7.5 cm). Sebaiknya Panjang saluran pemeliharaan tidak lebih dari 12 m. Dibutuhkan filter fisik serta aerasi yang kuat
Padat tebar	Pada tebar tinggi dapat diberikan dengan kepadatan 60kg/m ³ . Namun, pada kepadatan ini dibutuhkan filter fisik dan biologi. Jarak tanam tanaman adalah minimal 21 cm.
Manajemen <i>water flow</i>	Lama Retensi air media adalah 1-4 jam
Pemeliharaan	Saluran harus dibersihkan setiap kali setelah dilakukan panen untuk menghindari penyumbatan

Sumber: (Hager *et al.*, 2021)

14.3.2 Media based aquaponic system

Sistem ini berbasis media tanam untuk sistem aquaponik skala kecil. Tipe akuaponik ini memanfaatkan *grow bed* berupa wadah berisi media tumbuh seperti kerikil, batu, atau kerikil tanah liat) untuk menanam tanaman (A. S. Oladimeji *et al.*, 2020).

Tanaman dapat mengakses nutrisi dari media pemeliharaan ikan melalui saluran air yang terhubung dan selanjutnya dialirkan kembali ke media pemeliharaan ikan (Gambar 14.4).



Gambar 14.9 Desain Grow Bed Akuaponik
Sumber: gogreenaquaponics.com

Semua limbah diuraikan pada media tumbuh yang tersedia. Penambahan cacing dapat dilakukan untuk membantu proses penguraian limbah. Tipe akuaponik ini tidak membutuhkan banyak komponen bahkan filter tambahan sekalipun, sehingga biaya yang dibutuhkan jauh lebih murah. Namun, produksinya lebih rendah dibandingkan jenis lainnya karena ruang tumbuhnya yang terbatas.

Tabel 14. 2 Prosedur pemeliharaan dengan media based

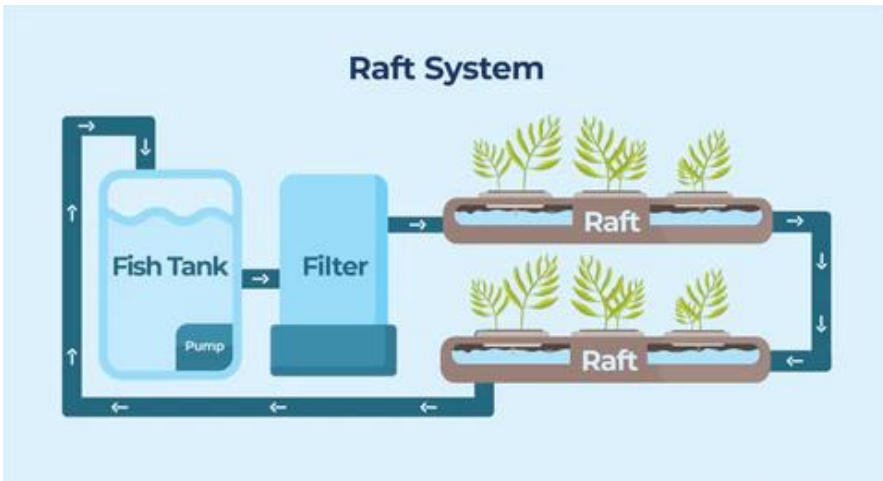
Prosedur Pemeliharaan Media Based pada Sistem Akuaponik	
Karakteristik Substrat	Porous untuk meningkatkan oksigen terlarut dan retensi air Mudah dalam penanganan dan Murah
Desain	Media tanaman harus sedalam 30 cm Ketinggian air sebaiknya 2 inci di bawah permukaan media untuk mencegah alga tumbuh di permukaan media Rasio 1:1 volume media pemeliharaan ikan dengan volume hamparan tanaman untuk desain sederhana Rasio 2:1 atau 3:1 dapat dicapai dengan penambahan media tanam
Padat tebar	Kepadatan yang rendah Pemasangan filter fisik secara terpisah untuk meningkatkan padat tebar
Managemen <i>water flow</i>	Air pada kolam pemeliharaan senantiasa harus dialirkan setiap saat.
Pemeliharaan	Pembersihan perlu dilakukan secara berkala untuk menghilangkan padatan yang terperangkap dalam <i>grow bed</i>

Sumber: (Hager *et al.*, 2021)

Tipe akuaponik ini memiliki kelebihan media (bed) berfungsi sebagai substrat untuk bakteri nitrifikasi dan menjadi habitat untuk banyak mikroflora. Selain itu, media (bed) pemeliharaan menjadi filter air. Namun demikian, tipe akuaponik ini juga sulit dalam pemeliharaan dan pembersihan. Terkadang terjadi penyumbatan sehingga menyebabkan tidak efektif dan efisien dalam distribusi air dan nutrisi dalam air, membutuhkan sarana yang cukup banyak.

14.3.3 Raft Deep Water Culture

Raft atau *Deep Water Culture* (DWC) adalah teknik ini diketahui sering diaplikasikan untuk akuaponik komersial berskala besar. Dengan teknik ini, tanaman ditanam pada rakit berlubang, biasanya terbuat dari styrofoam atau bahan apung serupa, yang mengapung di tangki air khusus. Akar tanaman selalu berada di dalam air. Metode ini dianggap yang sangat produktif. Namun demikian, membutuhkan aerasi yang baik dan filtrasi intensif untuk menjaga air tetap bersih dari limbah padat. Kelebihan tipe akuaponik ini adalah evaporasi air media sangat kurang, lebih mudah dalam pemeliharaan. Namun, tipe ini juga memiliki kekurangan yang meliputi perlu penambahan biofilter secara terpisah, membutuhkan volume air yang banyak, membutuhkan peralatan yang lebih banyak (Holmes *et al.*, 2019).



Gambar 14.10. Desain Akuaponik *Raft System*

Sumber: gogreenaquaponics.com

Tabel 14.3 Prosedur *Deep water culture* pada akuaponik

Prosedur Deep Water Culture	
Karakteristik Substrat	Umumnya metode rakit ini terbuat dari plastic HDPE dan media tanamnya harus tertutup untuk menghindari fluktuasi suhu pada sistem Rafts
Desain	Beds sebaiknya pada kedalaman 30 cm lebar bed dapat bervariasi filter fisik dan aerator perlu ditambahkan pada sistem ini
Padat tebar	Padat tebar tinggi dapat dilakukan dengan penambahan filter fisik dan biologion <i>Fish stocking density</i> tidak dianjurkan lebih dari 60 kg/m ³ Pemberian pakan antara 1-3% dari bobot tubuh per hari
Manajemen <i>water flow</i>	Air pada kolam pemeliharaan senantiasa harus dialirkan setiap saat.
Pemeliharaan	Padatan tersuspensi yang halus dapat terakumulasi pada filter sehingga diperlukan pembersihan setiap minggu

Sumber: (Hager *et al.*, 2021)

14.3 Filter Air

Penyaringan biologis atau biofiltrasi adalah yang paling penting untuk menyediakan kualitas air yang layak, dan meningkatkan pertumbuhan dari ikan. Dalam biofiltrasi, terjadi secara alami aerobik bakteri mengubah amonia beracun (NH₃) yang dihasilkan oleh ikan, feses, sisa pakan, dan tanaman mati menjadi nitrit dan nitrat yang relatif tidak beracun (Nelson, 2017). Biofiltrasi dapat diaplikasikan ke dalam beberapa cara dalam sistem ini, tetapi semua bekerja prinsip yang sama dimana memindahkan air beroksigen dan sisa organik ke tempat dimana

nitrifikasi bakteri berkolonisasi. Salah satu jenis bakteri, *Nitrosomonas*, mengubah amonia menjadi nitrit, kemudian jenis bakteri kedua, *Nitrospira*, mengubah nitrit itu menjadi nitrat dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Kasozi *et al.*, 2021).

Filtrasi mekanis adalah penyaringan limbah padat sebelum dipecah oleh proses biologis. Hal ini dapat dilakukan dengan mengalirkan air melalui bahan seperti spon busa, filter bag, atau penghalang sintetik lainnya, yang memerangkap padatan tersuspensi. Penyaringan padatan organik secara manual menguntungkan bagi bakteri dalam proses mineralisasi dan nitrifikasi. Apabila terdapat terlalu banyak limbah padat, limbah organik lainnya dalam sistem akuaponik maka dapat menyebabkan penurunan kualitas air

14.4 Parameter Kualitas Air

Memahami kimia air dalam akuaponik sangat penting untuk menyediakan kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan ikan, tanaman, dan bakteri. Dengan membudidayakan ikan dalam sistem resirkulasi, semua parameter pembatas yang memengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan organisme akuaponik seperti suhu, oksigen, pH, dan kejernihan air perlu diperhatikan. Seperti semua organisme, yang dibudidayakan dalam sistem akuaponik memiliki kisaran optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Namun, terdapat perbedaan kisaran kualitas air yang optimal untuk setiap organisme (Tabel 14.1).

Tabel 14.4 Rekomendasi parameter kualitas air untuk akuaponik

Organisme	Suhu (°C)	pH	Amonia (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	DO (mg/L)
Ikan tropis	22 – 32	6-8.5	<3	<1	<400	4-6
Ikan perairan dingin	10 – 18	6-8.5	<1	<0.1	<400	6-8
Tanaman	16 – 30	5.5-7.5	<30	<1	<250	>3
Bakteri	14 – 34	6-8.5	<3	<1	-	4-8
Rekomendasi untuk akuaponik	18 – 30	6-7	<1	<1	<150	5-8

Sumber: Somerville *et al.*, (2014)

Parameter kualitas air sangat mempengaruhi laju nitrifikasi. Parameter suhu untuk pertumbuhan optimal bakteri nitrifikasi berkisar 25°C-30°C. Laju pertumbuhan akan mengalami penurunan sebesar 50% ketika suhu diturunkan dari optimal menjadi 18 °C. Aktivitas nitrifikasi berhenti suhu berada padad 0°C atau di atas 49°C. Nitrobacter pada dasarnya kurang toleran terhadap suhu rendah dibandingkan Nitrosomonas. Oleh karena itu, pada suhu air yang rendah perlu dilakukan monitoring terkait akumulasi nitrit. Pada parameter lainnya seperti pH, bakteri Nitrosomonas bekerja dengan baik pada kisaran pH 7,8-8,0. Sedangkan bakteri Nitrobacter bekerja dengan optimal pada kisaran pH 7,3-7,5. Pertumbuhan bakteri Nitrosomonas akan terhambat pada pH di bawah 6,5. Bahkan semua aktivitas nitrifikasi terhambat, apabila pH berada pada 6,0 atau kurang dari nilai tersebut. Perlu dicatat bahwa pH optimum untuk ketersediaan nutrisi tanaman pada sistem ini adalah antara 5,5-6,5. Pada sistem akuaponik sangat disarankan untuk mempertahankan pH netral (7,0). Selain itu, bakteri nitrifikasi bersifat aerobik dan aktivitasnya sangat dipengaruhi oleh oksigen terlarut. Pada saturasi 80%, tingkat nitrifikasi maksimum dapat diperoleh. Akan tetapi, nitrifikasi akan terhambat, jika konsentrasi oksigen terlarut berada pada 2,0 mg/L atau kurang dari nilai tersebut. Sebagai catatan, bahwa aktivitas bakteri nitrobacter lebih kuat dipengaruhi oleh oksigen terlarut rendah daripada Nitrosomonas.

Berikut ini adalah beberapa masalah yang sering dijumpai pada sistem akuaponik:

1. Rendahnya pH (dibawah 6.0)
Tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan calcium hydroxide, calcium carbonate, potassium hydroxide or potassium carbonate. Pada saat proses ini, pemberian pakan dikurangi;
2. Rendah alkalinitas
Melakukan penambahan kalsium karbonat dan potassium karbonat
3. Kadar amonia tinggi
Tindakan koreksi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pergantian air sebanyak 20%, memeriksa padatan tersuspensi pada filter serta memastikan filter biologi bekerja dengan baik;
4. Kadar nitrit tinggi
Mengurangi pemberian pakan dan melakukan pergantian air 20% serta memeriksa dan memastikan filter biologi bekerja dengan baik
5. Rendahnya kadar oksigen terlarut (dibawah 5 mg/L)
Tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan aerasi, mengurangi pemberian pakan sampai oksigen terlarut kembali normal;
6. Kadar nitrat tinggi
Mengurangi pemberian pakan, dan menambah jumlah tanaman

DAFTAR PUSTAKA

- FAO (2017) 'a Tool for Fishery Statistics Analysis', *FAO Fisheries and Aquaculture Department, FIPS-Statistics and information: Rome, Italy*.
- Hager, J. *et al.* (2021) *A Practical Handbook for Growers AQUAPONICS Production Manual*.
- Holmes, S. C. *et al.* (2019) 'Selection of heat tolerant lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars grown in deep water culture and their marketability', *Horticulturae*, 5(3), p. 50.
- Kasozi, N. *et al.* (2021) 'The complex microbiome in aquaponics: significance of the bacterial ecosystem', *Annals of Microbiology*, 71(1), pp. 1–13.
- Khanal, S. K. (2023) *Nitrogen Transformations in Aquaponic Systems*,
<https://www2.hawaii.edu/~khanal/aquaponics/nitrogen.html>.
- Lennard, W. and Goddek, S. (2019) 'Aquaponics: the basics', *Aquaponics food production systems*, pp. 113–143.
- Mathesius, U. (2022) 'Are legumes different? Origins and consequences of evolving nitrogen fixing symbioses', *Journal of Plant Physiology*, p. 153765.
- Nelson, R. L. (2017) 'Aquaponics', *Tilapia in Intensive Co-culture*, pp. 246–260.
- Oladimeji, A. S. *et al.* (2020) 'Effects of different growth media on water quality and plant yield in a catfish-pumpkin aquaponics system', *Journal of King Saud University-Science*, 32(1), pp. 60–66.
- Oladimeji, S. A. *et al.* (2020) 'Aquaponics production of catfish and pumpkin: Comparison with conventional production systems', *Food science & nutrition*, 8(5), pp. 2307–2315.

- Rains, S. and Whitworth, B. (2018) 'A Better Way of Farming: Building an aquaponics system in the classroom', *Science teacher (Normal, Ill.)*, 86, pp. 40–45. doi: 10.2505/4/tst18_086_03_40.
- Rakocy, J. (1999) 'Aquaculture engineering- The status of aquaponics, part 1', *Aquaculture magazine*, 25(4), pp. 83–88.
- Salam, M. A. *et al.* (2014) 'Feasibility of tomato production in aquaponic system using different substrates', *Progressive Agriculture*, 25, pp. 54–62.
- Somerville, C. *et al.* (2014) 'Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming', *FAO Fisheries and aquaculture technical paper*, (589), p. I.
- Tyson, R. V, Treadwell, D. D. and Simonne, E. H. (2011) 'Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems', *HortTechnology*, 21(1), pp. 6–13.
- Wei, Y. *et al.* (2019) 'Equipment and Intelligent Control System in Aquaponics: A Review', *IEEE Access*, 7, pp. 169306–169326. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2953491.

BIODATA PENULIS



Alexander Burhani Marda, S.Pi., M.Si
Dosen Program Studi Budidaya Perairan
Fakultas Pertanian Universitas Antakusuma

Penulis lahir di Kota Medan pada tanggal 17 Juli 1989. Tamatan Madrasah Aliyah Al-Zaytun ini menempuh gelar Magister pada Jurusan Ilmu Akuakultur, Insitut Pertanian Bogor. Setelah lulus pada tahun 2015 pria ini sempat melakukan wiraswasta dan menjadi Sekretaris Desa selama 2 tahun. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian Universitas Antakusuma dan aktif dalam melakukan kegiatan tridarma yaitu pengajaran, penelitian dan pengabdian. Saat ini, ayah dari dua anak ini diberikan kepercayaan sebagai Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Antakusuma. Sejak tahun 2023 telah menulis buku yaitu: Buku Budidaya tanaman kopi dan olahannya untuk kesehatan, Buku Budidaya udang windu, Buku Kiat agribisnis rumput laut dan Buku Nutrisi dan penyakit ikan.

BIODATA PENULIS



Dr. Iswahyudi, S.P., M.Si

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Samudra

Penulis lahir di Bireuen Provinsi Aceh pada tanggal 2 Juni 1979. Anak dari Abi (Alm) Ismail Ahmad dan Umi Saidar H. Abubakar. Penulis menikah dengan Nurlailita, SP., M.Si dan memiliki seorang putra yang bernama Muhammad Eijaz Siddiq.

Saat ini penulis bekerja sebagai dosen di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Samudra. Jenjang pendidikan yang penulis tempuh sebagai berikut:

1. Madrasah Ibtidaiyyah (MI) Almakmuriyyah Jakarta Selatan (1986-1992);
2. Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 163 Jakarta Selatan (1992-1995);
3. Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 5 Jakarta Timur (1995-1998);
4. Sarjana Pertanian/S-1, Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiahkuala (1998-2004);
5. Magister Sains/S2, Program Studi Ilmu Tanah, Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor (2004-2008);
6. Program Doktor/S3, Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana IPB Bogor (2013-2019).

Penulis aktif pada riset tentang ekosistem gambut dan ekosistem mangrove. Selain itu penulis juga terlibat dalam tim Penyusun Dokumen Lingkungan (UKL-UPL, AMDAL) untuk proyek-proyek yang bersumberdana dari pemerintah maupun dari pihak swasta.

BIODATA PENULIS



Nur Fajriani Nursida, S.Pi., M.Si

Dosen Program Studi Teknologi Budi Daya Perikanan
Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan

Penulis lahir di Makassar tanggal 8 Februari 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Budi Daya Perikanan Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan. Menyelesaikan studi jenjang S1 pada program studi Budidaya Perairan Universitas Hasanuddin kemudian melanjutkan studi jenjang S2 pada program studi Ilmu Perikanan Di Universitas Hasanuddin.

Penulis juga mengajar pada mata kuliah rekayasa akuakultur, dasar- dasar akuakultur, manajemen akuakultur tawar dan manajemen akuakultur payau di Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa juga pernah mengampu mata kuliah fisiologi hewan air di Univertitas Muhammadiyah Luwuk. Pernah bergabung dalam tim penyusun modul pengembangan keprofesian bidang kelautan perikanan. juga sebagai tenaga ahli perikanan dalam penyusunan dokumen rencana zonasi wilayah. Saat ini penulis aktif dalam melaksanakan tridharma dan menulis beberapa artikel karya ilmiah juga hak cipta sederhana.

BIODATA PENULIS



Dr. Muhamad Nur, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Budidaya Perairan
Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Palattae, Bone, Sulawesi Selatan pada tanggal 24 Desember 1990. Pendidikan yang pernah ditempuh yaitu: S1 Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Hasanuddin (2009-2013), S2 Ilmu Perikanan, Universitas Hasanuddin (2013-2015), S3 Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Institut Pertanian Bogor (2017-2020). Saat ini menjabat sebagai Dosen pada Program Studi Budidaya Perairan (Akuakultur) Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat. Saat ini Penulis juga menjabat sebagai Kepala UPT Laboratorium Terpadu Universitas Sulawesi Barat. Bidang kajian yang digeluti yaitu ekobiologi ikan, iktiologi dan konservasi sumberdaya ikan.

BIODATA PENULIS



Dwi Septiani Putri, S.Pi, M.Si

Dosen Program Studi Budidaya Perairan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Maritim Raja Ali Haji

Penulis lahir di Dabo Singkep, Kabupaten Lingga Provinsi Kepulauan Riau pada tanggal 10 September 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Kepulauan Riau. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Perikanan Program Studi Budidaya Perairan dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Perikanan di Universitas Hasanuddin, Makassar. Penulis sekarang aktif mengajar pada mata kuliah Nutrisi dan Teknologi Pakan Ikan, Marikultur dan Teknologi Pengolahan Limbah Akuakultur

BIODATA PENULIS



Tholibah Mujtahidah, S.Pi., M.P.
Dosen Program Studi Akuakultur
Fakultas Pertanian Universitas Tidar

Penulis lahir di Probolinggo tanggal 3 Mei 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian, Universitas Tidar. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Program Studi Budidaya Perairan dan melanjutkan S2 juga pada Program Studi dan keilmuan yang sama, pendidikan S1 dan S2 diselesaikan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Penulis aktif dalam kegiatan menulis. Beberapa publikasi buku yang telah terbit diantaranya pengantar bioteknologi, budidaya perikanan dan kiat agribisnis rumput laut. Selain itu, penulis juga aktif dalam kolaborasi penelitian mengenai bioekologi dan domestikasi iktiofauna lokal serta publikasi jurnal dalam ruang lingkup budidaya perairan.

BIODATA PENULIS



Muhammad Subhan Hamka, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Budidaya Perikanan Air Tawar
Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong

Penulis lahir di Tonasa, Pangkajene dan Kepulauan, 2 Agustus 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Budidaya Perikanan Air Tawar Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong, Bengkulu. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Hasanuddin dan melanjutkan S2 pada Departemen Budidaya Perairan, Program Studi Ilmu Akuakultur, Institut Pertanian Bogor.

Melalui buku ini penulis berupaya mengelaborasi hasil-hasil penelitian terkait debit air dan cara perhitungannya pada akuakultur yang telah dilakukan untuk memperkaya sumber belajar bagi pembaca.

BIODATA PENULIS



Muh. Azril, S.S.T.Pi, M.Sc.

Dosen Program Studi Akuakultur

Fakultas Pertanian Universitas Tidar - Magelang

Penulis lahir di Pamol Estate (Malaysia) tanggal 17 Oktober 1991. Penulis yang kerap disapa Azril ini adalah anak dari pasangan Deling (ayah) dan Ernawati (ibu). Istri penulis bernama Rianti Novtasari dan telah dikarunia seorang putra bernama Muhammad Mu'adz Zaidan Azril. Penulis berasal dari Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan yang kini merantau menjadi dosen tetap pada Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian, Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah sejak Tahun 2022 hingga sekarang. Tahun 2013 penulis menyelesaikan pendidikan Diploma VI dan meraih gelar Sarjana Sains Terapan Perikanan (S.S.T.Pi) pada Jurusan Penyuluhan Perikanan di Sekolah Tinggi Perikanan (STP) Jakarta dan Tahun 2019 penulis menyelesaikan pendidikan Master dan meraih gelar *Master of Science* (M.Sc) in Aquaculture and Marine Resource Management di Wageningen University and Reserach (WUR) The Netherlands. Penulis memiliki pengalaman kerja sebagai Penyuluh Perikanan di Dinas Perikanan Kabupaten Bekasi, Jawa Barat pada Tahun 2013. Penulis juga pernah bekerja sebagai pegawai tidak tetap di

Sekolah Tinggi Perikanan (STP), Jakarta pada Tahun 2014-2015, dan sebagai *Aquaculture Specialist* di sebuah Yayasan *World Wildlife for Fund* (WWF) Indonesia pada Tahun 2020-2021. Pengalaman kerja lainnya adalah sebagai *Manager Area* di salah satu *startup* perikanan Indonesia bernama PT. Aruna Jaya Nuswantara pada Tahun 2021-2022. Sejak Tahun 2022 hingga saat ini, penulis juga menjadi bagian dari Yayasan BLUE SEED Indonesia yang fokus pada kegiatan konservasi lingkungan. Buku ini merupakan debut kedua penulis selama berkarir menjadi dosen sejak bulan Mei 2022. Sebelumnya, saat baru menekuni bidang sebagai dosen, penulis menelurkan buku pertama yang berjudul Pengantar Ilmu Kelautan dan Perikanan sebagai penulis pertama. Kedepannya, penulis sangat berharap dapat terus menulis banyak buku agar dapat menjadi pilihan bahan referensi bagi pembaca dan menyebarkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh dalam bentuk buku.

BIODATA PENULIS



Firmansyah Bin Abd Jabbar

Dosen Program Studi Budidaya Perairan
Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Sabah tanggal 11 Juni 1988. Penulis saat ini adalah dosen tetap pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat dan aktif sebagai peneliti dan penulis. Penulis menyelesaikan pendidikan Magister di Curtin University of Technology, Perth Australia Barat pada Program Studi *Sustainable Aquaculture*, Department of Agriculture and Environment, Faculty of Science and Engineering dan lulus tahun 2016. Penulis menjalankan tridharma perguruan tinggi dengan fokus mengajar, meneliti dan melaksanakan pengabdian kepada masyarakat.

BIODATA PENULIS



Nurfitiri Rahim, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Akuakultur

Fakultas Sains Terapan Universitas Pendidikan Muhammadiyah
Sorong

Penulis lahir di Mandalle tanggal 10 April 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Akuakultur Fakultas Sains dan Terapan, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Perairan pada Universitas Bosowa dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Perikanan universitas Hasanuddin pada tahun 2017. Penulis menekuni bidang perikanan sejak 2010 hingga saat ini dan telah melakukan penelitian dan publikasi berkaitan dengan ilmu perikanan.

BIODATA PENULIS



Sri Wahyuni Firman, S.Pi, M.Si

Dosen Program Studi Akuakultur
Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

Penulis lahir di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan tanggal 06 Mei 1992. Riwayat pendidikan penulis, menyelesaikan Sekolah Dasar di SDN 19 Tamarupa Pangkep Tahun 2004, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 03 Sinjai Utara Tahun 2007, Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 05 Makassar Tahun 2010. Pada tahun 2014 penulis menyelesaikan Sarjana (S1) dibidang Budidaya Perairan, Universitas Hasanuddin dan tahun 2019 mendapat gelar magister (S2) dibidang ilmu Akuakultur, Institut Pertanian Bogor. Penulis merupakan dosen tetap program studi Akuakultur Fakultas Sains Terapan Universitas Pendidikan Muhammadiyah UNIMUDA Sorong sejak tahun 2020.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail.
sriwahyunifirman@gmail.com

BIODATA PENULIS



Tina Purnamasari, S. Pi., M. Si

Dosen Program Studi Budidaya Ikan Politeknik Seruyan
Kabupaten Seruyan Kalimantan Tengah

Penulis lahir di Sidodadi, pada tanggal 01 September 1993. Wanita yang sering disapa Tina ini merupakan lulusan Strata 1 di Program Studi Budidaya Periran Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penulis meneruskan studinya di Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Ilmu Akuakultur fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Penulis setelah lulus menjadi Dosen Luar Biasa di Universitas PGRI Palembang dan Politeknik Kepulauan Simeulue hingga saat ini dan menjadi Dosen Tetap Politeknik Seruyan. Buku yang ditulis ini merupakan buku kedua yang penulis tulis, sehingga diharapkan menjadi langkah awal yang baik menulis ataupun menciptakan karya-karya lain yang bermanfaat bagi pembaca.

BIODATA PENULIS



Aldy Mulyadin, S.Pi, M.Si

Dosen Program Studi Teknologi Budi Daya Perikanan
Jurusan Budidaya Perikanan Politeknik Pertanian Negeri
Pangkajene Kepulauan

Penulis lahir di Bantaeng, 17 Mei 1987. Latar belakang pendidikan penulis yaitu Diploma III (D-3) Program studi Budidaya Perikanan Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan dan melanjutkan ke jenjang Sarjana (S-1) Program studi Budidaya Perairan di Universitas Muslim Indonesia serta menamatkan program magister (S-2) pada Program Studi Ilmu Akuakultur di Institut Pertanian Bogor. Saat ini penulis tercatat sebagai tenaga pengajar pada Program Studi Teknologi Budi Daya Perikanan, Jurusan Budidaya Perikanan Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan.

Email: aldymulyadin@polipangkep.ac.id