

**OPTIMASI PENGELOLAAN
TAMBAK WANAMINA (*SILVOFISHERY*)
DI KAWASAN PESISIR KABUPATEN SINJAI**

ABDUL HARIS SAMBU



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2013**

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Optimasi Pengelolaan Tambak Wanamina (*Silvofishery*) di Kawasan Pesisir Kabupaten Sinjai Provinsi Sulawesi Selatan” adalah karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun yang tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Bogor, 25 Juni 2013

Abdul Haris Sambu
NRP. C262080051

ABSTRACT

ABDUL HARIS SAMBU. Optimization of the Silvofishery Pond Management in Coastal Area of Sinjai District, South Sulawesi Province supervised by ARIO DAMAR as chairman of commission, DIETRICH G.BENGEN and FREDINAN YULIANDA each as members of commission.

The experiment was conducted in Urban Village of Samataring and Tongke Tongke Village, Sinjai Eastern Sub-district in Sinjai District from January to December 2011. The purpose of the study: (1) to analyze the carrying capacity of mangrove ecosystems for Silvofishery management, (2) to analyze the feasibility of shrimp and fish culture for Silvofishery management, (3) to analyze the correlation between the increased of mangrove ratio with increasing of aquaculture production and benefit value of mangrove ecosystem, and (4) to assess the optimal ratios between mangrove and fishpond for silvofishery management. Analysis method in this research were (1) carrying capacity analysis, (2) benefit cost ratio analysis, (3) correlation analysis, and (4) multi criterium of decision making analysis. The results of this study are as follows: (1) the analysis of the carrying capacity of mangrove ecosystem for Silvofishery management shows that ecologically optimum ratio was 40% mangrove and 60% ponds, (2) the analysis results of feasibility of shrimp and fish culture for Silvofishery management showed that all ratio worth the effort, because value Benefit Cost Ratio > 1. (3) the analysis results in correlation between the increasing of mangrove ratio with the Silvofishery fishpond shows : correlation of main culture is 0.99 and the yield regression equation was $Y=17.6-0.182X$, correlation of side culture was 0.99 and regression equation was $Y=0.479+0.033X$, and benefit value of correlation was 0.98 and regression equation $Y=-0.347+0.520X$ and (4) results of optimization analysis combining with ecological and economical criteria indicated that the optimal ratio was 60% mangrove and 40% pond.

Key words: Carrying capacity, business feasibility, correlation and optimization.

RINGKASAN

ABDUL HARIS SAMBU, Optimasi Pengelolaan Tambak Wanamina (*Silvofishery*) di Kawasan Pesisir Kabupaten Sinjai, Provinsi Sulawesi Selatan Dibimbing oleh **ARIO DAMAR**, **DIETRIECH G. BENGEN** dan **FREDINAN YULIANDA**.

Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke Kecamatan Sinjai Timur mempunyai potensi ekosistem mangrove Kelurahan Samataring seluas 288,50 ha dan Desa Tongke Tongke seluas 350,50 ha sehingga total ekosistem mangrove pada kedua desa dan kelurahan mencapai luas 639,00 ha atau 47,28% dari total luas ekosistem mangrove yang dimiliki Kabupaten Sinjai yaitu seluas 1.351,50 ha. Agar keberadaan ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai tetap optimal dan berkelanjutan, maka perlu dibuat suatu konsep pengelolaan yang menyeimbangkan antara upaya pelestarian dan pemanfaatan. Salah satu konsep pengelolaan ekosistem mangrove untuk mewujudkan optimal dan berkelanjutan adalah model *silvofishery* yaitu suatu pendekatan yang memadukan dan mensinergikan aspek ekologi yang berorientasi pada pelestarian dan aspek ekonomi yang berorientasi pada pemanfaatan. Penentuan persentase rasio mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* memerlukan analisis dan pengkajian untuk mendapatkan nilai optimal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) menganalisis seberapa besar daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery*, (2) menganalisis kelayakan usaha bagi pengelolaan *silvofishery*, (3) menganalisis korelasi antara persentase luas ekosistem mangrove per rasio tambak *silvofishery* dengan peningkatan produksi perikanan budidaya dan hasil tangkapan perikanan pesisir, dan (4) menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*. Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke, Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai, selama satu tahun yaitu Januari sampai Desember 2011. Jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi; (1) pengukuran langsung di lapangan (*insitu*) beberapa parameter kualitas tanah dan air, pengukuran karakteristik ekosistem mangrove, dan kondisi konstruksi tambak *silvofishery*, (2) analisis kualitas tanah dan air, kandungan unsur hara yang terdapat pada serasah mangrove, dan (3) data produksi budidaya tambak *silvofishery* wawancara dengan pengelola. Sedangkan data sekunder meliputi; (1) data karakteristik petaaai dan nelayan, (2) data kepemilikan lahan mangrove dan tambak, (3) data kelembagaan petani dan pengelola hutan mangrove, dan (4) data kondisi umum perikanan Kabupaten Sinjai. Data sekunder ini bersumber dari potensi desa, Statistik Kecamatan Sinjai Timur, Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Sinjai, Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Sinjai, dan Badan Pusat Statistik Kabupaten Sinjai. Analisis data yang digunakan dalam penelitian meliputi; (1) analisis *supply* dan *demand* unsur hara, (2) analisis *benefit cost ratio*, (3) analisis *regresi*, dan (4) *Multi Criterium Decision Making Analysis* (MCDMA)

Sesuai tujuan penelitian ini maka dapat disampaikan beberapa hasil dari penelitian ini sebagai berikut: (1) daya dukung ekosistem mangrove dalam pengelolaan *silvofishery* dengan mengacu konsep *supply* dan *demand* antara

ketersediaan dan kebutuhan unsur hara untuk pertumbuhan makanan alami di tambak. Hasil analisis produksi serasah per rasio tambak *silvofishey* dan dilanjutkan analisis kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah mangrove diantaranya: bahan organik, nitrogen, fosfor, dan kalium. Keempat unsur ini yang dijadikan parameter indikator ekologi dalam menentukan daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* yang optimal. (1) daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan tambak *silvofishery* dengan mengacu konsep *supply* dan *demand* maksimal 60% mangrove, (2) hasil analisis kelayakan usaha bagi pengelolaan tambak *silvofishery* dengan kegiatan budidaya utama dan budidaya sambilan menunjukkan semua rasio layak diusahakan karena nilai *benefit cost ratio* masing masing >1 , (3) analisis korelasi antara peningkatan rasio mangrove terhadap: (a) produksi budidaya berkorelasi negatif dengan persamaan regresi $Y=17,6-0,182X$, (b) produksi budidaya sambilan berkorelasi positif dengan persamaan regresi $0,479+0,033X$, dan (c) nilai manfaat ekosistem mangrove berkorelasi positif dengan persamaan regresi $Y=0,347+0,520X$, dan (4) hasil analisis optimasi menunjukkan rasio optimal antara mangrove dan tambak dengan mengabungkan kriteria ekologi dan ekonomi dengan analisis (MCDMA) yaitu rasio 60% mangrove dan 40% tambak dengan kontribusi ekologi sebesar 56% dan ekonomi sebesar 44%.

© Hak Cipta milik IPB, Tahun 2013
Hak cipta dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumber
 - a. Pengutip hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk apapun tanpa izin IPB

**OPTIMASI PENGELOLAAN
TAMBAK WANAMINA (*SILVOFISHERY*)
DI KAWASAN PESISIR KABUPATEN SINJAI**

ABDUL HARIS SAMBU

Disertasi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor
pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIANBOGOR
BOGOR
2013**

Penguji Luar Komisi Tertutup : 1. Dr. Ir. Yusli Wardiantno, M.Sc
2. Dr. Ir. M. Mukhlis Kamal, M.Sc

Penguji Luar Komisi Terbuka : 1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Mustafa, MP
2. Dr. Ir. Sigid Hariyadi, M.Sc

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Disertasi : Optimasi Pengelolaan Tambak Wanamina (*Silvofishery*) di
Kawasan Pesisir Kabupaten Sinjai.
Nama : Abdul Haris Sambu
NRP : C262080051

Mengetahui:
Komisi Pembimbing,

Dr. Ir. Ario Damar, M.Si
Ketua

Prof. Dr. Ir. Dietrich G. Bengen, DEA
Anggota

Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc
Anggota

Mengetahui:

Ketua Program Studi Pengelolaan
Sumberdaya Pesisir dan Lautan,

Dekan Sekolah Pascasarjana
Institut Pertanian Bogor,

Prof. Dr. Ir. Mennofatria Boer, DEA

Dr. Ir. Dahrul Syah, M.Sc.Agr

Tanggal Ujian : 25 Juni 2013

Tanggal Lulus :

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala berkah dan petunjuknya, sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan penulisan disertasi sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program doktor pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, dengan Judul penelitian disertasi adalah **Optimasi Pengelolaan Tambak Wanamina (*Silvofishery*) di Kawasan Pesisir Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan**. Dengan selesainya penelitian dan penulisan disertasi ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Ibunda Halo Rahim (Almarhuma) dan Ayahanda Sambu Mangamba atas pengorbanannya menyekolahkan saya mulai sekolah dasar hingga program doktor semoga keduanya senantiasa diberikan pahala oleh Allah SWT yang tiada putus putusnya dan di akhirat kelak diberi tempat yang layak di sisi Allah SWT.

Selanjutnya penulis sampaikan terima kasih khusus yang mendalam kepada Bapak Dr. Ir. Ario Damar, M.Si. Bapak Prof. Dr. Ir. Dietrich G. Bengen, DEA. dan Bapak Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc. masing masing selaku ketua komisi dan anggota komisi pembimbing. Bapak Prof. Dr. Ir. Kadarwan Soewardi dan Bapak Prof. Dr. Ir. Cecep Koesmana, M.Sc. masing masing selaku penguji prelim tulisan dan lisan. Penulis juga sampaikan terima kasih secara institusi kepada Rektor Institut Pertanian Bogor, Dekan Sekolah Pascasarjana, Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Ketua Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Ketua Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, seluruh staf pengajar dan administrasi atas segala bantuan dan pelayanannya mulai sebagai mahasiswa baru sampai penyelesaian studi.

Ucapan yang sama penulis sampaikan kepada Koordinator Kopertis wilayah IX Sulawesi beserta stafnya, Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar beserta stafnya, Dekan Fakultas Pertanian, rekan rekan dosen dan administrasi atas segala bantuan dan perhatiannya mulai pengurusan izin belajar sampai penyelesaian studi. Penulis sampaikan secara khusus rasa haru yang mendalam kepada isteri tercinta Hj. Kasmawati Daeng Intang atas kesetiaan yang senantiasa memberikan do'a dan dorongan mulai jenjang strata satu, strata dua dan strata tiga yang bersedia menerima segala duka dan suka begitu pula kepada kedua putri tercinta Sri Batara Nurfajri Arisaputri Daeng Rilangi dan Sri Ratu Nurulnisa Arisaputri Daeng Tasabbe, segenap keluarga besar Bulukumba dan Gowa yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis secara tulus dan ikhlas menyampaikan terima kasih kepada rekan rekan mahasiswa Program Studi Sumberdaya Pesisir dan Lautan angkatan 2008, 2009 dan 2010, begitu pula mahasiswa Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar yang turut membantu penelitian ini, semoga atas segala bantuan kepada penulis dapat diberikan balasan oleh Allah SWT.

Bogor, 25 Juni 2013

Abdul Haris Sambu

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lembang, Kecamatan Kajang, Kabupaten Bulukumba pada tanggal 21 Maret 1967 sebagai putra pertama dari empat bersaudara pasangan Ayahanda Sambu Mangamba dan Ibunda Halo Rahim. Pada masa kecil dibesarkan oleh kedua orang tua di sebuah perkampungan yang bernama *Kulangnga* terletak di tengah persawahan terisolasi dari jalan raya poros Tanete Kajang dan hanya satu satunya rumah di tengah persawahan.

Penulis mulai masuk sekolah dasar pada hari Rabu tanggal 21 Januari 1978 diterima sebagai murid Sekolah Dasar Negeri Nomor 111 Kassibuta, Desa Lembang, Kecamatan Kajang tamat pada tahun 1982, masuk Sekolah Menengah Pertama Batuasang apliasi SMP Negeri Gunturu, Kecamatan Herlang tamat pada tahun 1985, selanjutnya penulis masuk Sekolah Pembangunan Pertanian Negeri Bone Jurusan Budidaya Air Payau tamat pada tahun 1988, dan langsung diterima sebagi tenaga honorer sebagai Blok Manajer dengan tugas identik Penyuluh Pertanian Lapangan pada Dinas Perikanan dan Kelautan Sulawesi Selatan dan ditugaskan di Kabupaten Pangkep sampai pada tahun 1992.

Pada tahun 1992 penulis diterima menjadi Pegawai Negeri Sipil sebagai teknisi pada Politeknik Pertanian Universitas Hasanuddin, dan pada tahun itu juga penulis melanjutkan studi strata satu pada Jurusan Sosial Ekonomi Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Cokroaminoto Makassar dan selesai pada tahun 1997, pada tahun 1998 beralih status dari teknisi menjadi dosen, dan pada tahun 2001 pindah tugas dari Politeknik Pertanian Universitas Hasanuddin ke Kopertis Wilayah IX Sulawesi dipekerjakan pada Universitas Muhammdiyah Makassar. Pada tahun 2002 penulis melanjutkan studi strata dua Jurusan Pengelolaan Laut Dangkal dan Pantai Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar dan selesai pada tahun 2004, pada tahun 2008 diterima sebagai mahasiswa program doktor pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Latutan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, dan Alhamdulillah selesai pada tahun 2013 merampungkan penelitian dan penulisan disertasi dengan judul disertasi Optimasi Pengelolaan Wanamina (*Silvofishery*) di Kawasan Pesisir Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR GAMBAR	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Kegunaan Penelitian	8
1.5. Kerangka Pemikiran	8
1.6. Kebaharuan (<i>Novelty</i>)	9
2. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Pengertian Ekosistem Mangrove	11
2.1.1. Jenis-jenis Vegetasi Mangrove	12
2.1.2. Zonasi Vegetasi Ekosistem Mangrove	12
2.1.3. Definisi Tingkat Kelestarian Mangrove	13
2.1.4. Kriteria Tingkat Kerusakan Ekosistem Mangrove	14
2.2. Fungsi Ekosistem Mangrove	14
2.2.1. Mangrove sebagai Pelindung Pantai	15
2.2.2. Pelestarian Keanekaragaman Hayati	16
2.2.3. Perikanan Tangkap	18
2.2.4. Perikanan Budidaya	18
2.2.5. Ekowisata	19
2.2.6. Manfaat lainnya	20
2.3. Keterkaitan Ekosistem Mangrove	21
2.3.1. Secara Fisik	21
2.3.2. Secara Kimiawi	22
2.3.3. Secara Biologis	23
2.4. Pemilihan Lokasi Tambak	23
2.4.1. Topografi	24
2.4.2. Elevasi	24
2.4.3. Vegetasi	25
2.4.4. Sumber Air	25
2.4.5. Jenis Tanah	25
2.4.6. Kondisi Sosial	26
2.5. Konstruksi Tambak	26
2.5.1. Pematang	26
2.5.2. Pintu	27
2.5.3. Saluran	28
2.6. Kualitas Tanah	29
2.6.1. Persyaratan Tanah	30
2.6.2. Tekstur Tanah	31
2.6.3. Reaksi Tanah	32
2.6.4. Bahan Organik	34

2.6.5.	Nitrogen (N)	35
2.6.6.	Fosfor (P)	35
2.6.7.	Kalium (K)	36
2.6.8.	Kalsium (Ca)	36
2.6.9.	Unsur Mikro	36
2.7.	Kualitas Air	37
2.7.1.	Pasang Surut	37
2.7.2.	Suhu	38
2.7.3.	Salinitas	39
2.7.4.	pH	40
2.7.5.	Oksigen Terlarut	41
2.7.6.	Kekeruhan	42
2.7.7.	Karbondioksida	44
2.7.8.	Senyawa-senyawa Beracun	45
2.8.	Penumbuhan Makanan Alami	45
2.8.1.	Klekap	45
2.8.2.	Lumut	46
2.8.3.	Plankton	47
2.8.4.	Metode Penumbuhan Makanan Alami	47
2.9.	Pengertian <i>Silvofishery</i>	48
2.9.1.	<i>Silvofishery</i>	49
2.9.2.	Jenis Usaha Perikanan	51
3.	METODE PENELITIAN	53
3.1.	Waktu dan Tempat	53
3.2.	Alur Penelitian	54
3.3.	Ruang Lingkup Penelitian	54
3.4.	Desain Penelitian	54
3.4.1.	Alat dan Bahan	56
3.4.2.	Sumber Data	56
3.4.3.	Teknik Pengambilan Data	56
3.5.	Parameter Ekologi	56
3.5.1.	Produksi Serasah	57
3.5.2.	Laju Dekomposisi Serasah	57
3.5.3.	Kualitas Serasah Mangrove	58
3.5.4.	Kualitas Tanah Tambak	58
3.5.5.	Kualitas Air Tambak	59
3.6.	Parameter Ekonomi	59
3.6.1.	Budidaya Utama	60
3.6.2.	Budidaya Sambilan	60
3.6.3.	Nilai Manfaat Ekosistem Mangrove	60
3.6.4.	Karakteristik Petani dan Nelayan	61
3.6.5.	Keadaan Lokasi	61
3.7.	Analisis Data	61
3.7.1.	Daya Dukung Ekosistem Mangrove	61
3.7.2.	Laju Dekomposisi Serasah	62
3.7.3.	Manfaat Ekosistem Mangrove	62
3.7.4.	Analisis Kelayakan Usaha	62
3.7.5.	Analisis Korelasi	64

3.7.6.	Persamaan Regresi	64
3.7.7.	Optimasi	64
4.	GAMBARAN UMUM	67
4.1.	Kondisi Geografis	67
4.2.	Potensi Pesisir	68
4.2.1.	Kelurahan Samataring	68
4.2.2.	Desa Tongke Tongke	69
4.3.	Sejarah Perkembangan Mangrove	70
4.3.1.	Status Kepemilikan	71
4.3.2.	Status Kelembagaan	71
4.4.	Potensi Pertambakan	72
4.4.1.	Kelurahan Samataring	73
4.4.2.	Desa Tongke Tongke	73
4.4.3.	Status Kepemilikan	74
4.4.4.	Status Kelembagaan	74
5.	H A S I L	77
5.1.	Sejarah Singkat <i>Silvofishery</i>	77
5.2.	Kondisi Ekologi <i>Silvofishery</i>	78
5.2.1.	Produksi Serasah	79
5.2.2.	Bahan Organik	82
5.2.3.	Nitrogen	84
5.2.4.	Fosfor	85
5.2.5.	Kalium	87
5.2.6.	Laju Dekomposisi	90
5.3.	Parameter Kualitas Tanah	92
5.3.1.	pH	92
5.3.2.	Bahan Organik	94
5.3.3.	Nitrogen	95
5.3.4.	Fosfor	96
5.3.5.	Kalium	97
5.3.6.	Besi	98
5.3.7.	Tekstur	99
5.4.	Parameter Kualitas Air	100
5.4.1.	Suhu	100
5.4.2.	pH	102
5.4.3.	Salinitas	103
5.4.4.	Oksigen Terlarut	105
5.4.5.	Kecerahan	107
5.4.6.	Amoniak	109
5.4.7.	Fosfor	110
5.5.	Parameter Ekonomi Tambak	112
5.5.1.	Budidaya Utama	113
5.5.2.	Budidaya Sambilan	114
5.5.3.	Produksi Total Tambak	115
5.6.	Parameter Ekonomi Mangrove	117
5.6.1.	Nilai Manfaat Langsung (<i>Direct Use Value</i>)	117
5.6.2.	Nilai Manfaat Tidak Langsung (<i>Inderect Use Value</i>)	118

5.6.3.	Nilai Manfaat Pilihan (<i>Alternatif Use Value</i>)	118
5.6.4.	Nilai Manfaat Keberadaan (<i>Exitanse Value</i>)	119
5.6.5.	Nilai Total Ekosistem Manfaat Mangrove	119
6.	PEMBAHASAN	121
6.1.	Kualitas Serasah	121
6.1.1.	Bahan Organik	121
6.1.2.	Nitrogen	122
6.1.3.	Fosfor	123
6.1.4.	Kalium	124
6.2.	Kualitas Tanah	126
6.2.1.	pH	126
6.2.2.	Bahan Organik	127
6.2.3.	Nitrogen	128
6.2.4.	Fosfor	129
6.2.5.	Kalium	130
6.2.6.	Besi	130
6.3.	Kualitas Air	131
6.3.1.	Suhu	132
6.3.2.	pH	133
6.3.3.	Oksigen Terlarut	133
6.3.4.	Kecerahan	134
6.3.5.	Amoniak	135
6.3.6.	Fosfor	136
6.4.	Nilai Ekonomi	137
6.4.1.	Kelayakan Usaha	137
6.4.2.	Korelasi dan Budidaya Utama	138
6.4.3.	Korelasi dan Budidaya Sambilan	140
6.4.4.	Korelasi dan Nilai Manfaat Mangrove	141
6.4.5.	Korelasi dan Nilai Total Ekonomi	142
6.4.6.	Kerugian Ekologis	143
6.5.	Optimasi Ekologi Ekonomi	144
6.5.1.	Tujuan	145
6.5.2.	Kriteria	146
6.5.3.	Subkriteria	147
6.5.4.	Prioritas Alternatif	148
7.	KESIMPULAN DAN SARAN	151
7.1.	Kesimpulan	151
7.2.	Saran	151
	DAFTAR PUSTAKA	153
	LAMPIRAN	163

DAFTAR TABEL

1	Hubungan antara tekstur tanah dengan pertumbuhan klekap di tambak	32
2	Kebutuhan kapur dalam bentuk CaO yang diperlukan untuk berbagai keasaman dan tekstur tanah yang berbeda	33
3	Hubungan antara besarnya kandungan bahan organik dalam tanah dengan tingkat kesuburan	34
4	Hubungan antara kandungan nitrogen dengan tingkat kesuburan tanah tambak	35
5	Hubungan antar kandungan fosfor dengan tingkat kesuburan tambak	35
6	Hubungan antara kandungan kalium dengan tingkat kesuburan tanah tambak	36
7	Hubungan antara kandungan kalsium dan magnesium dengan tingkat kesuburan tanah tambak	36
8	Klasifikasi perairan berdasarkan nilai salinitasnya	39
9	Hubungan kedalaman air dan salinitas terhadap pertumbuhan klekap, lumut dan plankton	48
10	Format data parameter ekologi per rasio <i>silvofishery</i> yang diukur langsung di lokasi penelitian dan dianalisis di laboratorium	57
11	Format data parameter ekonomi pada pengelolaan <i>silvofishery</i> beserta data gambaran umum kondisi potensi sumberdaya alam Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke	59
12	Matriks pembobotan kriteria dalam penentuan prioritas rasio antara mangrove dan tambak	65
13	Persentase rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan tambak <i>silvofishery</i> (%)	78
14	Rata rata produksi serasah mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> ($\text{g m}^{-2} \text{ th}^{-1}$)	79
15	Jumlah produksi serasah mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> ($\text{ton ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$)	80
16	Jumlah produksi serasah mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> ($\text{ton ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$)	80
17	Hubungan kebutuhan unsur dengan tingkat kesuburan tanah tambak yang optimal	81
18	Rata-rata kandungan bahan organik yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (%)	82
19	Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan <i>silvofishery</i> untuk bahan organik per rasio (%)	83

20	Rata-rata kandungan nitrogen yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (%)	84
21	Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan <i>silvofishery</i> untuk unsur nitrogen per rasio (%)	85
22	Rata-rata kandungan fosfor yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (ppm)	86
23	Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan <i>silvofishery</i> untuk unsur fosfor per rasio (ppm)	87
24	Rata-rata kandungan kalium yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (ppm)	88
25	Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan <i>silvofishery</i> untuk unsur kalium per rasio (ppm)	89
26	Rata-rata laju dekomposisi serasah mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (g)	90
27	Rata-rata hasil analisis pH tanah tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i>	93
28	Rata-rata hasil analisis bahan organik tanah tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (%)	94
29	Rata-rata hasil analisis nitrogen tanah tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (%)	95
30	Rata-rata hasil analisis fosfor tanah tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (ppm)	96
31	Rata-rata hasil analisis Kalium tanah tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (ppm)	97
32	Rata-rata hasil analisis besi tanah tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i>	98
33	Rata-rata hasil analisis tekstur tanah tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (%)	99
34	Rata-rata hasil pengukuran suhu air tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (°C)	101
35	Rata-rata hasil pengukuran pH air tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i>	102
36	Rata-rata hasil pengukuran salinitas air tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (ppt)	104
37	Rata-rata hasil pengukuran oksigen terlarut air tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (ppm)	106
38	Rata-rata hasil pengukuran tingkat kecerahan air tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (cm)	108
39	Rata-rata hasil analisis konsentrasi amoniak air tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (mg/l)	109

40	Rata-rata hasil analisis konsentrasi fosfor air tambak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (mg/l)	111
41	Jumlah produksi budidaya utama per rasio tambak <i>silvofishery</i> (Rp th ⁻¹)	113
42	Jumlah produksi budidaya sambilan per rasio tambak <i>silvofishery</i> (Rp th ⁻¹)	115
43	Nilai total ekonomi perikanan dari produksi budidaya utama dan budidaya sambilan per rasio tambak <i>silvofishery</i> Rp ha ⁻¹ th ⁻¹	116
44	Rata rata hasil produksi perikanan perairan pesisir berupa nilai manfaat langsung ekosistem mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (Rp th ⁻¹)	117
45	Nilai total manfaat ekonomi ekosistem mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> Rp ha ⁻¹ th ⁻¹	120
46	Daya dukung ekosistem mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (%)	121
47	Rata rata hasil analisis parameter kualitas tanah per rasio tambak <i>silvofishery</i>	126
48	Hasil analisis parameter kualitas air per rasio tambak <i>silvofishery</i>	132
49	Hasil analisis benefit cost ratio budidsaya utama dan budidaya sambilan per rasio tambak <i>silvofishery</i> (th ⁻¹)	137
50	Nilai total ekonomi produksi budidaya dan nilai manfaat ekosistem mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (Rp th ⁻¹)	142
51	Kontribusi masing masing kriteria terhadap tujuan yang ingin dicapai dalam penentuan rasio antara mangrove dan tambak	146
52	Kontribusi masing masing subkriteria terhadap tujuan yang ingin dicapai dalam penentuan rasio antara mangrove dan tambak	148
53	Skala prioritas alternatif berdasarkan kriteria dan subkriteria menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada tambak <i>silvofishery</i>	149

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pendekatan optimasi pengelolaan <i>silvofishery</i> di Desa Tongke Tongke dan Kelurahan Samataring Kecamatan Sinjai Timur	9
2	Keterkaitan ekosistem mangrove dengan ekosistem lainnya (Bengen 2004)	21
3	Hubungan antara pH perairan dengan kehidupan ikan terhadap kesuburan perairan	41
4	Pola empang parit (Bengen 2002)	51
5	Pola empang parit yang disemrpurnakan (Bengen 2002)	52
6	Pola komplangan (Bengen 2002)	Error! Bookmark
7	Lokasi pelaksanaan penelitian di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai	53
8	Alur metode pelaksanaan penelitian di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai	54
9	Grafik rata-rata laju dekomposisi serasah mangrove per rasio tambak <i>sillvofishery</i>	92
10	Korelasi produksi budidaya utama dengan peningkatan rasio mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (%)	139
11	Korelasi produksi budidaya sambilan dengan peningkatan rasio mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (%)	140
12	Korelasi nilai manfaat ekosistem mangrove dengan peningkatan rasio mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (%)	141
13	Korelasi produksi budidaya dan nilai manfaat ekosistem mangrove per rasio <i>silvofishery</i> (%)	143
14	Struktur hirarki penentuan rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan <i>silvofishery</i>	145
15	Diagram batang skala prioritas alternatif rasio berdasarkan kriteria dan subkriteria	149
16	Kontribusi masing-masing kriteria terhadap alternatif kategori bagi pengelolaan <i>silvofishery</i>	150

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data penyebaran luas dan persentase ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai	165
2	Data perkembangan luas hutan mangrove di Kabupaten Sinjai (1991-2010)	165
3	Rekapitulasi produksi daun mangrove periode pengamatan bulan September 2011 (gram)	165
4	Rekapitulasi produksi buah mangrove periode pengamatan bulan September 2011 (gram)	166
5	Rekapitulasi produksi bunga mangrove periode pengamatan bulan September 2011 (gram)	166
6	Rekapitulasi produksi ranting mangrove periode pengamatan bulan September 2011 (gram)	166
7	Rekapitulasi produksi daun mangrove periode pengamatan bulan Oktober 2011 (gram)	166
8	Rekapitulasi produksi buah mangrove periode pengamatan bulan Oktober 2011 (gram)	167
9	Rekapitulasi produksi bunga mangrove periode pengamatan bulan Oktober 2011 (gram)	167
10	Rekapitulasi produksi ranting mangrove periode pengamatan bulan Oktober 2011 (gram)	167
11	Rekapitulasi produksi daun mangrove periode pengamatan bulan November 2011 (gram)	167
12	Rekapitulasi produksi buah mangrove periode pengamatan bulan November 2011	168
13	Rekapitulasi produksi bunga mangrove periode pengamatan bulan November 2011 (gram)	168
14	Rekapitulasi produksi ranting mangrove periode pengamatan bulan November 2011 (gram)	168
15	Rekapitulasi produksi daun mangrove periode pengamatan bulan Desember 2011 (gram)	168
16	Rekapitulasi produksi buah mangrove periode pengamatan bulan Desember 2011 (gram)	169
17	Rekapitulasi produksi bunga mangrove periode pengamatan bulan Desember 2011 (gram)	169
18	Rekapitulasi produksi ranting mangrove periode pengamatan bulan Desember 2011 (gram)	169

19	Rekapitulasi produksi rata rata serasah mangrove per rasio tambak <i>silvofishery</i> (gram m ⁻² th ⁻¹)	169
20	Jumlah total produksi serasah per rasio periode pengamatan bulan September (gram m ⁻² bln ⁻¹)	170
21	Jumlah total produksi serasah per rasio periode pengamatan bulan Oktober (gram m ⁻² bln ⁻¹)	170
22	Jumlah total produksi serasah per rasio periode pengamatan bulan November (gram m ⁻² bln ⁻¹)	170
23	Jumlah total produksi serasah per rasio periode pengamatan bulan Desember (gram m ⁻² bln ⁻¹)	170
24	Rata rata hasil analisis kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah mangrove berdasarkan jenis (%)	171
25	Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan ekosistem mangrove (100%)	171
26	Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan tambak <i>silvofishery</i> (60% : 40%)	171
27	Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan tambak <i>silvofishery</i> (30% : 70%)	172
28	Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan tambak <i>silvofishery</i> (20% : 80%)	172
29	Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan tambak <i>silvofishery</i> (10% : 90%)	172
30	Rekapitulasi jumlah produksi budidaya utama per rasio tambak <i>silvofishery</i> (kg th ⁻¹)	173
31	Rekapitulasi jumlah produksi budidaya sambilan per rasio tambak <i>silvofishery</i> (kg th ⁻¹)	173
32	Rekapitulasi hasil penjualan produksi budidaya per rasio tambak <i>silvofishery</i> (Rp th ⁻¹)	173
33	Rekapitulasi hasil penjualan produksi budidaya sambilan dan hasil tangkapan per rasio tambak <i>silvofishery</i> (Rp th ⁻¹)	173
34	Rekapitulasi biaya investasi per rasio tambak <i>silvofishery</i> (Rp th ⁻¹)	173
35	Rekapitulasi biaya operasional saprodi per rasio tambak <i>silvofishery</i> (Rp th ⁻¹)	174
36	Rekapitulasi biaya operasional tenaga kerja dan pembayaran pajak per rasio tambak <i>silvofishery</i> (Rp th ⁻¹)	174
37	Hasil uji statistik dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap parameter ekologi per rasio tambak <i>silvofishery</i>	174
38	Hasil produksi perikanan laut dan tangkap nener dan benur (1991-2010)	175

39	Hasil penilaian responden tentang bobot atau proporsi ekologi dan ekonomi pada pengelolaan tambak <i>silvofishery</i>	175
41	Hasil penilaian responden tentang bobot dari kriteria ekologi dalam sistem tambak <i>silvofishery</i>	176
43	Kuesioner MCDMA optimasi pengelolaan silvofishery di Kawasan Pesisir Kabupaten Sinjai	178

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau sekitar 17.504 buah, sekitar 13.466 buah yang bernama, dan panjang garis pantai sekitar 95.181 km, Indonesia memiliki ekosistem mangrove sekitar 3.4 juta hektar yang tumbuh hampir di sepanjang garis pantai. Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem di wilayah pesisir yang berperan penting bagi keberlanjutan kehidupan berbagai biota yang berhabitat di wilayah pesisir. Salah satu peranan ekosistem mangrove yang paling penting adalah sebagai penyedia unsur hara bagi ekosistem perairan pesisir. Quoc *et al.* (2012) menyebutkan bahwa ekosistem mangrove mempunyai fungsi yang sangat kompleks baik secara ekologi maupun sosial ekonomi, dalam memainkan peranannya sebagai penyangga antara ekosistem darat dan laut yang saling berinteraksi dengan ekosistem pesisir lainnya, seperti estuaria, tambak, padang lamun dan terumbu karang.

Sejak awal tahun 1980-an udang windu menjadi primadona, sehingga dari tahun ke tahun mengalami peningkatan permintaan dari berbagai negara pengimpor. Untuk memenuhi permintaan tersebut, dilakukan berbagai upaya dalam meningkatkan produksi udang windu baik melalui penangkapan di laut maupun melalui usaha budidaya di tambak (Poernomo 1992). Akan tetapi bersamaan dengan diberlakukannya Keputusan Presiden Nomor 39 tahun 1980, tentang larangan pengoperasian pukat harimau di perairan laut Indonesia yang bertujuan untuk menjaga kelestarian sumberdaya hayati, membuat produksi udang windu melalui usaha penangkapan di laut mengalami penurunan. Satu-satunya alternatif untuk meningkatkan produksi udang windu guna memenuhi permintaan dari berbagai negara pengimpor adalah usaha budidaya di tambak baik melalui perluasan areal (ekstensifikasi) maupun penerapan teknologi (intensifikasi).

Kedua upaya tersebut di atas telah membawa dampak dan implikasi terhadap penurunan kualitas lingkungan (*environmental quality degradation*) baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Upaya ekstensifikasi telah berdampak sebagai salah satu penyebab terjadinya penurunan luas ekosistem mangrove baik secara regional maupun secara nasional karena dikonversi menjadi

tambak dan peruntukan lainnya. Perambahan hutan mangrove di Indonesia dilakukan secara terus menerus. Selain dikonversi menjadi tambak, juga dikonversi untuk peruntukan lain seperti pariwisata, pelabuhan, industri, pemukiman, perdagangan, pertanian dan sebagainya (Gunarto 2004).

Luas ekosistem mangrove di Indonesia setiap tahun mengalami penurunan yaitu: pada tahun 1982 seluas 5.209.543 ha, tahun 1987 seluas 3.235.700 ha, tahun 1993 seluas 2.496.185 ha, dan tahun 1999 seluas 2.346.414 ha. Berdasarkan data ini dapat dijelaskan bahwa selama 17 tahun (1982-1999) luas ekosistem mangrove di Indonesia mengalami penurunan sekitar 54% atau 3,2% pertahun (Sofyan 2001). Luas ekosistem mangrove di Indonesia pada tahun 1994 yaitu 2.831.129 ha dan 57,9% diantaranya dalam keadaan krisis akibat berbagai aktivitas manusia, sementara upaya pelestarian ekosistem mangrove melalui proyek reboisasi yang mulai dirintis sejak akhir tahun 1980-an dan hingga tahun 2001 baru mencapai luas sekitar 21.130 ha, atau 0,4% dari luas ekosistem mangrove yang telah dikonversi untuk berbagai peruntukan.

Upaya intensifikasi telah mempengaruhi penurunan kualitas lingkungan, karena cenderung memaksa alam untuk memproduksi dengan mengabaikan daya dukung lingkungan atau *carrying capacity*. Penerapan teknologi dengan segala dampak yang ditimbulkan akibat padatnya penebaran tinggi yang diikuti penggunaan berbagai bahan kimia yang berlebihan, menyebabkan tanah tambak menjadi keras, dan tidak sedikit lahan tambak bekas budidaya intensif mengalami kekurangan unsur hara dan bahkan menjadi lahan terlantar (*abandoned land*) dan membutuhkan waktu untuk pulih kembali (*recovery*).

Secara umum tambak di Indonesia, termasuk di Sulawesi Selatan, tambak bekas budidaya intensif mengalami kekurangan unsur hara dan perlu pemutusan siklus pemeliharaan. Hal ini terjadi sebagai dampak dan implikasi pencapaian target produksi, yang tidak dibarengi dengan pengelolaan ramah lingkungan yang menekankan bagaimana memanfaatkan sumberdaya secara ekonomi optimal dan secara ekologi berkelanjutan. Kriteria berkelanjutan suatu ekosistem apabila pemanfaatannya secara ekologi tidak melampaui daya dukung, sehingga mampu mentolerir dampak suatu pemanfaatan sumberdaya dan secara ekonomi optimal

sehingga memberikan keuntungan secara terus menerus untuk kesejahteraan manusia.

Kabupaten Sinjai merupakan salah satu dari beberapa kabupaten pesisir di Sulawesi Selatan yang memiliki pulau-pulau kecil sebanyak sembilan buah dengan panjang garis pantai 31 km, yaitu 17 km terdapat di daratan dan 14 km terdapat di pulau kecil. Kabupaten Sinjai menghadap langsung dengan perairan Teluk Bone yang memanjang dari utara dan berbatasan dengan Kabupaten Bone yang dipisahkan oleh Sungai Tangka dan ke selatan berbatasan dengan Kabupaten Bulukumba yang dipisahkan oleh Sungai Pattongko (BPS Sinjai 2010). Secara geografis, Kabupaten Sinjai sangat potensial untuk pengembangan perikanan, baik perikanan tangkap maupun perikanan budidaya. Perairan Kabupaten Sinjai sangat subur karena secara terus-menerus mendapat suplai unsur hara yang dibawa oleh beberapa aliran sungai, dan sepanjang tahun terjadi pengadukan dasar laut yang mengangkat unsur hara yang terdapat di dasar laut. Unsur hara ini sebagian dimanfaatkan oleh biota laut pesisir, dan sebagian unsur hara terdistribusi ke daratan terbawa oleh air pasang dan dimanfaatkan oleh berbagai biota estuaria, mangrove dan tambak (Ray dan Straskraba 2001).

Sepanjang garis pantai daratan Kabupaten Sinjai tersebar hutan mangrove baik yang tumbuh secara alami maupun hasil upaya rehabilitasi. Kabupaten Sinjai merupakan salah satu kabupaten pesisir di Indonesia sebagai penerima piagam penghargaan Kalpataru, karena berhasil melakukan upaya rehabilitasi ekosistem mangrove yang dirintis sejak tahun 1986 sebagai swadaya masyarakat dan didukung oleh Pemerintah Kabupaten Sinjai dengan mengeluarkan Perda Nomor 8 tahun 1999, tentang pelestarian ekosistem mangrove, dan hingga tahun 2005 telah berhasil menanam mangrove seluas 963,50 ha (Malik 2005).

Sepanjang garis pantai Kabupaten Sinjai, selain ekosistem mangrove terdapat pula potensi lahan pertambakan seluas 1.033 ha yang terbesar pada beberapa desa pesisir, dan hingga tahun 2011 baru dimanfaatkan seluas 716,50 ha. Apabila dilihat perbandingan antara luas tambak dan mangrove yaitu: 34,64% dan 65.36%, rasio perbandingan ini sesuai dengan pernyataan Kathiresan dan Bingham (2001). Selanjutnya Palevesan *et al.* (2005) mengatakan bahwa konversi mangrove menjadi tambak atau peruntukan lainya harus dipertahankan antara

30%-50%, alasannya dengan mengkonversi melebihi 70% maka ekosistem mangrove akan terganggu fungsi ekologisnya sebagai penyedia unsur hara bagi kawasan pesisir dan sekitarnya, sebagai sumber nener, benur, berbagai biota, dan juga sebagai siklus nutrien. Sebelumnya Ronback (1999) mengatakan bahwa ada indikasi meningkatnya nilai ekonomi tambak berkorelasi positif dengan keberadaan ekosistem mangrove di sekitar kawasan pertambakan.

Pernyataan Ronback di atas, sesuai dengan pendapat Niartiningsih (1996) yang mengatakan bahwa keberadaan ekosistem mangrove di sekitar pesisir Kabupaten Sinjai dapat meningkatkan jumlah nener dan benur yaitu: pada tahun 1984 nener 1.987 ekor dan benur 927 ekor dan pada tahun 1995 mengalami peningkatan yaitu nener 2.615 ekor dan benur 1.610 ekor. Selanjutnya Bosire *et al.* (2009) dan Macdonald *et al.* (2009) mengatakan bahwa keberadaan ekosistem mangrove pada suatu wilayah pesisir, bukan saja meningkatkan produksi nener dan benur, juga sebagai penyedia unsur hara, dan sebagai pemerangkap berbagai bahan pencemar, akan tetapi berfungsi juga untuk melestarikan biodiversitas baik fauna maupun flora, bahkan ekosistem mangrove sebagai habitat berbagai juvenil terbesar dibandingkan ekosistem pesisir lainnya, seperti esturia, padang lamun dan terumbu karang, karena ekosistem mangrove mempunyai kelebihan selain sebagai tempat makan berbagai biota, sekaligus tempat berlindung juvenil dari berbagai ancaman pemangsa.

Sunari (2004) dan Hasan (2006) mengatakan bahwa ekosistem mangrove, selain fungsinya yang telah disebutkan di atas, ekosistem mangrove memiliki jasa lingkungan berupa estetika untuk berbagai kegiatan sosial diantaranya, pariwisata, pendidikan, penelitian dan sebagai laboratorium alam atau biodiversitas. Secara sosial ekonomi, keberadaan ekosistem mangrove melalui jasa lingkungan dapat meningkatkan penghasilan bagi masyarakat sekaligus meningkatkan sumberdaya manusia yang bertempat tinggal di sekitar kawasan mangrove, sehingga mempengaruhi indeks pembangunan manusia.

Untuk lebih meningkatkan fungsi ekosistem mangrove baik secara ekologi maupun secara sosial ekonomi, perlu dilakukan pengelolaan secara terpadu dan berkelanjutan. Keterpaduan dalam pengelolaan ekosistem mangrove ada tiga syarat yaitu: (1) keterpaduan sektoral baik horizontal maupun vertikal, (2)

keterpaduan ekologis, baik daratan maupun lautan, dan (3) keterpaduan disiplin ilmu, artinya dalam pengelolaan wilayah pesisir harus mengakomodasi orang-orang yang mempunyai kompetensi keilmuan yang terkait dengan pesisir. Sedangkan berkelanjutan yaitu bagaimana pemanfaatan sumberdaya secara ekonomi optimal untuk memenuhi kebutuhan hidup generasi masa kini, dan secara ekologi berupaya melestarikan untuk memenuhi kebutuhan hidup generasi masa yang akan datang (Setiawan 2011).

Salah satu upaya untuk mengoptimalkan kembali lahan tambak yang telah mengalami penurunan kualitas lingkungan akibat pengelolaan yang tidak ramah lingkungan adalah dengan menanam mangrove pada petakan tambak baik pada pinggir pematang maupun pada pelataran, yang dikenal dengan istilah wanamina atau *silvofishery* yang mempunyai tujuan ganda yaitu pada aspek ekologi melestarikan ekosistem mangrove dan pada aspek ekonomi mengoptimalkan tambak. Istilah *silvofishery* belakangan ini banyak dibicarakan dan dipraktekkan sebagai salah satu model pengelolaan ekosistem mangrove yang ramah lingkungan, akan tetapi dikenal dengan istilah wanamina atau *silvofishery*. Petani tambak sekitar awal tahun 1980 an masih didapati menyisahkan daratan di tengah petakan tambak di Kajang, Kabupaten Bulukumba dengan alasan sebagai tempat mengambil balokan tanah untuk keperluan perbaikan pematang, sekaligus untuk berbagai keperluan diantaranya: bahan makanan, bahan bangunan, kayu bakar, pancang pematang dan terkadang sebagai alat menggali pengganti linggis. *Silvofishery* adalah salah suatu upaya yang memadukan antara kegiatan perikanan, dan pelestarian ekosistem mangrove, sekaligus meningkatkan produktivitas tambak.

Pengelolaan ekosistem mangrove dengan pola *silvofishery* merupakan suatu kompromi dan alternatif yang mempunyai tujuan ganda yaitu pada aspek ekonomi berupaya mengoptimalkan tambak dan pada aspek ekologi berupaya melestarikan ekosistem mangrove. Keberadaan ekosistem mangrove dapat meningkatkan daya dukung tambak berupa serasah setelah mengalami proses dekomposisi yang mengandung berbagai unsur hara yang diperlukan seperti N, P, K dan sebagainya (Baliao dan Tookwinas 2002).

Pengelolaan ekosistem mangrove bagi peruntukan *silvofishery* pada prinsipnya adalah upaya memadukan antara pelestarian dan pemanfaatan ekosistem mangrove, yaitu bagaimana terjadi keseimbangan energi antara sumberdaya yang tersedia dengan kebutuhan tambak (1993 in Asbar (2007). Untuk mewujudkan keseimbangan itu, maka penentuan luas antara ekosistem mangrove sebagai area konservasi dan tambak sebagai area budidaya didasarkan atas pertimbangan terjadinya siklus energi yang seimbang, akan tetapi kajian perbandingan konservasi antara keduanya belum ada data yang akurat.

1.2. Rumusan Masalah

Salah satu bentuk pengelolaan ekosistem mangrove ialah *silvofishery* yang dipandang sebagai pola pendekatan teknis yang memadukan aspek ekologi dan ekonomi, serta diyakini sebagai alternatif terbaik untuk diaplikasikan di lapangan untuk mencapai tujuan pengelolaan ekosistem mangrove secara optimal dan berkelanjutan (Robertson dan Phillips 1999). Adapun rasio perbandingan luas antara mangrove dan tambak pada sistem tambak *silvofishery* masih beragam diantaranya: Meilani (1996) yaitu 80% : 20%, artinya mangrove 80% dan tambak 20% dan tampaknya ini sesuai dengan rekomendasi Perhutani (1998) yang menginginkan tambak *silvofishery* 80% : 20%.

Penelitian Zuna (1998) menghasilkan rasio tambak *silvofishery*, 54% mangrove dan 46% tambak, sedang Nur (2002) menyebutkan bahwa rasio yang optimal yaitu 50% mangrove dan 50% tambak atau 40% mangrove dan 60% tambak agar tercapai tujuan pemanfaatan mangrove secara optimal pada aspek ekonomi dan berkelanjutan pada aspek ekologi. Sedangkan menurut Kathiresan dan Bingham (2001) bahwa konversi ekosistem mangrove menjadi tambak tidak boleh melebihi 70% dari luas keseluruhan.

Apabila dilihat dari penetapan angka rasio tambak *silvofishery*, tampak adanya perbedaan nilai yang cukup signifikan, hal itu disebabkan pendekatan yang berbeda. Perhutani (1988) dan Meilani (1996) melihat dari aspek konservasi, sedangkan Zuna (1998) dan Nur (2002) melihat dari aspek ekologi dan ekonomi. Jika rekomendasi Perhutani (1988) dan Meilani (1996) diterapkan, masyarakat sekitar mangrove akan melakukan konversi hutan mangrove secara ilegal baik

untuk tambak maupun untuk peruntukan lainnya, karena menganggap rekomendasi tersebut terlalu sedikit memberikan ruang untuk ekonomi.

Dengan demikian, penelitian ini akan mencoba melanjutkan hasil penelitian Zuna (1998) dan Nur (2002) yang memadukan ekologi dan ekonomi dalam pengelolaan ekosistem mangrove dengan pola *silvofishery*. Penelitian ini akan mengkaji nilai optimasi tambak melalui pengelolaan *silvofishery*, dimana, pada aspek ekologi akan mengkaji bagaimana daya dukung ekosistem mangrove dalam menyediakan unsur hara pada tambak *silvofishery* sesuai kebutuhan organisme yang dibudidayakan, sedangkan pada aspek ekonomi akan mengkaji nilai kelayakan usaha yang dilakukan pada tambak *silvofishery* dengan sistem budidaya polikultur udang dan ikan. Sistem budidaya polikultur pada tambak *silvofishery* sangat tepat diterapkan karena efisien dan efektif serta ramah lingkungan. Udang windu dan ikan bandeng cenderung berbeda jenis makanannya sekalipun keduanya bersifat omnivora, akan tetapi udang windu cenderung bersifat karnivora dan ikan bandeng cenderung bersifat herbivora, sehingga makanan yang tersedia dalam perairan tambak dapat dimanfaatkan semua sehingga potensi terjadinya pencemaran relatif kecil pada sistem budidaya polikultur.

Berdasarkan uraian pada rumusan masalah di atas, maka penelitian ini akan mengkaji aspek ekologi dan aspek ekonomi dalam menentukan rasio yang optimal pada pengelolaan *silvofishery* dengan mengajukan masalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan tambak wanamina (*silvofishery*) secara optimal.
2. Seberapa besar tingkat kelayakan usaha budidaya utama dan sambilan bagi tambak wanamina (*silvofishery*).
3. Bagaimana peningkatan rasio ekosistem mangrove terhadap produksi budidaya dan nilai manfaat pada tambak wanamina (*silvofishery*).
4. Berapa rasio optimal antara mangrove dan tambak bagi pengelolaan tambak wanamina (*silvofishery*).

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan tambak wanamina (*silvofishery*) secara optimal.
2. Menganalisis kelayakan usaha budidaya utama dan budidaya sambilan pada pengelolaan tambak wanamina (*silvofishery*).
3. Menganalisis perubahan luas ekosistem mangrove terhadap peningkatan produksi budidaya dan nilai manfaat ekosistem mangrove pada tambak wanamina (*silvofishery*).
4. Mengoptimasi tambak wanamina (*silvofishery*).

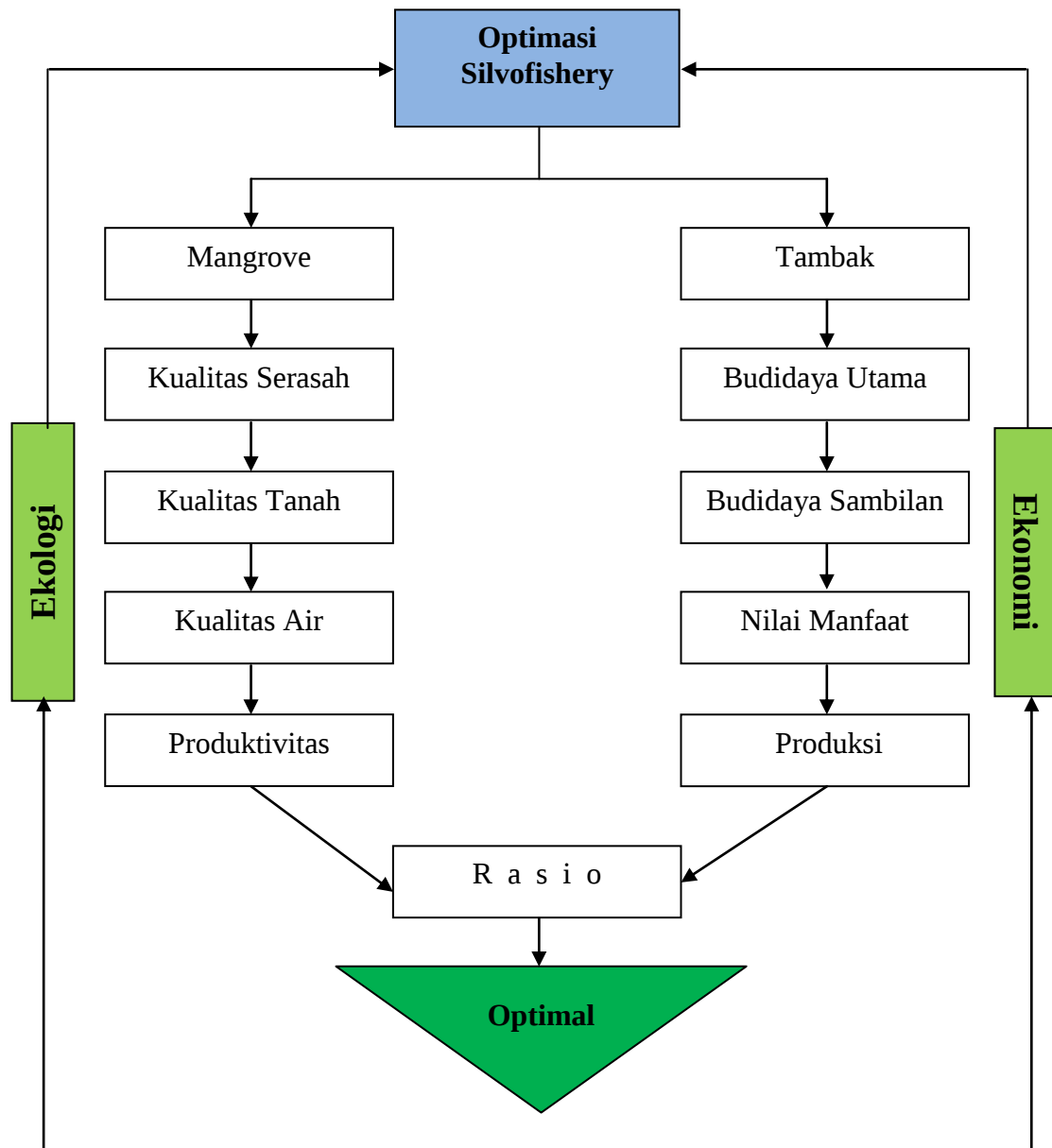
1.4. Kegunaan Penelitian

1. Ilmu pengetahuan, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan dalam menentukan rasio antara mangrove dan tambak bagi pengelolaan *silvofishery*.
2. Pemerintah daerah, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai rujukan dalam merumuskan kebijakan untuk mengoptimalkan pengelolaan *silvofishery*.
3. Masyarakat, hasil penelitian ini dapat dijadikan panduan dalam mendesain pembuatan konstruksi tambak *silvofishery*.

1.5. Kerangka Pemikiran

Pengelolaan tambak secara optimal dan berkelanjutan, dapat dilakukan melalui konsep konservasi atau rehabilitasi ekosistem mangrove pada kawasan pertambakan. Konsep dasar pengelolaan tambak *silvofishery* ini bertujuan ganda yaitu secara ekonomi mengoptimalkan tambak kembali yang telah mengalami degradasi sebagai dampak dari penggunaan teknologi tinggi yang tidak dibarengi pengelolaan ramah lingkungan, sedangkan secara ekologi sebagai upaya untuk melestarikan ekosistem mangrove melalui penanaman mangrove pada petakan dengan rasio proporsional antara mangrove dan tambak.

Konsep pengelolaan *silvofishery* dianggap sebagai solusi dan alternatif untuk mewujudkan pengelolaan wilayah pesisir secara optimal dan berkelanjutan. Dengan konsep *silvofishery* ini diharapkan terjadi keseimbangan ekosistem atau *balance ecosystem* pada petakan tambak yaitu tersedianya unsur hara dalam tambak sesuai kebutuhan organisme yang dibudidayakan dengan merujuk pada konsep *supply and demand*.



Gambar 1 Kerangka pendekatan optimasi pengelolaan *silvofishery* di Desa Tongke Tongke dan Kelurahan Samataring Kecamatan Sinjai Timur

1.6. Kebaharuan (*Novelty*)

Kebaharuan dari penelitian ini adalah integrasi ekologi dan ekonomi dalam pengelolaan tambak wanamina (*silvofishery*) secara optimal berbasis daya dukung lingkungan dan kelayakan usaha.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Ekosistem Mangrove

Menurut Mac Nae (1968) bahwa kata mangrove berasal dari bahasa Portugis dan Inggris yaitu *Mangue* (Portugis) dan *Grove* (Inggris). Sedangkan menurut Bengen (2002) ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem peralihan antara darat dan laut, terdapat di daerah tropis dan atau subtropis di sepanjang pantai yang terlindung seperti: muara sungai, teluk, lekukan pantai, laguna dan bahkan ditemukan mengikuti daerah aliran sungai sampai batas air payau.

Pendapat tersebut diperkuat juga oleh argumentasi dari Nagelkerken dan Faunce (2008) yang menyatakan bahwa mangrove selalu berada pada lingkungan perairan dangkal dan terlindung seperti: laguna, estuaria dan teluk yang menjadi habitat penting bagi ikan dan biota lainnya seperti: kepiting (Simith dan Diele 2008), serta serangga (semut) yang memberikan pengaruh yang positif terhadap penampilan mangrove (Cannici *et al.* 2008) dan gastropoda (Fratini *et al.* 2004; Lopes *et al.* 2009).

Ekosistem mangrove diketahui merupakan ekosistem dengan produktivitas tinggi yang mempunyai kapasitas yang secara efisien dapat memerangkap suspensi dari kolom air (Kristensen 2009). Ekosistem mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis dan subtropis yang didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur, dimana bahan organik yang dihasilkan diangkut ke ekosistem yang berdekatan (Robertson *et al.* 1992 in Slim *et al.* 1997). Ekosistem mangrove merupakan komunitas tumbuhan pantai yang didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang menyediakan berbagai barang dan jasa lingkungan (Gilbert dan Janssen 1998).

Tumbuhan mangrove ini mampu tumbuh dan berkembang di daerah *intertidal* atau daerah pasang surut yang mempunyai toleransi terhadap fluktuasi salinitas, lama penggenangan air, substrat berlumpur, bahan pencemar baik yang berasal dari daratan maupun berasal dari lautan. Ada beberapa jenis mangrove juga masih ditemukan di daerah rawa-rawa yang masih mendapat percikan air asin seperti jenis *nypa* dan sejenisnya (Nybakken 1992).

2.1.1. Jenis-jenis Vegetasi Mangrove

Bengen (2002) mengatakan bahwa hutan mangrove meliputi pohon-pohonan dan semak yang terdiri atas 12 genera tumbuhan berbunga (*Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Sanaeda* dan *Conocarpus*) yang termasuk ke dalam delapan famili. Vegetasi hutan mangrove di Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi dengan jumlah jenis tercatat sebanyak 202 jenis yang terdiri atas 89 jenis pohon, 5 jenis palem, 19 jenis liana, 44 jenis epifit dan jenis sikas. Namun demikian hanya terdapat kurang lebih 47 jenis yang tumbuh spesifik hutan mangrove, paling tidak dalam hutan mangrove terdapat jenis tumbuhan sejati penting dan dominan yang termasuk ke dalam empat famili: *Rhizophoraceae* (*Rhizophora*, *Bruguiera* dan *Ceriops*) *Sonneratiaceae* (*Sonneratia*) *Avicenniaceae* (*Avicennia*) dan *Meliaceae* (*Xylocarpus*).

Jenis mangrove tertentu seperti bakau dan tancang memiliki daur hidup yang khusus, diawali dari benih yang ketika masih pada tumbuhan induk berkecambah dan mulai tumbuh di dalam semaian tanpa istirahat. Selama waktu di pesemaian memanjang dan distribusi beratnya berubah, sehingga menjadi lebih berat pada bagian terluar dan akhirnya lepas. Selanjutnya semaian ini jatuh dari pohon induk, masuk ke perairan dan mengapung di permukaan air. Semaian ini kemudian terbawa oleh aliran air ke perairan pantai yang relatif dangkal, dimana ujung akarnya dapat mencapai dasar perairan, untuk selanjutnya akarnya dipancangkan dan secara bertahap tumbuh menjadi pohon.

2.1.2. Zonasi Vegetasi Ekosistem Mangrove

Pada umumnya zonasi di Indonesia tidak terlalu berbeda antara satu tempat dengan tempat yang lainnya, secara berurut dari arah laut ke darat yaitu *Avicennia*, *Rhizophora*, *Bruguiera* dan *Nypa*. Daerah yang paling dekat dengan laut, dengan substrat agak berpasir sering ditumbuhi oleh *Avicennia* spp. dan *Sonneratia* spp. yang dominan tumbuh pada lumpur dan banyak bahan organik. Sedangkan zona agak ke darat umumnya didominasi oleh *Rhizophora* spp, berikutnya *Bruguiera* spp, *Xylocarpus* spp, dan pada zona transisi antara darat dan laut biasanya ditumbuhi oleh *nypa*.

Sesuai diskusi panel daya guna dan batas lebar jalur hijau hutan mangrove yang berlangsung di Ciloto pada tanggal 27 Februari sampai dengan 1 Maret 1986 yang diselenggarakan oleh panitia program MAB Indonesia – LIPI menyarankan agar lebar jalur hijau (*green belt*) dipertahankan dari garis pantai yang kemudian dituangkan dalam Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 32 tahun 1990 tentang pengelolaan kawasan lindung dengan persamaan seperti yang dikemukakan (Dahuri *et al.* 1996) sebagai berikut:

$$L = 130 \times P \quad \text{..... 1}$$

dimana:

L = Lebar jalur hijau

P = Rata-rata tunggang air pasang (*tidal range*) dalam meter.

Konstanta 130 diperoleh hubungan antara lebar jalur hijau berdasarkan penelitian keterkaitan antara produksi hutan mangrove dan kehidupan biota. Misalkan suatu perairan pantai dengan kisaran pasang surut 1,26 m maka lebar jalur hijau harus dipertahankan sekitar 164 m.

2.1.3. Definisi Tingkat Kelestarian Mangrove

Pemanfaatan hutan mangrove untuk memenuhi kepentingan manusia telah menyebabkan menurunnya kualitas dan fungsi hutan mangrove. Sudah saatnya masyarakat sadar dan turut menjaga kelestarian ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove dikatakan lestari, jika fungsi ekologi dan ekonomi dapat berjalan bersinergi antara keduanya, sehingga berkelanjutan dan akan mempengaruhi kondisi sosial masyarakat setempat (Ellison 2008).

Fungsi ekologi ekosistem mangrove diantaranya: (1) sebagai tempat memijah biota, (2) sebagai tempat mencari makan biota, (3) sebagai tempat bertengger dan bersarang berbagai burung, (4) mencegah abrasi pantai dari pengaruh gelombang dan tsunami, (5) melindungi daratan dari angin puting beliung, (6) melokalisasi sedimentasi, (7) melarutkan bahan pencemar baik yang berasal dari daratan maupun yang berasal dari lautan, (8) penghasil oksigen melalui fotosintesis, (9) menyerap karbondioksida, (10) penyedia unsur hara melalui proses dekomposisi atau penguraian berbagai bahan organik dan anorganik berbagai interaksi dalam ekosistem mangrove, dan (11) pengatur iklim,

oleh karena itu kestabilan dan kelestarian ekosistem mangrove dapat mencegah pemanasan global.

Fungsi ekonomi ekosistem mangrove diantaranya: (1) sebagai bahan bangunan, (2) sebagai kayu bakar, (3) sebagai bahan obat-obatan, (4) sebagai bahan baku berbagai industri, (5) sebagai lokasi ternak lebah, (6) sebagai bahan makanan pada suku tertentu di Indonesia, dan (7) jasa-jasa lingkungan berupa kegiatan pariwisata, pendidikan dan penelitian.

Menurut Hidayah (1992) ekosistem mangrove mempunyai fungsi ekologi meliputi kemampuan daya dukung terhadap lingkungan sekitarnya, dan dikatakan baik jika: (1) tutupan area pohon tinggi, (2) siklus energi berjalan dengan baik dan (3) keseimbangan lingkungan terjaga. Kemudian untuk fungsi ekonomi, dikatakan baik jika ekosistem mangrove masih dapat dimanfaatkan secara lestari oleh masyarakat sekitar. Oleh karena itu, agar fungsi ekosistem mangrove dapat berkelanjutan baik secara ekologi maupun secara ekonomi perlu diatur antara pelestarian dan pemanfaatan.

2.1.4. Kriteria Tingkat Kerusakan Ekosistem Mangrove

Menurut Departemen Kelautan dan Perikanan (2007) tingkat kerusakan ekosistem mangrove dapat dibagi dalam tiga kondisi yaitu rusak berat, rusak sedang, dan tidak rusak. Kondisi mangrove rusak berat ditandai dengan: (1) habisnya hutan mangrove dalam satu wilayah, (2) rusaknya keseimbangan ekologi, (3) interusi air laut yang tinggi, dan (4) menurunnya kualitas tanah. Untuk rusak sedang ditandai dengan; (1) masih tersisa sedikit hutan mangrove dalam satu wilayah, (2) keseimbangan ekologi dalam tingkatan sedang, (3) interusi terjadi tidak terlalu parah. Sedang untuk ekosistem mangrove yang tidak rusak kondisi mangrove masih terjaga dengan baik dan lestari, biasanya ditemukan pada wilayah konservasi yang dijaga kondisinya oleh masyarakat setempat.

2.2. Fungsi Ekosistem Mangrove

Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya bahwa ekosistem mangrove mempunyai fungsi yang sangat kompleks dan merupakan penyangga antara ekosistem darat dan laut. Ekosistem mangrove seringkali dianggap sebagai daerah

yang kurang bermanfaat bahkan dijadikan tempat buangan sampah dan sering dikonversi untuk peruntukan lain yang menghilangkan fungsi ekologi, ekonomi dan jasa-jasa lingkungan. Namun banyak fungsi dan manfaatnya baik secara langsung maupun secara tidak langsung yang terabaikan akibat ketidaktahuan dan keserakahan manusia.

Menurut Sobari *et al.* (2006) dan Stone *et al.* (2008) ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem wilayah pesisir yang mempunyai manfaat ganda meliputi: ekologi, sosial ekonomi, dan jasa lingkungan. Selanjutnya Nurkin (1995) dan Pariyono (1999) mengatakan bahwa ekosistem mangrove, selain sebagai penghasil dan penyedia unsur hara untuk makanan berbagai biota pesisir, juga sebagai penyangga pengaruh ekosistem darat terhadap laut dan sebaliknya, seperti angin puting beliung, abrasi, intrusi air asin, dan sebagai pemerangkap atau biofilter berbagai bahan pencemar .

Pernyataan Nurkin dan Pariyono diatas sesuai dengan pendapat Nacdanald *et al.* (2009) mengatakan bahwa ekosistem mangrove, selain sebagai penyangga antara ekosistem laut dan darat juga habitat berbagai juvenil biota, karena ekosistem mangrove mempunyai berbagai fungsi ekologi dalam menjaga keseimbangan lingkungan untuk keberlangsungan hidup berbagai biota wilayah pesisir yaitu sebagai tempat memijah (*spawning ground*), sebagai tempat pembesaran (*nursery ground*), sebagai tempat makan (*feeding ground*) dan sebagai tempat berlindung dari berbagai ancaman dan pemangsaan (*preservation ground*). Adapun fungsi ekologis, ekonomis dan sosial ekosistem mangrove terhadap wilayah pesisir diantaranya:

2.1.5. Mangrove sebagai Pelindung Pantai

Menurut Taiyeb (2000) ekosistem mangrove berfungsi sebagai penyangga dan pelindung pantai mengingat sistem perakarannya yang dapat meredam ombak, arus serta menahan sedimen. Dalam berbagai kasus penggunaan vegetasi mangrove untuk penahan erosi lebih murah dan memberikan dampak yang menguntungkan dalam meningkatkan kualitas kesuburan perairan pesisir dimana hal ini tidak dapat diperoleh dari penggunaan struktur bangunan keras.

Kemudian pemanfaatan lainnya adalah sebagai pengendali pencemaran karena mangrove memiliki sifat mengendapkan polutan dan sedimentasi yang

melaluinya. Sebagai contoh kegunaan mangrove untuk mengendapkan limbah dan sedimentasi yang berasal dari industri dan daerah aliran sungai. Oleh karena itu, keberadaan ekosistem mangrove pada wilayah pesisir sangat memegang peranan penting terhadap keberadaan ekosistem padang lamun dan terumbu karang, sebab keduanya rentan apabila terjadi kekeruhan air akibat masuknya polutan dan sedimentasi di perairan pesisir, karena polutan pertikel lumpur menghambat proses fotosintesis (Nessa *et al.* 2002).

Peran lainnya adalah pemanfaatan mangrove untuk menahan interusi air asin, karena ekosistem mangrove mampu menahan dan menyimpan air tanah, kemampuan ini terbukti dari lahan yang mangrovenya terjaga dengan baik, kondisi air tanah tidak terinterusi air asin. Selain itu, ekosistem mangrove mempunyai peranan penting kelangsungan hidup organisme wilayah pesisir sebagai penyedia unsur hara (Brain *et al.* 2004). Selanjutnya Halmer dan Olsen (2002) menyatakan bahwa ekosistem mangrove sebagai ekosistem peralihan antara darat laut berfungsi sebagai pengatur siklus nutrien.

2.1.6. Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Ekosistem mangrove memiliki keanekaragaman hayati yang cukup tinggi mengingat ekosistem mangrove tersebut perpaduan antara ekosistem darat dan laut. Flora mangrove terdiri atas pohon epifit, liana, alga, bakteri, dan fungi. Sedang jenis tumbuhan yang ditemukan pada ekosistem mangrove di Indonesia diantaranya: 35 jenis pohon, 5 jenis terna, 9 jenis perdu, 9 jenis liana, 29 jenis epifit, dan 2 jenis parasit (Soemadihardjo *et al.* 1993 in DKP 2005). Spesies pohon mangrove yang terdapat pada setiap pulau di Indonesia masing-masing; Jawa dan Bali 27 spesies, Sumatera 11 spesies, Kalimantan 20 spesies, Sulawesi 28 spesies, Maluku dan Papua 21 spesies.

Fauna hampir mewakili semua filum meliputi: protozoa sederhana sampai burung, reptilia, dan mamalia. Secara garis besar fauna mangrove dapat dibedakan atas fauna darat, fauna air tawar, dan fauna laut. Hewan vertebrata darat yang hidup hutan mangrove terdiri dari: mamalia, burung, reptil, dan amfibi. Sedang untuk invertebrata adalah jenis serangga dan laba laba, jenis-jenis spesies akan berbeda pada setiap daerah karena dipengaruhi faktor lingkungan, iklim, siklus makanan dan sebagainya.

Fauna air tawar pada ekosistem mangrove termasuk dalam kelompok vertebrata dengan jumlah spesies yang terbatas berdasarkan penelitian yang dilakukan Cann (1978) *in* DKP (2005) diketahui bahwa di mangrove terdapat jenis kura-kura air tawar dan buaya air tawar. Fauna laut didominasi moluska dan krustasea, dan berdasarkan habitatnya fauna laut pada ekosistem mangrove terdiri dua tipe yaitu infauna yang hidup di kolom air terutama dari berbagai jenis ikan dan udang, dan epifauna yang menempati substrat baik keras maupun yang lunak, terutama kepiting, kerang-kerangan dan berbagai jenis invertebrata lainnya.

Semua keanekaragaman hayati yang dimiliki ekosistem mangrove perlu dipertahankan sebagai sumber plasma nutfah. Selain itu, keanekaragaman hayati tersebut perlu dijaga untuk keseimbangan siklus energi, karena jika salah satu tingkatan rantai makanan mengalami gangguan maka akan menyebabkan ketidakstabilan tingkatan di atas dan di bawahnya, bahkan dapat menurunkan jumlah spesies. Kemudian manfaat dari terjaganya keanekaragaman hayati pada ekosistem mangrove adalah untuk jasa lingkungan dan sumber kekayaan genetik (Supriharyono 2005).

Kekayaan genetik dan plasma nutfah yang dimiliki ekosistem mangrove akan menjadi wahana penelitian atau laboratorium alam yang sangat berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk seterusnya akan meningkatkan kesejahteraan manusia. Selanjutnya Supriharyono (2005) mengatakan bahwa ekosistem mangrove perlu dijaga karena merupakan daerah yang subur, hal ini disebabkan perpaduan antara air asin dan air tawar yang mempunyai produktivitas primer yang tinggi dengan rincian sebagai berikut: (1) produksi kotor $5.000 \text{ g C/m}^2/\text{tahun}$ dan (2) produksi bersih $2.700 \text{ g C/m}^2/\text{tahun}$.

Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa ekosistem mangrove memiliki manfaat yang salah satunya sebagai penunjang perikanan baik perikanan tangkap maupun perikanan budidaya. Adapun fungsinya antara lain: (1) sebagai kawasan pemijahan, asuhan, dan tempat mencari makan bagi ikan, udang, dan kerang-kerangan, (2) perlindungan dan pelestarian habitat perikanan dan (3) mengendalikan serta menjaga keseimbangan makanan pada wilayah pesisir (Kovacs 1999 dan Chona *et al.* 2000).

2.1.7. Perikanan Tangkap

Data menunjukkan bahwa sekitar 3% dari hasil tangkapan laut Indonesia berasal dari spesies yang bergantung pada ekosistem mangrove seperti *Penaeus monodon*, *P. mergueiensis*, *Metapenaeus* spp, dan kepiting bakau. Peranan ekosistem mangrove bagi penangkapan hasil laut sebagai penyedia daerah pemijahan, daerah mencari makan, daerah pembesaran. Ekosistem mangrove sebagai penyedia unsur hara yang terbesar bagi perairan wilayah pesisir dari hasil proses dekomposisi serasah (Najamuddin 1996).

Hasil penelitian Martosubroto dan Naamin (1979) in Departemen Kelautan dan Perikanan (2005) menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara luasan kawasan mangrove dengan hasil penangkapan ikan dan udang di laut, menunjukkan bahwa ekosistem mangrove mempunyai kontribusi tertinggi kesuburan suatu perairan, semakin luas kawasan mangrove pada suatu wilayah pesisir semakin meningkat hasil tangkapan ikan dan udang. Sejalan dengan pendapat Bin *et al.* (1997) bahwa keberadaan ekosistem mangrove dapat meningkatkan ketersediaan nener dan benur serta struktur komunitas ikan pada suatu perairan pesisir.

2.1.8. Perikanan Budidaya

Pemanfaatan lahan ekosistem mangrove untuk budidaya juga harus tetap memperhatikan kelestarian ekosistem mangrove, karena ekosistem mangrove bermanfaat sebagai penyedia makanan alami dan sumber benih ikan, udang dan biota pesisir lainnya bagi perairan sekitarnya. Oleh karena itu, menurut Wedjatmiko *et al.* (1995) bahwa keberadaan vegetasi hutan mangrove sebagai indikator kegagalan atau keberhasilan usaha pertambakan dalam kaitannya sebagai penyedia unsur hara. Selain itu, ekosistem mangrove dapat berfungsi sebagai biofilter bahan pencemar baik berasal dari lautan maupun yang berasal dari daratan melalui daerah aliran sungai.

Menurut Oktawati *et al.* (2007) bahwa ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem yang banyak memberikan kontribusi terhadap perekonomian masyarakat dan perekonomian nasional yang tidak kecil dan menyadari arti pentingnya kawasan mangrove. Oleh karena itu, pengembangan tambak pada kawasan mangrove membutuhkan pertimbangan yang komprehensif dan penuh

kehati-hatian serta pemilihan lokasi tambak yang tepat. Khazali *et al.* (2002) mengatakan bahwa tingginya tingkat degradasi pada ekosistem mangrove karena memiliki potensi sumberdaya alam yang dapat mensejahterakan masyarakat dengan berbagai peruntukan. Adapun kriteria pemilihan pembangunan lokasi tambak yang perlu diperhatikan meliputi: elevasi, topografi, vegetasi, sumber air tawar, dan kondisi struktur dan tekstur tanah (Nurdjana 1985). Pemilihan lokasi yang tepat akan menghasilkan produksi tambak yang optimal, sebaliknya pemilihan lokasi tambak yang salah akan sia-sia dan hanya akan merusak lahan karena telah mengkonversi hutan mangrove menjadi tambak yang tidak produktif dan telah menghilangkan fungsi ekosistem mangrove yang sangat kompleks.

Salah satu cara untuk memadukan dua kepentingan yaitu pengembangan lahan budidaya dengan pelestarian mangrove adalah dalam bentuk *silvofishery*. Dengan teknik ini maka kegiatan budidaya dapat dipadukan antara tujuan pemanfaatan dan konservasi mangrove. Tambak tradisional yang telah ada dapat diterapkan bentuk *silvofishery*, akan tetapi perlu diikuti beberapa langkah penyesuaian lainnya (Rachmawati 2004).

2.1.9. Ekowisata

Ekosistem mangrove yang terjaga baik, mempunyai potensi pengembangan pariwisata jenis ekowisata. Kegiatan ekowisata secara langsung memiliki manfaat pelestarian alam dan lingkungannya sekaligus meningkatkan kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitarnya dan seterusnya akan memperbaiki perilaku sosial budaya. Manfaat ini akan tercapai manakala direncanakan dengan baik dan sesuai daya dukung lingkungan. Hal ini tercapai mengingat bahwa pada kegiatan ekowisata terdapat upaya mempertahankan keaslian komponen biologi, dan fisik dalam ekosistem mangrove yang menjadi daya tarik utama kegiatan ekowisata pada ekosistem mangrove (Tebaiy 2004).

Selain itu, menurut Wiharyanto *et al.* (2008) kegiatan ekowisata sekaligus memberikan informasi lingkungan yang diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat dalam mencintai alam. Ekosistem mangrove mempunyai potensi untuk pengembangan ekowisata, karena memiliki keunikan flora dan fauna serta plasma sebagai tempat penelitian bagi pelajar dan mahasiswa serta kegiatan ilmiah lainnya. Pengelolaan ekosistem mangrove bagi

peruntukan ekowisata selain bertujuan upaya pelestarian sumberdaya dan ekosistemnya dapat juga berfungsi sebagai *agroforestry* dan *forestry education* (Dirawan 2006). Ekosistem mangrove dapat dimanfaatkan untuk kegiatan tumpangsari dengan model empang parit dimana petani dapat memanfaatkan lahan budidaya ikan dan organisme air lainnya sekaligus memelihara hutan mangrove, model ini merupakan kerjasama antara Perhutani dan petani tambak yang diterapkan di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat (Nur 2002).

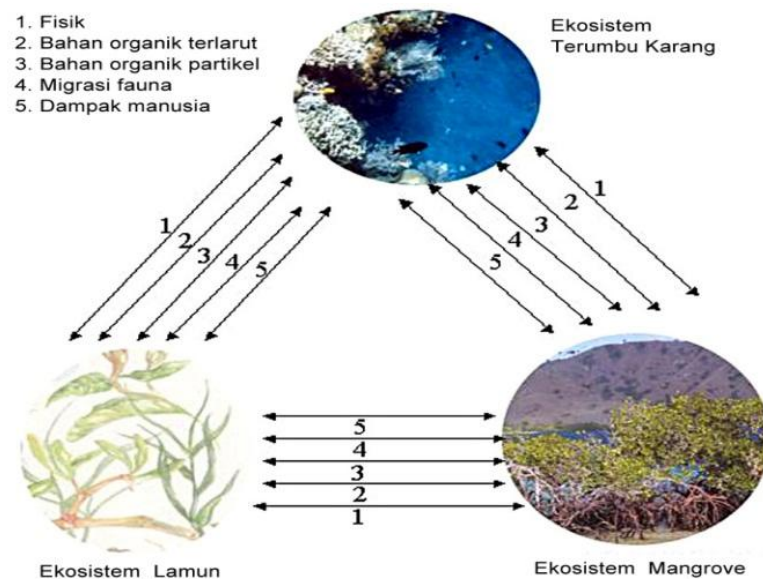
2.1.10. Manfaat lainnya

Selain manfaat tersebut, kayu dari pohon mangrove dapat menjadi bahan baku industri seperti bahan baku kertas. Dalam skala kebutuhan rumah tangga, kayu dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar baik untuk keperluan rumah tangga maupun untuk dijual ke pasar atau pada warung-warung, oleh karena masyarakat merasakan langsung manfaat dari ekosistem mangrove ini terutama dari sisi ekonomi, maka mereka harus dilibatkan dalam arah pengelolaannya. Pelibatan masyarakat dapat mewujudkan seperti dalam kegiatan: penentuan lokasi, penanaman, pemeliharaan, pengawasan, dan pemanfaatan. Untuk merealisasikan itu, perlu dibentuk kelompok-kelompok masyarakat pengelola hutan mangrove yang nantinya akan mendapatkan pelatihan tentang pengelolaan mangrove yang meliputi pemeliharaan dan pemanfaatan. Dari segi kelembagaan juga harus diperhatikan, pihak mana yang akan terlibat, dan para *stakeholders* perlu dipertemukan untuk membahas pengelolaan kawasan hutan (Bahar 2004).

Selain pemanfaatan kayunya, hutan mangrove dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat, makanan, minuman, bahan bangunan dan peruntukan lainnya. Beberapa jenis mangrove mengandung bahan aktif yang dapat menyembuhkan berbagai penyakit seperti *Rhizophora* spp dapat digunakan sebagai heomostasi dan antiseptik, penghentian pendarahan, obat diare, sebagai pelansing tubuh serta masih banyak bahan baku obat dari jenis mangrove lainnya. Selain itu mangrove berpotensi memproduksi madu yang berasal dari pengumpulan lebah-lebah liar. Potensi ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk usaha beternak lebah yang mendatangkan keuntungan ekonomi.

2.2. Keterkaitan Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove, padang lamun dan terumbu karang merupakan tiga ekosistem penting wilayah pesisir sebagai penyangga antara ekosistem darat dan laut. Ketiganya saling berinteraksi dan membentuk suatu kesatuan ekosistem yang erat, interaksi tersebut dapat bersifat fisik, kimia, dan biologi seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Keterkaitan ekosistem mangrove dengan ekosistem lainnya (Bengen 2004)

2.2.1. Secara Fisik

Secara fisik ketiga ekosistem tersebut berinteraksi dalam hal meredam energi gelombang dan tsunami yang menuju ke pantai dan jika ketiga ekosistem mengalami kerusakan tentu tidak dapat berfungsi untuk mencegah terjadinya abrasi pada pantai. Struktur komunitas mangrove dan padang lamun akan berkembang dengan baik manakala struktur terumbu karang yang berada di depan berfungsi sebagai penghalang gelombang dan tsunami dari arah laut, dalam arti kata ekosistem mangrove dan padang lamun terlindungi oleh ekosistem terumbu karang.

Sebaliknya kemampuan ekosistem mangrove dan padang lamun dalam hal memerangkap sedimen dan menjaga kestabilan menguntungkan bagi ekosistem terumbu karang, karena sedimen yang terbawa pada permukaan terumbu karang

akan menyebabkan gangguan proses fotosintesis. Oleh karena itu, semua aktivitas yang berpotensi menyebabkan masuknya sedimen yang berlebihan pada perairan pesisir perlu diminimalisir seperti aktivitas penebangan vegetasi pada daerah aliran sungai, industri, pertambangan, pariwisata, perikanan budidaya, pertanian, reklamasi pantai dan kegiatan lainnya (DKP 2007).

Sedimen dan polutan yang masuk secara berlebihan pada perairan pesisir, selain mengganggu ekosistem mangrove, padang lamun, dan terumbu karang akan menjadikan perairan pesisir miskin plankton. Apabila terjadi kondisi seperti ini, ada tiga kemungkinan biota air dalam merespon kondisi tersebut: (1) bagi biota yang mobilitasnya cepat akan melakukan migrasi, (2) bagi biota yang mobilitasnya lambat, tetapi mampu bertahan hidup pada perairan pesisir, dan (3) bagi biota yang mobilitasnya lambat dan tidak mampu bertahan menghadapi kondisi akan mengalami kematian. Kejadian seperti ini banyak orang yang tidak menyadari bahwa secara berentetan akan menurunkan hasil produksi tangkapan ikan laut dan seterusnya akan mengurangi pendapatan nelayan.

2.2.2. Secara Kimiawi

Secara kimiawi ketiga ekosistem tersebut berinteraksi dalam hal penggunaan bahan unsur hara yang sangat esensial bagi kehidupan produsen primer perairan. Berdasarkan kebutuhan akan nitrogen, maka kebutuhan masing-masing dapat diurutkan sebagai berikut, mangrove > padang lamun > terumbu karang. Kehidupan komunitas mangrove dan lamun mempunyai korelasi positif dengan input nutrisi yang tinggi, sebaliknya komunitas terumbu karang mempunyai toleransi relatif rendah terhadap input nutrisi yang berlebihan yang masuk perairan pesisir (Snedaker 1978).

Secara kimiawi juga ketiga ekosistem dapat berperan melarutkan bahan polutan, sedimen dan input nutrisi yang masuk ke perairan pesisir. Apabila bahan organik dan anorganik yang masuk ke perairan pesisir berlebihan, melebihi kemampuan asimilasi lingkungan berpotensi terjadinya pencemaran air, dan jika pencemaran terjadi pada suatu perairan pesisir, akan menimbulkan kerugian ekologis yang sangat besar, berapa jumlah telur biota air yang ada di pesisir tidak jadi menetas, seterusnya berapa jumlah benur dan nener yang mati sebagai dampak dari pencemaran. Kadang tidak disadari bahwa dampak

pencemaran secara tidak langsung mempengaruhi ekonomi dan sosial budaya masyarakat petani tambak dan nelayan.

2.2.3. Secara Biologis

Secara biologis, terjadi interaksi ketiga habitat tersebut dalam menyediakan ruang dan bagi organisme laut. Organisme laut dalam berbagai tingkatan siklus hidupnya bermigrasi dari dan ke masing-masing habitat. Tipe migrasinya dapat dikelompokkan antara lain: (1) migrasi sementara mencari makan, dan (2) migrasi tahapan hidup seperti dari larva, postlarva, juvenil dan dewasa. Sebagai contoh ikan kerapu yang merupakan salah satu jenis spesies ekonomis menggantungkan hidupnya pada ekosistem mangrove, padang lamun dan terumbu karang. Induk kerapu akan melepaskan telurnya di ekosistem terumbu karang dan pada tahap postlarva akan berpindah ke ekosistem padang lamun untuk mencari makan dan berlindung (Silo *et al.* 2008).

Setelah memasuki umur tertentu dan mencapai ukuran panjang 7 cm bermigrasi ke ekosistem mangrove dan mencari makan di ekosistem padang lamun pada malam harinya. Saat memasuki umur dewasa mereka kembali ke ekosistem terumbu karang dan melakukan aktivitas reproduksi kembali. Spesies udang, rajungan, dan lobster merupakan contoh lain dari organisme penting perikanan yang berpindah-pindah antara habitat pesisir selama siklus hidupnya (Nagelkerken dan Fauze 2008).

2.3. Pemilihan Lokasi Tambak

Menurut Denilla (1987) bahwa keberhasilan dalam usaha pertambakan selain bergantung pada kemajuan ilmu pengetahuan tentang biologi organisme yang dibudidayakan, juga bergantung pada bentuk konstruksi tambak. Bentuk konstruksi tambak akan mempengaruhi teknik pengelolaan dan pada akhirnya akan mempengaruhi biaya operasional dan produksi yang ingin dicapai. Dalam pembuatan tambak, teknik pembuatan dan biayanya harus benar-benar diperhitungkan. Oleh karena itu, dipilih tempat yang memenuhi persyaratan teknis. Tempat yang baik akan memudahkan dalam pembuatan tambak, sehingga biaya relatif lebih rendah.

Pada umumnya tambak di Indonesia masih sederhana, misalnya petak penenaran dan penggelondongan terletak di tengah-tengah petak pembesaran. Konstruksi tambak seperti pintu ukurannya terlalu kecil dan terbuat dari bahan yang kurang baik sehingga mudah rusak. Pematang yang rendah dan sempit serta belum rapi penyusunannya dan terkadang mudah bocor dan bobol. Bahkan beberapa daerah, di tengah tambak masih terdapat pulau-pulau sebagai pelataran yang masih tersisa pohon-pohon bakau. Hal tersebut dapat mempersulit dalam mengelola dan biasanya tambak seperti ini produksinya rendah. Sebelum membahas tentang konstruksi tambak yang baik, sebaiknya diuraikan syarat-syarat teknis yang harus dipertimbangkan sebelum menetapkan pemilihan lokasi pertambakan.

2.3.1. Topografi

Untuk memilih lahan pertambakan sebaiknya dihindari lokasi yang tanahnya bergelombang, sebab akan banyak memerlukan biaya penggalian dan perataan tanah. Selain itu, penggalian tanah yang banyak dan dalam akan menyebabkan lapisan tanah atas yang subur terbuang, sehingga untuk menjadikan subur kembali diperlukan pemupukan dosis tinggi dan dalam waktu lama. Oleh karena itu, untuk memilih lokasi pertambakan, sebaiknya lokasi yang relatif datar dan berdekatan dengan pantai untuk memudahkan mendapatkan air; baik sumber air asin melalui air pasang, maupun air tawar yang bersumber dari sungai atau dari mata air.

2.3.2. Elevasi

Lokasi yang akan dibuat tambak sebaiknya mempunyai elevasi tertentu sehingga memperlancar pengelolaan air. Dengan kata lain tambak cukup mendapat air pada saat pasang biasa dan dapat dikeringkan pada surut biasa. Lokasi yang hanya dapat diairi pada saat pasang tertinggi, kurang baik untuk lokasi pembuatan tambak. Untuk mendapatkan air yang cukup selama pemeliharaan diperlukan saluran yang dalam dan penggunaan pompa air. Hal ini dapat menyebabkan biaya pembuatan dan biaya operasional tambak meningkat. Oleh karena itu, sebelum membangun tambak pada suatu lokasi, data pasang surut

harus diketahui sehingga lebih mudah memperkirakan luas areal yang dapat dibangun untuk pertambakan.

2.3.3. Vegetasi

Ukuran tumbuhan di suatu tempat akan mempengaruhi dalam pembuatan tambak. Pada lokasi yang sedikit ditumbuhi pepohonan atau vegetasi akan lebih mudah dan biaya pembuatannya relatif kecil. Sedangkan pada lokasi yang banyak ditumbuhi pepohonan dalam pembuatan tambak memerlukan biaya relatif tinggi dan memerlukan alat-alat berat untuk membuangnya. Dalam membuang pepohonan pada areal lokasi pembangunan tambak sebaiknya tidak ada bagian-bagian yang tertinggal, sebab dalam proses pembusukan sisa-sisa pohon tersebut akan menyebabkan kualitas air kurang baik.

2.3.4. Sumber Air

Lokasi yang baik untuk pertambakan adalah lokasi yang mempunyai fluktuasi pasang surut antara 1,5-2,5 m dan akan lebih baik lagi kalau lokasi tersebut dekat dengan sumber air tawar baik yang berasal dari sungai maupun yang berasal dari mata air, sehingga memudahkan pengaturan salinitas air tambak pada waktu pemeliharaan berlangsung. Lokasi yang mempunyai fluktuasi pasang surut kurang dari 1 m kurang baik untuk pertambakan, sebab akan sulit dalam pengelolaan. Sebaiknya lokasi yang mempunyai fluktuasi pasang surut lebih dari 2,5 m, pematang tambak harus dibuat tinggi dan kuat. Selain fluktuasi pasang surut yang perlu diperhatikan dalam pembuatan tambak, juga harus memperhatikan keadaan lokasi, apakah bebas dari banjir atau tidak, sebab dalam memilih lokasi untuk pembangunan tambak harus bebas dari banjir.

2.3.5. Jenis Tanah

Untuk memilih lokasi pertambakan, sebaiknya dipilih lokasi yang mempunyai tekstur tanah liat berpasir atau liat berlempung. Kedua jenis tekstur tanah tersebut, selain baik untuk pertumbuhan makanan alami, juga baik untuk pembuatan pematang. Sebaiknya jenis tanah yang banyak mengandung pasir kurang baik untuk pertumbuhan, selain makanan alami sulit tumbuh juga pematang mudah bocor. Oleh karena itu, dalam memilih lokasi untuk

pembangunan tambak baru, jenis tanah selalu menjadi perhatian utama, karena tanah adalah sebagai wadah dan berhasil atau tidaknya suatu usaha budidaya organisme air sangat ditentukan oleh kondisi tanah tambak.

2.3.6. Kondisi Sosial

Untuk memilih lokasi pertambakan selain faktor teknis yang harus diperhatikan, sebelum memutuskan pembangunan tambak, faktor nonteknis juga harus diperhatikan. Faktor nonteknis yang harus diperhatikan dalam memilih lokasi pembangunan tambak baru, diantaranya: (1) animo masyarakat, (2) akses perhubungan baik sungai atau darat, (3) terjangkau penerangan berupa Perusahaan Listrik Negara, (4) jaringan telekomunikasi tersedia, dan (5) jarak dari kota besar. Kondisi sosial sangat penting diperhatikan dalam pembangunan tambak baru. Keberhasilan suatu budidaya tambak sangat terkait kondisi sosial tersebut, dan saling terkait antara satu dengan yang lainnya dalam mendukung kegiatan budidaya nantinya.

2.4. Konstruksi Tambak

Menurut Cholik *et al.* (2005) bahwa dalam mendesain suatu konstruksi usaha atau kegiatan akuakultur termasuk mendesain konstruksi tambak merupakan titik awal berhasil atau gagal suatu kegiatan budidaya organisme di tambak. Kesalahan dalam mendesain konstruksi tambak adalah awal dari kegagalan usaha budidaya yang akan dilakukan. Oleh karena itu, agar mencapai keberhasilan kegiatan budidaya tambak, maka desain konstruksi tambak yang meliputi: pematang, pintu, dan saluran harus memperhatikan syarat-syarat teknis dan non teknis.

2.4.1. Pematang

Pematang dalam suatu unit tambak terdiri dua yaitu: pematang utama dan pematang antara. Kedua pematang ini fungsinya pada prinsipnya sama yaitu sebagai penahan air, yang berbeda hanya letaknya. Pematang utama lebih mengelilingi unit pertambakan dan berfungsi menahan air, baik yang dari dalam petakan tambak maupun air yang berasal dari luar kawasan tambak. Sedangkan pematang antara letaknya berada diantara petakan tambak dalam suatu unit

tambak, fungsinya menahan air dari dalam petakan dan dari luar petakan. Pematang utama harus lebih kuat dan bebas dari bocoran dan rembesan air, pematang utama merupakan pembatas dari suatu unit pertambakan, sekaligus menahan limpahan air banjir.

Pematang sebagai penahan air dalam suatu petakan tambak, harus dibuat sekuat mungkin agar betul berfungsi secara optimal sebagai penahan air selama berlangsung pemeliharaan organisme air. Oleh karena itu, pembuatan pematang, baik pematang utama maupun pematang antara harus memenuhi syarat-syarat teknis dalam pembuatan pematang yaitu: (1) harus ada lapisan inti, (2) menggali parit pada jalur yang akan dilalui pematang ukuran 1 x 1 m, (3) isi parit dengan tanah keras secara berlapis-lapis dan padatkan, (4) ketika menimbun pematang hindari benda-benda seperti batang kayu dan sejenisnya untuk menjaga pematang, sebab jika benda tersebut lapuk pematang akan berongga, sebagai awal terjadinya rembesan dan bocoran, (5) sebaiknya pematang tambak jika memungkinkan dibuat lurus, karena pematang yang berbelok-belok, selain pembuatannya relatif mahal, juga tidak kuat menahan beban volume air dari dalam tambak.

Ukuran lebar dan tinggi pematang utama disesuaikan dengan kondisi lokasi atau menggunakan perhitungan yaitu: tinggi pematang utama adalah antara 0,50-0,75 m di atas permukaan air pada waktu pasang tertinggi, misalnya rata-rata tinggi pasang pada lokasi itu 1,26 m, berarti idealnya tinggi pematang utama yaitu $1,26 + 0,65 = 1,91$ m. Ukuran lebar pematang utama bagian atas antara 2-2,5 m, lebar talud sisi luar antara 1 : 1,5 dan sisi dalam 1 : 1 dan beren 0,5-1,0 m. Sedangkan ukuran tinggi dan lebar pematang antara yaitu tingginya lebih rendah sedikit dari pematang utama, dan ukuran lebarnya yaitu lebar atas antara 0,5-1,0 m, talud 1 : 1 m dan berm antara 0,3-0,5 m.

2.4.2. Pintu

Pintu tambak merupakan salah satu bagian penting dalam suatu unit pertambakan. Oleh karena itu, cara dan bahan-bahan untuk pembuatan pintu harus baik. Di dalam satu unit tambak ada dua macam pintu yaitu: pintu air utama dan pintu air petakan. Kedua jenis pintu air tersebut dapat dibuat dari berbagai jenis kayu dan beton. Ada beberapa syarat yang perlu diperhatikan dalam pembuatan air, antara lain: (1) harus kuat dan dilengkapi tempat saringan, dan (2) lebar pintu

untuk satu unit pertambakan seluas 10.000 m² minimal 1 m, sedangkan tingginya disesuaikan pematang.

Sedangkan jenis kayu yang akan dibuat pintu air utama harus baik, misalnya kayu besi, kayu jati, kayu meranti dan sebagainya. Ukuran pintu air utama adalah sebagai berikut: (1) untuk kerangka, digunakan balok berukuran tebal 8 cm dan 12 cm, (2) untuk dinding dan papan, digunakan berukuran tebal 3 cm dan lebar 20 cm, dan (3) untuk papan sekat, digunakan kayu dengan ukuran tebal 5 cm dan lebar 7 cm. Setelah papan dan dinding dasar dipasang seluruhnya, lalu dilakukan penimbunan sisa luar pintu. Dasar pintu utama harus lebih tinggi dari garis surut terendah atau *zero datum* dan lebih rendah dari dasar saluran.

Selanjutnya pintu petakan pada prinsipnya selama dengan pintu air utama, begitu juga cara pembuatannya. Perbedaannya adalah ukuran yang lebih kecil yaitu lebar pintu 60-80 cm. Dasar pintu air petakan ditempatkan sedemikian rupa sehingga berada lebih kurang 15 cm di atas saluran pembagi air, akan tetapi berada lebih rendah 15 cm atau sama dengan dasar terendah petakan tambak. Adapun maksud pengaturan tersebut adalah untuk memudahkan pengelolaan air dalam suatu unit pertambakan.

2.4.3. Saluran

Saluran dalam suatu unit pertambakan berfungsi menghubungkan antara sumber air baik langsung dari laut maupun melalui sungai dengan unit pertambakan, dalam suatu unit pertambakan biasanya terdiri tiga macam saluran yaitu: (1) saluran primer, (2) saluran sekunder, dan (3) saluran tersier. Adapun fungsi ketiga saluran dalam satu unit pertambakan yaitu sebagai berikut: (1) saluran primer menghubungkan antara laut dengan saluran sekunder, (2) saluran sekunder menghubungkan antara saluran primer dengan saluran tersier, dan (3) saluran tersier, menghubungkan antara saluran sekunder dengan petakan tambak, sistem saluran tambak di Indonesia secara umum masih berfungsi ganda yaitu sebagai saluran pemasukan dan pengeluaran air, dan merupakan salah satu penyebab masuknya penyakit ke dalam unit tambak.

Sebagaimana telah diuraikan, bahwa saluran adalah menghubungkan sumber air dengan unit pertambakan, oleh karena itu, sebaiknya saluran utama atau primer dibuat memanjang ke arah hulu dan berada di tengah - tengah

kawasan pertambakan, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan pemasukan dan pengeluaran air dalam suatu unit pertambakan. Ukuran lebar saluran disesuaikan dengan kondisi pasang surut di lokasi pertambakan dan luasnya area yang akan diairi, sedangkan dalamnya saluran primer dibuat rata-rata 15 cm di atas garis surut terendah atau *zero datum*.

Untuk saluran sekunder dan tersier menyesuaikan antara dasar saluran primer dan dasar petakan tambak. Adapun ukuran lebar saluran primer menurut Denilla (1987) dengan contoh sebagai berikut: (1) jika pasang surut lebih kecil 1,5 m dengan luasan areal 20 ha, lebar salurannya 7,5 m, dan (2) jika pasang surut lebih besar 1,5 m dengan luas areal tambak 20 ha, lebar salurannya 5,5 m. Sebagaimana diketahui bahwa saluran mempunyai peranan penting dalam proses penolong air dalam suatu kawasan pertambakan atau satu unit tambak. Oleh karena itu agar saluran berfungsi optimal dalam proses pengelolaan air, maka sebaiknya saluran memenuhi tiga persyaratan yaitu: (1) jika memungkinkan saluran dibuat lurus agar proses resirkulasi air lancar, (2) saluran harus bebas dari endapan lumpur atau sedimen, dan (3) saluran harus bebas dari sampah-sampah dan rerumputan. Ketiga persyaratan ini, dua diantaranya yaitu endapan lumpur dan rerumputan pada saluran harus betul-betul diperhatikan sebelum berlangsung suatu kegiatan budidaya, sebab akan mengganggu proses pengelolaan air sebagai penentu keberhasilan dari suatu kegiatan budidaya organisme air.

2.5. Kualitas Tanah

Istilah “*Oekologie*” untuk pertama diperkenalkan oleh seorang tokoh ilmuwan yang berkebangsaan Jerman bernama Ernst Haeckel yang tulisannya diterbitkan pada tahun 1870. Ekologi berasal dari bahasa Yunani yaitu dari kata *Oikos* dan *Logos*. *Oikos* berarti lingkungan tempat hidup dan *logos* berarti ilmu. Sehingga ekologi dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme hidup dengan lingkungannya (Kartawinata 1979 in Mintardjo *et al.* 1985).

Ketika kata ekologi dipahami dalam kegiatan budidaya perairan, maka dapat digambarkan bagaimana hubungan organisme yang dibudidayakan dengan lingkungannya, yang pada dasarnya ada dua aspek yang saling terkait yaitu aspek tanah dan aspek air. Parameter kualitas tanah dan air sangat menentukan

produktivitas suatu perairan yang akan mendukung proses pertumbuhan organisme yang dibudidayakan. Oleh karena itu, ketersediaan unsur hara dalam suatu perairan sangat ditentukan oleh kondisi kualitas tanah dan air untuk meningkatkan produktivitas suatu perairan.

Selanjutnya Nurdjana (2009) mengemukakan bahwa berhasil tidaknya suatu budidaya udang windu dan ikan bandeng di tambak sangat ditentukan oleh faktor kualitas tanah faktor kualitas air sebagai media. Oleh karena itu, faktor kualitas tanah dan air yang menjadi faktor yang sangat urgen harus diperhatikan pada waktu pemilihan lokasi pertambakan pada suatu daerah. Kesalahan dalam pemilihan lokasi dan mendesain tambak adalah merupakan awal dari kegagalan usaha budidaya.

Menurut Mintardjo *et al.* (1985) tanah dapat diartikan sebagai tubuh alam yang bersifat dinamis terdapat pada daratan yang terbentuk oleh kerja sama beberapa faktor utama pembentuk tanah. Faktor-faktor utama itu ialah iklim, organisme hidup, bahan induk, topografi dan waktu. Dengan demikian tanah dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dari kelima faktor sebagai berikut:

$$\text{tanah} = (i, o, bi, t, w) \quad \dots\dots\dots 2$$

dimana:

i = iklim

o = organisme

bi = bahan induk

t = topografi

w = waktu

Kelima faktor pembentuk tanah, tidak bekerja sendiri-sendiri tetapi bekerja secara beraturan. Bahan induk (*bi*) yang harus dihancurkan oleh iklim (*i*) dan organisme (*o*) tidak dapat dipisahkan dari letak tempatnya disuatu permukaan bumi (*t*) waktu tertentu (*w*). Resultan dari pengaruh bersama menghasilkan suatu tanah. Tanah tambak umumnya merupakan tanah endapan atau aluvial yang kesuburannya sangat ditentukan oleh kualitas material yang diendapkan.

2.5.1. Persyaratan Tanah

Sebelum membicarakan masalah persyaratan tanah untuk tambak, sebaiknya diketahui terlebih dahulu fungsi utama tambak yaitu: (1) menyediakan unsur hara

dalam tanah yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan makanan alami (2) sebagai tempat tumbuhnya makanan alami berupa klekap, lumut, plankton dan berbagai organisme dan (3) sebagai wadah untuk menahan air. Menurut Babel (2004) bahwa ekosistem mangrove sebagai penghasil bahan organik dan salah satu kendala yang dihadapi dalam pengelolaan tambak *silvofishery*, sehingga kebanyakan tambak *silvofishery* tanahnya bersifat masam, oleh karena itu, rasio perbandingan antara luas tambak dan mangrove perlu didesain sebaik mungkin, dan ini merupakan dilematis, jika rasio mangrove persentasenya lebih luas dikhawatirkan akan terjadi penurunan pH tanah dan akan mempengaruhi pH air, sehingga secara ekonomi tidak optimal dan sebaliknya jika persentase tambak lebih luas fungsi ekologi akan terganggu. Pada hal konsep pengelolaan *silvofishery* berorientasi pada terjadinya keseimbangan antara aspek ekologi dan aspek ekonomi.

Oleh karena itu, tanah tambak harus memenuhi kriteria tersebut, kemampuan tanah menyediakan berbagai unsur hara yang sangat diperlukan oleh makanan alami, tergantung kesuburan tanah yang bersangkutan. Kesuburan tanah sangat bergantung pada komposisi unsur kimiawi. Tanah yang bersifat masam kurang produktif, sebaliknya tanah yang alkali lebih subur dan produktif, tanah yang baik, selain mempunyai kandungan unsur hara yang tinggi dan kompleks, juga harus mampu menahan air. Kemampuan tanah menahan air sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah, makin kompak teksturnya makin kuat menahan air, sebaliknya tanah yang kurang kompak teksturnya, misalnya tanah pasir, kurang mampu menahan air sehingga tanah ini kurang baik untuk tambak.

2.5.2. Tekstur Tanah

Tekstur tanah memegang peranan penting dalam menentukan apakah tanah memenuhi syarat untuk pertambakan. Seperti yang telah dikemukakan di atas, semakin kompak teksturnya makin baik tanahnya. Secara praktis kalau diambil segenggam tanah kemudian langsung diamati dengan seksama, ternyata tanah tersebut terdiri dari mineral dan bahan organik dari berbagai ukuran. Tekstur tanah sangat ditentukan oleh komposisi atau perbandingan pasir, debu dan liat. Pada umumnya tanah tambak dapat dibedakan menjadi berbagai tekstur yaitu; lempung berliat, lempung berpasir dan lempung berdebu.

Setiap jenis tanah tersebut, masing-masing memiliki sifat fisika dan kimia yang berbeda. Tanah lempung berpasir lebih porous dari pada lempung berdebu, sedangkan lempung berdebu lebih subur daripada lempung berpasir. Untuk mengetahui bagaimana hubungan tekstur tanah dengan tingkat kesuburannya dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Dapat diketahui bahwa semakin besar kandungan liat dan lumpurnya, semakin subur tanah yang bersangkutan, sehingga klekap dapat tumbuh dengan lebat, sebaliknya semakin tinggi kandungan pasirnya, maka tanah tersebut kurang subur. Tanah yang baik untuk tambak adalah yang bertekstur lempung berliat, liat berpasir dan liat berlumpur. Tekstur ini selain mempunyai kemampuan menahan air, juga kaya akan unsur hara yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan makanan alami di tambak (Davide 1979 *in* Mintardjo *et al.* 1985).

Tabel 1 Hubungan antara tekstur tanah dengan pertumbuhan klekap di tambak

No.	Perbandingan (%)			Tekstur Tanah	Pertumbuhan Klekap
	Pasir	Debu	Liat		
1	28	22	50	Liat	Sangat lebat
2	14	44	42	Liat berdebu	Lebat
3	63	14	23	Lempung liat berpasir	Sedikit
4	79	10	11	Lempung berpasir	Sangat Sedikit

Sumber: Davide (1976)

2.5.3. Reaksi Tanah

Reaksi tanah adalah sifat keasaman dan kebasaan tanah atau sifat pH tanah. Menurut Poster (1977) *in* Mintardjo *et al.* (1985) bahwa pH tanah dapat dibagi pada tingkatan atau golongan yaitu: (1) pH tanah di bawah 4,5 tanah sangat asam, (2) pH 6,6-7,3 netral dan 7,9-8,4 tanah agak basa.

Menurut Padlan (1979) *in* Mintardjo *et al.* (1985) bahwa pH tanah yang baik untuk pertumbuhan makanan alami terutama klekap adalah pH tanah 6,8-7,5. Tanah ini sangat produktif dan kaya akan garam natrium yang menyebabkan pertumbuhan klekap lebat. Sedangkan menurut Supardi (1980) *in* Mintardjo *et al.* (1985) bahwa tanah yang mempunyai pH 6-7 memberikan suasana biologis yang terbaik, suasana ini unsur fosfor yang tersedia mencapai jumlah yang maksimal yang sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan makanan alami.

Tambak yang bersifat masam terjadi jika bahan organik yang membusuk, yang dalam penguraiannya membutuhkan banyak oksigen (O_2), sehingga dapat membahayakan organisme yang ada di dalamnya. Tanah yang bersifat masam juga dijumpai di daerah hutan bakau, akibat adanya garam sulfida yang disebut pirit (FeS_2). Garam sulfida atau pirit ini dapat mengakibatkan pH tanah rendah sekali, dan tanah yang demikian disebut tanah sulfat asam, jenis tanah ini sebaiknya dihindari untuk pembuatan tambak baru, karena akan membutuhkan modal yang banyak dan waktu yang lama untuk memperbaikinya.

Untuk mengatasi tanah yang bersifat masam atau sulfida dapat dilakukan beberapa hal diantaranya: (1) mengeringkan sampai macak-macak, (2) melakukan reklamasi atau pengolahan tanah dasar dan (3) pemberian kapur. Menurut Padlan (1979) in Mintardjo *et al.* (1985) bahwa jumlah kapur yang diberikan pada tambak dalam bentuk CaO (kapur hidup) yang digunakan pada tanah yang mempunyai berbagai tingkat keasaman dan tekstur tanah yang berbeda seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kebutuhan kapur dalam bentuk CaO yang diperlukan untuk berbagai keasaman dan tekstur tanah yang berbeda

pH	Kebutuhan Kapur (CaO) Tekstur Tanah		
	Lempung Liat Berat (kg/ha)	Pasir Berdebu (kg/ha)	Pasir (kg/ha)
<4.0	4.000	2.000	1.250
4.0-4,5	3.000	1.500	1.250
4.5-5.0	2.500	1.250	1.000
5.0-5.5	1.500	1.000	500
5.5-6.0	1.000	500	250
6.0-6.5	500	500	-

Sumber: Padlan (1979)

Agar diperoleh hasil pengapuran yang baik, kapur sebaiknya ditebar merata ke seluruh permukaan tanah tambak, kemudian diaduk rata dengan tanah, sehingga bereaksi dengan baik antara tanah, air dan kapur. Setelah reaksi kapur terhadap tanah tambak sudah dianggap sempurna, maka dilakukan pencucian dengan mengganti air secara bertahap dan seterusnya akan dilakukan pemupukan dasar.

2.5.4. Bahan Organik

Bahan organik dalam tanah merupakan sumber utama nitrogen, makin tinggi kandungan bahan organik dalam tanah, makin besar pula nitrogennya. Para ahli telah membuktikan bahwa ada korelasi yang antara kandungan bahan organik dalam tanah dengan produksi makanan alami seperti klekap dan ikan di tambak. Walaupun demikian kandungan bahan organik yang berlebihan dapat membahayakan terhadap populasi ikan yang dipelihara, karena dalam proses penguraiannya dapat menghabiskan oksigen (O_2) dalam air dan mengeluarkan gas-gas beracun seperti CO_2 , NH_3 dan H_2S . Berdasarkan pengamatan di lapangan, semakin besar kandungan bahan organik dalam tanah semakin lebat pula pertumbuhan klekapnya. Menurut Davide (1976) in Mintardjo *et al.* (1985) menggambarkan hubungan antara besarnya kandungan bahan organik dalam tanah dengan pesatnya pertumbuhan klekap. Menurut hasil penelitian Asbar (2007) bahwa kandungan bahan organik pada ekosistem mangrove Tongke Tongke dan Samataring sangat tinggi sebagai berikut: C organik $10.540.584 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$, nitrogen (N) $498 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$, fosfor (P) $22 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$, dan kalium (K) $4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$. Hubungan kandungan bahan organik pada tambak disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hubungan antara besarnya kandungan bahan organik dalam tanah dengan tingkat kesuburan

No.	Kandungan Bahan Organik (%)	Status Kesuburan Tanah
1	Kurang dari 1,5	Kesuburan rendah
2	1,6-3,5	Kesuburan sedang
3	Lebih dari 3,6	Kesuburan tinggi

Sumber: Davide (1976)

Ada 16 unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh alga untuk pertumbuhannya, dari 16 unsur hara tersebut terdiri dari makro dan mikro, akan tetapi yang harus selalu ada adalah unsur nitrogen (N) dan fosfor (P) karena kedua unsur ini lekas habis terserap oleh alga, disamping itu yang harus diperhatikan adalah unsur kalium (K) unsur kalsium (Ca) dan unsur magnesium (Mg) sesuai pernyataan (Davide 1976 in Mintardjo *et al.* 1985).

2.5.5. Nitrogen (N)

Nitrogen dalam tanah dapat berasal dari bahan organik. Tanah mengandung nitrogen dalam bentuk persenyawaan yang tinggi seperti dalam bentuk protein. Besarnya kandungan nitrogen dalam tanah merupakan suatu indikator banyaknya bahan organik dalam tanah. Ada hubungan yang positif antara besarnya kandungan nitrogen dengan pertumbuhan klekap, makin besar nitrogen, semakin lebat pula pertumbuhan klekap seperti disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hubungan antara kandungan nitrogen dengan tingkat kesuburan tanah tambak

No.	Kandungan Nitrogen (%)	Kesuburan Tanah Tambak
1	< 0,10	Sangat rendah
2	0,11-0,15	Rendah
3	0,16-0,20	Cukup
4	> 0,21	Tinggi

Sumber: Davide (1976)

2.5.6. Fosfor (P)

Sumber utama fosfor dalam tanah berasal dari hasil pelapukan mineral yang mengandung fosfor dan dari bahan organik. Bahan organik sedikit sekali fosfornya. Fosfor merupakan salah satu unsur yang sangat penting untuk pertumbuhan alga, selain itu, fosfor juga merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan klekap di tambak, semakin besar fosfor yang tersedia dalam tanah, semakin baik pertumbuhan alganya. Adapun hubungan fosfor dengan tingkat kesuburan tambak disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hubungan antar kandungan fosfor dengan tingkat kesuburan tambak

No.	Kandungan Fosfor (ppm)	Kesuburan Tanah Tambak
1	< 35	Rendah
2	36-45	Sedang
3	> 46	Tinggi

Sumber: Davide (1976)

Dari penjelasan Tabel 5 dapat dikemukakan bahwa tambak yang merupakan hasil konversi dari ekosistem mangrove yang pada umumnya mempunyai kandungan fosfor yang relatif sedikit dan lebih didominasi oleh kandungan nitrogen dari hasil penguraian bahan organik. Sesuai pendapat Ranback (1999)

bahwa tambak *silvofishery* kaya akan unsur nitrogen yang berasal dari hasil proses dekomposisi serasah ekosistem mangrove. Hanya saja keberadaan unsur nitrogen dalam tambak hasil konversi hutan mangrove terkadang tidak berkorelasi dengan unsur lain seperti fosfor.

2.5.7. Kalium (K)

Unsur kalium (K) diserap dalam bentuk K dari larutan tanah. Kalium sangat esensial dalam pembentukan hidrat arang dan sangat diperlukan dalam pembentukan klorofil. Pada umumnya tambak memiliki kandungan kalium yang cukup tinggi, yang bersumber dari laut yang masuk ke tambak pada waktu pasang. Hubungan antara kandungan kalium dengan tingkat kesuburan tanah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hubungan antara kandungan kalium dengan tingkat kesuburan tanah tambak

No.	Kandungan Kalium (ppm)	Kesuburan Tanah Tambak
1	<350	Rendah
2	350-500	Sedang
3	>500	Tinggi

Sumber: Davide (1976)

2.5.8. Kalsium (Ca)

Kalsium dan magnesium terasimilasi oleh tanaman dalam bentuk C^{++} dan Mg^{++} . Kandungan kalsium dan magnesium dalam tambak dan hubungannya dengan tingkat kesuburan tanah disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hubungan antara kandungan kalsium dan magnesium dengan tingkat kesuburan tanah tambak

No.	Kandungan		Kesuburan Tanah Tambak
	Kalium (ppm)	Magnesium	
1	<700	<300	Rendah
2	700-1200	300-600	Sedang
3	>1200	>600	Tinggi

Sumber: Davide (1976)

2.5.9. Unsur Mikro

Dari 16 unsur yang esensial bagi tanaman dan jasad mikro, 7 unsur dalam jumlah sedikit, unsur hara tergolong unsur mikro yang meliputi unsur: besi (Fe),

mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), boron (b) molibdenium (Mo) dan clor (Cl), unsur mikro sekalipun diperlukan dalam jumlah sedikit, akan tetapi kadang menjadi faktor pembatas seperti yang telah dikemukakan (Leibig 1840 *in* Odum 1996). Selanjutnya Padlan (1979) *in* Mintardjo *et al.* (1985) menyatakan bahwa salah satu sifat unsur mikro adalah bahwa unsur tersebut diperlukan dalam jumlah sedikit, akan tetapi dapat bersifat racun kalau dalam jumlah yang banyak.

2.6. Kualitas Air

Air sesuai dengan kegunaannya bagi organisme hidup harus memenuhi berbagai persyaratan, yaitu fisika, kimia dan biologi. Dalam budidaya udang dan ikan di tambak, kondisi air harus disesuaikan dengan kebutuhan optimal bagi pertumbuhan ikan dan udang yang dipelihara. Dilihat dari segi fisika, kimia dan biologi, air mempunyai beberapa fungsi dalam menunjang kehidupan organisme air yang dipelihara antara lain: (1) segi fisika, merupakan tempat hidup dan menyediakan ruang gerak bagi organisme, (2) segi kimia sebagai pembawa unsur, mineral, vitamin, gas-gas terlarut dan sebagainya, (3) segi biologi merupakan media yang baik untuk kegiatan biologis dalam pembentukan dan penguraian bahan-bahan organik.

Usaha budidaya ikan dan udang di tambak, selain kualitas air seperti yang telah diuraikan di atas, juga volume atau ketersediaan air setiap saat apabila diperlukan harus menjadi perhatian. Volume air dalam tambak selama pemeliharaan berlangsung harus cukup tersedia untuk memenuhi kedalaman yang diinginkan, baik air asin maupun air tawar. Oleh karena itu, lokasi pertambakan yang baik adalah lokasi yang mempunyai sumberdaya air yang cukup tersedia setiap saat apabila diperlukan (Poernomo 1992). Parameter kualitas air yang akan menjadi bagian dalam pembahasan berikut ini diantaranya (1) pasang surut; (2) suhu, (3) salinitas, (4) pH air (5) oksigen terlarut, (6) kekeruhan, (7) karbondioksida dan (8) senyawa beracun.

2.6.1. Pasang Surut

Pasang surut ialah naik turunnya air laut yang dipengaruhi oleh bulan, bumi dan matahari, sehingga waktu pasang dan waktu surut pada suatu daerah sangat ditentukan oleh ketiga planet tersebut. Lokasi yang ideal untuk membangun

pertambakan adalah daerah yang terletak antara pasang tertinggi dan surut terendah. Hal ini diperlukan untuk memudahkan pengelolaan air, secara gravitasi untuk memenuhi kebutuhan ikan dan udang yang dipelihara di tambak. Para ahli menyepakati bahwa lokasi pertambakan yang ideal apabila daerah itu mempunyai fluktuasi pasang antara 1,5-2,5 m (Acosta 1977 *in* Mintardjo *et al.* 1985)

Dengan kondisi pasang seperti itu, pembuatan konstruksi tambak mudah dilakukan dari segi waktu, tenaga dan biaya yang relatif rendah. Selain itu pasang surut seperti di atas, memudahkan pengelolaan air secara gravitasi tanpa menggunakan peralatan pompanisasi. Oleh karena itu, dalam mendesain suatu pertambakan, selisih parit keliling, dasar pintu, dan dasar saluran lebih tinggi dari surut terendah *zero datum* antara 10-15 cm secara berurutan. Artinya parit keliling lebih tinggi daripada dasar pintu dan dasar pintu lebih tinggi daripada dasar saluran dan dasar saluran lebih tinggi daripada surut terendah *zero datum* suatu pesisir, tujuannya agar tambak mudah diairi dan mudah dikeringkan apabila diperlukan (Nurdjana 2009).

2.6.2. Suhu

Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dalam pemeliharaan ikan dan udang di tambak. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu sampai batas tertentu yang dapat menekan kehidupan ikan bahkan kematian. Semakin tinggi suhu, semakin mempengaruhi kelarutan gas-gas dalam air, termasuk oksigen. Kisaran suhu yang optimal bagi kehidupan ikan dan udang di tambak adalah 25-30 °C (Poernomo 1992).

Untuk mengatasi fluktuasi suhu tambak dapat dilakukan beberapa cara diantaranya: (1) memasukan air baru jika memungkinkan baik melalui sistem gravitasi maupun melalui sistem pompanisasi dan (2) menjalankan kincir. Kedua cara ini tujuannya berfungsi ganda selain menstabilkan suhu dan oksigen juga dapat menetralkan pH air dalam tambak. Penambahan air baru ke dalam tambak, baik secara gravitasi maupun sistem pompanisasi dengan pengoperasian kincir, selain mengatasi fluktuasi suhu, juga dapat mencegah terjadinya pelapisan (stratifikasi suhu).

2.6.3. Salinitas

Salinitas didefinisikan sebagai jumlah semua garam dalam air setelah semua karbonat diubah menjadi oksida-oksidanya, semua bromida dan ionida digantikan oleh klorida dan dinyatakan dalam satuan perseribu dengan notasi ppt atau ‰. Istilah lain yang erat hubungannya dengan salinitas adalah klarinitas, yakni jumlah semua garam chlorida, bromida dan ionida, diukur seharga chlorida. Salinitas membedakan jenis air tawar, air laut dan air payau dengan klasifikasi disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Klasifikasi perairan berdasarkan nilai salinitasnya

No.	Klasifikasi Perairan	Salinitas (‰)
1	Hyperhaline	> 40
2	Euhaline	30-40
3	Mixohaline	30-30.5
4	Polihaline	18-30
5	Mesohaline	5-18
6	Oligohaline	0.5-5
7	Limnetic (tawar)	< 0.5

Sumber: Melusky (1971)

Selanjutnya Melusky (1971) in Mintardjo *et al.* (1985) menyatakan bahwa setiap jenis ikan dan udang serta biota air lainnya mempunyai kisaran toleransi salinitas yang berbeda antara spesies satu dengan spesies lainnya, dan antara kelompok unsur dalam spesies yang sama. Kisaran salinitas ini untuk bandeng sangat lebar, karena itu bandeng dapat dipelihara di air tawar dan masih dapat dijumpai di tambak-tambak yang salinitasnya 20-30‰. Sedangkan udang windu menyukai salinitas yang lebih rendah dan dapat tumbuh pada salinitas mendekati tawar, walaupun juga dapat bertoleransi sampai pada salinitas 50‰ meskipun disepakati bahwa udang windu dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas 10-20‰.

Berdasarkan toleransinya terhadap salinitas ini, organisme perairan pada umumnya dapat digolongkan sebagai berikut: (1) stenohalin laut yaitu organisme yang kisaran toleransi salinitas sempit >30‰ dan, stenohalin tawar, yaitu organisme yang kisaran salinitas sempit <0,5‰. (2) eurihalin laut, organisme laut yang masih dapat hidup pada salinitas <3‰, dan eurihalin tawar, organisme tawar yang masih dapat hidup pada salinitas >8‰. (3) estuaria asli yaitu organisme

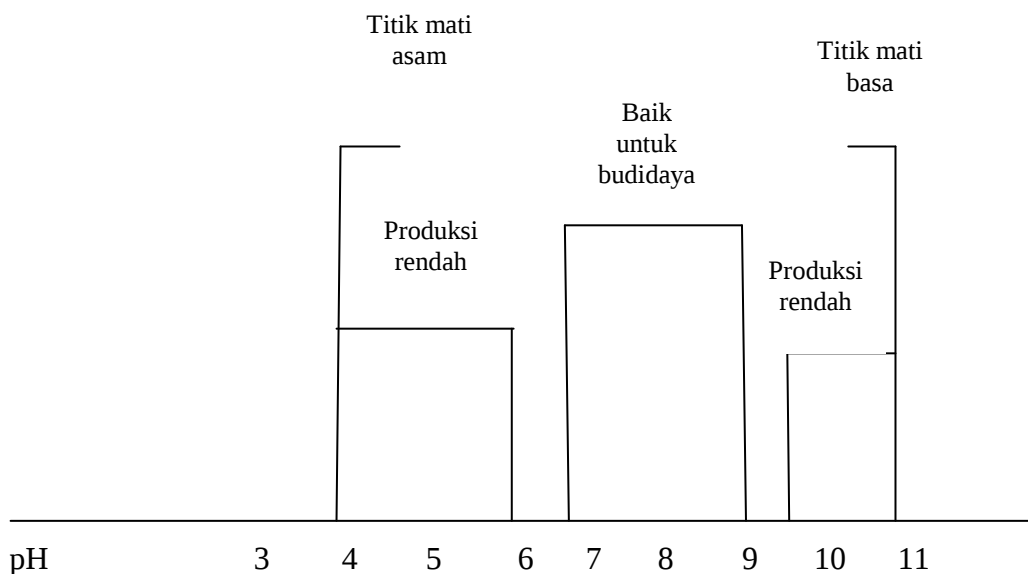
perairan payau yang menyukai kisaran salinitas antara 2-25‰. dan (4) migrasi yaitu organisme perairan karena alasan biologisnya melakukan migrasi dari laut ke perairan tawar atau sebaliknya. Dari laut ke air tawar organisme ini disebut *anadromus* organisme dari tawar ke laut disebut *katadromus* (Chona *et al.* 2000).

Salinitas dapat diukur dengan beberapa cara diantaranya: salinometer, refraktometer dan titrasi di laboratorium. Pengetahuan tentang salinitas dan cara mengukurnya penting untuk diketahui bagi petani tambak. Pada saat penebaran benih di tambak salinitas asal benur dengan tambak sebaiknya tidak melebihi 3‰, oleh karena itu, apabila salinitas lebih dari 3‰ maka harus dilakukan aklimatisasi, untuk mencegah terjadinya kematian yang tinggi pada nener atau benur.

2.6.4. pH

pH ialah suatu larutan yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai sperkonsetrasi ion hidrogen dalam mol perliter pada suhu tertentu. pH air dipengaruhi tanahnya, sehingga pada tambak-tambak baru yang tanahnya masam, maka pH airnya pun rendah. Goncangan pH perairan dapat terjadi karena terbentuknya asam atau basa kuat, gas-gas dalam proses perombakan bahan organik, reduksi karbon anorganik, proses metabolisme perairan dan lain-lain. Ikan dan udang cukup sensitif terhadap perubahan pH, sehingga pada nilai pH tertentu udang dan ikan akan mengalami gangguan.

Budidaya air payau goncangan pH tidak begitu mengkhawatirkan karena air laut mempunyai daya penyangga (*buffer*) yang cukup kuat. Oleh karena itu, air laut mempunyai pH yang hampir selalu sedikit di atas normal. Hasil pengukuran di Balai Budidaya Air Payau Jepara selama ini menunjukkan bahwa pH air tambak hampir selalu berkisar antara 7,5-8,5 pH sedikit di atas normal dan ini adalah optimal untuk ikan dan udang, mungkin karena selama pernapasannya ikan menghasilkan CO₂ sehingga dapat menurunkan pH di sekitar insangnya, dan ini akan segera dinetralkan oleh air yang ada di sekitarnya. Menurut Swingle (1992) *in* Mintardjo *et al.* (1985) merupakan titik mati bagi ikan seperti ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3 Hubungan antara pH perairan dengan kehidupan ikan terhadap kesuburan perairan

pH air dapat diukur secara kalorimetri dan elektrometri. Metode kalorimetri dilakukan dengan membandingkan warna standar yang ada dengan warna air contoh yang telah dititrasi larutan pewarna atau dengan warna kertas lakmus pH yang telah dicelupkan pada air contoh pengukuran pH secara kalorimetri ini merupakan pengukuran kasar, untuk pendugaan atau kira-kira. Sedangkan pengukuran secara kalorimetri lebih teliti dengan menggunakan pH meter. Ada bermacam merek dan tipe pH meter, berarti berbeda pula cara penggunaannya, akan tetapi pada umumnya mempunyai elektroda hidrogen yang dapat mengukur aktivitas ion hidrogen dalam suatu larutan. Setelah dititrasi dengan larutan standar yang nilai pH nya diketahui elektroda dicelupkan ke dalam air contoh dan nilai pH ditunjukkan pada skala (Golterman *et al.* 1966 *in* Mintardjo *et al.* 1985).

2.6.5. Oksigen Terlarut

Seperti pada organisme lainnya, ikan dan udang membutuhkan oksigen dalam pernapasannya, oksigen tersebut harus dalam bentuk terlarut dalam air, karena pada umumnya ikan dan udang tidak dapat mengambil oksigen langsung dari udara. Sumber utama oksigen dalam perairan adalah hasil difusi langsung dari udara, terbawa oleh air hujan dan hasil fotosintesis tanaman yang berhijau daun. Selebihnya kandungan oksigen dalam air pun dapat berkurang terutama

untuk pernapasan organisme dalam air dan perombakan bahan organik. Kekurangan oksigen dapat dialami oleh ikan akibat terhalangnya difusi dari udara pada saat terjadinya *blooming* plankton dan terbentuknya stratifikasi salinitas sesudah hujan lebat, dalam keadaan ini, pengadukan air tambak akan sangat menolong. Daya larut oksigen juga dipengaruhi oleh suhu dan salinitas. Semakin tinggi suhu dan salinitasnya semakin rendah daya larut oksigen dalam air.

Besarnya kandungan oksigen yang perlu dipertahankan untuk menjamin kehidupan ikan dan udang yang baik adalah tidak kurang dari 3 ppm. Jika kandungan oksigen turun menjadi 2 ppm, beberapa jenis udang mengalami tekanan (Poernomo 1992). *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) menunjukkan banyaknya oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme terutama bakteri untuk merombak bahan organik dalam air. Dengan demikian BOD merupakan ukuran relatif banyaknya bahan organik dalam air, sehingga erat hubungannya dengan tingkat kesuburan perairan.

Oksigen terlarut dalam air dapat diukur dengan titrasi di laboratorium atau dengan metode elektrometri menggunakan *Dissolved Oxygen* meter (DO meter) di lapangan. Metode yang digunakan dalam titrasi pada umumnya adalah metode Winkler berdasarkan sifat oksidasi oksigen. Selanjutnya BOD ditentukan secara titrasi sama dengan penentuan oksigen, sebelum dan sesudah disimpan dalam tempat gelap selama lima hari. Selisih antara pengukuran sebelum dan sesudah penyimpanan itu merupakan nilai BOD suatu perairan.

2.6.6. Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan-bahan halus yang melayang-layang dalam air, baik berupa bahan organik seperti plankton, jasad renik, dedritus, maupun berupa bahan anorganik seperti lumpur dan pasir. Untuk daerah pantai kekeruhan banyak ditentukan oleh jenis tanah pantainya, kegiatan sekitar pantai dan kalau ada air yang mengalir melalui Daerah Aliran Sungai (DAS). Oleh karena itu, perambahan vegetasi di daerah hulu dan sepanjang sempadan sungai akan mempengaruhi laju sedimentasi meningkat yang pada akhirnya mempertinggi kekeruhan suatu perairan pesisir (Davide 1976 *in* Mintardjo *et al.* 1985).

Dalam penentuan lokasi bagi kegiatan budidaya perikanan, kekeruhan menjadi pertimbangan yang menentukan. Kekeruhan terlalu tinggi dapat berpengaruh negatif terhadap kehidupan ikan dan udang, baik langsung maupun tidak langsung. Pengaruh langsung disebabkan kekeruhan air terutama karena partikel lumpur dan pasir yang menutupi insang ikan sehingga menghambat pernapasan. *Blooming* juga dapat menimbulkan pengaruh langsung yang merugikan, jika diakibatkan jenis plankton yang dapat mengeluarkan bahan beracun misalnya *Microcystis* sp. Untuk kolam atau tambak diusahakan pertumbuhan plankton antara 25-35 cm merupakan ukuran yang baik bagi kekeruhan yang disebabkan oleh plankton (Swingle 1942 in Mintardjo *et al* 1985)

Kandungan plankton yang terlalu tinggi, menyebabkan konsumsi oksigen dalam kolam dan tambak juga tinggi dan hal ini menimbulkan masalah kompetisi bagi ikan dan udang yang dipelihara, terutama pada malam hari. Adapun pengaruh tidak langsung dari kekeruhan ialah menghalangi difusi oksigen dari udara dan mengurangi penetrasi cahaya matahari sehingga produktivitas primer perairan berkurang. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi kekeruhan air dalam tambak sebagai berikut:

- (1) Membuat petak pengendapan (tandon) cara ini merupakan cara yang paling sederhana, air disimpan dalam petak pengendapan atau tandon selama 1-2 hari, kemudian air dari lapisan atas yang telah jernih dialirkan ke dalam petak pemeliharaan.
- (2) Penanaman tumbuhan, juga dapat mengurangi kekeruhan akibat lumpur, karena sifat akar tumbuhan air dapat mengikat lumpur.
- (3) Pergantian air, salah satu cara menanggulangi *blooming*, sebaiknya air lapisan atas segera dibuang keluar tambak dan segera digantikan air baru.

Untuk mengukur kekeruhan perairan tambak atau kolam dapat digunakan dua cara yaitu: (1) pinggan secchi dan (2) Jackson. Cara pertama yang menggunakan pinggan secchi dianggap praktis digunakan di lapangan, karena hanya menggunakan sebuah pinggan bergaris tengah 30 cm, dibagi empat bidang warna yaitu hitam dan putih yang berselang seling, digantung pada seutas tali dan pada pusat diberi perak pada bagian bawah. Pinggan Sccchi dapat dibuat dari besi, kayu, kaleng, piring nasi atau apa saja yang mudah didapat dan ditenggelamkan

ke dalam air. Pinggan Secchi dimasukan kedalam perairan yang diukur kekeruhannya sampai warna putih tidak tampak lagi.

Sedangkan cara kedua merupakan cara standar dalam mengukur kekeruhan, yaitu dengan menggunakan Jakson turbidimeter yang pada prinsipnya mengukur jarak tembus cahaya lilin standar melalui air contoh dituangkan ke dalam tabung gelas yang berskala *Jackson Turbidity Unit (JTU)* sampai cahaya lilin standar tidak terlihat lagi dari atas. Besarnya JTU dapat langsung dilihat pada skala yang ditunjukkan oleh permukaan air di dalam tabung.

2.6.7. Karbondioksida

Karbondioksida, baik dalam bentuk CO_2 bebas maupun sebagai karbonat dan bikarbonat, terdapat dalam air dihasilkan dalam proses pernapasan organisme dan penguraian bahan organik dalam perairan. Garam-garam karbonat dan bikarbonat terutama garam kalsiumnya bersama-sama dengan asamnya membentuk suatu sistem penyangga (*buffer*) yang sangat berguna dalam menjaga kestabilan pH air laut. Berdasarkan pengukuran selama ini, kandungan CO_2 jarang terukur di tambak, hal ini mungkin kandungan fitoplankton yang cukup tinggi di tambak sehingga karbondioksida yang ada terpakai dalam proses fotosintesis, ataupun segera dilepaskan ke udara, di samping itu karena kuatnya sifat *buffer* air laut, CO_2 bebas yang masuk ke dalam perairan segera berubah menjadi karbonat dan bikarbonat, sehingga tidak banyak mempengaruhi pH air. Lain halnya di bak-bak percobaan, sering didapatkan CO_2 bebas dalam air yang merupakan hasil penguraian sisa-sisa makanan di dasar tambak.

Meskipun peranan CO_2 sangat besar bagi kehidupan organisme, namun kandungan CO_2 bebas yang berlebihan sangat mengganggu, bahkan merupakan racun langsung bagi ikan dan udang. Daya toleransi ikan dan udang terhadap kandungan CO_2 bebas dalam air bermacam-macam tergantung jenisnya, akan tetapi pada umumnya apabila lebih dari 15 ppm dapat memberikan pengaruh yang merugikan. CO_2 bebas hanya terdapat dalam air pada pH di bawah 8,3 (Mcclusky 1971 in Mintardjo *et al.* 1985).

2.6.8. Senyawa-senyawa Beracun

Senyawa-senyawa beracun adalah gas-gas yang dihasilkan dalam proses penguraian bahan organik, yang pada konsentrasi tertentu bersifat racun terhadap ikan dan udang, misalnya amoniak (NH_3), nitrit (NO_2), hidrogen sulfida (H_2S) dan lain sebagainya. Belum ada angka yang pasti mengenai toleransi ikan dan udang terhadap gas-gas beracun tersebut. Untuk sementara, percobaan dengan udang penaeid di Filipina memberikan batas 0,5 ppm untuk nitrit (NO_2). Selanjutnya hidrogensulfida (H_2S) kalau terakumulasi di dasar tambak mengakibatkan tanah menjadi hitam dan bau busuk. Sebaiknya amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S) tidak melebihi 0,1 ppm (Swingle 1942 in Mintardjo *et al.* 19850

2.7. Penumbuhan Makanan Alami

Jenis makanan alami yang biasa tumbuh di tambak secara garis besarnya meliputi: (1) klekap, (2) lumut, dan (3) plankton. Menurut Brain *et al.* (2004) bahwa pada tambak *silvofishery* keberadaan makanan alami sangat menentukan berhasil tidaknya suatu usaha budidaya, karena budidaya sistem *silvofishery* menekankan keseimbangan energi dimana unsur hara yang tersedia seimbang dengan organisme yang dibudidayakan (*zero input*). Akan tetapi ketiga makanan alami tersebut di atas dapat hidup dan tumbuh dalam waktu dan tempat yang bersamaan, hal ini sangat ditentukan oleh kondisi kualitas tanah dan air serta kedalaman air (Rustam 2005).

2.7.1. Klekap

Klekap adalah sekumpulan jasad renik yang disusun oleh alga biru, bentos, diatom, bakteri dan organisme renik hewani. Penyusun utama klekap adalah *Oscillatoria* dan diatom. Apabila klekap yang tumbuh di dasar berwarna hijau berarti jumlah *Oscillatoria* lebih dominan daripada diatom, sedangkan bila klekap berwarna kecoklatan berarti diatom lebih dominan daripada *Oscillatoria*. Klekap yang berwarna biru kecoklatan berarti menunjukkan perbandingan diatom dan *Oscillatoria* seimbang. Pada umumnya klekap tumbuh dengan warna permulaan coklat muda, kemudian coklat tua, hijau tua, hijau biru dan akhirnya biru kehitaman (Kusnendar dan Sudjiharno 1985).

Kedalaman air yang baik untuk pertumbuhan klekap adalah antara 5-40 cm, hal ini berarti bahwa kedalaman air untuk pertumbuhan klekap tidak begitu dalam. Kondisi yang demikian dapat menyebabkan air terlalu panas untuk semua jenis udang, oleh karena itu khususnya untuk pemeliharaan udang, harus dibuat caren atau parit keliling yang cukup dalam antara 1,0-1,5 m dan tambak sebaiknya diberi pelindung. Pada waktu siang hari dan air cukup panas, udang akan berlindung dalam caren. Sedangkan pada waktu malam hari suhu air akan turun, sehingga udang akan aktif mencari makan di pelataran yang berada pada tengah petakan (Rabanal 1977 in Mintardjo *et al.* 1985).

Salinitas yang terbaik untuk pertumbuhan klekap berkisar antara 25-40‰. Pertumbuhan klekap pada salinitas tinggi tidak sesuai dengan pertumbuhan udang, karena pada umumnya udang tumbuh baik pada salinitas antara 10-30‰. Hal ini tidak menjadi persoalan dalam pemeliharaan bandeng karena bandeng bersifat *eurihalin*. Umumnya klekap tumbuh pada salinitas yang tinggi dan disusun oleh diatom, sedangkan pada salinitas rendah klekap disusun oleh *Oscillatoria* dengan jumlah diatom yang lebih sedikit, bahkan kadang-kadang bercampur dengan alga-alga filamen.

2.7.2. Lumut

Komposisi utama dari lumut adalah hijau berfilamen, jenis lumut yang tumbuh di tambak adalah lumut sutra yang orang Makassar menyebutnya *gosse* dan lumut perut ayam. Jenis alga biru filamen lainnya yang juga merupakan jenis lumut adalah *Cladophora* sp. dan *Vancheria* sp. Lumut dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas rendah yaitu sekitar 25‰ atau lebih rendah. Kedalaman sesuai untuk lumut berkisar antara 40-60 cm. Lumut sebaiknya tidak ditumbuhkan pada petak peneneran, karena dapat menjerat benih bandeng maupun udang, sehingga menyebabkan kematian. Oleh karena itu, bila lumut tumbuh pada petak paneneran harus segera dihilangkan.

Lumut berdasarkan toleransinya terhadap kondisi salinitas yang relatif rendah, maka lumut dapat dijumpai pada musim kemarau pada tambak yang jauh dari sumber air asin dan biasanya pada tambak yang berbatasan dengan persawahan. Biasanya pada musim hujan lumut juga dapat dijumpai pada tambak

yang dekat dengan sumber air asin atau laut, karena kondisi salinitas pada waktu musim hujan relatif rendah pada semua hamparan tambak.

Keberadaan lumut di tambak, sering terjadi perbedaan pendapat, di satu sisi lumut dianggap sebagai penyaing ruang dan oksigen, akan tetapi di sisi lain lumut dianggap sebagai penghasil oksigen pada siang hari dan lumut juga dianggap penyerap karbondioksida. Terlepas dari kontroversi tentang keberadaan lumut di tambak, pada umumnya petani tambak senang kalau tambaknya ditumbuhi lumut.

2.7.3. Plankton

Plankton merupakan organisme berukuran kecil (organisme renik) yang hidup dalam air dan pergerakannya tergantung arus. Plankton terdiri dari plankton nabati atau biasa disebut fitoplankton dan plankton hewani atau biasa disebut zooplankton. Bila di tambak dilakukan penumbuhan fitoplankton, pada umumnya akan tumbuh pula zooplankton. Dalam rantai makanan, zooplankton akan memakan fitoplankton yang masih hidup, selanjutnya zooplankton akan dimakan oleh udang, jadi prinsipnya udang tidak langsung memakan fitoplankton, tetapi zooplankton (Liao dan Huang 1982 *in* Mintardjo *et al.* 1985)

Untuk menumbuhkan fitoplankton di tambak diperlukan kedalaman air 70 cm atau lebih dengan salinitas yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton yaitu antara 5-30‰. Namun demikian fitoplankton dapat juga ditumbuhkan pada tambak yang dangkal. Kemungkinan yang menjadi masalah adalah bahwa suhu tinggi merupakan hambatan bagi pertumbuhan fitoplankton, pada umumnya apabila klekap telah tumbuh, lalu volume air ditambah, maka klekap akan berhenti tumbuh dan digantikan oleh fitoplankton yang akan tumbuh subur.

2.7.4. Metode Penumbuhan Makanan Alami

Secara umum penumbuhan makanan alami baik klekap, lumut maupun plankton dimulai dengan persiapan tambak yang meliputi; pengeringan, pengolahan tanah dasar, pemberantasan hama, pengapuran dan pemupukan serta pengisian air tambak. Untuk menumbuhkan makanan alami mulai berupa klekap, lumut dan plankton, hampir sama, yang berbeda adalah kedalaman air dan tingkat

salinitas. Perbedaan kedalaman air dan salinitas pada penumbuhan makanan alami disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Hubungan kedalaman air dan salinitas terhadap pertumbuhan klekap, lumut dan plankton

No.	Jenis Makanan Alami	Kedalaman Air (cm)	Salinitas (‰)
1	Klekap	5-40	25-40
2	Lumut	40-60	5-25
3	Plankton	70-120	5-30

Pengelolaan air dalam hal penumbuhan makanan alami di tambak pada prinsipnya sama, yaitu setelah tambak dikeringkan dan dikerjakan tahapan-tahapan seperti pengelolaan tanah dasar, pemberantasan hama dan pengapuran, air dimasukan ke dalam tambak dengan ketinggian secara bertahap sesuai yang dikehendaki agar reaksi pupuk dengan tanah dan air berjalan sempurna. Adapun perbandingan antara nitrogen (N) dan fosfor (P) ini disesuaikan dengan tekstur tanah tambak tersebut. Untuk tambak yang banyak mengandung lumpur, maka jumlah pupuk urea dan TSP adalah 2 : 1 jadi dalam hal ini digunakan urea sebanyak 100 kg ha⁻¹ dan TSP 50 kg ha⁻¹.

2.8. Pengertian *Silvofishery*

Kata *silvofishery* berasal dari kata *silvo* dan *fishery* sehingga *silvofishery* dapat didefinisikan secara sederhana adalah suatu usaha atau kegiatan yang dilakukan pada suatu lahan memadukan antara kegiatan kehutanan dan perikanan (Beukeboom *et al.* 1992). Adapun tujuan memadukan antara kegiatan perikanan dan kehutanan pada prinsipnya adalah untuk merealisasikan tujuan konservasi, yaitu upaya pengelolaan ekosistem mangrove yang mensinergikan antara pelestarian dan pemanfaatan. Konsep pengelolaan *silvofishery* pada ekosistem mangrove tetapi merujuk pada tujuan pembangunan berkelanjutan yaitu secara ekologi lestari dan secara ekonomi optimal dan menguntungkan (Laegasard dan Jonhson 2001).

Menurut Alam (1997) bahwa secara ekonomi kontribusi pendapatan hasil konversi ekosistem mangrove menjadi lahan tambak mencapai rata-rata Rp 6.467.799,94 ha⁻¹ th⁻¹, akan tetapi dibalik itu terjadi kerugian ekologis yang jauh lebih besar sebagai akibat timbulnya biaya sosial berupa menurunnya volume

hasil tangkapan nelayan serta meningkatnya biaya perlindungan lingkungan yang nilainya mencapai Rp 9.066.340,75 ha⁻¹ th⁻¹. Selain itu, terjadi kehilangan manfaat ekologis sebesar Rp 24.055.672,47 ha⁻¹ th⁻¹, dengan demikian mengkonversi ekosistem mangrove menjadi tambak terjadi kerugian ekologis sebesar Rp 33.122.013,22 ha⁻¹ th⁻¹.

Selanjutnya Middleton dan Mekec (2001) mengatakan bahwa menanam mangrove pada petakan tambak dengan pola *silvofishery* secara ekonomi produksi tambak mungkin saja berkurang karena sebagian lahan tambak ditanami mangrove. Akan tetapi secara ekologis, ekosistem mangrove lestari dan jangan lupa bahwa ekosistem mangrove mempunyai nilai valuasi ekonomi berupa manfaat langsung, manfaat tidak langsung dan manfaat keberadaan dan apabila dikonversi menjadi rupiah jauh lebih menguntungkan. Pendapat di atas sejalan dengan hasil penelitian Yulidana *et al.* (2010), bahwa nilai valuasi ekonomi ekosistem mangrove berupa manfaat langsung, manfaat tidak langsung dan manfaat keberadaan sebesar Rp 78.808.694.877,05 ha⁻¹ th⁻¹.

2.8.1. *Silvofishery*

Silvofishery biasa juga disebut wanamina yaitu suatu kegiatan yang dilakukan secara bersamaan antara pelestarian ekosistem mangrove dan usaha perikanan pada suatu lahan yang sama. Penerapan sistem *silvofishery* adalah salah satu bentuk pengelolaan ekosistem mangrove yang memadukan ekologi dan ekonomi. Pertimbangannya adalah keberhasilan sistem ini akan berdampak pada pemulihan kondisi ekosistem mangrove yang banyak mengalami degradasi akibat meningkatnya aktivitas pertambakan. Model pengelolaan ini adalah untuk mengoptimalkan pemanfaatan suatu lahan pada ekosistem mangrove yang bertujuan dan menjamin terjadinya keseimbangan ekosistem secara berkelanjutan (Mahmuddin 2007).

Sesuai rekomendasi Perhutani (1988) dan Rachmawati (2005) bahwa pengelolaan ekosistem mangrove untuk kegiatan *silvofishery* dengan perbandingan luas yaitu 80% : 20%, artinya yang dapat dimanfaatkan untuk usaha perikanan dengan pola *silvofishery* hanya 20% dari total luas ekosistem mangrove. Alasan perbandingan tersebut di atas untuk menjamin terjadinya keseimbangan ekosistem (*ecosystem balance*) pada suatu kawasan mangrove. Selanjutnya

Edward *et al.* (1998) mengatakan bahwa secara empiris keberadaan ekosistem mangrove mempengaruhi daya dukung dan produksi tambak yang di sekitar kawasan mangrove.

Menurut Bengen (2002) bahwa untuk mempertahankan ekosistem mangrove dari berbagai ancaman baik konversi untuk tambak maupun konversi untuk peruntukan lainnya, diperlukan suatu model pengelolaan ekosistem mangrove yang terintegrasi antara aspek ekologi dan aspek ekonomi. Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, maka dibuatlah suatu model pengelolaan yang disebut *silvofishery* atau wanamina dengan tiga pola sebagai berikut: (1) pola empang parit (nmGambar 4), (2) pola empang parit yang disempurnakan (Gambar 5), dan (3) pola komplangan (Gambar 6). Adapun perbedaan dari tiga pola sebagai berikut:

1. Pola empang parit, hutan mangrove dan empang menjadi satu hamparan yang diatur oleh satu pintu air.
2. Pola empang parit yang disempurnakan, hutan mangrove dan empang diatur oleh saluran air yang terpisah.
3. Pola komplangan, hutan dan mangrove dan empang terpisah dalam dua hamparan yang diatur oleh saluran air dengan dua pintu yang terpisah.

Selanjutnya Lugo (1990), Hamilton dan Snedaker (1984) sepakat bahwa sudah saatnya persepsi masyarakat diarahkan untuk mengelola ekosistem mangrove yang memadukan antara kepentingan aspek ekologi dan aspek ekonomi guna mempertahankan kelestariannya dengan segenap fungsinya yang tidak dapat digantikan oleh ekosistem lainnya yang ada di wilayah pesisir seperti padang lamun dan terumbu karang. Selanjutnya Nagelkerken dan Velde (2004) mengatakan bahwa ekosistem mangrove, lamun dan karang mempunyai fungsi sebagai rantai makanan.

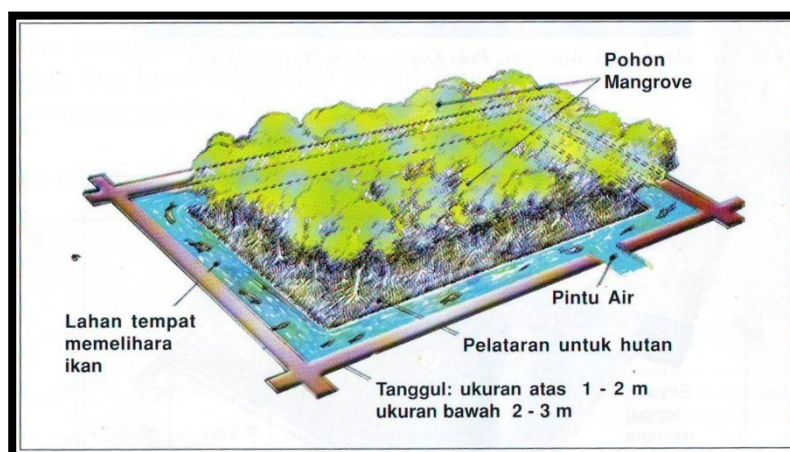
Selanjutnya Johntson *et al.* (2000) sepakat bahwa sekalipun konversi ekosistem mangrove menjadi tambak membawa keuntungan bagi masyarakat lokal, akan tetapi pembukaan tambak baru dengan mengkonversi ekosistem mangrove perlu dianalisis kesesuaiannya. Menurut Kathiresan dan Bingham (2001) bahwa konversi ekosistem mangrove untuk tambak sebaiknya

dipertahankan antara 30%-50% dari luas keseluruhan, karena ada indikasi berkorelasi positif antara ekosistem mangrove dengan produksi udang dan ikan.

2.8.2. Jenis Usaha Perikanan

Nurdjana (2009) mengemukakan bahwa salah satu potensi pengembangan budidaya perikanan adalah bagaimana memanfaatkan ekosistem mangrove dengan model *silvofishery*. Kegiatan ini dapat meningkatkan pendapatan petani tambak dan dapat memelihara keberlanjutan ekosistem mangrove. Pola budidaya *silvofishery* pada ekosistem mangrove dapat menjamin terjadinya siklus energi secara berkelanjutan, yaitu terjadi sinergitas antara ketersediaan unsur hara untuk menopang kehidupan organisme yang berhabitat pada wilayah pesisir.

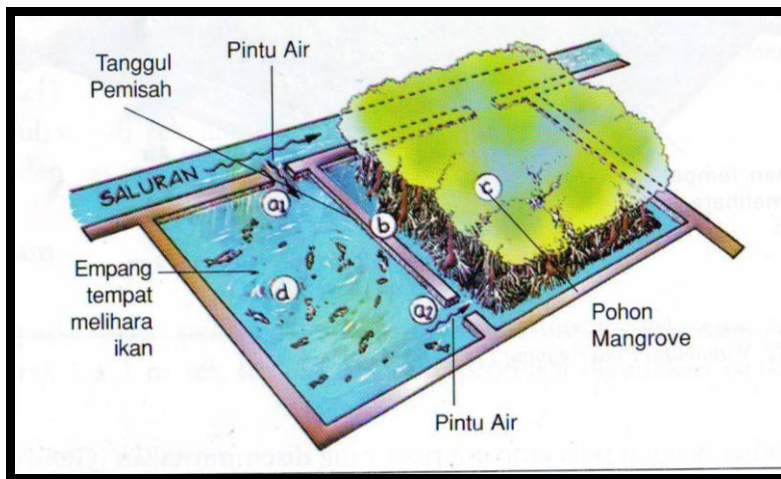
Usaha budidaya perikanan pada ekosistem mangrove bagi peruntukan *silvofishery*, sebaiknya sistem budidaya yang diterapkan adalah sistem polikultur yaitu memelihara beberapa jenis organisme air atau komoditas perikanan pada suatu lahan secara bersamaan (Clough dan Jonhson 2000). Selain itu, sistem budidaya polikultur dari segi ekologi dan ekonomi efisien dan efektif, karena secara ekologi peluang terjadinya pencemaran perairan relatif kecil, karena organisme yang dibudidayakan berbagai sifat, ada herbivora, karnivora dan omnivora, sehingga makanan yang terdapat dalam perairan empang habis termakan, dan secara ekonomi dapat meminimalkan biaya operasional. Untuk lebih jelasnya gambar tambak *silvofishery* dapat dilihat pada Gambar 4, 5, dan 6 sebagai berikut:



Gambar 4 Pola empang parit (Bengen 2002)



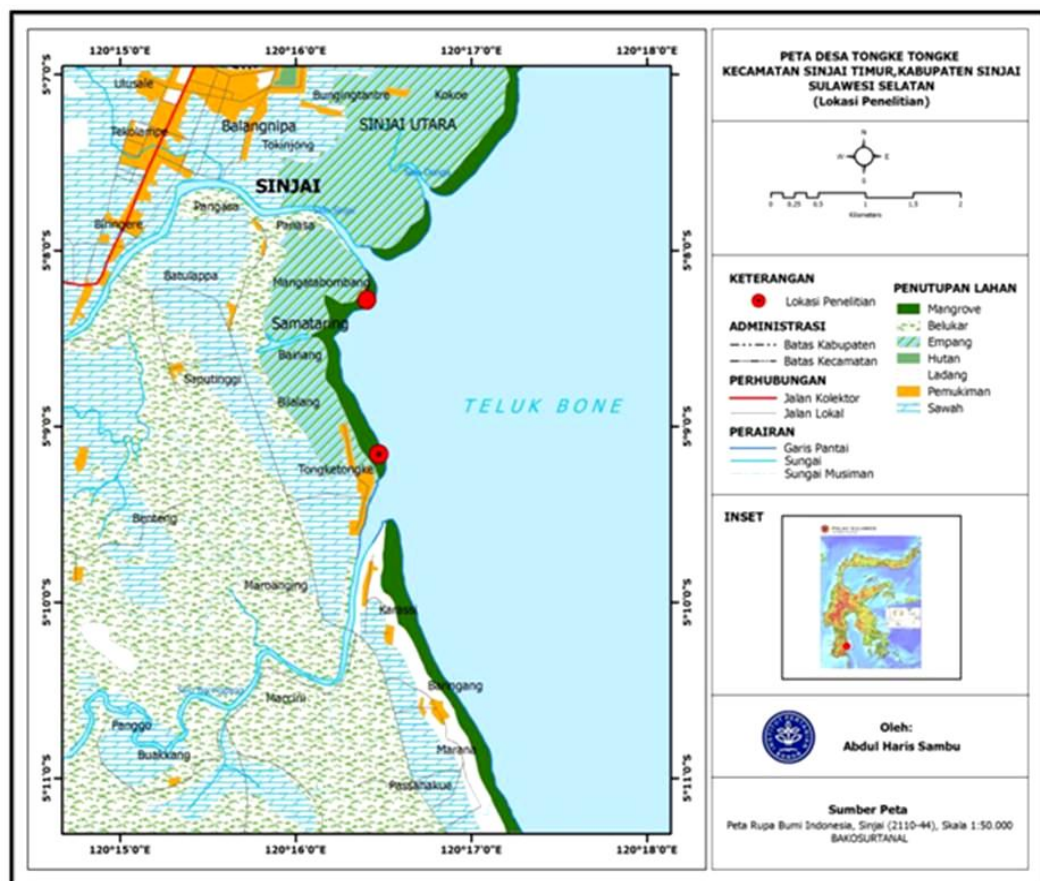
Gambar 5 Pola empang parit yang disempurnakan (Bengen 2002)



3. METODE PENELITIAN

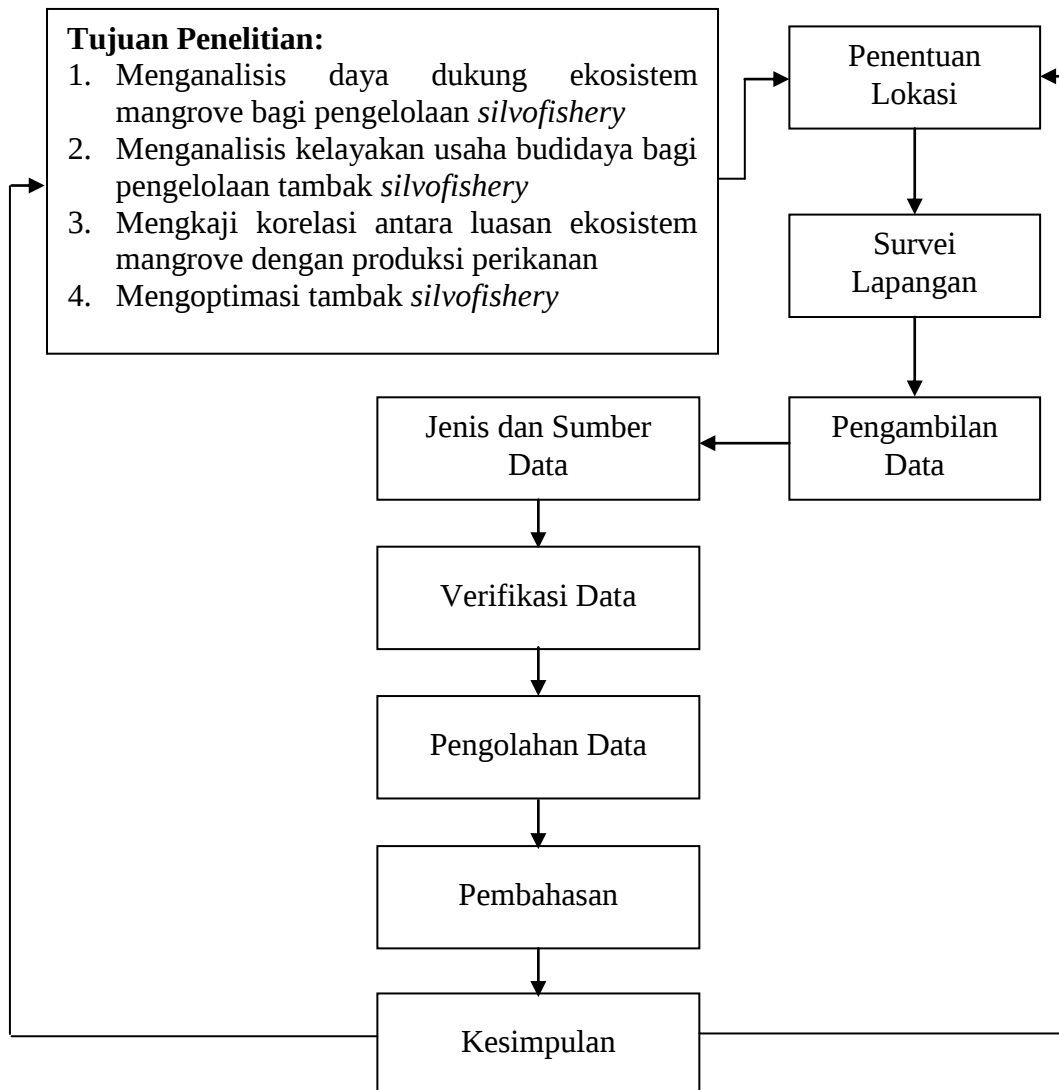
3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Desember 2011, di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai. Pemilihan lokasi ini didasarkan atas pertimbangan bahwa kedua desa ini memiliki ekosistem mangrove yang dapat mewakili karakteristik ekosistem mangrove yang ada di Kabupaten Sinjai. Kabupaten Sinjai memiliki potensi sumberdaya wilayah pesisir baik perikanan tangkap maupun perikanan budidaya serta didukung ekosistem sumberdaya wilayah pesisir diantaranya: estuaria, ekosistem mangrove, padang lamun, dan terumbu karang yang masih baik.



Gambar 6 Lokasi pelaksanaan penelitian di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai

3.2. Alur Penelitian



Gambar 7 Alur metode pelaksanaan penelitian di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai

3.3. Ruang Lingkup Penelitian

Menguji hipotesis apakah ada perbedaan dalam daya dukung ekosistem mangrove dan produksi budidaya tambak dengan perbedaan rasio atau proporsi mangrove dan tambak. Untuk menjawab hipotesis tersebut, dibuatlah desain penelitian sebagai berikut:

3.4. Desain Penelitian

Desain penelitian ini terdiri dari lima rasio antara luas mangrove dan luas tambak yaitu rasio 1 = 100% mangrove, rasio 2 = 60% mangrove : 40% tambak

rasio 3 = 30% mangrove : 70% tambak, rasio 4 = 20% mangrove : 80% tambak, dan rasio 5 = 10% mangrove : 90% tambak. Persentase luas antara mangrove, dan tambak sebagai berikut: rasio 1 = 10.000 m², rasio 2 = 3.825 m² mangrove : 2.550 m², rasio 3 = 824 m² mangrove : 1.921 m² tambak, rasio 4 = 594 m² mangrove : 2.921 m² tambak, dan rasio 5 = 339 m² mangrove : 3.053 m² tambak. Secara umum persentase luas mangrove dan tambak yaitu 61,52% mangrove dan 38,48% tambak.

Untuk menentukan rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* dilakukanlah kajian antara aspek ekologi dan aspek ekonomi, dimana terjadi nilai ekologi dan ekonomi dalam keadaan seimbang. Untuk keperluan analisis kajian ini maka dibuatlah desain penelitian dengan menyetarakan ukuran luas masing masing 1.00 ha per rasio, sekalipun luas sebenarnya di lapangan tidak sama luas seperti yang telah diuraikan pada metode penelitian. Hasil analisis baik ekologi maupun ekonomi melalui penyetaraan adalah hasil konversi berdasarkan luas per rasio tambak *silvofishery* yang menjadi obyek kajian dalam penelitian ini.

Peubah kualitas serasah yang menjadi kajian dalam penelitian ini meliputi: (1) bahan organik, (2) nitrogen, (3) fosfor, dan (4) kalium. Serasah mangrove setelah mengalami proses dekomposisi akan terurai menjadi berbagai unsur hara baik makro maupun mikro. Unsur makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dibutuhkan dalam jumlah banyak untuk pertumbuhan makanan alami di tambak, juga unsur mikro seperti besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn) dibutuhkan dalam jumlah sedikit, akan tetapi menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan makanan alami, seperti dikemukakan oleh Leibig (1840) in Odum (1996).

Peubah kualitas serasah yang dijadikan parameter ekologi untuk menentukan daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* meliputi: bahan organik, nitrogen, fosfor, dan kalium, alasannya karena unsur ini dibutuhkan dalam jumlah banyak untuk pertumbuhan makanan alami di tambak secara optimal. Hasil analisis kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah berdasarkan persentase luas ekosistem mangrove akan dibandingkan dengan kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan dalam tambak secara optimal.

3.4.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain: alat tulis menulis, kompas, botol sampel, ember plastik, termometer, pH meter, refraktometer, meteran, kamera, dan kuisioner. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: bahan kimia kualitas air dan tanah, sampel tanah, sampel air, serasah, dan kertas label.

3.4.2. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan meliputi: (1) data ekologi menggunakan metode pengukuran langsung (*in situ*) dan analisis laboratorium, (2) data sosial ekonomi menggunakan metode wawancara langsung petani dan nelayan serta pemangku kepentingan lainnya. Pemilihan responden pada penelitian ditentukan berdasarkan keterkaitan dengan judul penelitian. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui beberapa literatur di antaranya; buku potensi desa dan kelurahan, laporan dinas perikanan dan kelautan, dinas perkebunan dan kehutanan, dan hasil-hasil penelitian terdahulu.

3.4.3. Teknik Pengambilan Data

Data digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan dalam dua parameter yaitu: parameter ekologi dan parameter ekonomi sosial (1) parameter ekologi meliputi : produksi serasah mangrove, laju dekomposisi serasah, kualitas serasah, kualitas tanah per rasio *silvofishery*, dan kualitas air per rasio *silvofishery* (2) parameter ekonomi sosial meliputi: produksi budidaya utama per rasio *silvofishery*, produksi budidaya sambilan per rasio *silvofishery*, nilai manfaat langsung ekosistem mangrove, karakteristik petani tambak dan nelayan, status kepemilikan lahan dan status kelembagaan.

3.5. Parameter Ekologi

Parameter ekologi yang diukur dan dianalisis dalam penelitian ini meliputi: (1) produksi serasah mangrove, (2) laju dekomposisi serasah mangrove, (3) kualitas serasah mangrove, (4) kualitas tanah tambak per rasio *silvofishery*, dan (5) kualitas air tambak per rasio *silvofishery*. Jenis parameter ekologi dan metode pengukuran dan analisis laboratorium disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Format data parameter ekologi per rasio *silvofishery* yang diukur langsung di lokasi penelitian dan dianalisis di laboratorium

Uraian (Satuan)		Metode	Uraian (Satuan)		Metode
1	Produksi Serasah (kg.)	In situ	4	Fosfor (ppm)	Lab.
2	Laju Dekomposisi Serasah (%)		5	Kalium (ppm)	Lab.
3	Kualitas Serasah per Rasio		6	Besi (ppm)	Lab.
1	Bahan Organik (%)	Lab.	5.	Kualitas Air per Rasio	In situ
2	Nitrogen (%)		1	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	
3	Fosfor (ppm)		2	pH	
4	Kalium (ppm)	Lab'	3	Salinitas (ppt)	In situ
4	Kulitas Tanah per Rasio :	Lab.	4	Oksigen (ppm)	In situ
1	pH	Lab.	5	Kecerahan (cm)	In situ
2	Bahan organik (%)	Lab.	6	Amoniak (mg/liter)	Lab.
3	Niitrogen (%)	Lab.	7	Fosfor (ppm)	Lab.

3.5.1. Produksi Serasah

Untuk mengetahui produksi serasah mangrove dilakukan pengamatan secara langsung dengan metode memasang alat penampung serasah (*litter trap*) yang terbuat dari waring warna hitam dengan ukuran 1 x 1 x 0,5 m sebanyak 15 buah yang masing masing: tiga buah di setiap rasio pengamatan 100% mangrove 3 buah pada rasio 60% mangrove : 40% tambak 3 buah masing masing pada rasio 30% mangrove: 70% tambak 3 buah, 20% mangrove : 80% tambak 3 buah, dan 10% mangrove : 90% tambak 3 buah. Penentuan stasiun dan jumlah penampung serasah ditentukan berdasarkan keterwakilan zonasi.

Pengamatan produksi serasah mangrove per rasio *silvofishery* dilakukan selama empat bulan, setiap dua minggu dilakukan pemungutan serasah pada 15 stasiun pengamatan. Setelah serasah dikumpulkan dilakukan pemisahan jenis serasah yang meliputi: daun, buah, bunga dan ranting, selanjutnya serasah tersebut dimasukkan ke dalam oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Selanjutnya untuk mengetahui berat kering serasah dilakukan penimbangan dan analisis dengan menggunakan Persamaan (3).

3.5.2. Laju Dekomposisi Serasah

Untuk mengetahui laju dekomposisi serasah mangrove, maka dilakukan tahapan sebagai berikut: (1) serasah yang sudah kering dimasukan ke dalam kantong yang terbuat dari waring yang berwarna hijau dengan berat rata rata 30 gram setiap kantong, (2) kantong tersebut dimasukkan ke dalam kantong yang lebih besar yang terbuat dari bahan yang sama sebanyak tujuh kantong kecil

yang telah diisi serasah kering (3) selanjutnya simpanlah kantong besar tadi di setiap lokasi pengamatan yaitu: rasio 100% mangrove, rasio 60% mangrove : 40% tambak, 30% mangrove : 70% tambak, 20% mangrove : 80% tambak dan 10% mangrove : 90% tambak, (4) khusus untuk pengambilan sampel hari ke- 90 diambil sekaligus dua kantong, satu kantong untuk laju dekomposisi dan satu kantong untuk mengetahui sisa atau rendemen (5) interval waktu pengamatan dan pengambilan sampel yaitu: 15 hari, 30 hari, 45 hari, 60 hari, 75 hari, dan 90 hari, dan (6) menghitung laju dekomposisi serasah dan rendemen selama pengamatan dengan menggunakan Persamaan (4).

3.5.3. Kualitas Serasah Mangrove

Untuk mengetahui kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah mangrove dilakukan tahapan sebagai berikut: (1) ambil serasah kering yang telah dioven selama 24 jam masing-masing 30 g dari setiap jenis serasah yang diamati, (2) serasah dihancurkan sampai menyerupai tepung baik dengan cara menumbuk maupun menggunakan blender, (3) menganalisis kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah dengan metode masing-masing untuk: bahan organik menggunakan spesifikasi metode IKM/5.4.12 (gravimetri), nitrogen dengan menggunakan spesifikasi metode IKM/5.4.15 (tetrimetri), fosfor dan kalium dengan menggunakan spesifikasi metode spektrofotometer, dan (4) melakukan konversi hasil analisis serasah dari setiap unsur hara yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio *silvofishery* (Lampiran 24).

3.5.4. Kualitas Tanah Tambak

Untuk mengetahui kualitas tanah tambak per rasio *silvofishery* dilakukan tahapan sebagai berikut: (1) mengamambil sampel tanah pada lima lokasi pengamatan yang terdiri 15 stasiun sesuai keterwakilan petakan, (2) sampel tanah tersebut diberi label sesuai lokasi dan stasiun. (3) sampel tanah yang telah diberi label dimasukkan ke dalam oven sampai kering sesuai standar untuk layak dianalisis, (4) setelah sampel tanah kering ditumbuk sampai halus, dan (5) dilakukan analisis unsur hara dari masing masing sampel. Kualitas tanah yang dianalisis meliputi: pH, bahan organik, nitrogen, fosfor, kalium, besi, dan tekstur seperti disajikan pada Tabel 10.

3.5.5. Kualitas Air Tambak

Untuk mengetahui kualitas air tambak per rasio *silvofishery* dilakukan dengan dua metode yaitu pengukuran langsung di lokasi penelitian, dan (2) analisis laboratorium. Kualitas air yang diukur langsung di lokasi penelitian meliputi : suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, dan kecerahan. Parameter kualitas air ini diukur sebanyak empat kali, masing-masing pada bulan September, Oktober, November, dan Desember. Parameter kualitas air yang dianalisis di laboratorium meliputi : amoniak, nitrat, nitrit, fosfor, bahan organik total (BOT), *chemical oxygen demand* (COD) dan plankton. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan sistem komposit yaitu mengambil sampel air pada tiga stasiun per rasio, kemudian dari ketiga sampel air tersebut digabung dalam satu wadah dan diaduk sampai diperkirakan merata dari tiga stasiun kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel yang bervolume satu liter.

3.6. Parameter Ekonomi

Tabel 11 Format data parameter ekonomi pada pengelolaan *silvofishery* beserta data gambaran umum kondisi potensi sumberdaya alam Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke

Uraian (Satuan)	Jenis Data	Metode / Sumber
1. Budidaya Utama:		
1 Udang Windu (kg)	Primer	Wawancara petani pengelola
2 Ikan Bdaneng (kg)	Primer	Wawancara peteni pengelola
2. Budidaya Sambilan		
1 Udang Liar (kg)	Primer	Wawancara petani pengelola
2 Ikan Liar (kg)	Primer	Wawancara petani pengelola
3. Nilai Manfaat Ekosistem Mangrove		
1 Manfaat Langsung	Sekunder	Hasil penelitian terdahulu
2 Manfaat tidak langsung	Sekunder	Hasil penelitian terdahulu
3 Manfaat pilihan	Sekunder	Hasil penelitian terdahulu
4 Manfaat keberadaan	Sekunder	Hasil penelitian terdahulu
4. Karakteristik petani dan nelayan		
1 Umur (th)	Sekunder	Buku Potensi Desa dan Kelurahan
2 Tingkat Pendidikan (Strata)	Sekunder	Buku potensi Desa dan Kelurahan
3 Mata Pekerjaan	Sekunder	Buku Potensi Desa dan Kelurahan
4 Penghasilan per bulan (Rp)	Sekunder	Buku Potensi Desa dan Kelurahan
5. Keadaan Lokasi		
1 Luas Mangrove (ha)	Sekunder	Dinas Perkebunan dan Kehutanan
2 Luas Tambak (ha)	Sekunder	Dinas Perikanan dan Kelautan
3 Status Kepemilikan Lahan	Sekunder	Buku Potensi Desa
4 Status Kelembagaan	Primer	Wawancara ketua kelompok tani

Parameter ekonomi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) budidaya utama, (2) budidaya sambilan dan (3) nilai manfaat langsung ekosistem mangrove. Selain itu, data sosial yang diambil sebagai data penunjang meliputi: (1) karakteristik petani tambak dan nelayan, dan (2) Jenis komoditas dan metode pengumpulan data disajikan pada Tabel 11.

3.6.1. Budidaya Utama

Untuk menganalisis kelayakan usaha pada pengelolaan *silvofishery*, maka dilakukan tahapan sebagai berikut: (1) mengamati kondisi konstruksi *silvofishery*, (2) mengamati dan mencatat tahapan kegiatan mulai persiapan sampai panen (3) mengamati sistem budidaya yang diterapkan, (4) menanyakan produksi budidaya utama yang terdiri udang windu dan ikan bandeng per siklus pemeliharaan, dan (5) menanyakan biaya investasi dan biaya operasional per siklus pemeliharaan.

3.6.2. Budidaya Sambilan

Selain budidaya utama pada pengelolaan *silvofishery*, ada juga produksi budidaya sambilan yang terdiri dari beberapa jenis udang liar dan beberapa jenis ikan liar. Kedua jenis organisme dikatakan budidaya sambilan, karena akan dihitung dan dianalisis sebagai produksi dan dapat menambah produksi budidaya utama pada suatu petakan. Produksi udang liar dan ikan liar, selain dapat menambah produksi budidaya utama, juga sebagai upaya untuk mempertahankan keanekaragaman hayati dalam suatu ekosistem, sekalipun pada sisi lain sebagai hama terhadap budidaya utama.

3.6.3. Nilai Manfaat Ekosistem Mangrove

Nilai manfaat ekosistem mangrove yang dianalisis diantaranya: (1) nilai manfaat langsung, (2) nilai manfaat tidak langsung, (3) nilai manfaat pilihan, dan (4) nilai manfaat keberadaan. Data nilai manfaat ekosistem mangrove ini menggunakan data sekunder hasil penelitian terdahulu dengan mengkonversi nilai per satuan luas, kemudian dianalisis per rasio *silvofishery*. Nilai manfaat dari ekosistem mangrove digunakan untuk menganalisis korelasi antara peningkatan luas mangrove dengan peningkatan produksi tambak dan perikanan pesisir.

3.6.4. Karakteristik Petani dan Nelayan

Karakteristik petani dan nelayan yang meliputi: (1) umur petani dan nelayan, (2) tingkat pendidikan, (3) mata pencaharian, dan (4) penghasilan rata rata per bulan. Data ini hanya sebagai penunjang dan tidak menjadi bagian data yang dianalisis dalam menentukan nilai optimasi pengelolaan *silvofishery*.

3.6.5. Keadaan Lokasi

Data keadaan lokasi penelitian meliputi: (1) perkembangan luas ekosistem mangrove dan penyebarannya, (2) luas potensi lahan pertambakan, (3) status lahan kepemilikan, dan (4) status kelembagaan petani dan nelayan. Data ini dibutuhkan untuk mendeskripsikan gambaran umum lokasi penelitian.

3.7. Analisis Data

Analisis data yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) daya dukung ekosistem mangrove, (2) laju dekomposisi, (3) nilai manfaat ekosistem mangrove, (4) analisis kelayakan usaha, (5) analisis korelasi, (6) persamaan regresi, dan (7) nilai optimasi.

3.7.1. Daya Dukung Ekosistem Mangrove

Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* pada penelitian ini mengacu pada konsep *supply dan demand* dalam tambak. Produksi serasah mangrove sebagai *supply* dan tambak sebagai *demand*, dan penelitian ini hanya mengkaji ketersediaan unsur hara dalam tambak yang meliputi: (1) bahan organik, (2) nitrogen, (3) fosfor, dan (4) kalium. Untuk menganalisis *supply* dan *demand* pada tambak *silvofishery* dilakukan perhitungan produksi total serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* dengan menggunakan persamaan Sasekumar dan Loi (1983) sebagai berikut:

$$TL = L \cdot a \quad \dots\dots\dots 3$$

dimana:

TL = total bobot serasah (kg)

L = rata-rata bobot serasah tiap perangkap (kg)

A = luas areal penelitian (m²)

a = ukuran perangkap serasah (m²)

3.7.2. Laju Dekomposisi Serasah

Laju dekomposisi serasah diperoleh dari persentase penguraian per hari seperti yang dilakukan oleh Boonruang (1984) in Asbar (2007) sebagai berikut:

$$X_t = X_0 - e^{-kt} \quad \text{..... 4}$$

dimana:

X_t = bobot serasah setelah waktu t (hari)

X_0 = bobot awal serasah

k = koefisien dekomposisi

3.7.3. Manfaat Ekosistem Mangrove

Nilai ekonomi total sumberdaya hutan mangrove merupakan penjumlahan dari nilai pemanfaatan dan bukan nilai pemanfaatan yang telah diperoleh dengan berbagai metode valuasi ekonomi seperti EOP (*Effect on Productivity*) dan TCM (*Travel Cost Method*) dan CVM (*Contingent Valuation Method*). Sebagai contoh Nilai Ekonomi Total (*Total Economic Value*) hutan mangrove yang merupakan penjumlahan seluruh manfaat yang telah diidentifikasi dengan rumus (Yulidana *et al.* 2010):

$$NET = ML + ME + MK \quad \text{..... 5}$$

dimana:

NET = Nilai Ekonomi Total (TEV)

ML = Nilai Manfaat Langsung (DUV)

ME = Nilai Manfaat Tidak Langsung (IUV)

MK = Nilai Manfaat Keberadaan (XV)

Nilai manfaat langsung berupa potensi kayu mangrove, potensi ikan, dan potensi satwa liar, sedangkan nilai manfaat tidak langsung hutan mangrove berupa potensi ekowisata, pendidikan dan penelitian dan jasa-jasa lingkungan.

3.7.4. Analisis Kelayakan Usaha

Kelayakan usaha dalam pengelolaan tambak *silvofhisery* yang akan dianalisis meliputi: (1) produksi budidaya utama yang terdiri dari udang windu dan ikan bandeng, (2) produksi budidaya sambilan yang terdiri dari udang liar dan

ikan liar, dan (3) nilai manfaat ekosistem mangrove. Analisis kelayakan usaha per rasio tambak *silvofishery* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R/C = TR/TC \quad \text{..... 6}$$

dimana:

TR = total penerimaan usaha (Rp ha⁻¹ th⁻¹)

TC = total biaya usaha (Rp ha⁻¹ th⁻¹)

Kriteria yang digunakan adalah jika $R/C \geq 1$, maka usaha tersebut layak untuk diusahakan, sedangkan jika $\pi < 0$ dan $R/C < 1$, maka usaha tersebut tidak layak diusahakan.

Analisis selisish antara *present value* dari manfaat dengan *present value* dari biaya menggunakan *Net Present Value* (NPV). Jika nilai NPV > 0 berarti usaha layak, sedangkan jika NPV = 0 maka pengembalian persis sebesar *opportunity cost* dari modal, dan jika NPV < 0 maka usaha tidak layak dilakukan. Nilai NPV diperoleh dengan persamaan:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad \text{..... 7}$$

dimana:

B_t = manfaat usaha pada tahun ke- t

n = umur ekonomis

t = 0, 1, 2, 3,tahun ke- n

C_t = biaya usaha pada tahun ke- t

r = *discount rate*

Kemudian dilakukan pengukuran *Net Benefit cost ratio* (Net B/C). Net B/C adalah perbandingan nilai sekarang dari keuntungan usaha dengan biaya investasi pada awal usaha. Untuk menghitung nilai net B/C digunakan persamaan sebagai berikut:

$$NET \ B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} (B_t - C_1)} \quad \text{..... 8}$$

dalam evaluasi, jika Net B/C > 1 maka usaha layak, jika Net B/C < 1 maka usaha tidak layak, dan jika Net B/C = 1 maka usaha perlu ditinjau kembali.

3.7.5. Analisis Korelasi

Untuk mengkaji koefisien korelasi antara peningkatan luas ekosistem mangrove dengan peningkatan produksi budidaya utama, budidaya sambilan, dan nilai manfaat langsung ekosistem per rasio tambak *silvofishery* digunakan persamaan (Kuswadi dan Mutiara 2004) sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x}) - (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum(y - \bar{y})^2}} \quad \text{..... 9}$$

3.7.6. Persamaan Regresi

Selanjutnya untuk mengkaji nilai persamaan regresi antara peningkatan luas ekosistem mangrove dengan peningkatan produksi budidaya tambak dan hasil perikanan perairan pesisir berupa hasil tangkapan kepiting, kerang kerangan, nener, benur dan sebagainya dengan menggunakan persamaan (Kuswadi dan Mutiara 2004) sebagai berikut:

$$Y = a + bx \quad \text{..... 10}$$

dimana:

Y = Produksi perikanan

X = Luas ekosistem mangrove

3.7.7. Optimasi

Untuk mengkaji nilai optimasi antara rasio mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* dapat digunakan beberapa pendekatan model analisis, akan tetapi penelitian ini menggunakan metode *Multi Criterium Decision Making* (MCDM). Hasil analisis MCDM pada penelitian ini diarahkan menemukan rasio yang optimal antara mangrove dan tambak secara proporsional. Analisis ini pemilihan prioritas dengan menggunakan MCDM, pembobotan suatu kriteria dan alternatif yang diambil disusun berdasarkan matriks pembobotan kriteria dalam penentuan rasio yang optimal untuk pemanfaatan ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery*. Sedangkan teknik analisis data yang digunakan adalah *simple multi attribute rating technique* (SMART).

Teknik SMART merupakan keseluruhan proses dari peratingan alternatif dan pembobotan atribut-atribut. Proses ini terdiri dari dua tahap yaitu (1)

mengurutkan tingkat kepentingan perubahan perubahan dalam atribut mulai dari atribut terburuk peringkat terendah sampai atribut terbaik peringkat tertinggi, dan (2) melakukan estimasi rasio terbaik kepentingan relatif dan rangking dari setiap atribut terhadap atribut yang paling rendah tingkat kepentingannya. Analisis selanjutnya adalah penggabungan kedua hasil analisis data tersebut menjadi satu dengan menggunakan persamaan agregasi sebagai berikut:

$$\gamma = \pi S_i^{1/n} \quad \dots\dots\dots 11$$

dimana:

γ = rata-rata geometrik

S_i = nilai skor akhir analisis prioritas berdasarkan kelompok kriteria analisis

n = 2

Sehingga persamaan menjadi:

$$\gamma = \sqrt{S_1 \times S_2} \quad \dots\dots\dots 12$$

Berdasarkan analisis tersebut maka diperoleh hasil analisis akhir untuk peringkat dalam menentukan prioritas penentuan rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* yang direkomendasikan. Matriks pembobotan kriteria dalam penentuan prioritas rasio antara mangrove dan tambak seperti disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12 Matriks pembobotan kriteria dalam penentuan prioritas rasio antara mangrove dan tambak

	Kriteria			
	C_1	C_2	...	C_n
Alternatif	W_1	W_2	...	W_n
A_1	A_{11}	A_{21}	...	A_{1n}
A_2	A_{12}	A_{22}	...	A_{2n}
...	...	...	...	...
A_m	A_{m1}	A_{m2}	...	A_{mm}

Sumber: Subdanar (1999)

dimana:

A_i , ($i = 1,2,3,...,m$)

= menunjuk pilihan alternatif yang ada

C_j , ($j = 1,2,3,...,m$)

= merujuk pada kriteria dengan bobot W_j

A_{ij} , ($i = 1,2,3,...,m$, $j = 1,2,3,...,n$)

= adalah pengukuran keragaan dari suatu alternatif A_i berdasarkan kriteria C_j

Untuk menyusun rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*, maka dilakukan penentuan rasio yang telah disusun berdasarkan tujuan penelitian. Hal ini dilakukan dengan menggunakan teknik SMART dengan bantuan perangkat lunak *criticim decision plus* version 3.0, sehingga pengukuran terhadap kriteria ekologi dan ekonomi dapat dilakukan. Masing-masing kriteria dapat dikembangkan lagi menjadi subkriteria. Subkriteria diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan dan bersumber dari data sekunder. Kriteria ekologi dan ekonomi dapat diuraikan sebagai berikut: (1) kriteria ekologi meliputi kualitas serasah, kualitas tanah, dan kualitas air, dan (2) kriteria ekonomi meliputi budidaya utama, budidaya sambilan, dan nilai manfaat ekosistem mangrove.

4. GAMBARAN UMUM

Kabupaten Sinjai terletak di jazirah selatan bagian timur Provinsi Sulawesi Selatan dengan ibu kotanya Balangnipa, berada pada posisi $5^{\circ} 19' 30''$ sampai dengan $5^{\circ} 36' 47''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ} 48' 30''$ sampai dengan $120^{\circ} 20' 00''$ Bujur Timur. Kabupaten Sinjai berbatasan dengan : sebelah utara Kabupaten Bone, sebelah timur Teluk Bone, sebelah selatan Kabupaten Bulukumba, dan sebelah barat Kabupaten Bulukumba dan Kabupaten Gowa.

Luas Kabupaten Sinjai $819,96 \text{ km}^2$ (1,29%) dari luas Sulawesi Selatan. Jumlah penduduk Kabupaten Sinjai (2010) 198.111 jiwa, yang terdiri dari 92.202 jiwa laki laki dan 102.909 jiwa perempuan dengan perbandingan laki laki dan perempuan (46.54% : 53.46%). Secara administrasi Kabupaten Sinjai terbagi 9 (sembilan) kecamatan yaitu; (1) Sinjai Barat, (2) Sinjai Borong, (3) Sinjai Selatan, (4) Sinjai Timur, (5) Sinjai Tengah, (6) Sinjai Utara, (7) Pulau Pulau Sembilan (8) Bulupoddo, dan (9) Tellulimpoe.

Jumlah desa dan kelurahan di Kabupaten Sinjai sebanyak 75 yang tersebar pada sembilan kecamatan. Kecamatan Sinjai Timur ibu kota Mangarabombang yang memiliki 10 desa dan kelurahan, jarak ibu kota Kecamatan Sinjai Timur dengan ibu kota Kabupaten Sinjai sebagai pusat pemerintahan sekitar 2,5 km. Kecamatan Sinjai Timur adalah merupakan salah satu kecamatan pesisir yang dipilih sebagai lokasi penelitian yaitu Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke.

4.1. Kondisi Geografis

Kabupaten Sinjai beriklim tropis, curah hujan rata-rata 2.772 sampai 4.847 mm dengan 120 hari hujan per tahun. Kabupaten Sinjai memiliki tiga musim yaitu, Februari - Juli musim hujan, Agustus - Oktober musim kemarau, dan November - Januari adalah musim peralihan. Ketiga musim yang dimiliki Kabupaten Sinjai merupakan potensi untuk perwilayahan komoditas yang berbasis diversifikasi apalagi didukung ketinggian dari permukaan laut yang bervariasi.

Kabupaten Sinjai berada pada ketinggian antara 25-1.000 m di atas permukaan laut (dpl). Dari luas $819,96 \text{ km}^2$ atau 819,96 ha mempunyai variasi ketinggian lahan, yaitu: 4,62% berada pada ketinggian 25 m dpl. 9,74% berada

pada ketinggian 100 m dpl. 53,35% berada pada ketinggian 100-500 m dpl. 21,18% berada pada ketinggian 500-1.000 m dpl dan 9,11% berada pada ketinggian 1.000 m dpl. (BPS Kabupaten Sinjai 2010).

4.2. Potensi Pesisir

Kabupaten Sinjai memiliki garis pantai kurang lebih 31 km, yaitu 17 km terdapat di daratan dan 14 km terdapat di Pulau-pulau Sembilan. Sepanjang garis pantai daratan tersebar potensi lahan pertambakan seluas 1.033 ha, akan tetapi sampai tahun 2011, baru seluas 716,50 ha yang sudah termanfaatkan secara optimal dengan produksi rata-rata (data tahun 2010) yaitu: (1) udang windu sebesar $168,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$, (2) ikan bandeng sebesar $513 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$, (3) ikan liar sebesar $86,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$, dan (4) udang liar sebesar $40,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$ (BPS Kabupaten Sinjai 2010).

Selain lahan pertambakan tersebar ekosistem mangrove seluas 1.351,50 ha (DPK 2010) seperti yang disajikan pada Lampiran 1. Sesuai data yang disebutkan itu, perbandingan antara luas mangrove dan luas tambak yaitu: mangrove seluas 1.351,50 ha (65,35%) dan tambak seluas 716,50 ha (34,65%). Melihat data persentase antara rasio mangrove dan tambak di Kabupaten Sinjai masih di bawah standar pernyataan Kathiresan dan Bingham (2001) yaitu tambak sebaiknya tidak melebihi 57% dan mangrove dipertahankan 43%. Sedangkan menurut Palevesan *et al.* (2005) bahwa konversi hutan mangrove menjadi tambak sebaiknya antara 50-70%, alasannya mengkonversi hutan mangrove melebihi 70% menjadi tambak atau peruntukan lainnya, fungsi ekologis ekosistem mangrove sebagai penyedia unsur hara bagi kawasan pesisir dan sekitarnya akan terganggu.

4.2.1. Kelurahan Samataring

Kelurahan Samataring adalah merupakan ibu kota Kecamatan Sinjai Timur yang secara administratif terbagi atas lima lingkungan yaitu, (1) Pangasa, (2) Mangarabombang, (3) Batulappa, (4) Langguli dan (5) Lambasang.

Kelurahan Samataring berbatasan dengan sebelah utara sungai Mangottong, sebelah timur Teluk Bone, sebelah selatan Desa Tongke Tongke dan sebelah barat Kelurahan Biringere, mempunyai garis pantai sepanjang kurang lebih 2,5 km dengan luas total $4,50 \text{ km}^2$ atau 450 ha. Jumlah penduduk Kelurahan Samataring

menurut data Kecamatan Sinjai Timur dalam Angka 2010 sebagai berikut: 3.697 jiwa dengan persentase laki-laki 1.669 orang (45,14%) dan perempuan 2.028 orang (54,86%). Secara umum penduduk Kelurahan Samataring adalah suku Bugis dengan bahasa sehari-harinya adalah bahasa Bugis.

Penduduk Kelurahan Samataring yang berjumlah 3.697 jiwa, 348 orang yang berprofesi sebagai petani tambak dan nelayan dengan perincian sebagai berikut; 195 orang sebagai petani tambak dan 153 orang sebagai nelayan. Adapun karakteristik petani tambak dan nelayan sebagai berikut: (1) umur rata-rata antara 25 tahun sampai 60 tahun, (2) tingkat pendidikan tidak tamat sekolah dasar 14,65%, tamat sekolah dasar 46,66%, tamat sekolah menengah pertama 34,77%, tamat sekolah menengah atas 25,20% dan sarjana 1,72%, dan (3) tingkat pendapatan rata-rata antara Rp1.000.000,- sampai Rp 2.000.000,- bulan⁻¹.

4.2.2. Desa Tongke Tongke

Desa Tongke Tongke merupakan salah satu desa pesisir yang ada di Kecamatan Sinjai Timur dan merupakan hasil pemekaran Kelurahan Samataring pada tahun 2003. Desa Tongke Tongke secara administratif terbagi atas lima dusun yaitu sebagai berikut: (1) Cempae, (2) Babana, (3) Maroangin, (4) Baccara, dan (5) Bentenge. Desa Tongke Tongke berbatasan dengan sebelah utara Kelurahan Samataring, sebelah timur Teluk Bone, sebelah selatan Desa Panaikang, dan sebelah barat Batulappa.

Desa Tongke Tongke mempunyai garis pantai sepanjang kurang lebih 2,5 km, dengan luas total 4,75 km² atau 475 ha. Jumlah penduduk Desa Tongke Tongke menurut data Kecamatan Sinjai Timur dalam Angka 2010 sebagai berikut: 3.279 jiwa dengan persentase laki-laki 1.514 orang atau (46,17%), dan perempuan 1.765 orang atau (53,83%). Secara umum penduduk Desa Tongke Tongke adalah suku Bugis dengan bahasa sehari-hari yang digunakan adalah bahasa Bugis.

Penduduk Desa Tongke Tongke yang berjumlah 3.279 jiwa, 448 orang yang berprofesi sebagai petani tambak dan nelayan dengan perincian 103 orang sebagai petani tambak dan 385 orang sebagai nelayan. Adapun karakteristik petani tambak dan nelayan sebagai berikut: (1) umur rata-rata 26 tahun sampai dengan 60 tahun, (2) tingkat pendidikan; tidak tamat sekolah dasar 15,62%, tamat sekolah dasar

39,06%, tamat sekolah menengah pertama 31,47%, tamat sekolah menengah atas 10,50%, dan sarjana 3,35%, dan (3) tingkat pendapatan rata-rata antara Rp.750.000,- sampai Rp2.000.000,- bulan⁻¹.

4.3. Sejarah Perkembangan Mangrove

Kondisi ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai tersebar pada tiga kecamatan pesisir yaitu: (1) Kecamatan Sinjai Utara, (2) Kecamatan Sinjai Timur dan (3) Kecamatan Tellulimpoe. Data luas ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai, seluas 346,05 ha menurut versi hasil penelitian Asbar (2007), sedangkan menurut versi Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Sinjai (2010), menyebutkan luas sebesar 1.351,50 ha. yang tersebar pada sembilan desa pesisir seperti yang disajikan pada Lampiran 1.

Perkembangan luas ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai selama kurun waktu 30 tahun (1981-2010) telah mengalami peningkatan dari luas 162,50 ha. pada tahun 1981 dan pada tahun 2010 meningkat menjadi 1.351,50 ha dengan rata-rata penambahan luas 45,05 ha th⁻¹. Umur mangrove rata-rata antara 5 tahun sampai 30 tahun. Data perkembangan luas ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai selama 20 tahun terakhir (1991-2010) disajikan pada Lampiran 2.

Menurut Ukkas 50 tahun (2011) salah seorang tokoh masyarakat yang juga sebagai Pegawai Negeri Sipil pada Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Sinjai yang bertempat tinggal di Kelurahan Samataring, beliau menceritakan bahwa secara historis keberadaan ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai khususnya di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke tidak dapat diketahui dengan pasti, yang jelas ekosistem mangrove sudah ada pada zaman penjajahan Belanda. Penduduk Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke sejak dahulu gemar menanam mangrove jauh sebelum adanya himbauan pemerintah menanam mangrove pada awal tahun 1980-an, masyarakatnya sudah menanam mangrove pada tahun 1975 seluas 50,50 ha. sebagai jalur hijau (*green belt*).

Lanjut Ukkas (2011) menuturkan bahwa masyarakat Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke sejak dahulu gemar menanam mangrove, secara filosofis karena termotivasi oleh tiga hal yaitu: (1) secara ekologi, masyarakat menanam mangrove sebagai pelindung pantai dari ombak, abrasi, angin puting

beliung, interusi air asin dan sumber benih berbagai jenis ikan, udang dan kerang-kerangan serta biota lainnya, (2) secara ekonomi, masyarakat menanam mangrove untuk kepemilikan lahan, karena lahan sudah ditanami mangrove pada suatu waktu akan dikonversi menjadi tambak, dengan syarat mengkonversi mangrove menjadi tambak, harus menanam mangrove sebelumnya di luar seluas dua kali lipat yang akan dikonversi menjadi tambak, dan (3) secara sosial, mangrove sebagai kayu bakar, terutama pada pelaksanaan pesta dan terkadang dijadikan sebagai sumbangan kepada keluarga yang melaksanakan pesta perkawinan.

4.3.1. Status Kepemilikan

Status kepemilikan ekosistem mangrove pada kedua desa yang menjadi lokasi penelitian yaitu Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke, berbeda pada kedua desa antara ekosistem mangrove sebesar 280,50 ha. atau 20,74% dari total luas ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai dengan status kepemilikan sebagai berikut: (1) 196,35 ha atau 70% adalah swadaya masyarakat, dan (2) 84,15 ha. atau 30% adalah milik pemerintah. Dari luas ekosistem mangrove 196,35 ha. Sebagai swadaya masyarakat dengan jumlah pemilik 125 orang, sehingga status kepemilikan rata-rata 1,57 ha orang⁻¹.

Sedangkan status kepemilikan ekosistem mangrove di Desa Tongke Tongke dengan luas 350,00 ha. atau 25,90% dari total luas ekosistem mangrove Kabupaten Sinjai dengan status kepemilikan sebagai berikut: 315,00 ha. atau 90% adalah swadaya masyarakat dan 35,00 ha atau 10% adalah milik pemerintah dengan jumlah pemilik 153 orang, sehingga status kepemilikan rata-rata 2,10 ha. orang⁻¹. Status kepemilikan lahan ekosistem mangrove di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke porsi kepemilikan antara masyarakat dan pemerintah sebagai berikut: di Kelurahan Samataring 70% berbanding 30%, dan di Desa Tongke Tongke 90% berbanding 10%. Status kepemilikan rata-rata di Kelurahan Samataring 1,57 ha orang⁻¹ dan di Desa Tongke Tongke 2,10 ha orang⁻¹.

4.3.2. Status Kelembagaan

Status kelembagaan petani tambak pengelola ekosistem mangrove di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke, juga menjadi bagian kajian pada penelitian ini, sebab keberadaan lembaga pada suatu desa mempunyai peranan

penting untuk mengkoordinir segala kebutuhan petani pengelola ekosistem mangrove dan salah satu peranan kelompok tani pengelola ekosistem mangrove adalah sebagai berikut: (1) perencanaan, (2) penanaman, (3) pemeliharaan, (4) pemanfaatan, dan (5) pengawasan. Selain itu, keberadaan lembaga kelompok tani adalah sebagai mediator mewakili kelompok melakukan koordinasi baik secara vertikal maupun secara horizontal kepada *stakeholders*.

Di Kelurahan Samataring lembaga kelompok tani pengelola ekosistem mangrove sudah terbentuk sejak tahun 2003 dengan nama “Tunas Mekar” yang diketuai oleh Muh. Asri sampai sekarang, sedangkan di Desa Tongke Tongke lembaga pengelola kelompok tani sudah terbentuk sejak tahun 1988 dengan nama “Aku Cinta Indonesia” (ACI) yang pertama kali terbentuk diketuai oleh Bapak H. M. Taiyeb dan sekarang diketuai oleh Sainuddin, S.Sos.

4.4. Potensi Pertambakan

Potensi lahan pertambakan di Kecamatan Sinjai Timur, secara geografis sangat potensial, selain memiliki potensi ekosistem mangrove seluas 967,50 ha. atau 69,28% dari total luas ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai. Selain itu ekosistem mangrove sebagai sumber unsur hara, juga dilalui tiga sungai besar, yaitu: Sungai Mangottong di sebelah utara, Sungai Baringeng di tengah dan Sungai Bua di sebelah selatan membawa unsur hara dari aliran sungai, dan berhadapan langsung dengan perairan Teluk Bone. Kondisi geografis ini memungkinkan Kecamatan Sinjai Timur sebagai penghasil udang windu, ikan bandeng dan rumput laut apabila potensi pertambakan ini dikelola secara optimal dan akan menjadi *branding* Kabupaten Sinjai.

Potensi pertambakan di Kecamatan Sinjai Timur tersebar pada lima desa dan kelurahan dengan luas masing-masing sebagai berikut: (1) Kelurahan Samataring seluas 101,50 ha, (2) Desa Tongke Tongke seluas 5,68 ha, (3) Desa Panaikang seluas 22,55 ha, (4) Desa Pasimarannu seluas 50,50 ha dan (5) Desa Sanjai seluas 41,50 ha. Potensi pertambakan di Kecamatan Sinjai Timur seluas 272,73 ha atau 38,06% dari total luas tambak di Kabupaten Sinjai yaitu 716,50 ha (DKP Kabupaten Sinjai 2010).

4.4.1.Kelurahan Samataring

Kelurahan Samataring dengan garis pantai sepanjang kurang lebih 2,5 km, terdapat potensi lahan tambak seluas 101,50 ha. atau 14,16% dari total luas tambak di Kabupaten Sinjai yaitu 716.50 ha. Selain itu, terdapat ekosistem mangrove seluas 280,50 ha atau 20,74% dari total luas ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai (DPK Kabupaten Sinjai 2010). Persentase luas antara ekosistem mangrove dan tambak di Kelurahan Samataring yaitu ekosistem mangrove 73,43% dan tambak 26,57%. Kelurahan Samataring dari panjang garis pantai kurang lebih 2,5 km memiliki jalur hijau (*green belt*) selebar rata-rata 112 meter dari garis pantai (*zero datum*).

Menurut Ukkas 50 tahun (2011) bahwa secara historis keberadaan tambak di Kelurahan Samataring dari luas 101,50 ha. sampai pada tahun 2011, sekitar 90% merupakan alih fungsi lahan dari ekosistem mangrove menjadi tambak. Lanjut Ukkas bahwa Kelurahan Samataring mempunyai karakteristik yang berbeda dengan daerah lain di Indonesia, jika daerah lain di Indonesia semakin mengkonversi ekosistem mangrove menjadi tambak, ekosistem mangrove menjadi berkurang, sebaliknya di Kelurahan Samataring apabila mengkonversi ekosistem mangrove menjadi tambak dengan luas tertentu akan bertambah, karena menjadi sudah menjadi suatu kesepakatan bagi masyarakat bahwa barang siapa yang ingin mengkonversi ekosistem mangrove menjadi tambak dengan luas tertentu, maka diwajibkan menanam mangrove minimal dua kali lipat ekosistem mangrove yang akan dikonservasi menjadi tambak.

4.4.2.Desu Tongke Tongke

Desa Tongke Tongke dengan garis pantai sepanjang kurang lebih 2,5 km, terdapat potensi lahan tambak seluas 56,68 ha. atau 7,91% dari total luas lahan tambak di Kabupaten Sinjai yaitu 716,50 ha. Selain itu, terdapat ekosistem mangrove seluas 350,00 ha. atau 25,90% dari total luas ekosistem mangrove yang terdapat di Kabupaten Sinjai yaitu 1.351,50 ha (DPK Kabupaten Sinjai 2010). Persentase luas antara tambak dengan mangrove di Desa Tongke Tongke yaitu ekosistem mangrove 86,06%, dan tambak 13,94%. Desa Tongke Tongke dari panjang garis pantai kurang lebih dari 2,5 km, memiliki jalur hijau (*green belt*) selebar rata-rata 140 m dari garis pantai (*zero datum*).

Menurut Taiyeb 65 tahun (2011), bahwa secara historis keberadaan tambak di Desa Tongke Tongke, tidak dapat diketahui dengan pasti, yang jelas tambak tersebut sudah ada pada zaman penjajahan Belanda. Perkembangan luas tambak di Desa Tongke Tongke cenderung bersifat statis, dari luas sekarang 56,68 ha, hanya sekitar 10% merupakan alih fungsi lahan dari ekosistem mangrove dikonversi menjadi tambak. Lanjut Taiyeb 65 tahun bahwa, di Desa Tongke Tongke alih fungsi lahan ekosistem mangrove menjadi tambak berbeda di Kelurahan Samataring.

4.4.3. Status Kepemilikan

Status kepemilikan lahan tambak di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke juga menjadi kajian dalam penelitian ini. Untuk Kelurahan Samataring dari luas lahan tambak 101,50 ha, dengan jumlah petani tambak 195 orang, kepemilikan rata-rata yaitu 0,52 ha per petani, dengan rincian status kepemilikan tambak sebagai berikut: (1) petani pemilik sebagai penggarap sekitar 80%, (2) petani penyewa sebagai penggarap sekitar 15% dan (3) petani sebagai buruh atau sawi sekitar 5%.

Status kepemilikan lahan tambak di Desa Tongke Tongke dari luas lahan tambak 56,68 ha sekitar 44,10% atau 25,00 ha adalah milik Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Sinjai dan hanya sekitar 31,68 ha atau 55,90% dengan jumlah petani 103 orang, kepemilikan rata-rata yaitu 0,31 ha per petani, dengan rincian sebagai berikut: (1) petani pemilik sebagai penggarap sekitar 90% dan (2) petani penyewa sebagai penggarap sekitar 10%. Data ini menunjukkan bahwa status kepemilikan lahan tambak rata-rata Kelurahan Samataring lebih tinggi yaitu 0,52 ha petani⁻¹ dibandingkan Desa Tongke Tongke hanya 0,31 ha petani⁻¹. Data ini berkorelasi apabila dihubungkan dengan tingkat pendapatan petani tambak rata-rata Kelurahan Samataring Rp1.000.000,- sampai Rp2.000.000,- bulan⁻¹, sedangkan Desa Tongke Tongke yaitu antara Rp750.000,- sampai Rp2.000.000,- bulan⁻¹.

4.4.4. Status Kelembagaan

Status kelembagaan petani tambak dan nelayan di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke juga menjadi bagian kajian dalam penelitian ini, sebab

keberadaan lembaga pada suatu desa mempunyai peranan penting untuk mengorganisasi segala kebutuhan petani tambak dengan nelayan, seperti urusan kebutuhan bantuan permodalan, kebutuhan sarana produksi (saprodi) dan pemasaran. Hasil pengamatan dan wawancara petani tambak dan nelayan di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke keberadaan lembaga kelompok tani tambak dan nelayan pada prinsipnya aktif melayani anggota kelompoknya dalam berbagai kebutuhan.

Keberadaan kelompok tani dan nelayan di Kelurahan Samataring dan Desa Tongke Tongke menurut penuturan beberapa anggota kelompok sangat bermanfaat dalam meningkatkan usaha sebagai mediator mewakili kelompok dan didampingi oleh penyuluh pertanian lapangan (PPL) melakukan koordinasi baik secara vertikal maupun secara horizontal, seperti pihak perbankan, dinas perikanan, dinas perindustrian, perdagangan dan pemangku kepentingan lainnya, untuk mendapatkan pelayanan, perolehan bantuan modal usaha, perolehan saprodi, kegiatan penyuluhan, dan pemasaran. Agar kelompok tani aktif dan berfungsi optimal secara fungsional harus didampingi penyuluh pertanian lapangan (PPL) dan secara struktural harus mendapat dukungan dari pemerintah setempat yaitu desa dan lurah serta *stakeholders* lainnya.

Di Kelurahan Samataring dengan jumlah petani tambak sebanyak 195 orang dan nelayan sebanyak 153 orang yang terhimpun ke dalam empat kelompok tani tambak dan nelayan yaitu: (1) Kelompok Tani Bandar Laut, (2) Kelompok Tani Lestari, (3) Kelompok Tani Hijau Lestari dan (4) Kelompok Tani Tujjollo Lagoari. Sedangkan kelompok tani di Desa Tongke Tongke dengan jumlah petani tambak sebanyak 103 orang dan jumlah nelayan sebanyak 385 orang yang terhimpun ke dalam tiga kelompok tani yaitu: (1) Akar Luat 1, (2) Samaturue dan (2) Akar Laut 2.

5. HASIL

5.1. Sejarah Singkat *Silvofishery*

Sejarah singkat keberadaan tambak *silvofishery* di Lingkungan Pangasa Kelurahan Samataring, Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai, mulai dirintis oleh Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Sinjai pada tahun 1997. Akan tetapi belum berhasil digunakan untuk budidaya udang dan ikan serta organisme lainnya, karena ketika itu belum ada hamparan ekosistem mangrove antara tambak dan laut sebagai jalur hijau untuk mencegah berbagai ancaman aksi laut seperti pasang tinggi, gelombang, angin puting beliung, dan sebagainya.

Atas kendala tersebut, maka masyarakat dan aparat Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Sinjai melakukan penanaman mangrove selebar kurang lebih 350 m di antara tambak *silvofishery* dan laut untuk mencegah aksi-aksi laut yang akan menggagalkan kegiatan budidaya pada tambak *silvofishery*. Usaha penanaman mangrove tersebut berhasil tumbuh dengan baik dan sedikit demi sedikit mengurangi abrasi pada tambak *silvofishery* dan sekitarnya. Pada tahun 2002 tambak *silvofishery* kembali diperbaiki dan dapat berfungsi secara optimal sebagai lahan budidaya udang windu dan ikan bandeng.

Tujuan pengelolaan tambak *silvofishery* di Pangasa Kabupaten Sinjai ini diantaranya: (1) Secara ekologi untuk melestarikan keanekaragaman hayati flora dan fauna, (2) secara ekonomi untuk memanfaatkan lahan secara optimal guna meningkatkan pendapatan petani tambak, dan (3) secara sosial untuk memberikan pembelajaran secara tidak langsung kepada masyarakat suatu model pengelolaan ekosistem mangrove yang berupaya memadukan dua aspek kepentingan yang berbeda yaitu: aspek ekologi yang bertujuan konservasi, dan aspek ekonomi yang bertujuan pemanfaatan. Konsep keterpaduan ekologi dan ekonomi pada konteks pemanfaatan sumberdaya alam, apabila mampu disinergikan dan dipadukan secara bersama maka sistem sosial dapat berjalan secara harmonis sehingga tujuan pengelolaan baik secara ekologi maupun secara ekonomi tercapai dengan pengelolaan yang optimal dan berkelanjutan.

5.2. Kondisi Ekologi *Silvofishery*

Keberadaan ekosistem mangrove pada tambak *silvofishery* ditemukan empat jenis vegetasi mangrove dengan tingkat persentase masing masing sebagai berikut: (1) *Rhizophora* 86,83%, (2) *Bruguiera* 7,35%, (3) *Avicennia* 3,09%, dan (4) *Sonneratia* 2,09%. Sedangkan tingkat kerapatan mutlak vegetasi mangrove rata-rata per rasio tambak *silvofishery* yaitu 0,77 ind m⁻² atau kepadatan 7.700 pohon ha⁻¹ dengan produksi serasah rata-rata 20.790 kg ha⁻¹ th⁻¹. Kepadatan vegetasi mangrove ini tergolong sangat padat karena lebih besar daripada 1.500 pohon ha⁻¹, apabila merujuk pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 201 Tahun 2004.

Salah satu tujuan pengelolaan tambak *silvofishery* adalah memadukan kegiatan pelestarian ekosistem mangrove sesuai tujuan konservasi dan usaha pemanfaatan melalui kegiatan budidaya udang dan ikan serta organisme air lainnya. Agar tercapai tujuan pengelolaan sumberdaya pesisir yang berkelanjutan maka diperlukan kajian rasio yang optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*. Selanjutnya untuk menjawab hipotesis tersebut, maka dibuatlah kajian dengan desain penelitian antara mangrove dan tambak seperti disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13 Persentase rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan tambak *silvofishery* (%)

Luas Lahan (%)	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Mangrove (44%)	10.000	6.000	3.000	2.000	1.000
Tambak (56%)	-	4.000	7.000	8.000	9.000
Jumlah (100%)	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000

Sumber: Hasil analisis (2011)

Secara garis besar parameter ekologi yang dikaji meliputi: (1) produksi serasah, (2) parameter kualitas tanah, dan (3) kualitas air. Parameter ekologi dari produksi serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* dijadikan indikator dalam menentukan daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan tambak *silvofishery*. Sedangkan parameter kualitas tanah dan air sebagai faktor pendukung yang terkait dengan pengaruh dari persentase rasio tambak *silvofishery*

terhadap aktivitas budidaya tambak. Oleh karena itu, kajian ini diperlukan untuk menentukan rasio mangrove dan tambak yang optimal untuk mendukung kehidupan organisme yang dibudidayakan di tambak.

5.2.1. Produksi Serasah

Produksi total serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* selama empat bulan pengamatan (September, Oktober, November, dan Desember) yang terbagi pada 15 penampung serasah. Hasil produksi serasah mangrove per tahun berdasarkan jenis serasah yang diamati per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14 Rata rata produksi serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* ($\text{g m}^{-2} \text{ th}^{-1}$)

Uraian	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daun	1.166	1.061	1.801	1.118	1.068
Buah	603	813	699	738	549
Bunga	85	74	108	142	137
Ranting	249	188	152	151	213
Jumlah	2.103	2.136	2.040	2.149	1.967

Sumber: Hasil analisis (2011)

Jumlah produksi serasah mangrove dari empat jenis yang diamati diperoleh produksi serasah mangrove rata-rata per rasio petakan yang diamati yaitu sebesar $2.079 \text{ g m}^{-2} \text{ th}^{-1}$, sehingga produksi rata rata serasah mangrove diperoleh sebesar $20.790 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$. Selanjutnya produksi serasah mangrove rata rata $\text{kg m}^{-2} \text{ th}^{-1}$ per rasio tambak *silvofishery* seperti yang disajikan pada Tabel 15 dikalikan dengan luasan mangrove masing masing petakan yang diamati. Hasil perkalian ini menghasilkan produksi serasah berdasarkan luas mangrove per rasio tambak *silvofishery* setelah dilakukan konversi dengan menyetarakan luas seperti disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15 Jumlah produksi serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* (ton ha⁻¹ th⁻¹)

Uraian	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Mangrove (m ²)	10.000	6.000	3.000	2.000	1.000
Produksi Serasah (kg)	2.103	2.136	2.040	2.149	1.967
Jumlah (ton)	21.030	12.816	6.120	4.298	1.967

Sumber: Hasil analisis (2011)

Hasil analisis produksi serasah per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa produksi serasah mangrove rata-rata tertinggi ditemukan pada rasio 20% mangrove dan 80% yaitu 2.149 kg m⁻² th⁻¹ sedangkan produksi serasah mangrove rata-rata terendah ditemukan pada rasio 10% mangrove dan 90% tambak yaitu 1.967 kg m⁻² th⁻¹. Hasil analisis jumlah setiap jenis serasah per rasio tambak *silvofishery* diperoleh dari hasil perkalian setiap jenis serasah dengan luas mangrove per rasio yang disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16 Jumlah produksi serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* (ton ha⁻¹ th⁻¹)

Uraian	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daun	11.660	6.368	3.244	2.236	1.068
Buah	6.030	4.877	2.096	1.477	549
Bunga	850	441	324	285	137
Ranting	2.490	1.130	455	301	213
Jumlah	20.530	12.816	6.119	4.299	1.967

Sumber: Hasil analisis (2011)

Selanjutnya untuk menentukan daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery*, maka dihitung kandungan unsur hara yang terdapat dalam setiap jenis serasah mangrove seperti yang disajikan pada Tabel 16 dan mengalikan kandungan unsur hara berdasarkan persentase dari setiap serasah seperti yang disajikan pada Lampiran 24. Hasil analisis kandungan unsur hara yang dijadikan indikator menentukan daya dukung dibandingkan dengan kebutuhan unsur hara tambak yang optimal

Unsur hara yang dijadikan parameter ekologi untuk menentukan daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* meliputi : bahan organik, nitrogen, fosfor, dan kalium. Alasannya karena bahan organik dan unsur hara tersebut dibutuhkan dalam jumlah banyak untuk pertumbuhan makanan

alami di tambak secara optimal. Hasil analisis kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah berdasarkan persentase luas ekosistem mangrove akan dibandingkan dengan kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan dalam tambak secara optimal.

Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* dilakukan analisis parameter kualitas tanah yang terkandung dalam serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* kemudian dikurangi nilai rata-rata kebutuhan bahan organik dan unsur hara yang optimal dalam tambak. Hasil analisis tersebut akan menentukan status daya dukung apakah berstatus plus atau minus seperti yang akan diuraikan pada pembahasan daya dukung ekosistem mangrove per rasio tambak *silvofishery* secara tersendiri. Selanjutnya kebutuhan bahan organik dan unsur dalam tambak secara optimal merujuk pernyataan Davide (1976) in Mintardjo *et al.* (1985) seperti disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17 Hubungan kebutuhan unsur dengan tingkat kesuburan tanah tambak yang optimal

No.	Parameter Kualitas Tanah	Kisaran Optimal	Nilai Optimal
1	Bahan organik (%)	1,6 – 3,5	2,55
2	Nitrogen (%)	0,16 – 0,20	0,18
3	Fosfor (ppm)	36 - 45	40,50
4	Kalium (ppm)	350 - 500	425,00

Sumber: Davide (1976) dan Padlan (1977) in Mintardjo *et al.* (1985)

Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* mengacu pada konsep *supply* dan *demand* dimana terjadi keseimbangan antara ketersediaan unsur hara yang dihasilkan oleh ekosistem mangrove dan kebutuhan unsur hara yang diperlukan oleh tambak untuk pertumbuhan makanan alami secara optimal guna memenuhi kebutuhan organisme yang dibudidayakan. Kualitas tanah yang dijadikan parameter indikator sebagai *supply* meliputi: bahan organik, nitrogen, fosfor dan kalium sebagai hasil penguraian dari serasah mangrove. Hasil analisis kandungan parameter kualitas tanah yang terdapat pada berbagai jenis serasah mangrove untuk bahan organik, nitrogen, fosfor, dan kalium akan diuraikan sebagai berikut:

5.2.2. Bahan Organik

Hasil analisis kandungan bahan organik yang terdapat dalam serasah mangrove yang berasal dari daun, buah, bunga, dan ranting berdasarkan rasio mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* disajikan pada Tabel 18.

Tabel 18 Rata-rata kandungan bahan organik yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* (%)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	12,41	7,11	3,60	2,48	1,87
2	2,35	1,89	0,81	0,57	0,21
3	0,55	0,29	0,21	0,09	0,08
4	2,56	1,21	0,49	0,32	0,23
Rata-rata	4,50	2,61	1,28	0,87	0,61

Sumber: Hasil analisis (2011)

Kandungan bahan organik yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio *silvofishey* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap ketersediaan bahan organik dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan rata-rata bahan organik per rasio tambak *silvofishery* ditemukan tertinggi pada rasio pada rasio 100 mangrove yaitu 4,50, menyusul rasio 60 : 40 yaitu 2,61, rasio 30 : 70 yaitu 1,28, rasio 20 : 80 yaitu 0,87, dan terendah pada rasio 10 : 90 yaitu 0,61.

Hasil analisis tersebut menggambarkan bahwa kandungan bahan organik yang terdapat pada serasah mangrove berkorelasi positif, semakin besar persentase rasio mangrove pada pengelolaan *silvofishery*, semakin tinggi pula produksi bahan organik yang dihasilkan atau sebaliknya. Ketersediaan bahan organik dalam tanah tambak harus sesuai jumlah yang dibutuhkan, bahan organik yang berlebihan dalam tambak dapat berdampak pada kualitas tanah dan kualitas air, oleh karena itu, rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* harus proporsional (Sudipto *et al.* 2012)

Selanjutnya untuk menentukan status daya dukung per rasio tambak *silvofishery* yaitu dengan membandingkan antara ketersediaan unsur hara yang dihasilkan mangrove per rasio tambak *silvofishery* dengan kebutuhan unsur hara dalam tambak yang optimal dengan merujuk pada Tabel 16 dan Tabel 17. Bahan

organik merupakan salah satu peubah kualitas tanah yang menjadi penyangga bagi unsur lainnya seperti nitrogen, keberadaan bahan organik dalam tanah merupakan indikator suburnya suatu lahan tambak. Status daya dukung ekosistem mangrove per rasio *silvofishery* untuk bahan organik disajikan pada Tabel 19.

Tabel 19 Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* untuk bahan organik per rasio (%)

Kondisi Bahan Organik	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daya Dukung	4,50	2,61	1,28	0,87	0,61
Kisaran Kebutuhan	1,6-3,5	1,6-3,5	1,6-3,5	1,6-3,5	1,6-3,5
Kebutuhan Optimal	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55
Sisa Kebutuhan	1,95	0,06	-	-	-

Sumber: Hasil analisis (2011)

Keterangan: Daya dukung – Kebutuhan optimal = Sisa kebutuhan

Hasil analisis kandungan bahan organik yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio *silvofishery* menunjukkan bahwa pada rasio 60% : 40% ketersediaan bahan organik masih lebih besar daripada nilai kebutuhan bahan organik yang optimal yaitu sebesar 0,06 %. Sedangkan pada rasio 30% : 70% ketersediaan bahan organik sudah menunjukkan lebih kecil daripada nilai tengah kebutuhan bahan organik yang optimal dalam tambak. Hal ini berarti bahwa untuk kebutuhan bahan organik pada rasio 30% mangrove sudah berada pada angka rasio melebihi kapasitas daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* dengan nilai sebesar -1,27 %.

Dari data tersebut dapat dikemukakan bahwa pada rasio 30% mangrove merupakan batas rasio maksimal dan tidak dapat diperkecil lagi, karena akan mengganggu fungsi ekologis ekosistem mangrove sebagai penyedia unsur hara bagi petakan tambak *silvofishery* dan kawasan pesisir. Bahkan rasio 30% disarankan untuk ditambah hingga mencapai rasio dimana terjadi keseimbangan antara ketersediaan bahan organik yang dihasilkan oleh mangrove dan kebutuhan bagi tambak yang optimal sambil mengkaji unsur lainnya.

5.2.3.Nitrogen

Hasil analisis kandungan nitrogen yang terdapat dalam serasah mangrove yang berasal dari daun, buah, bunga, dan ranting berdasarkan persentase rasio mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* disajikan pada Tabel 20.

Tabel 20 Rata-rata kandungan nitrogen yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* (%)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	2,70	1,53	0,78	0,54	0,26
2	1,74	1,41	0,61	0,43	0,16
3	0,26	0,13	0,11	0,09	0,03
4	0,64	0,30	0,12	0,08	0,05
Rata-rata	1,34	0,84	0,41	0,29	0,13

Sumber: Hasil analisis (2011)

Kandungan nitrogen yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap ketersediaan nitrogen dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan kandungan nitrogen rata-rata per rasio tambak *silvofishery* ditemukan tertinggi pada rasio 100% mangrove yaitu 1,34%, menyusul rasio 60 : 40 yaitu 0,84%, rasio 30 : 70 yaitu 0,41%, rasio 20 : 80 yaitu 0,29%, dan terendah pada rasio 10 : 90 yaitu 0,13%.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa persentase rasio mangrove berpengaruh terhadap ketersediaan nitrogen pada tambak *silvofishery*, semakin besar rasio mangrove, semakin tinggi pula kandungan nitrogennya, akan tetapi perlu diketahui bahwa kandungan nitrogen dalam tambak harus seimbang antara ketersediaan dengan kebutuhan. Ketersediaan nitrogen dalam tambak yang berlebihan juga akan berdampak pada kualitas tanah dan kualitas air seperti juga bahan organik dan perlu diketahui bahwa sumber nitrogen dalam tambak selain dari bahan organik juga berasal dari laut melalui air pasang dan atmosfer.

Nitrogen merupakan unsur hara yang sebahagian besar berasal dari bahan organik. Oleh karena itu, tanah yang banyak mengandung bahan organik sebagai indikator banyak mengandung unsur nitrogen, sekalipun nitrogen ada juga yang berasal dari atmosfer melalui air hujan dan dari air laut melalui air pasang.

Nitrogen merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanah tambak untuk pertumbuhan makanan alami. Status daya dukung ekosistem per rasio *silvofishery* untuk nitrogen disajikan pada Tabel 21.

Tabel 21 Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* untuk unsur nitrogen per rasio (%)

Kondisi Unsur Nitrogen	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daya dukung	1,34	0,84	0,41	0,29	0,13
Kisaran Kebutuhan	0,16-0,20	0,16-0,20	0,16-0,20	0,16-0,20	0,16-0,20
Kebutuhan Optimal	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Sisa Kebutuhan	1,52	0,65	0,23	0,11	-

Sumber: Hasil analisis (2011)

Keterangan: Daya dukung – Kebutuhan optimal = Sisa kebutuhan

Hasil analisis kandungan unsur nitrogen yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio *silvofishery* menunjukkan bahwa pada rasio 30% : 70% ketersediaan unsur nitrogen masih lebih besar daripada nilai tengah yang optimal bagi kebutuhan tambak, akan tetapi pada rasio 20% : 800% ketersediaan unsur nitrogen masih lebih besar daripada kebutuhan optimal tambak, akan tetapi sudah dalam keadaan kritis yaitu sebesar 0,11%. Hal ini berarti bahwa rasio 20% mangrove ketersediaan unsur nitrogen sudah dalam keadaan kritis daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery*.

Dari data tersebut dapat disarankan bahwa pada rasio 20% mangrove merupakan rasio yang optimal untuk ketersediaan unsur nitrogen dan dapat ditambah untuk mengimbangi kebutuhan unsur lain yang sudah melewati kapasitas daya dukung untuk memenuhi kebutuhan unsur lain bagi tambak yang optimal. Oleh karena itu, sekalipun unsur nitrogen pada rasio 30% mangrove masih cukup tersedia, akan tetapi unsur lain sudah melewati kapasitas daya dukung, berarti rasio 30% akan menjadi faktor pembatas.

5.2.4.Fosfor

Hasil analisis kandungan fosfor yang terdapat dalam serasah mangrove yang berasal dari daun, buah, bunga, dan ranting berdasarkan persentase rasio mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* disajikan pada Tabel 22.

Tabel 22 Rata-rata kandungan fosfor yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* (ppm)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	558,36	318,40	162,20	111,00	53,40
2	422,03	341,39	146,72	103,39	38,43
3	25,38	13,23	9,72	8,85	4,11
4	198,88	90,40	36,40	24,08	17,04
Rata-rata	356,10	190,86	88,76	61,81	28,25

Sumber: Hasil analisis (2011)

Kandungan fosfor yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap ketersediaan fosfor dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan rata rata kandungan fosfor per rasio tambak *silvofishery* ditemukan tertinggi pada rasio 100% mangrove yaitu 356,10 ppm, menyusul rasio 60 : 40 yaitu 190,80 ppm, rasio 30 : 70 yaitu 88,76 ppm, rasio 20 : 80 yaitu 61,81 ppm, dan terendah pada rasio 10 : 90 yaitu 28,25 ppm.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa persentase rasio mangrove berpengaruh pada ketersediaan fosfor pada tambak *silvofishery*, semakin besar rasio mangrove semakin tinggi pula fosfornya. Akan tetapi perlu diketahui bahwa ketersediaan fosfor dalam tanah terkadang tidak berkorelasi positif dengan ketersediaan unsur lainnya seperti bahan organik, nitrogen, dan sebagainya. Oleh karena itu, fosfor dalam tanah biasanya menjadi faktor pembatas terhadap unsur nitrogen, kalium, dan unsur lainnya.

Fosfor merupakan salah satu unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan alga, dan sekaligus sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhan klekap di tambak, semakin besar kandungan fosfornya suatu lahan semakin baik pertumbuhan alganya. Selanjutnya daya dukung ekosistem mangrove dalam menyediakan unsur fosfor per rasio *silvofishery* disajikan pada Tabel 23.

Tabel 23 Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* untuk unsur fosfor per rasio (ppm)

Kondisi Unsur Fosfor	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daya dukung	356,61	190,86	88,76	61,81	28,25
Kisaran Kebutuhan	36-45	36-45	36-45	36-45	36-45
Kebutuhan Optimal	40,50	40,50	40,50	40,50	40,50
Sisa Kebutuhan	316,11	150,36	48,26	21,31	-

Sumber: Hasil analisis (2011)

Keterangan: Daya dukung – Kebutuhan optimal = Sisa kebutuhan

Hasil analisis kandungan fosfor yang terdapat dalam serasah mangrove menunjukkan bahwa pada rasio 20% : 80%, kandungan fosfor masih cukup tersedia yaitu sebesar 21,31 ppm, ketersediaan unsur fosfor pada rasio 20% : 80% yang berasal dari ekosistem mangrove yaitu sebesar 61,81 ppm masih di atas daripada kebutuhan unsur fosfor dalam tambak yang optimal yaitu sebesar 40,50 ppm.

Dari data tersebut menunjukkan bahwa rasio 20% mangrove pada pengelolaan *silvofishery* untuk unsur nitrogen dan fosfor sudah memperlihatkan ketersediaan unsur yang berasal dari ekosistem mangrove lebih kecil daripada kebutuhan tambak secara optimal. Oleh karena itu, rasio 20% mangrove merupakan batas maksimal dan tidak dapat diperkecil lagi, bahkan akan ditingkatkan hingga mencapai rasio optimal untuk bahan organik dan unsur kalium.

5.2.5. Kalium

Hasil analisis kandungan kalium yang terdapat dalam serasah mangrove yang berasal dari daun, buah, bunga, dan ranting berdasarkan persentase rasio mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* disajikan pada Tabel 24.

Tabel 24 Rata-rata kandungan kalium yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* (ppm)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	1.116,66	356,61	181,66	125,22	59,81
2	319,54	258,50	111,10	78,28	29,11
3	19,46	10,14	7,45	6,56	3,10
4	2.525,78	1.148,10	462,28	305,82	216,41
Rata-rata	995,36	443,34	190,62	128,97	77,11

Sumber: Hasil analisis (2011)

Kandungan kalium yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio *silvofishery* setelah dinalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap ketersediaan kalium dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan rata rata kalium per rasio tambak *silvofishery* ditemukan tertinggi secara berurut dari rasio 100% mangrove yaitu 995,36 ppm, rasio 60% : 40% yaitu 443,34 ppm, rasio 30% : 70% yaitu 190,62 ppm, rasio 20% : 80% yaitu 128,97 ppm dan rasio 10% : 90% yaitu 77,11ppm.

Hasil analisis tersebut menggambarkan bahwa ketersediaan kalium berkorelasi positif dengan persentase rasio mangrove pada tambak *silvofishery*, semakin besar rasio mangrove semakin tinggi pula ketersediaan kaliumnya, akan tetapi ketersediaan kalium dalam tambak tidak semuanya berasal dari bahan organik, dapat juga berasal dari laut melalui air pasang. Sekalipun telah dikemukakan bahwa ketersediaan kalium berkorelasi positif dengan rasio mangrove, namun kandungan kalium dan fosfor pada serasah mangrove relatif kecil apabila dibandingkan dengan kandungan bahan organik dan nitrogen.

Kalium merupakan salah satu unsur hara yang esensial dalam pembentukan hidrat arang dan diperlukan dalam pembentukan klorofil. Adapun kebutuhan unsur kalium optimal per rasio *silvofishery* seperti disajikan pada Tabel 25.

Tabel 25 Daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery* untuk unsur kalium per rasio (ppm)

Kondisi Unsur Kalium	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daya Dukung	995,36	443,34	190,62	128,97	77,11
Kisaran Kebutuhan	350-500	350-500	350-500	350-500	350-500
Kebutuhan Optimal	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00
Sisa Kebutuhan	570,36	18,34	-	-	-

Sumber: Hasil analisis (2011)

Keterangan: Daya dukung – Kebutuhan optimal = Sisa kebutuhan

Hasil analisis kandungan unsur kalium yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio *silvofishery* menunjukkan bahwa pada rasio 30% : 70% sudah melewati batas daya dukung, dimana ketersediaan unsur kalium hanya sebesar 190,62 ppm sementara rata-rata kebutuhan optimal dalam tambak yaitu sebesar 425 ppm. Hal ini berarti rasio mangrove 30% pada pengelolaan *silvofishery* merupakan batas minimal dan tidak dapat diperkecil lagi, dan bahkan dapat ditingkatkan rasionya hingga mencapai kebutuhan kalium yang optimal.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada rasio 30% : 70% dari empat unsur yang dianalisis memperlihatkan bahwa ada beberapa unsur hara sudah melewati ambang batas daya dukung, dimana ketersediaan bahan organik, dan kalium lebih kecil daripada rata rata kebutuhan optimal bagi tambak, sekalipun unsur nitrogen dan fosfor masih cukup tersdia. Kondisi seperti ini, maka yang menjadi faktor pembatas adalah unsur yang minimum, artinya rasio 30% : 70% menjadi faktor pembatas adalah bahan organik, dan kalium, dan rasio 30% mangrove sebagai batas minimal bagi kedua unsur.

Sejalan dengan pernyataan Kathiresan dan Bingham (2001) begitu pula Chong (2007) bahwa mengkonversi ekosistem mangrove menjadi tambak atau peruntukan lainnya sebaiknya tidak melebihi 70%, dari luasan yang ada pada suatu kawasan, karena ekosistem mangrove akan terganggu fungsi ekologisnya sebagai penyedia unsur hara bagi ekosistem mangrove dan perairan sekitarnya. Dengan merujuk pernyataan Davide (1976) dan Padlan (1977) in Mintardjo *et al.* (1985) dengan mambandingkan hasil penelitian ini ternyata mendukung pernyataan terdahulu, bahwa mengkoversi ekosistem sampai 70% menjadi tambak dari luasan yang ada, dimana ketersediaan bahan organik dan kalium sudah di

bawah standar minimal, yaitu untuk bahan organik -1,27%, dan kalium 234,38 ppm, sekalipun unsur lain seperti nitrogen masih cukup tersedia.

Oleh karena itu, dalam mendesain tambak *silvofishery* diperlukan suatu kajian yang bersifat holistik, yaitu bagaimana mempertimbangkan segala aspek yang terkait dalam menentukan rasio antara mangrove dan tambak sehingga terjadi keseimbangan ekosistem antara *supply* dan *demand* unsur hara dalam tambak. Keseimbangan ekosistem yang dimaksudkan dalam tambak *silvofishery*, dimana rasio mangrove yang ditetapkan mampu menyediakan unsur hara secara alami baik unsur makro maupun unsur mikro untuk kebutuhan organisme yang dibudidayakan. Hasil kajian ini dari segi aspek ekologi menyarankan rasio tambak *silvofishery* yang optimal yaitu antara 30-40% mangrove dan tambak antara 60-70% sambil mengkaji dari segi aspek ekonomi.

5.2.6.Laju Dekomposisi

Laju dekomposisi serasah adalah kecepatan proses penghancuran oleh organisme secara bertahap sehingga strukturnya tidak lagi dalam bentuk yang kompleks, akan tetapi telah diuraikan menjadi bentuk-bentuk sederhana seperti: air, karbondioksida dan komponen mineral. Pengamatan laju dekomposisi pada lima lokasi yang terbagi pada 15 stasiun pengamatan. Hasil analisis laju dekomposisi serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* masing-masing disajikan pada Lampiran 25, 26, 27, 28, dan 29. Sedangkan hasil rata-rata laju dekomposisi serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 26.

Tabel 26 Rata-rata laju dekomposisi serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* (g)

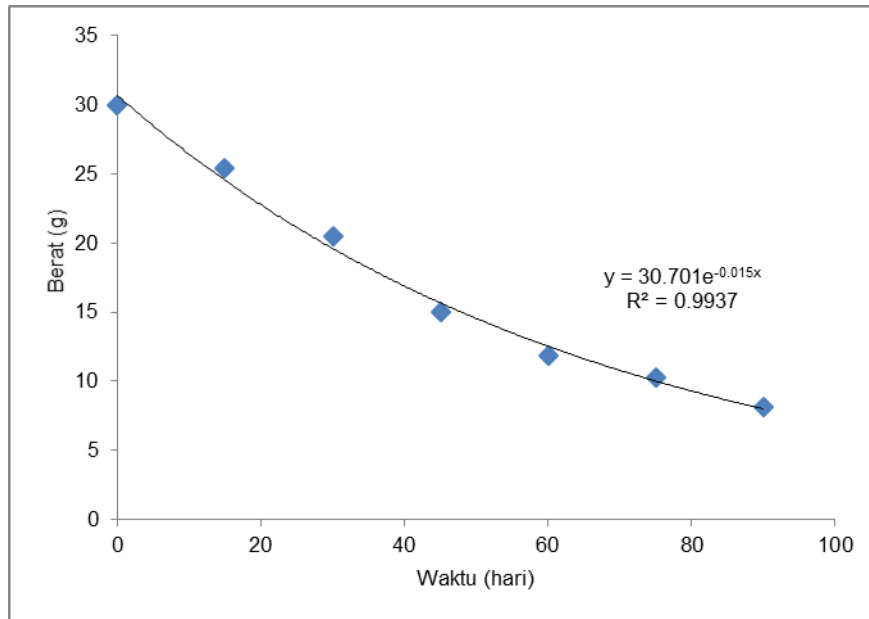
Pengamatan (Hari)	R a s i o (%)					Rata-rata (sisal)
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90	
0	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
15	25,36	26,20	25,21	25,11	25,08	25,40
30	20,33	20,93	20,90	20,15	20,05	20,47
45	15,10	15,04	15,05	15,01	15,00	15,04
60	11,72	10,11	11,75	12,96	12,91	11,89
75	9,88	9,05	9,85	10,78	10,72	10,26
90	7,64	7,21	8,70	8,46	8,63	8,13
Sisa	3,73	3,71	3,55	3,58	3,59	3,65

Sumber: Hasil pengamatan (2011)

Hasil analisis laju dekomposisi serasah mangrove dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap proses laju dekomposisi dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan laju dekomposisi rata rata per rasio tambak *silvofishery* ditemukan tertinggi pada rasio 100% mangrove yaitu 3,73, menyusul rasio 60 : 40 yaitu 3,71, rasio 10 : 90 yaitu 3,59, rasio 20 : 80 yaitu 3,58, dan terendah pada rasio 30 : 70 yaitu 3,55.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pengaruh rasio terhadap laju dekomposisi serasah mangrove relatif kecil, sekalipun terdapat perbedaan diantara rasio dan dapat dilihat dari urutan hasil analisis rata-rata tidak berkorelasi positif. Hal ini sesuai hasil penelitian terdahulu Odum dan Heald (1975) in Supriharyono (2005) menyebutkan bahwa laju dekomposisi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu (1) substrat artinya serasah yang jatuh pada tempat yang berair lebih cepat terdekomposisi apabila dibandingkan serasah yang jatuh pada tempat yang tidak berair, dan (2) tingkatan salinitas, artinya serasah yang jatuh pada perairan yang bersalinitas tinggi lebih cepat terdekomposisi apabila dibandingkan serasah yang jatuh pada perairan bersalinitas relatif rendah.

Selanjutnya hasil analisis rata-rata sisa serasah mangrove selama pengamatan menunjukkan hubungan antara persentase laju dekomposisi serasah mangrove dengan koefisien determinasi (R^2) substansi 0,993 artinya 99,3% dapat dijelaskan pengaruh waktu terhadap laju dekomposisi serasah mangrove dan dibutuhkan waktu 124 hari. Hal ini berarti bahwa untuk menguraikan dari 30 g sampai 100% masih dibutuhkan waktu sekitar 34 hari. Proses laju dekomposisi serasah dari mangrove selama 90 hari pengamatan disajikan pada Gambar 9.



Gambar 8 Grafik rata-rata laju dekomposisi serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery*

Gambar 9 menunjukkan bahwa laju dekomposisi serasah mangrove per rasio cenderung lebih cepat pada awal pengamatan, diduga pada awal pengamatan proses penguraian serasah dari daun mangrove lebih cepat apabila dibandingkan pada akhir pengamatan, sehingga berat serasah mangrove lebih cepat berkurang pada awal pengamatan. Proses laju dekomposisi serasah mangrove selama 90 hari pengamatan menunjukkan bahwa pada minggu kelima dan keenam pengamatan grafik terlihat relatif statis

5.3. Parameter Kualitas Tanah

Kondisi kualitas tanah pada tambak *silvofishery* yang menjadi kajian dalam penelitian ini, diantaranya: (1) pH tanah, (2) bahan organik, (3) nitrogen, (4) fosfor, (5) kalium, (6) besi dan (7) tekstur tanah. Hasil analisis laboratorium kualitas tanah per rasio *silvofishery* akan diuraikan yang sebagai berikut:

5.3.1. pH

Potens hidrogen adalah merupakan gambaran kondisi asam, netral, dan basa reaksi tanah suatu lahan. Ada tiga reaksi tanah menurut Potter (1977) in Mintardjo *et. al.* (1985) yaitu pH tanah di bawah 4,5 sangat asam, pH tanah 6,6-7,5 tanah netral, dan 7,9-8,4 sangat basa. Tambak yang produktif mempunyai pH

tanah netral sampai basa, karena banyak mengandung garam natrium yang menyebabkan pertumbuhan makanan alami seperti alga, klekap, dan lumut tumbuh lebat. Sebaliknya tanah yang bersifat asam terjadi, jika bahan organik membusuk yang penguraiannya banyak membutuhkan oksigen, sehingga membahayakan organisme yang dipelihara di dalamnya.

Tanah bersifat masam banyak dijumpai pada daerah hutan mangrove yang banyak mengandung bahan organik. Hasil analisis laboratorium rata rata pH tanah per rasio *silvofishery* disajikan pada Tabel 27.

Tabel 27 Rata-rata hasil analisis pH tanah tambak per rasio tambak *silvofishery*

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	4,54	5,71	5,96	6,87	6,39
2	4,40	6,83	5,91	6,55	7,10
3	3,96	4,96	6,74	5,88	6,51
Rata-rata	4,30	5,83	6,20	6,43	6,67

Sumber: Hasil analisis (2011).

Kadar pH tanah tambak per rasio *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap kadar pH tanah dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan rata rata pH tanah per rasio tambak *silvofishery* ditemukan tertinggi pada rasio 10 : 90 yaitu 6,67, rasio 20 : 80 yaitu 6,43, rasio 30 : 70 yaitu 6,20, rasio 60 : 40 yaitu 5,83 dan terendah pada rasio 100 mangrove yaitu 4,30. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kondisi pH tanah tambak berkorelasi negatif dengan persentase rasio mangrove, semakin besar persentase rasio mangrove semakin rendah nilai pH tanah.

Hasil analisis pH tanah per rasio *silvofishery* dapat diduga bahwa terjadinya pH rendah pada tambak *silvofishery*, disebabkan oleh dua faktor diantaranya : (1) terjadinya kelebihan dan pengendapan bahan organik dan unsur lain yang tidak termanfaatkan oleh berbagai organisme, dan (2) resirkulasi air. Ini sesuai fakta pada sudut sudut petakan tambak kondisi pH tanah secara umum lebih rendah daripada tempat lain dalam petakan seperti dekat pintu dan pelataran. Tanah tambak yang bersifat asam berkorelasi positif dengan produksi tambak, yaitu semakin rendah pH tanah suatu lahan tambak semakin rendah pula produksinya.

Oleh karena itu, upaya meningkatkan produksi tambak yang tanahnya bersifat asam perlu dilakukan pengapuran dengan dosis sesuai rekomendasi Padlan (1979) in Mintradjo *et al.* (1985) seperti yang telah disajikan pada Tabel 2. Selanjutnya disarankan bahwa setiap siklus pemeliharaan sebaiknya dilakukan pengeringan, pengolahan tanah dasar tambak, dan pengapuran yang bertujuan: (1) membongkar bahan organik dan anorganik yang mengendap di dasar tambak, (2) menetralsir zat-zat beracun, (3) memperbaiki struktur tanah, dan (4) memutus siklus rantai hama. Menurut hasil pengamatan selama penelitian, kegiatan pengolahan tanah dasar tambak dan pengapuran tidak ditemukan petani melakukan dengan alasan keterbatasan waktu, tenaga dan biaya serta tujuan dari kegiatan pengolahan tanah dasar tambak dan pemberian kapur belum terlalu paham secara rasional yang terkait dengan peningkatan produksi tambak.

5.3.2. Bahan Organik

Bahan organik dalam tanah merupakan sumber utama nitrogen, secara teori ada korelasi positif antara keberadaan bahan organik dengan keberadaan nitrogen. Semakin besar kandungan bahan organik suatu lahan, semakin besar pula kandungan nitrogennya. Hasil analisis laboratorium bahan organik per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 28.

Tabel 28 Rata-rata hasil analisis bahan organik tanah tambak per rasio tambak *silvofishery* (%)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	6,07	7,01	7,22	7,53	6,56
2	7,12	6,16	6,16	6,03	5,78
3	13,16	8,81	8,81	7,72	7,45
Rata-rata	8,78	7,33	7,41	7,09	6,61

Sumber: Hasil analisis (2011)

Kandungan bahan organik per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio tidak berpengaruh terhadap ketersediaan bahan organik dan memberikan respon tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kondisi bahan organik dalam tambak berkorelasi positif dengan persentase rasio

mangrove, semakin besar persentase rasio mangrove, semakin besar pula kandungan bahan organik suatu lahan.

Apabila merujuk pernyataan Davide (1976) in Mintardjo *et al.* (1985) seperti yang telah disajikan pada Tabel 22, yang menunjukkan bahwa nilai kandungan bahan organik per rasio tambak *silvofishery* di atas nilai optimal yaitu 1,6-3,6. Selanjutnya bahan organik juga cenderung berkorelasi positif dengan nitrogen, semakin besar kandungan organik suatu lahan biasanya kandungan nitrogennya besar pula.

Hasil analisis bahan organik ini semakin memperkuat alasan bahwa keberadaan ekosistem mangrove pada suatu kawasan pesisir sangat penting dalam mendukung kehidupan sebagai penghasil serasah yang akan terurai menjadi berbagai unsur hara baik makro maupun mikro sebagai makanan alami oleh berbagai organisme yang berhabitat di ekosistem mangrove dan perairan pesisir sekitarnya. Beberapa hasil penelitian terdahulu diantaranya Naamin (1990), Niartiningih (1996), Ooi dan Chong (2011) yang mengemukakan bahwa keberadaan ekosistem mangrove berkorelasi positif dengan peningkatan produksi perikanan pesisir.

5.3.3. Nitrogen

Keberadaan nitrogen dalam tanah dapat berasal dari bahan organik, air hujan, dan air pasang. Besarnya kandungan nitrogen dalam tanah merupakan salah satu indikator banyaknya bahan organik. Secara teori ada korelasi positif antara bahan organik dan keberadaan nitrogen demikian juga dengan tingkat pertumbuhan makanan alami di tambak. Hasil analisis laboratorium kandungan nitrogen per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 29.

Tabel 29 Rata-rata hasil analisis nitrogen tanah tambak per rasio tambak *silvofishery* (%)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	0,16	0,18	0,18	0,18	0,17
2	0,20	0,16	0,16	0,18	0,21
3	0,41	0,21	0,21	0,21	0,14
Rata-rata	0,26	0,18	0,18	0,19	0,17

Sumber: Hasil analisis (2011)

Kandungan nitrogen per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap ketersediaan nitrogen dan memberikan respon tidak berbeda ($p > 0,05$). Hasil analisis nitrogen ini menunjukkan adanya korelasi dengan persentase rasio mangrove pada tambak *silvofishery*.

Akan tetapi perlu diketahui bahwa kondisi nitrogen dalam tambak selain berasal dari serasah mangrove setelah terdekomposisi, ada juga berasal dari laut melalui air pasang dan atmosfer. Hasil analisis tersebut menggambarkan bahwa kondisi nitrogen pada tambak *silvofishery* bukan saja dipengaruhi oleh persentase rasio mangrove dan tambak melainkan dipengaruhi oleh faktor lain. Hasil analisis nitrogen pada tambak *silvofishery* terdapat empat rasio nilai nitrogennya dalam kondisi optimal kecuali pada rasio 100 mangrove di atas nilai optimal yaitu 0,26% apabila merujuk pernyataan Davide (1976) in Mintardjo *et al.* (1985) seperti yang telah disajikan pada Tabel 25.

5.3.4. Fosfor

Sumber utama fosfor dalam tanah berasal dari hasil pelapukan yang mengandung fosfor dari bahan organik akan tetapi bahan organik sedikit sekali mengandung fosfor. Fosfor merupakan salah satu unsur yang sangat penting untuk pertumbuhan alga dan makanan alami lainnya. Fosfor merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan makanan alami di tambak. Hasil analisis fosfor per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 30.

Tabel 30 Rata-rata hasil analisis fosfor tanah tambak per rasio tambak *silvofishery* (ppm)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	29,95	194,10	69,30	89,04	68,42
2	14,38	160,83	91,45	79,01	72,14
3	116,42	164,65	31,02	114,36	61,84
Rata-rata	53,58	173,19	63,92	94,14	67,46

Sumber: Hasil analisis (2011)

Kandungan fosfor per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap ketersediaan fosfor dalam tanah dan memberikan respon

berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan rata rata fosfor per rasio tambak *silvofishery* ditemukan tertinggi pada rasio rasio 60 : 40 yaitu 173,19, menyusul rasio 20 : 80 yaitu 94,14, rasio 10 : 90 yaitu 67,47, rasio 30 : 70 yaitu 63,92, dan terendah pada rasio 100 mangrove yaitu 53,58.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa fosfor tidak berkorelasi langsung dengan persentase rasio mangrove, akan tetapi dipengaruhi oleh faktor lain, diantaranya keberadaan unsur besi, semakin besar nilai zat besi yang terkandung dalam tanah tambak ada kecenderungan kandungan fosfor semakin kecil, karena unsur besi yang terlalu tinggi dapat mengikat fosfor.

Hasil analisis kandungan fosfor per rasio tambak *silvofishery* dengan nilai rata-rata 90,46 ppm berada di atas standar optimal yang direkomendasi oleh Davide (1976) in Mintardjo *et al.* (1985) yaitu antara 36-45 ppm, akan tetapi apabila dibandingkan dengan hasil analisis kandungan unsur hara serasah mangrove, kandungan fosfor pada rasio 30% mangrove dan 70% tambak dengan nilai -30,41 ppm sudah di bawah standar optimal yaitu 42,50 ppm. Oleh karena itu, rasio mangrove pada pengelolaan tambak *silvofishery* adalah batas maksimal 30% mangrove dan bahkan dapat ditingkatkan sampai mencapai nilai kandungan fosfor di atas standar optimal yang dibutuhkan oleh tambak.

5.3.5. Kalium

Kalium (K) diserap dalam bentuk K dari larutan tanah, kalium sangat esensial dalam pembentukan hidrat arang dan sangat diperlukan dalam pembentukan klorofil. Pada umumnya tambak memiliki kandungan kalium cukup tinggi yang bersumber dari air laut yang masuk ke tambak pada waktu pasang. Hasil analisis kalium per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 31

Tabel 31 Rata-rata hasil analisis Kalium tanah tambak per rasio tambak *silvofishery* (ppm)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	225,00	217,00	207,00	232,00	176,00
2	239,00	219,00	206,00	234,00	174,00
3	239,00	228,00	202,00	234,00	174,00
Rata-rata	234,33	221,33	205,00	233,33	174,68

Sumber: Hasil analisis (2011)

Kandungan kalium per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap ketersediaan kalium dalam tanah dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan rata rata kalium per rasio tambak *silvofishery* ditemukan tertinggi pada rasio rasio 100 mangrove yaitu 234,33 menyusul rasio 20 : 80 yaitu 233,33, rasio 60 : 40 yaitu 221,33 rasio 30 : 70 yaitu 250,00 dan terendah pada rasio 10 : 90 yaitu 174,68.

Hasil analisis kalium per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan korelasi kandungan kalium dengan persentase rasio pada tambak *silvofishery*, semakin besar persentase luas rasio mangrove tambak *silvifishery* semakin besar pula nilai kandungan kalium, akan tetapi persentase rasio mangrove tidak berpengaruh langsung terhadap ketersediaan kalium dalam tambak, karena hasil analisis kalium per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan di bawah kisaran optimal, hal ini diduga karena kalium bukan saja bersumber dari bahan organik.

5.3.6. Besi

Unsur besi dalam tanah merupakan unsur mikro yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, akan tetapi terkadang menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan makanan alami di tambak. Jumlah unsur besi dalam tanah yang ditolerir sampai 0,5 ppm, karena kelebihan unsur besi dalam tanah dapat mengikat pH tanah dan fosfor, sehingga dijumpai beberapa tambak yang merupakan hasil konversi hutan mangrove pH tanah bersifat asam dan terkadang diikuti dengan penurunan unsur fosfor dalam tanah. Kondisi seperti ini apabila terjadi pada tambak akan sulit menumbuhkan makanan alami secara optimal dan produksi tambak menjadi rendah. Hasil analisis besi tanah tambak per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 32.

Tabel 32 Rata-rata hasil analisis besi tanah tambak per rasio tambak *silvofishery*

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	0,19	0,19	0,20	0,30	0,29
2	0,19	0,19	0,21	0,31	0,29
3	0,21	0,18	0,20	0,29	0,27
Rata-rata	0,20	0,19	0,20	0,30	0,28

Sumber: Hasil analisis (2011)

Kandungan unsur besi tanah per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap unsur besi dalam tambak dan memberikan respon tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi unsur besi tidak berkorelasi dengan persentase rasio mangrove dan tambak per rasio *silvofishery*.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kondisi unsur besi pada semua rasio tambak *silvofishery* masih di bawah kisaran yang ditolerir yaitu 0,5 ppm (Wabisono 1989). Keberadaan unsur besi dalam tanah apabila di atas kisaran yang ditolerir akan menyebabkan pH tanah dan fosfor menurun, selanjutnya amoniak dan hidrogen akan meningkat sehingga berbahaya terhadap organisme yang dibudidayakan.

5.3.7. Tekstur

Tekstur tanah memegang peranan penting di dalam menentukan apakah tanah memenuhi syarat untuk pertambakan. Lahan yang akan dipilih sebagai lokasi pertambakan harus memenuhi persyaratan teknis. Menurut Potter (1977) *in* Mintardjo *et al.* (1985) bahwa secara teknis tanah yang sangat baik untuk tambak adalah tanah dengan tekstur lempung berliat, liat berpasir dan liat berdebu. Hasil analisis tekstur tanah per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 33.

Tabel 33 Rata-rata hasil analisis tekstur tanah tambak per rasio tambak *silvofishery* (%)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1. Pasir	66,00	52,00	61,33	58,67	62,67
2. Liat	0,00	2,00	0,67	1,33	2,00
3. Debu	34,00	46,00	38,00	40,00	35,33
Rata-rata	l.berpasir	l.berpasir	l.berpasir	l.berpasir	l.berpasir

Sumber: Hasil analisis (2011)

Komposisi tekstur tanah per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio tidak berpengaruh terhadap komposisi tekstur tanah dan memberikan respon tidak berbeda ($p > 0,05$).

Hasil analisis tekstur tanah per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa kondisi tekstur tanah lempung berpasir termasuk kategori tekstur kurang

memenuhi syarat untuk pertambakan. Lahan yang bertekstur lempung berpasir merupakan tekstur tanah yang kurang baik untuk lokasi pertambakan, karena selain sulit pembuatan konstruksi pematang tambak, juga tidak mempunyai kemampuan menahan air dan kurang baik untuk pertumbuhan makanan alami (Davide 1976 dan Potter 1977 *in* Mintardjo *et al.*1985).

Komposisi tekstur tanah yang baik untuk pertambakan yang mengandung komposisi sebagai berikut: pasir 14%, debu 44% dan liat 42% dengan tingkat pertumbuhan makanan alami lebat. Secara historis 90% tambak di Kelurahan Samatarang merupakan alih fungsi lahan dari ekosistem mangrove yang dikonversi menjadi tambak, dan sebelum ditanami mangrove merupakan tanah endapan baik yang berasal daerah aliran sungai maupun berasal dari laut yang diangkut oleh air pasang dan ombak sehingga terbentuk daratan baru.

5.4. Parameter Kualitas Air

Kualitas air adalah gambaran atau keadaan air suatu perairan yang meliputi: fisika, kimia dan biologi yang mempengaruhi manfaat penggunaan air bagi manusia baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk keperluan budidaya udang, ikan dan organisme air lainnya, kualitas air adalah semua peubah atau variabel yang mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan dan resiliensi terhadap gangguan berbagai penyakit. Parameter kualitas air yang menjadi kajian dalam penelitian ini meliputi: (1) suhu, (2) pH, (3) salinitas, (4) oksigen terlarut, (5) kecerahan, (6) amoniak, dan (7) fosfor

5.4.1. Suhu

Suhu air dalam suatu perairan sangat berpengaruh terhadap proses kimia dan biologi. Kaidah umum menunjukkan bahwa reaksi kimia dan biologi dua kali lipat untuk setiap kenaikan suhu sebesar 1 °C. Hal ini dapat dimaknai bahwa jasad renik perairan akan menggunakan oksigen terlarut dua kali lebih banyak pada suhu 30 °C dibandingkan pada suhu 20 °C. Secara kimia dan biologi pada suhu tinggi akan membahayakan bagi kehidupan organisme di dalam suatu perairan. akan diikuti meningkatnya proses metabolisme, yang dalam pengurainya membutuhkan oksigen terlarut dalam air, sehingga oksigen akan berkurang untuk kebutuhan organisme yang dibudidayakan.

Dalam kondisi seperti ini untuk mengatasinya pada tambak yaitu: pergantian atau penambahan air baru, dan menggerakkan air baik secara manual yaitu menggerakkan secara fisik maupun secara mekanik dengan menjalankan kincir. Kedua upaya tersebut selain mengatasi kekurangan oksigen, juga dapat mengatasi terjadinya pelapisan atau stratifikasi suhu. Hasil pengukuran suhu air per rasio *silvofishery* disajikan pada Tabel 34.

Tabel 34 Rata-rata hasil pengukuran suhu air tambak per rasio tambak *silvofishery* (°C)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	28,50	29,90	30,10	31,20	31,50
2	28,90	29,90	30,10	29,80	31,50
3	28,90	29,50	30,10	29,80	30,50
4	29,50	29,10	29,50	29,50	30,10
Rata-rata	28,95	29,50	29,95	30,07	31,10

Sumber: Hasil analisis (2011)

Hasil pengukuran suhu air per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap kondisi suhu air dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan rata rata suhu air per rasio tambak *silvofishery* ditemukan tertinggi pada rasio 10 : 90 yaitu 30,90 °C menyusul rasio 20 : 80 yaitu 30,07 °C, rasio 30 : 70 yaitu 29,95 °C, rasio 60 : 40 yaitu 29,60 °C, dan rasio 100 yaitu 28,95 °C.

Hasil analisis suhu air menunjukkan bahwa kondisi suhu air berkorelasi negatif dengan persentase rasio mangrove, semakin kecil rasio mangrove pada tambak *silvofishery* semakin tinggi suhu air tambak. Hal ini diduga karena semakin besar persentase rasio mangrove, semakin luas perairan tambak yang mendapatkan naungan dari vegetasi mangrove, sehingga penetrasi cahaya matahari masuk perairan menjadi berkurang. Selain itu, keberadaan ekosistem mangrove pada area pertambakan dapat berfungsi ganda sebagai penyerap karbon dioksida dan sebagai penghasil oksigen melalui fotosintesis

Fluktuasi suhu air tambak selama pengamatan berlangsung apabila merujuk pendapat Wabisono (1989) bahwa suhu yang optimal dalam usaha budidaya udang dan ikan yaitu antara 26-32 °C, dan fluktuasinya sebaiknya tidak terjadi

secara tiba-tiba sampai melebihi 4 °C. Hasil pengukuran ini berada pada kisaran optimum yaitu 28,95-30,90 °C dengan tingkat fluktuasi hanya sekitar 1,95 °C. Hasil analisis menggambarkan bahwa keberadaan vegetasi mangrove pada ekosistem wilayah pesisir dapat menstabilkan suhu perairan tambak dan perairan pesisir.

5.4.2. pH

Potensi hidrogen adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa. Skala pH mempunyai deret antara 0-14 dan angka 7 menunjukkan netral, berarti kondisi air seperti ini tidak bersifat asam atau basa. Secara alamiah pH suatu perairan dipengaruhi oleh konsentrasi karbon dioksida (CO₂) dan senyawa yang bersifat asam, fitoplankton dan tanaman air lainnya akan mengambil CO₂ dari air selama proses fotosintesis sehingga mengakibatkan pH air meningkat pada siang hari dan menurun pada malam hari. Menurut Cholik *et al.* (2002) bahwa pH yang optimal untuk mendukung pertumbuhan udang, dan ikan di tambak yaitu 6,5-9,0 akan tetapi menurut Nurdjana (2009) bahwa pH optimal yaitu 7,5-8,5. Hasil pengukuran pH air per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 35.

Tabel 35 Rata-rata hasil pengukuran pH air tambak per rasio tambak *silvofishery*

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	6,90	7,10	7,20	7,30	7,30
2	6,90	7,20	7,20	7,30	7,40
3	6,90	7,10	7,40	7,40	7,50
4	6,80	7,10	7,10	7,30	7,80
Rata-rata	6,88	7,13	7,23	7,33	7,50

Sumber: Hasil analisis (2011)

Hasil pengukuran pH air tambak per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap kadar pH air dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji Duncan ditemukan nilai tertinggi pada rasio 10 : 90 yaitu 7,50, menyusul rasio 20 : 80 yaitu 7,33, rasio 30 : 70 yaitu 7,22, rasio 60 : 40 yaitu 7,13 dan terendah pada rasio 100 mangrove yaitu 6,88. Nilai pH air pada semua rasio masih di atas kisaran nilai optimal yaitu 6,5-9,0.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kondisi pH air tambak berkorelasi negatif dengan persentase rasio mangrove, semakin besar rasio mangrove semakin rendah nilai pH air tambak, sebaliknya semakin kecil rasio mangrove semakin tinggi nilai pH air tambak. Fluktuasi pH air tambak setiap waktu dapat berubah karena sangat terkait dengan parameter kualitas air lainnya, seperti suhu, oksigen, amoniak dan sebagainya.

Oleh karena itu, pH air tambak sekalipun berkorelasi negatif dengan persentase rasio mangrove, akan tetapi sangat bergantung terhadap parameter kualitas air lainnya. Untuk mengatasi fluktuasi pH air dalam tambak selama pemeliharaan udang dan ikan berlangsung, pergantian air dilakukan secara berkala sesuai tingkat penebaran. Semakin tinggi tingkat penebaran dalam usaha budidaya organisme air semakin berpotensi terjadinya penurunan pH air sebagai dampak dari aktivitas dari organisme yang dibudidayakan.

5.4.3. Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi semua ion-ion yang terlarut dalam air dan dinyatakan dalam mg liter^{-1} (ppt). Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas, semakin tinggi pula tekanan osmotik air. Tingkat tekanan osmotik yang diperlukan ikan dan organisme lainnya berbeda-beda menurut jenisnya, sehingga toleransi terhadap salinitas pun berbeda-beda, ikan sangat peka terhadap perubahan salinitas yang mendadak, ikan yang hidup dalam air dengan tingkat salinitas tertentu tidak boleh dipindahkan secara tiba-tiba pada tambak yang tingkat salinitas airnya berbeda, baik lebih tinggi maupun lebih rendah. Oleh karena itu, pada waktu penebaran benih baik nener maupun benur serta organisme lainnya harus dilakukan aklimatisasi salinitas dengan tujuan agar perbedaan tekanan osmotik pada ikan relatif sama.

Salinitas atau kadar garam yang optimal untuk budidaya udang windu dan ikan bandeng di tambak, khususnya udang windu sesuai pendapat para pakar berbeda-beda misalnya Nurdjana (1989); Poernomo (1992); dan Cholik *et al.* (2002), bahwa udang windu sekalipun bersifat *eurihaline*, akan tetapi optimal pada salinitas antara 15-25 ppt, dan lebih baik lagi apabila dapat direkayasa secara perlahan-lahan salinitas diturunkan, sebab udang windu ada kecenderungan berkorelasi negatif dengan salinitas, semakin tua menghendaki salinitas rendah,

dan setelah menjelang memijah udang windu menghendaki salinitas yang tinggi (sesuai daur hidupnya). Sedangkan menurut Wabisono (1989) bahwa salinitas yang optimal untuk budidaya udang windu di tambak yaitu antara 5-25 ppt, pendapat ini lebih toleransi dan secara fakta di lapangan, lebih sering ditemukan. Hasil pengukuran salinitas air tambak per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 36.

Tabel 36 Rata-rata hasil pengukuran salinitas air tambak per rasio tambak *silvofishery* (ppt)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	30,60	30,10	30,50	31,20	30,70
2	30,90	30,10	32,10	31,60	30,90
3	28,50	30,10	28,20	29,10	29,30
4	30,90	30,10	32,10	31,60	29,30
Rata-rata	30,23	30,10	30,73	30,88	30,05

Sumber; Hasil analisis (2011)

Hasil pengukuran salinitas per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio tidak berpengaruh terhadap kadar salinitas air tambak dan memberikan respon tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kondisi salinitas per rasio tambak *silvofishery* selama empat bulan pengamatan relatif tinggi dan stabil dengan nilai rata rata sebesar 30,39 ppt. Hal ini dikarenakan pada waktu dilakukan pengamatan bertepatan pada musim kemarau, sehingga tingkat pengenceran air tawar dan air asin di perairan pesisir relatif kecil untuk mempengaruhi fluktuasi salinitas air di tambak. Selain itu, letak geografis perairan pesisir Kabupaten Sinjai berhadapan langsung dengan perairan Teluk Bone.

Kabupaten Sinjai dengan garis pantai daratan sekitar 17 km mempunyai potensi pertambakan sekitar 1.033 ha dan baru dimanfaatkan sekitar 716,50 ha dan masih tersisa sekitar 316,50 ha yang belum dimanfaatkan secara optimal. Potensi itu secara ekologis peluang untuk dikembangkan, dimana pesisir perairan Kabupaten Sinjai letak geografis secara teknis mendukung pengembangan tambak karena berhadapan langsung dengan perairan Teluk Bone dan mempunyai lima sungai besar sebagai sumber air tawar dan pembawa unsur hara melalui daerah

aliran sungai, dan didukung keberadaan ekosistem mangrove seluas 1.351,50 ha: sebagai penyedia unsur hara.

5.4.4. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut mungkin merupakan parameter peubah atau variabel kualitas air yang paling kritis pada kegiatan budidaya ikan dan udang serta organisme lainnya. Oleh karena itu, dalam usaha budidaya harus diatasi dinamika konsentrasi dari oksigen terlarut pada tambak. Sumber oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi langsung dari udara melalui air hujan, dan hasil fotosintesis dari tanaman air yang berhijau daun, udara di atmosfer merupakan tempat cadangan oksigen terbesar, akan tetapi oksigen tersebut sedikit sekali yang dapat terlarut dalam air. Tingkat kelarutan oksigen dalam air menurut perbedaan suhu dan standar tekanan atmosfer di atas permukaan laut. Semakin tinggi suhu pada suatu lokasi semakin rendah oksigen terlarut dalam air.

Kecepatan difusi oksigen ke dalam air sangat lambat, oleh karena itu, fotosintesis oleh fitoplankton merupakan sumber utama oksigen dalam suatu sistem budidaya ikan. Berkurangnya oksigen terlarut dalam tambak antara lain disebabkan; (1) digunakan untuk respirasi bagi fitoplankton (2) organisme yang dibudidayakan, (3) organisme dasar (bentos), dan (4) digunakan untuk proses metabolisme dalam perairan. Efektivitas proses fotosintesis ke dalam suatu perairan tambak sangat dipengaruhi oleh kemampuan intensitas cahaya matahari ke dalam perairan, oleh karena itu semakin tinggi intensitas cahaya matahari untuk ke dalam perairan, semakin besar oksigen terlarut yang dihasilkan kondisi cuaca mendung yang menyebabkan intensitas cahaya matahari berkurang ke dalam perairan, juga salah satu faktor penyebab berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Dalam kondisi mendung dan hujan biasa juga terjadi stratifikasi oksigen terlarut dalam air dan peristiwa ini terkadang ikan dan udang muncul ke permukaan dan biasanya diikuti kematian massal.

Tingkat intensitas matahari sebagai kunci berlangsungnya fotosintesis ke dalam suatu perairan tambak, maka dalam mendesain persentase rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan tambak *silvofishery* harus menjadi bagian kajian dalam menentukan perbandingan luas diantara keduanya. Persentase rasio mangrove pada tambak *silvofishery* dapat mempengaruhi intensitas cahaya

matahari ke dalam perairan tambak. Hasil pengukuran oksigen terlarut rata-rata per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 37.

Tabel 37 Rata-rata hasil pengukuran oksigen terlarut air tambak per rasio tambak *silvofishery* (ppm)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	4,10	3,50	3,80	3,60	3,40
2	4,20	3,80	4,10	3,90	3,50
3	3,70	4,10	4,20	4,60	3,50
4	3,80	4,50	4,10	3,90	3,70
Rata-rata	3,95	3,98	4,05	3,75	3,53

Sumber: hasil analisis (2011)

Hasil pengukuran oksigen terlarut per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio tidak berpengaruh terhadap kandungan oksigen terlarut dengan memberikan respon tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Hasil analisis tersebut menunjukkan oksigen terlarut selama pengamatan cenderung stabil dengan tingkat fluktuasi relatif kecil. Kestabilan oksigen terlarut per rasio tambak *silvofishery* diduga karena adanya pengaruh pohon mangrove sebagai pelindung dan sistem budidaya yang diterapkan adalah polikultur udang dan ikan bandeng serta beberapa jenis udang liar dan ikan liar sebagai budidaya sambilan. Ikan bandeng dan ikan liar secara alami dapat menghasilkan oksigen melalui pergerakannya, ikan ini aktif berenang kesana kemari ke seluruh petakan secara bergerombol, dan salah satu sumber oksigen secara alami di tambak pada malam hari adalah bersumber dari pergerakan ikan.

Oleh karena itu, salah satu alternatif untuk mengatasi terjadinya krisis oksigen pada malam hari di tambak atau kolam dalam usaha budidaya udang dan ikan adalah penerapan budidaya sistem polikultur, dimana pada malam hari oksigen sumber utama dari atmosfer terhenti karena tidak ada proses fotosintesis, sementara kebutuhan oksigen dalam perairan meningkat untuk kebutuhan udang dan ikan sebagai organisme budidaya dan selain itu oksigen digunakan oleh tumbuhan hijau untuk proses respirasi.

5.4.5. Kecerahan

Istilah “kecerahan” menunjukkan kadar bahan padat yang melayang-layang di dalam air yang mengganggu masuknya cahaya matahari pada suatu perairan. Kekeruhan yang terjadi pada perairan tambak yang disebabkan oleh plankton biasanya dikehendaki atau disengaja. Sedangkan kekeruhan disebabkan oleh lumpur dan pertikel-pertikel dapat mengurangi intensitas cahaya matahari masuk ke dalam suatu perairan serta dapat mengganggu pernapasan terhadap udang, ikan, dan organisme air lainnya.

Kekeruhan yang disebabkan oleh bahan-bahan halus yang melayang-layang di dalam air, baik berupa bahan anorganik seperti plankton, jasad renik, detritus, maupun organik seperti lumpur dan pasir. Untuk daerah pantai, kekeruhan banyak ditentukan kegiatan oleh jenis tanah pantainya, begitu pula karena tingginya intensitas kegiatan yang dilakukan, di pantai seperti reklamasi pantai, pariwisata, industri, pemukiman, perdagangan, perhubungan, dan aktivitas lainnya, dan lebih diperparah lagi kalau daerah pantai tersebut dilalui daerah aliran sungai. Beberapa perairan mendapatkan bahan organik dari daerah sekitarnya seperti yang telah dijelaskan di atas, perairan yang demikian itu biasanya berwarna coklat gelap, dan biasanya perairan seperti ini pH airnya rendah.

Pemilihan lokasi pertambakan, sebaiknya menghindari sumber air yang dapat berpotensi terjadinya kekeruhan dan menjadi salah satu faktor pertimbangan baik secara ekologi maupun secara sosial ekonomi. Kekeruhan yang terlalu tinggi dapat berpengaruh negatif terhadap kehidupan ikan, udang, dan organisme lainnya baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Pengaruh langsung yang diakibatkan oleh kekeruhan air terutama pertikel lumpur dan pasir menutupi insang ikan sehingga mengganggu pernapasan. *Blooming* plankton juga dapat menimbulkan pengaruh langsung yang merugikan, jika ada jenis plankton yang dapat mengeluarkan zat beracun, misalnya jenis *microcystis* sp.

Menurut Mintardjo *et al.* (1985) bahwa pertumbuhan plankton pada tambak yang optimal yaitu pada kecerahan antara 25-35 cm, merupakan ukuran yang optimal untuk budidaya ikan dan udang. Kandungan plankton yang terlalu tinggi menyebabkan konsumsi oksigen dalam tambak tinggi, dan hal ini menimbulkan kompetisi bagi ikan dan udang yang dipelihara terutama pada malam hari.

Sedangkan pengaruh tidak langsung kekeruhan adalah menghalangi difusi oksigen dari udara dan mengurangi daya penetrasi cahaya matahari sehingga produktivitas primer perairan menjadi berkurang, karena proses fotosintesis tidak berlangsung secara optimal dalam perairan. Hasil pengukuran oksigen terlarut per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 38.

Tabel 38 Rata-rata hasil pengukuran tingkat kecerahan air tambak per rasio tambak *silvofishery* (cm)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	34,10	38,00	25,00	37,00	27,00
2	30,00	35,00	36,00	34,00	30,00
3	31,00	30,00	32,00	30,00	27,00
4	32,00	30,00	30,00	30,00	28,00
Rata-rata	31,78	33,30	33,25	32,75	28,00

Sumber: Hasil analisis (2011)

Hasil pengukuran kecerahan per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio tidak berpengaruh terhadap kondisi kecerahan air tambak dengan memberikan respon tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Hasil analisis tersebut, semakin memperkuat argumentasi bahwa salah satu fungsi ekologi ekosistem mangrove adalah memerangkap dan melokalisir sedimentasi dan sejenisnya. Keberadaan ekosistem mangrove sebagai *green belt*, berfungsi sebagai tandon alami yaitu mengendapkan partikel baik organik maupun anorganik, sehingga air yang masuk ke tambak telah mengalami filterisasi secara alami dan layak kualitasnya sebagai media budidaya ikan dan udang.

Ketiga model tambak *silvofishery* yang kita kenal, apabila dilihat aspek kualitas tanah dan kualitas air, maka model sistem komplangan yang lebih bersifat adaptif, karena tambak *silvofishery* model komplangan lahan tambak sebagai area budidaya yang berorientasi pada aspek ekonomi, terpisah dengan area mangrove yang berorientasi pada aspek ekologi. Keuntungan model komplangan apabila dibandingkan kedua model lainnya yaitu empang parit, dan empang parit yang disempurnakan diantaranya: (1) air baru dapat dialirkan langsung pada area mangrove untuk mengalami proses pengendapan sebagai biofilterisasi (2) biota

yang bersifat hama dapat dilokalisir, dan (3) serasah mangrove yang jatuh tidak berpotensi merusak kualitas air dan tanah, karena proses dekomposisi serasah berlangsung dalam area mangrove, dan dapat dimanfaatkan setelah terurai menjadi berbagai unsur hara yang dapat dimanfaatkan secara langsung seperti detritus, maupun dimanfaatkan secara tidak langsung dalam bentuk nutrisi.

5.4.6. Amoniak

Amoniak yang terdapat pada tambak merupakan produk hasil metabolisme ikan dan udang serta pembusukan senyawa organik oleh bakteri. Di dalam suatu perairan amoniak nitrogen mempunyai dua bentuk yaitu bentuk amoniak (NH_3) bukan ion, dan ion amoniak dalam bentuk (NH_4). Amoniak dalam bentuk NH_3 adalah racun bagi ikan dan udang, sedangkan amoniak dalam bentuk NH_4 tidak berbahaya kecuali konsentrasi sangat tinggi. Tingkat daya racun amoniak dalam bentuk NH_3 pada tambak dengan kontak langsung singkat antara 0,6-2,0 mg liter⁻¹. Batas pengaruh yang mematikan dapat terjadi apabila konsentrasi NH_3 pada tambak mencapai 0,1-0,3 mg liter⁻¹ (Cholik *et al.* 2002).

Menurut Effendi (2003) bahwa fluktuasi amoniak dalam suatu perairan sangat terkait dengan kondisi parameter kualitas air lainnya seperti suhu, pH, dan oksigen. Selanjutnya menurut Wabisono (1989) bahwa amoniak dalam suatu perairan sebaiknya tidak melebihi 0,1 mg liter⁻¹. Konsentrasi NH_3 yang terlalu tinggi biasanya terjadi setelah fitoplankton mati, kemudian diikuti penurunan pH karena konsentrasi CO_2 meningkat. Hasil analisis amoniak perairan per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 39.

Tabel 39 Rata-rata hasil analisis konsentrasi amoniak air tambak per rasio tambak *silvofishery* (mg/l)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	0,05	0,12	0,09	0,12	0,08
2	0,08	0,16	0,06	0,07	0,05
3	0,08	0,17	0,09	0,11	0,08
Rata-rata	0,07	0,15	0,08	0,10	0,07

Sumber: Hasil analisis (2011)

Konsentrasi amoniak per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio

berpengaruh terhadap kondisi amoniak dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan nilai rata rata amoniak secara berurutan dari nilai tertinggi ke terendah sebagai berikut ; rasio 60 : 40 yaitu $0,15 \text{ mg liter}^{-1}$, rasio 20 : 80 yaitu $0,10 \text{ mg liter}^{-1}$, rasio 30 : 70 yaitu $0,08 \text{ mg liter}^{-1}$, sedangkan rasio 100 mangrove dan rasio 10 : 90 masing masing $0,07 \text{ mg liter}^{-1}$, dengan nilai rata rata sebesar $0,09 \text{ mg liter}^{-1}$.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi amoniak pada semua rasio masih dalam kisaran yang ditolerir yaitu $0,1 \text{ mg liter}^{-1}$. Kecuali pada rasio 60% mangrove dan 40% tambak nilai amoniak melewati ambang batas yang ditolerir yaitu $0,15 \text{ mg liter}^{-1}$. Hal ini diduga karena persentase rasio mangrove terlalu besar sehingga banyak menghasilkan serasah mangrove yang tidak seimbang dengan luas tambak sebagai area peruntukan budidaya, sehingga produksi serasah melebihi daya dukung daripada kebutuhan unsur hara. Lain halnya pada rasio 100% mangrove produksi serasah tinggi tetapi diikuti sirkulasi air yang secara rutin.

Oleh karena itu, dalam mendesain konstruksi tambak *silvofishery* dengan mempertimbangkan unsur amoniak disarankan sebaiknya persentase mangrove lebih kecil daripada tambak agar unsur hara yang berasal dari serasah mangrove tidak berlebihan. Kelebihan unsur hara dalam suatu perairan akan berdampak terjadinya peningkatan amoniak dan bukan hanya itu, juga akan berpengaruh negatif terhadap parameter kualitas air lainnya.

5.4.7.Fosfor

Keberadaan unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut dan senyawa organik yang berupa partikulat. Senyawa fosfor anorganik yang biasa terdapat dalam perairan, fosfor membentuk kompleks dengan ion besi dan kalsium pada kondisi aerob, yang bersifat tidak larut dan mengendap pada sedimen sehingga tidak dimanfaatkan oleh alga akuatik. Karakteristik fosfor sangat berbeda dengan unsur-unsur utama lain yang merupakan penyusun biosfer, karena unsur ini tidak terdapat di atmosfer.

Keberadaan fosfor di dalam kerak bumi relatif sedikit dan mudah mengendap, fosfor merupakan unsur yang esensial baik pada tumbuhan tingkat

tinggi maupun pada tumbuhan tingkat rendah, sehingga unsur ini merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan tanaman alami di tambak serta mempengaruhi nilai produktivitas suatu perairan. Fosfor berperan dalam mentransfer energi di dalam sel, misalnya yang terdapat pada ATP (*Adenosine Triphosphate*) dan ADP (*Adenosine Diphosphate*). Keberadaan fosfor di perairan alami biasanya relatif lebih kecil daripada nitrogen, karena konsentrasi sumber lebih sedikit, sumber alami fosfor di perairan adalah pelapukan batuan mineral. Selain itu, fosfor berasal dari dekomposisi bahan organik yang berasal dari limbah industri, domestik, dan limbah pertanian melalui daerah aliran sungai (DAS).

Berdasarkan konsentrasi fosfor, perairan diklasifikasikan menjadi tiga tingkat kesuburan yaitu: (1) perairan memiliki konsentrasi fosfor 0-0,02 mg liter⁻¹ rendah, (2) perairan yang memiliki konsentrasi fosfor 0,02-0,05 mg liter⁻¹ sedang, dan (3) perairan yang memiliki konsentrasi fosfor 0,05-0,10 mg liter⁻¹ tinggi Yoshimura (1969) in Effendi (2003). Hasil analisis konsentrasi fosfor perairan per rasio *silvofishery* disajikan pada Tabel 40.

Tabel 40 Rata-rata hasil analisis konsentrasi fosfor air tambak per rasio tambak *silvofishery* (mg/l)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	0,09	0,21	0,13	0,18	0,07
2	0,14	0,16	0,20	0,13	0,12
3	0,13	0,17	0,18	0,14	0,11
Rata-rata	0,12	0,18	0,17	0,15	0,10

Sumber: Hasil analisis (2011)

Konsentrasi fosfor per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio berpengaruh terhadap konsentrasi fosfor dan memberikan respon berbeda nyata ($p < 0,05$). Selanjutnya hasil uji duncan diperoleh nilai rata rata fosfor sebagai berikut : rasio 60 : 40 yaitu 0,18 mg liter⁻¹, rasio 30 : 70 yaitu 0,17 mg liter⁻¹, rasio 20 : 80 yaitu 0,15 mg liter⁻¹, rasio 100 mangrove 0,12 mg liter⁻¹ dan rasio 10 : 90 yaitu 0,10 mg liter⁻¹, dengan nilai rata rata sebesar 0,14 mg liter⁻¹.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi fosfor tidak berkorelasi dengan persentase rasio mangrove, selanjutnya konsentrasi rata-rata fosfor per rasio tambak *silvofishery* mengindikasikan tingkat kesuburan relatif

tinggi, karena konsentrasi fosfornya lebih besar dari 0,10 mg liter⁻¹ (Wabisono 1989). Akan tetapi perlu diketahui bahwa konsentrasi fosfor dalam suatu perairan setiap waktu dapat berubah sesuai volume air dan parameter kualitas air lainnya.

5.5. Parameter Ekonomi Tambak

Sistem budidaya yang diterapkan pada tambak *silvofishery* adalah polikultur udang windu dan ikan bandeng sebagai budidaya utama. Sedangkan rumput laut tidak dibudidayakan dengan alasan cahaya matahari terbatas masuk pada perairan tambak, akan tetapi tambak sekitarnya rata rata budidaya polikultur udang windu, ikan bandeng dan rumput laut sebagai budidaya utama karena dianggap mempunyai beberapa keuntungan diantaranya: (1) ekologi, (2) ekonomi, dan (3) sosial.

Budidaya sistem polikultur atau diversifikasi pada tambak *silvofishery* secara ekologi bertujuan agar bahan organik yang berasal dari serasah mangrove baik dalam bentuk detritus melalui proses dekomposisi maupun yang telah terurai dalam bentuk lain seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan sebagainya. Kesemua unsur hara dapat dimanfaatkan oleh berbagai biota yang dibudidayakan, sehingga potensi menurunnya kualitas tanah, dan kualitas air dapat diminimalisasi. Budidaya polikultur udang windu, ikan bandeng dan rumput laut membentuk simbiosis mutualisme yang saling menguntungkan.

Sedangkan budidaya polikultur udang windu, ikan bandeng dan rumput laut pada tambak, secara ekonomi bertujuan untuk mengefisiensi segala pemanfaatan sumberdaya, berupa penggunaan lahan, biaya operasional, tenaga kerja dan sebagainya. Budidaya sistem polikultur dikatakan efisiensi lahan karena dapat memelihara beberapa jenis organisme pada lahan yang sama secara bersamaan, biaya saprodi seperti pupuk, kapur dan obat-obatan dapat diminimalisasi begitu pula masalah tenaga kerja sebagai pengelola.

Selanjutnya budidaya sistem polikultur pada tambak *silvofishery*, bertujuan mempertahankan keanekaragaman hayati, semakin tinggi keanekaragaman hayati suatu ekosistem, semakin tinggi pula fungsi ekologi, ekonomi dan sosial. Selain itu, budidaya sistem polikultur dapat melibatkan beberapa tenaga kerja musiman pada waktu panen, sebagai tenaga pemanen, pengangkut, dan penjual, artinya semakin beragam jenis komoditas yang dibudidayakan pada suatu tambak

semakin banyak membutuhkan tenaga kerja untuk sampai pada konsumen terakhir.

Selain organisme budidaya utama yaitu udang windu, ikan bandeng, dan rumput laut, secara bersamaan terdapat pula beberapa organisme sambilan berbagai jenis ikan liar, udang liar, dan sebagainya yang juga bernilai ekonomis tinggi. Hasil analisis produksi total tambak *silvofishery* per siklus pemeliharaan menunjukkan bahwa hasil budidaya sambilan sangat membantu produksi budidaya utama, selain itu terdapat nilai manfaat langsung ekosistem mangrove seperti kepiting bakau, kerang kerangan, nener, dan benur (Asbar 2007). Terjadinya korelasi negatif antara rasio mangrove dengan produksi budidaya utama berpengaruh secara langsung dan secara tidak langsung. (1) secara langsung semakin besar rasio mangrove daripada tambak pada pengelolaan *silvofishery*, semakin sempit lahan untuk peruntukan budidaya utama, dan (2) secara tidak langsung semakin besar rasio mangrove daripada tambak, produksi serasah semakin tinggi yang berpotensi mempengaruhi kualitas tanah dan air.

5.5.1. Budidaya Utama

Hasil analisis produksi budidaya utama per rasio tambak *silvofishery* yang terdiri dari udang windu dan ikan bandeng selama dua siklus pemeliharaan disajikan pada Lampiran 30. Hasil analisis produksi budidaya utama diperoleh nilai rata rata sebagai berikut: (1) udang windu sebesar 241 kg ha⁻¹ th⁻¹, dan (2) ikan bandeng sebesar 670 kg ha⁻¹ th⁻¹. Produksi tambak *silvofishery* di Sinjai, apabila dibandingkan produksi tambak *silvofishery* di Tangerang relatif sama yaitu untuk udang windu sebesar 200 kg ha⁻¹ th⁻¹ dan untuk ikan bandeng sebesar 700 kg ha⁻¹ th⁻¹ (Soewardi 2011). Hasil produksi budidaya utama per rasio tambak disajikan pada Tabel 41.

Tabel 41 Jumlah produksi budidaya utama per rasio tambak *silvofishery* (Rp th⁻¹)

Komoditas (Rp)	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Udang Windu	-	3.627.450	6.886.350	7.948.350	9.009.450
Ikan Bandeng	-	3.000.000	5.250.000	6.000.000	6.750.000
Jumlah		6.627.450	12.136.350	13.948.350	15.759.450

Sumber: Hasil analisis (2011)

Hasil produksi budidaya utama per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio tidak memberikan pengaruh terhadap hasil produksi budidaya utama dan memberikan respon tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa produksi budidaya utama pada pengelolaan *silvofishery* berkorelasi negatif dengan persentase rasio mangrove, semakin besar rasio mangrove daripada rasio tambak pada pengelolaan tambak *silvofishery* produksi budidaya utama semakin menurun, sebaliknya produksi perikanan perairan pesisir berupa udang liar dan ikan liar serta nilai manfaat langsung dari ekosistem mangrove semakin meningkat. Terjadinya korelasi negatif antara rasio mangrove dengan produksi budidaya utama yaitu secara langsung dan secara tidak langsung. (1) secara langsung semakin besar rasio mangrove daripada tambak pada pengelolaan *silvofishery*, semakin sempit lahan untuk peruntukan budidaya utama, dan (2) secara tidak langsung semakin besar rasio mangrove daripada tambak, produksi serasah mangrove semakin tinggi dan berpotensi mempengaruhi kualitas tanah dan air, sehingga organisme budidaya utama tidak mampu melakukan adaptasi lingkungan secara optimal untuk meminimalkan mortalitas dan memaksimalkan laju pertumbuhan (Sudipto *et al.* 2012).

5.5.2. Budidaya Sambilan

Hasil analisis produksi budidaya sambilan pada tambak *silvofishery* yang terdiri dari berbagai jenis udang liar dan ikan liar. Kedua jenis komoditas ini dikatakan budidaya sambilan karena akan dihitung sebagai produksi, sekalipun tidak dilakukan penebaran benih terhadap kedua jenis organisme. Hasil produksi budidaya sambilan pada tambak *silvofishery* disajikan pada Lampiran 31. Hasil analisis produksi budidaya sambilan diperoleh nilai rata rata sebagai berikut: (1) udang liar sebesar $59,40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$, dan (2) ikan liar sebesar $69,30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$. Hasil produksi budidaya utama per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 42.

Tabel 42 Jumlah produksi budidaya sambilan per rasio tambak *silvofishery* (Rp th¹⁾)

Komoditas (Rp)	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Udang liar	-	1.625.000	875.000	750.000	500.000
Ikan liar	-	875.000	562.500	437.500	312.500
Jumlah		2.500.000	1.437.000	1.187.500	812.500

Sumber: Hasil analisis (2011)

Hasil produksi budidaya sambilan per rasio tambak *silvofishery* setelah dianalisis dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa rasio tidak memberikan pengaruh terhadap hasil produksi budidaya sambilan dan memberikan respon tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa produksi budidaya sambilan menunjukkan adanya korelasi positif antara persentase rasio mangrove dan tambak dengan produksi budidaya sambilan pada pengelolaan tambak *silvofishery*. Semakin besar persentase rasio mangrove daripada rasio tambak pada pengelolaan *silvofishery*, produksi budidaya sambilan semakin meningkat, berbeda dengan produksi budidaya utama, salah satu faktor penyebabnya diduga karena organisme budidaya sambilan lebih mampu melakukan adaptasi lingkungan yang dipengaruhi oleh keberadaan mangrove. Selain itu, organisme budidaya sambilan waktu pemeliharaan relatif singkat, apabila dibandingkan dengan waktu pemeliharaan organisme budidaya utama, sehingga memungkinkan panen budidaya sambilan dilakukan beberapa kali dalam satu siklus pemeliharaan.

5.5.3. Produksi Total Tambak

Optimasi ekonomi perikanan dalam konteks pengelolaan tambak *sivofishery* adalah seberapa besar rasio tambak untuk menghasilkan produksi secara optimal melalui kegiatan budidaya, tanpa mengganggu fungsi ekologis ekosistem mangrove sebagai penyedia unsur hara untuk mendukung aktivitas budidaya tambak secara berkelanjutan. Adapun usaha budidaya pada waktu penelitian dilaksanakan di tambak *silvofishry* meliputi budidaya utama yaitu udang windu dan ikan bandeng, dan budidaya sambilan yaitu udang liar dan ikan liar.

Berdasarkan hasil pengamatan pada tambak *silvofishery* yang menjadi lokasi penelitian, ditemukan bahwa kegiatan yang dilakukan oleh pengelola tambak

silvofishery meliputi: (1) budidaya utama dengan komoditas udang windu dan ikan bandeng, dan (2) budidaya sambilan dengan komoditas udang liar dan ikan liar. Hasil produksi perikanan melalui kegiatan budidaya per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 43.

Tabel 43 Nilai total ekonomi perikanan dari produksi budidaya utama dan budidaya sambilan per rasio tambak *silvofishery* Rp ha⁻¹ th⁻¹

Komoditas	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Udang Windu	-	3.627.450	6.886.350	7.948.350	9.009.450
Ikan Bandeng	-	3.000.000	5.250.000	6.000.000	6.750.000
Udang Liar	-	1.625.000	875.000	750.000	500.000
Ikan Liar	-	875.000	562.500	437.500	312.500
Jumlah (Rp)		9.127.450	13.573.850	15.135.850	16.571.950

Sumber: Hasil analisis (2011)

Hasil analisis produksi menunjukkan bahwa nilai total ekonomi perikanan per rasio tambak *silvofishery* melalui kegiatan budidaya apabila dilihat dari sudut pandang kelayakan usaha, dinyatakan semua rasio layak diusahakan karena hasil analisis *benefit cost ratio* >1. Hal ini berarti semua rasio layak diusahakan, artinya secara ekonomi menggambarkan bahwa mengkonversi ekosistem menjadi tambak tidak boleh melebihi dari 30%, karena pada rasio di atas 30% mangrove berdasarkan hasil analisis ekologi dan ekonomi keduanya dalam keadaan seimbang yaitu secara ekonomi optimal diusahakan karena menguntungkan dan secara ekologi berkelanjutan.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa budidaya sistem polikultur yang diterapkan pada tambak *silvofishery* bersifat adaptif dan ramah lingkungan, dimana pada sisi ekonomi saling melengkapi antara satu komoditas dengan komoditas lainnya, jika ada gagal panen diantara satu komoditas akan ditutupi oleh komoditas lainnya. Oleh karena itu, pada tambak *silvofishery* analisis *benefit cost ratio* rata rata layak untuk diusahakan sekalipun persentase rasio antara tambak dan mangrove berbeda jauh, karena ketika rasio tambak semakin besar dari mangrove akan diikuti dengan peningkatan produksi budidaya utama, sebaliknya ketika rasio mangrove semakin dari tambak akan diikuti peningkatan produksi budidaya sambilan.

Sedangkan pada sisi ekologi budidaya sistem polikultur pada tambak *silvofishery* dikatakan bersifat adaptif dan ramah lingkungan karena diantara komoditas cara makan dan jenis makanannya berbeda, sehingga budidaya sistem polikultur pada tambak *silvofishery* potensi terjadinya pencemaran relatif kecil. Sebagai contoh polikultur udang dan ikan, sekalipun keduanya bersifat omnivora, akan tetapi secara spesifik udang cenderung bersifat karnivora dan ikan cenderung bersifat herbivora, sehingga makanan yang tersedia dalam perairan tambak baik yang berstatus hewani maupun yang berstatus tumbuhan akan dimanfaatkan oleh udang dan ikan.

5.6. Parameter Ekonomi Mangrove

Ekosistem mangrove mempunyai fungsi ekologi, ekonomi, dan sosial dan dari fungsi fungsi tersebut, ekosistem mangrove mempunyai beberapa manfaat di antaranya, (1) nilai manfaat langsung, (2) nilai manfaat tidak langsung, (3) manfaat pilihan, dan (4) manfaat keberadaan.

5.6.1. Nilai Manfaat Langsung (*Direct Use Value*)

Nilai manfaat langsung ekosistem mangrove yang terkait dengan hasil produksi perikanan perairan pesisir baik perikanan budidaya maupun perikanan tangkap. Adapun manfaat langsung dari ekosistem mangrove berupa produksi perikanan perairan pesisir berdasarkan luas ekosistem mangrove pada pengelolaan tambak *silvofishery* seperti disajikan pada Tabel 44.

Tabel 44 Rata rata hasil produksi perikanan perairan pesisir berupa nilai manfaat langsung ekosistem mangrove per rasio tambak *silvofishery* (Rp th⁻¹)

Komoditas	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Udang windu	7.587.000	4.552.200	2.276.100	1.517.400	758.700
Ikan bandeng	6.421.500	3.852.900	1.926.450	1.284.300	642.150
Udang liar	1.081.000	648.600	324.300	216.200	108.100
Ikan liar	1.025.000	615.000	307.500	205.000	102.500
Kepiting	14.625.000	8.775.000	3.387.500	2.925.000	1.462.500
Kerang2an	625.000	375.000	187.500	125.000	62.500
Nener	7.303.625	4.381.000	2.191.100	1.460.700	730.400
Benur	6.032.775	3.618.600	1.809.825	1.206.525	603.300
Jumlah	48.300.900	28.978.300	13.390.270	9.660.125	4.830.150

Sumber: Asbar (2007)

Hasil analisis nilai manfaat langsung dari ekosistem mangrove berupa hasil produksi perikanan perairan pesisir menunjukkan adanya korelasi positif dengan persentase rasio mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*, semakin besar rasio mangrove semakin meningkat hasil perikanan perairan pesisir. Hasil penelitian ini seperti juga yang dilakukan Niartiningsih (1996) yang menyatakan bahwa hasil tangkapan nener dan benur di perairan pesisir Kabupaten Sinjai mengalami peningkatan seiring dengan pertambahan luasan ekosistem mangrove.

5.6.2. Nilai Manfaat Tidak Langsung (*Indirect Use Value*)

Manfaat ekosistem mangrove secara tidak langsung terbagi dua yaitu: (1) manfaat tidak langsung berupa fisik seperti penahan abrasi, intrusi air laut, pelindung dari angin puting beliung dan (2) tempat pemijahan, pembesaran, makan dan berlindung serta penyedia bahan organik bagi udang, ikan dan biota lainnya yang berhabitat di ekosistem mangrove dan sekitarnya.

Menurut Naamin (1990) dan Sean *et al.* (2005) bahwa nilai manfaat tidak langsung ekosistem mangrove sebagai penyedia pakan organik dengan regresi luasan mangrove dan produksi udang, menghasilkan udang sebesar $51,97 \text{ kg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$. Nilai manfaat tidak langsung yaitu hasil penjumlahan antara perkalian produksi udang dengan luas ekosistem mangrove dikalikan harga udang rata-rata per kilogram, sehingga didapatkan nilai manfaat tidak langsung ekosistem mangrove khususnya udang belum termasuk biota lainnya sebesar Rp 2.338.650 $\text{ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$.

5.6.3. Nilai Manfaat Pilihan (*Alternatif Use Value*)

Nilai manfaat pilihan ekosistem mangrove dihitung berdasarkan nilai tukar antara U\$\$ dengan nilai rupiah pada waktu penelitian dilaksanakan yaitu sebesar Rp 9.500,-/U\$\$⁻¹, maka diperoleh nilai manfaat pilihan ekosistem mangrove sebesar Rp 142.500,- $\text{ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$, maka nilai manfaat ekosistem mangrove Kabupaten Sinjai dengan luas 1.351,50 ha, sehingga diperoleh nilai total manfaat pilihan ekosistem mangrove Kabupaten Sinjai sebesar Rp 19.588.750,-.

5.6.4. Nilai Manfaat Keberadaan (*Existence Value*)

Nilai manfaat keberadaan ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai diketahui dengan menggunakan *Contigent Value Method* (CVM). Menurut Asbar (2007) bahwa nilai manfaat keberadaan ekosistem mangrove diperoleh sebesar Rp 2.917.722,- ha⁻¹th⁻¹, sehingga total nilai keberadaan ekosistem mangrove Kabupaten Sinjai dengan luas 1.351,50 ha yaitu sebesar Rp.3.943.301.283, . Hasil perhitungan dan analisis nilai manfaat ekosistem mangrove yang meliputi nilai manfaat: (1) nilai manfaat langsung, (2) nilai manfaat tidak langsung, (3) nilai manfaat pilihan dan (4) nilai manfaat keberadaan.

5.6.5. Nilai Total Ekosistem Manfaat Mangrove

Total nilai ekonomi mangrove dalam konteks pengelolaan *silvofishey* adalah nilai evaluasi ekonomi mangrove yang optimal yang dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa mengganggu fungsi ekologi ekosistem mangrove sebagai penyedia unsur hara untuk mendukung peningkatan produksi perikanan perairan pesisir, serta fungsi ekologis lainnya. Optimasi ekonomi mangrove merupakan nilai ekonomi yang dikonversi dalam bentuk tunai, sekalipun nilai angka ini dalam bentuk jasa yang dihasilkan oleh ekosistem mangrove berdasarkan rasio tambak *silvifishey*. Adapun nilai valuasi ekonomi dari ekosistem mangrove per rasio tambak akan diuraikan pada pembahasan selanjutnya.

Secara ekonomi ekosistem mangrove dapat dihitung valuasi ekonominya dengan memberikan asumsi manfaat berupa: (1) nilai manfaat langsung berupa hasil perikanan pesisir, (2) nilai manfaat tidak langsung berupa fisik seperti penahan abrasi, interusi air laut, pelindung pemukiman dari puting beliung dan beberapa manfaat fisik lainnya, (3) nilai manfaat pilihan, dan (4) nilai manfaat keberadaan. Adapun total nilai ekonomi mangrove dari berbagai manfaat per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada pada Tabel 45.

Tabel 45 Nilai total manfaat ekonomi ekosistem mangrove per rasio tambak *silvofishery* Rp ha⁻¹ th⁻¹

Jenis Manfaat	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Manfaat langsung	48.300.900	28.978.300	13.390.270	9.660.125	4.830.150
Manfaat. tidak langsung	1.388.650	833.190	416.595	277.730	138.865
Manfaat pilihan	142.500	85.500	42.750	28.500	14.250
Manfaat keberadaan	1.917.722	1.150.633	575.317	383.544	191.772
Jumlah	51.749.772	31.047.623	14.424.932	10.349.899	5.175.037

Sumber: Hasil analisis (2001)

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai total manfaat ekosistem mangrove yaitu sebesar Rp 51.749.772 ha⁻¹ th⁻¹. Hasil analisis tersebut apabila merujuk hasil penelitian Asbar (2007) yang menyebutkan bahwa produksi budidaya tambak hasil konversi dari ekosistem mangrove yaitu sebesar Rp 20.607.750 ha⁻¹ th⁻¹. Akan tetapi terjadi kerugian ekologis dan sosial sebesar Rp 31.142.022 ha⁻¹ th⁻¹. Hasil analisis tersebut menggambarkan bahwa nilai manfaat ekonomi mangrove lebih besar, apabila mengkonversi ekosistem menjadi tambak atau peruntukan lainnya.

Hasil analisis kerugian ekologis menunjukkan bahwa ekosistem mangrove mempunyai berbagai manfaat yang jauh lebih besar apabila dibandingkan dengan hasil budidaya. Akan tetapi masyarakat belum semua sadar tentang manfaat tidak langsung tersebut, karena tidak bersifat riil, melainkan dalam bentuk nilai valuasi ekonomi. Oleh karena itu, agar masyarakat sadar manfaat tidak langsung ekosistem mangrove, maka anggaran penanggulangan bencana seperti: abrasi, intrusi air asin, puting beliung dan sebagainya, sebaiknya dikembalikan kepada masyarakat dalam bentuk pemberdayaan yang dapat dinikmati langsung langsung masyarakat pesisir.

6. PEMBAHASAN

Untuk menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*, maka dilakukan pengelompokan data yang meliputi: (1) kondisi ekologi meliputi: kualitas serasah, kualitas tanah, dan kualitas air, dan (2) kondisi ekonomi meliputi: budidaya utama, budidaya sambilan, dan nilai manfaat ekosistem mangrove. dan (3) optimasi ekologi dan ekonomi. Tujuan optimasi ekologi dan ekonomi untuk menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*.

6.1. Kualitas Serasah

Kualitas serasah yang akan dijadikan kriteria ekologi menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak meliputi: (1) bahan organik (2) nitrogen, (3) fosfor, dan (4) kalium. Hasil analisis kualitas serasah merupakan subkriteria ekologi yang akan diberikan bobot masing-masing berdasarkan tingkat kepentingan dalam menentukan kondisi ekologis pada tambak *silvofishery*.

Alasan memilih keempat parameter kualitas serasah sebagai parameter ekologi, karena keempat parameter tersebut merupakan parameter yang sangat dibutuhkan dalam menumbuhkan makanan alami di tambak. Hasil analisis keempat parameter yang terkandung dalam serasah mangrove per tambak *silvofishery* seperti yang disajikan pada Tabel 46.

Tabel 46 Daya dukung ekosistem mangrove per rasio tambak *silvofishery* (%)

Unsur Hara (Satuan)	Daya dukung per Rasio (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Bahan Organik (ppm)	1,95	0,06	-	-	-
Nitrogen (ppm)	1,52	0,65	0,23	0,11	-
Fosfor (ppm)	316,11	150,36	48,26	21,31	-
Kalium (ppm)	570,36	18,34	-	-	-

Sumber: Hasil analisis (2011)

6.1.1. Bahan Organik

Bahan organik merupakan salah satu parameter penting yang terkandung dalam serasah mangrove sebagai awal dari proses dekomposisi sebelum terbentuk unsur hara. Ketersediaan bahan organik cenderung berkorelasi positif dengan unsur hara lainnya, karena bahan organik merupakan sumber dari segala sumber

unsur hara yang ada di alam. Hampir sebahagian besar unsur hara yang ada bersumber dari bahan organik, sebagai awal proses penguraian suatu benda sebelum berubah dari bentuk asli ke bentuk yang lain.

Ketika serasah mangrove jatuh ke perairan mangrove dan telah mengalami proses dekomposisi, maka bentuk pertamanya adalah bahan organik, dan setelah itu baru terurai menjadi berbagai unsur hara baik unsur makro maupun unsur mikro. Dengan demikian semakin jelas bahwa ketika produksi serasah mangrove meningkat akan diikuti bahan organik dan unsur hara lainnya juga akan ikut meningkat. Dari penjelasan di atas, dapat dipahami bahwa keberadaan bahan organik sangat penting, karena bahan organik merupakan indikasi utama untuk menilai tingkat kesuburan suatu lahan, jika lahan tersebut secara visual banyak mengandung bahan organik, maka dapat dipastikan bahwa unsur hara lain juga tersedia untuk berbagai kebutuhan organisme.

6.1.2. Nitrogen

Keberadaan unsur nitrogen dalam tanah tambak sebahagian besar bersumber dari bahan organik, dan hanya sebahagian kecil bersumber dari atmosfer dan laut melalui air pasang. Besarnya kandungan unsur nitrogen dalam tanah merupakan indikasi banyaknya kandungan bahan organik dalam tanah tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa keberadaan bahan organik berkorelasi positif dengan keberadaan unsur nitrogen, semakin tinggi kandungan bahan organik suatu lahan semakin tinggi pula kandungan nitrogennya.

Hasil analisis serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa unsur nitrogen apabila mengacu pada konsep *supply* dan *demand* lebih menghendaki rasio mangrove lebih kecil apabila dibandingkan dengan bahan organik dan unsur kalium, dimana pada rasio 20% mangrove dan 80% tambak ketersediaan unsur nitrogen yang berasal dari serasah mangrove masih lebih besar daripada kebutuhan tambak optimal. Hal ini diduga bahwa unsur nitrogen selain berasal dari serasah mangrove, ada juga yang berasal dari air laut melalui air pasang dan dari atmosfer melalui air hujan dan angin (Adewole *et al.* 2013).

Keberadaan nitrogen dalam tambak sangat diperlukan untuk pertumbuhan makanan alami terutama klekap, akan tetapi keberadaan nitrogen apabila berlebihan dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi yaitu pengkayaan nutrien

dan berpotensi terjadinya *blooming* pada perairan tambak yang dapat mematikan udang dan ikan sebagai serta organisme lainnya. Namun pada tambak *silvofishery* menurut data belum pernah ada mengalami eutrofikasi, hal ini salah satu penyebabnya karena tambak *silvofishery* relatif masih bersifat perairan alami apalagi dengan sistem budidaya yang diterapkan adalah polikultur, dimana pada budidaya sistem polikultur masih terjadi keseimbangan ekosistem.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dipahami bahwa sekalipun pada tambak *silvofishery* tidak pernah terjadi *blooming*, akan tetapi dalam mendesain tambak *silvofishery* harus tetap mengacu pada konsep keseimbangan ekosistem yaitu antara *supply* dan *demand* dalam konteks ekologi.

6.1.3. Fosfor

Hasil analisis fosfor yang terkandung pada berbagai jenis serasah mangrove yang diamati menunjukkan bahwa pada rasio 20% mangrove dan 80% tambak unsur fosfor masih cukup tersedia, dimana ketersediaan unsur fosfor yang berasal dari serasah mangrove masih lebih besar daripada kebutuhan tambak yang optimal. Sekalipun unsur fosfor dan nitrogen pada rasio 20% mangrove dan 80% tambak masih cukup tersedia, akan tetapi sudah ada parameter lain yang mengalami kritis yaitu bahan organik dan kalium, maka itulah yang menjadi faktor pembatas.

Unsur fosfor dalam tambak merupakan unsur yang sangat penting untuk menumbuhkan makanan alami khususnya alga, sekaligus sebagai faktor pembatas pertumbuhan klekap, harus selalu tersedia dalam jumlah yang cukup untuk mendukung ketersediaan secara berkelanjutan, karena unsur ini berbeda dengan unsur hara lain seperti halnya nitrogen selain berasal dari bahan organik juga berasal dari air laut dan atmosfer, fosfor tidak demikian, terkadang tidak berkorelasi dengan banyaknya bahan organik. Untuk kegiatan budidaya yang peruntukannya ikan bandeng, fosfor merupakan faktor pembatas, karena ikan bandeng makanan utamanya adalah klekap.

Oleh karena itu, dalam mendesain tambak untuk peruntukan *silvofishery*, rasio antara mangrove dan tambak harus dikaji secara proporsional berdasarkan konsep *supply* dan *demand*, sebab keberadaan unsur fosfor dalam tambak harus dalam keadaan seimbang antara *supply* dan *demand*. Kekurangan unsur fosfor

dalam tambak dapat menyebabkan berkurangnya makanan alami, khususnya alga dan klekap sebagai makanan utama ikan bandeng. Untuk menumbuhkan makanan alami khususnya alga dan klekap, kedua jenis makanan alami ini salah satu syarat ekologi perairan adalah ketinggian air tambak sebaiknya tidak terlalu dalam agar sinar matahari dapat tembus ke dasar tambak.

6.1.4. Kalium

Hasil analisis kalium yang terkandung pada berbagai jenis serasah mangrove yang diamati menunjukkan bahwa pada rasio 30% mangrove dan tambak 70% daya dukung ekosistem mangrove dari serasah sudah melewati kapasitas daya dukung, dimana *supply* unsur kalium yang tersedia lebih kecil daripada *demand* tambak yang optimal.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* yang optimal yaitu $< 60\%$ mangrove akan tetapi $> 40\%$, sehingga dapat disimpulkan bahwa rasio mangrove dan tambak yang optimal pada pengelolaan *silvofishery* untuk unsur kalium yaitu sebesar 50% mangrove dan 50% tambak. Rasio ini berada dalam kondisi yang seimbang atau *balance ecosystem* antara ketersediaan kalium yang dihasilkan ekosistem mangrove dari produksi serasah dan kebutuhan unsur kalium pada tambak yang optimal dengan tetap mempertimbangkan parameter ekologi lainnya yang juga ditetapkan sebagai indikator ekologi untuk menentukan daya dukung (Anne dan Jutta 2013)

Oleh karena itu, dalam mendesaian tambak untuk peruntukan *silvofishery*, rasio antara mangrove dan tambak harus dikaji secara proporsional berdasarkan konsep *supply* dan *demand*, sebab keberadaan unsur kalium dalam tambak sangat esensial dalam pembentukan hidrat arang dan sangat diperlukan dalam klorofil yang dibutuhkan dalam pertumbuhan makanan alami di tambak. Kekurangan unsur kalium dalam tambak dapat menyebabkan berkurangnya makanan alami, oleh karena itu, unsur kalium dalam tambak harus tersedia dalam jumlah yang cukup dan bahkan dapat menjadi faktor pembatas

Hasil analisis unsur hara yang terdapat dalam serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa keempat parameter yang dijadikan parameter ekologi untuk menilai daya dukung ekosistem mangrove pada tambak

silvofishery berbeda apabila mengacu pada konsep *supply* dan *demand*. Untuk bahan organik dan unsur kalium menunjukkan bahwa batas minimal mangrove yaitu 60% mangrove dan 40% tambak, dimana ketika mangrove lebih kecil dari 60% maka *supply* unsur dari ekosistem mangrove lebih besar daripada *demand* tambak, akan tetapi sudah mulai kritis.

Sekalipun unsur nitrogen dan fosfor masih tersedia pada rasio 20% mangrove dan 80% tambak, akan tetapi yang menjadi faktor pembatas adalah unsur hara yang telah mengalami kritis pada rasio tertentu. Bahan organik dan unsur kalium pada rasio 60% mangrove dan 40% tambak masih lebih besar *supply* daripada *demand*, akan tetapi sudah dalam keadaan kritis. Oleh karena itu, unsur hara yang menjadi faktor pembatas dalam hal ini adalah bahan organik dan kalium dan jatuhnya pada kisaran rasio antara 40% sampai 60% mangrove.

Dengan melihat perbedaan ketersediaan unsur hara dan kebutuhan tambak optimal dari empat unsur hara yang dijadikan parameter ekologi menunjukkan bahwa kisaran mangrove yaitu batas maksimal 60% dan batas minimal 50%. Jika menggunakan rasio 50% mangrove dan 50% tambak pada tambak *silvofishery*, maka angka tersebut sesuai pernyataan Zuna (1998) bahwa rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* yaitu 54% mangrove dan 46% tambak dan Nur (2001) juga mengatakan bahwa rasio optimal antara mangrove dan tambak pada tambak *silvofishery* yaitu 50% mangrove dan 50% tambak, bahkan masih optimal pada rasio 40% mangrove dan 60% tambak.

Menurut Kathiresan dan Bingham (2001), serta Palevesan (2005) secara tersirat mengemukakan bahwa mengkonversi ekosistem mangrove menjadi tambak atau peruntukan lainnya sebaiknya dipertahankan 30%, dengan alasan mengkonversi melebihi 70% maka fungsi ekologis mangrove akan terganggu utamanya sebagai penyedia unsur hara bagi tambak dan kawasan perairan pesisir.

Selanjutnya Mauricio *et al.* (2013), William dan Susan (2013) juga mengungkapkan bahwa ketika ekosistem mangrove dikonversi menjadi tambak melebihi 70%, maka fungsi ekologis ekosistem mangrove akan terganggu baik sebagai penyedia unsur bagi organisme perairan pesisir maupun sebagai biofiter. Berdasarkan hasil analisis kandungan unsur hara per rasio tambak *silvofishery* dan merujuk hasil-hasil penelitian terdahulu, hasil penelitian ini secara ekologi daya

dukung ekosistem bagi tambak *silvofushery* menyarankan rasio optimal antara mangrove dan tambak yaitu 50% mangrove dan 50% tambak. Rasio 50% mangrove dan 50% tambak selain kondisi unsur hara dalam keadaan seimbang antara *supply* dan *demand*, juga ekosistem mangrove sebagai biofilter akan berjalan optimal sesuai pernyataan (Al-Maslamani 2013).

6.2. Kualitas Tanah

Parameter kualitas tanah yang menjadi kajian dalam menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak meliputi: (1) pH tanah, (2) bahan organik, (3) nitrogen, (4) fosfor, (5) kalium, dan (6) besi. Keenam parameter tersebut merupakan penting untuk dikaji dalam penentuan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan tambak *silvofishery*. Hasil analisis parameter kualitas tanah tambak per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 47.

Tabel 47 Rata rata hasil analisis parameter kualitas tanah per rasio tambak *silvofishery*

Parameter	R a s I o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
pH	4,30	5,83	6,20	6,43	6,67
Bahan Organik (%)	8,78	7,33	7,41	7,09	6,61
Nitrogen (%)	0,26	0,18	0,18	0,19	0,17
Fosfor (ppm)	53,58	173,19	63,92	94,14	67,46
Kalium (ppm)	234,33	221,33	205,00	233,33	174,68
Besi (ppm)	0,20	0,19	0,20	0,30	0,28

Sumber: Hasil analisis (2011)

6.2.1. pH

Potens hidrogen merupakan salah satu parameter ekologi dari kualitas tanah yang sangat menentukan keberhasilan suatu usaha budidaya di tambak. Kondisi pH tanah yang basa menggambarkan bahwa tambak tersebut produktif, oleh karena itu dalam memilih lokasi pertambakan salah satu yang harus diperhatikan adalah kondisi vegetasi mangrove, lokasi yang jenis mangrovenya didominasi oleh jenis nipa biasanya ditemukan pH tanah bersifat masam. Untuk memilih lokasi tambak peruntukan *silvofishery* sebaiknya dihindari lokasi yang didominasi vegetasi dari jenis nipa, karena tambak yang dibuat dari bekas nipa membutuhkan waktu dan biaya untuk menetralkan pH tanahnya.

Hasil analisis pH tanah tambak per rasio *silvofishery* seperti yang telah disajikan pada Tabel 27 menunjukkan adanya korelasi negatif dengan persentase rasio mangrove, semakin besar rasio mangrove semakin rendah pH tanah dan begitu pula sebaliknya. Apabila merujuk pernyataan Potter (1977) in Mintardjo (1985) bahwa pH tanah tambak yang optimal adalah kisaran yaitu 6,6-7,7 dengan status bersifat netral. Dari rekomendasi ini dapat disimpulkan bahwa pH tanah yang mendekati optimal per rasio *silvofishery* yaitu pada rasio 10% mangrove dan 90% tambak dengan nilai rata rata yaitu sebesar 6,67. Akan tetapi parameter lain seperti bahan organik dan kalium pada rasio 30% mangrove dan 70% tambak sudah melewati kapasitas daya dukung ekosistem mangrove bagi peruntukan *silvofishery*.

Menentukan persentase rasio tambak *silvofishery* perlu kajian yang mendalam baik dari aspek ekologi maupun dari aspek ekonomi, dari aspek ekologi saja terkadang kita diperhadapkan pada suatu dilema untuk menentukan rasio antara mangrove dan tambak secara optimal, dimana semua parameter yang dijadikan indikator ekologi dioptimasi dengan cara mempertemukan nilai plus dan minus pada suatu kondisi yang seimbang. Sebagai contoh untuk parameter yang terkandung dalam serasah mangrove, kebutuhan nitrogen dan fosfor pada rasio 20% mangrove dan 80% tambak kedua unsur masih cukup tersedia, akan tetapi kebutuhan bahan organik dan kalium pada rasio 30% mangrove dan 70% tambak sudah melewati kapasitas daya dukung ekosistem mangrove bagi pengelolaan *silvofishery*.

6.2.2. Bahan Organik

Bahan organik dalam tanah merupakan sumber dari segala sumber unsur hara dalam tanah, terutama unsur nitrogen. Beberapa hasil penelitian terdahulu mengemukakan bahwa secara umum keberadaan nitrogen dalam tanah berkorelasi positif dengan keberadaan bahan organik. Keberadaan bahan organik dalam tambak sangat penting dalam mendukung kehidupan organisme, akan tetapi menjadi masalah jika berlebihan, karena akan merusak kualitas air berupa pengkayaan nutrien yang dapat berbahaya terhadap kelangsungan kehidupan organisme yang dibudidayakan. Oleh karena itu, keberadaan bahan organik dalam

tambak sebaiknya dalam kondisi optimal, dimana ketersediaan bahan organik harus sesuai kebutuhan atau *supply* dan *demand*.

Hasil analisis bahan organik per rasio tambak *silvofishery* seperti yang telah disajikan pada Tabel 28, diperoleh nilai rata rata 7,44, hasil analisis ini menunjukkan bahwa konsentrasi bahan organik pada semua rasio melebihi kisaran optimal yaitu 1,6-3,5% yang dibutuhkan tambak. Hal ini berarti bahwa kadar bahan organik yang terdapat dalam tambak pada semua rasio tambak *silvofishery* tersedia dalam jumlah yang melebihi kebutuhan optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi bahan organik yang mendekati nilai optimal adalah rasio 10% mangrove dan 90% tambak yaitu sebesar 6,61%.

6.2.3. Nitrogen

Keberadaan unsur nitrogen dalam tanah tambak tidak saja berasal dari hasil proses dekomposisi serasah mangrove, melainkan ada yang berasal dari air laut yang masuk ke tambak pada waktu pasang baik yang bersumber dari daratan maupun bersumber dari dalam laut itu sendiri, juga ada yang bersumber dari atmosfer yang terbawa oleh hujan dan angin. Akan tetapi sumber nitrogen terbesar berasal dari bahan organik seperti yang telah dikemukakan sebelumnya bahwa keberadaan nitrogen berkorelasi positif dengan keberadaan bahan organik, semakin besar kandungan bahan organik suatu lahan semakin besar pula kandungan nitrogennya.

Hasil analisis unsur nitrogen tanah tambak per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa hanya rasio 100% mangrove yang kadar nitrogennya melebihi kebutuhan tambak yaitu sebesar 0,26%, dan empat rasio lainnya berada dalam kisaran optimal seperti yang telah disajikan pada Tabel 29. Untuk rasio 60% mangrove dan 30% mangrove konsentrasi nitrogennya masing masing sebesar 0,18%, selanjutnya untuk rasio 20% mangrove konsentrasi nitrogennya yaitu sebesar 0,19% dan 10% mangrove konsentrasi nitrogennya yaitu sebesar 0,17%.

Hasil analisis konsentrasi nitrogen tanah tambak per rasio *silvofishery* menunjukkan rasio yang optimal yaitu sekitar 20% samapai 40% mangrove, sekalipun pada rasio 10% mangrove dan 80% tambak konsentrasi nitrogen dalam tambak masih cukup tersedia dan masih dalam kisaran optimal. Akan tetapi dalam

menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* bukan saja ditentukan oleh unsur nitrogen secara parsial, melainkan ditentukan secara holistik terhadap semua parameter ekologi yang dijadikan indikator dalam penentuan rasio optimal tambak *silvofishery*.

6.2.4. Fosfor

Sumber utama fosfor dalam tanah berasal dari hasil pelapukan yang mengandung fosfor dari bahan organik akan tetapi bahan organik sedikit sekali mengandung fosfor. Fosfor merupakan salah satu unsur yang sangat penting untuk pertumbuhan alga dan makanan alami lainnya. Fosfor merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan makanan alami di tambak. Hasil analisis fosfor per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa persentase rasio mangrove tidak berkorelasi dengan kadar fosfor dalam tanah tambak seperti yang telah disajikan pada Tabel 30.

Hasil analisis fosfor menunjukkan bahwa tidak berkorelasi langsung dengan persentase rasio mangrove, akan tetapi dipengaruhi oleh faktor lain, diantaranya keberadaan unsur besi, semakin besar nilai unsur besi yang terkandung dalam tanah tambak ada kecenderungan kandungan fosfor semakin kecil, karena unsur besi yang terlalu tinggi dapat mengikat fosfor. Pada tanah yang pH nya rendah fosfor (PO_4) diikat secara kuat besi (Fe) dalam bentuk Fe PO_4 yang tidak larut (Mustafa dan Sammut 2007). Hasil analisis kandungan fosfor per rasio tambak *silvofishery* diperoleh nilai rata rata sebesar 90,46 ppm. Hal ini berarti konsentrasi fosfor pada semua rasio di atas kisaran nilai optimal yaitu sebesar 36-45 ppm.

Hasil analisis fosfor tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi fosfor yang mendekati nilai optimal yaitu rasio 100% mangrove yaitu sebesar 53,58 ppm, akan tetapi hal ini tidak dapat dijadikan standar karena pada rasio 100% mangrove merupakan lahan yang tidak terkontrol, sehingga unsur hara setiap waktu dapat berubah sebagai pengaruh dari pasang surut yang terjadi secara berkala. Selanjutnya konsentrasi fosfor yang mendekati nilai optimal yaitu pada rasio 30% mangrove dan 70% tambak dengan nilai sebesar 63,92 ppm, sekalipun nilai konsentrasi fosfor ini tidak termasuk dalam kisaran optimal untuk kebutuhan tambak.

6.2.5. Kalium

Unsur kalium (K) diserap dalam bentuk K dari larutan tanah, kalium sangat esensial dalam pembentukan hidrat arang dan sangat diperlukan dalam pembentukan klorofil, pada umumnya tambak memiliki kandungan kalium cukup tinggi yang bersumber dari air laut yang masuk ke tambak pada waktu pasang. Hasil analisis kalium per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa konsentrasi kalium berkorelasi positif dengan per rasio mangrove seperti yang telah disajikan pada Tabel 31.

Hasil analisis kalium per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa berkorelasi kandungan kalium pada semua rasio tambak *silvofishery* tergolong rendah dengan nilai rata rata 213,73 ppm di bawah nilai kisaran optimal yaitu 350-500 ppm. Konsentrasi kalium tertinggi terdapat pada rasio 100% mangrove akan tetapi juga tidak sampai mencapai kisaran optimal. Konsentrasi kalium pada rasio 100% mangrove tidak dapat dijadikan standar penilaian karena merupakan lahan yang tidak terkontrol dan setiap waktu dapat berubah sebagai pengaruh pasang surut yang terjadi secara berkala.

Hasil analisis kalium tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi kalium yang dapat mewakili kebutuhan optimal tambak yaitu antara rasio 20-60% mangrove dan berdasarkan hasil analisis konsentrasi kalium yang terdapat pada berbagai serasah mangrove menunjukkan bahwa pada 60% mangrove *supply* kalium dari serasah untuk *demand* tambak masih terpenuhi, akan tetapi pada rasio 30% mangrove *supply* kalium dari serasah mangrove tidak dapat lagi memenuhi *demand* tambak. Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa rasio yang optimal pada tambak *silvofishery* yaitu 60% mangrove dan 40% tambak.

6.2.6. Besi

Unsur besi dalam tanah merupakan unsur mikro yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, akan tetapi terkadang menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan makanan alami di tambak. Jumlah unsur besi dalam tanah yang ditolerir sampai 0,5 ppm, karena kelebihan unsur besi dalam tanah dapat menurunkan pH dan mengikat fosfor, sehingga dijumpai beberapa tambak yang merupakan hasil konversi hutan mangrove pH tanah bersifat masam dan terkadang diikuti dengan penurunan unsur fosfor dalam tanah. Hasil analisis unsur

besi tanah tambak per rasio tambak *silvofishery* tidak berkorelasi dengan persentase rasio mangrove seperti yang telah disajikan pada Tabel 32.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kondisi unsur besi pada semua rasio tambak *silvofishery* masih di bawah kisaran yang ditolerir yaitu 0,5 ppm (Wabisono 1989), dengan nilai rata rata 0,22 ppm. Hal ini berarti bahwa konsentrasi unsur besi tidak terkait langsung dengan persentase rasio mangrove dan apabila merujuk Wabisono (1989) untuk menentukan nilai optimal antara rasio mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* unsur besi tidak menjadi parameter indikasi utama. Akan tetapi unsur besi merupakan unsur hara yang dapat mempengaruhi parameter indikasi utama seperti konsentrasi pH dan fosfor dalam tanah.

Hasil analisis kisaran kualitas tanah yang dijadikan parameter dalam menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* menunjukkan bahwa dari enam parameter kualitas tanah yang dianalisis, empat diantaranya tidak berkorelasi langsung dengan peningkatan rasio mangrove yaitu nitrogen, fosfor, kalium, dan besi. Keempat unsur hara tersebut, masih dalam kisaran optimal, apabila merujuk petunjuk teknis budidaya udang dan ikan di tambak.

Hasil analisis bahan organik per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan cenderung berkorelasi positif, semakin besar rasio mangrove, semakin tinggi pula kandungan bahan organiknya. Akan tetapi berbeda dengan pH tanah, semakin besar rasio mangrove semakin rendah konsentrasi pH tanah suatu petakan tambak. Hasil analisis kedua parameter tersebut menunjukkan bahwa bahan organik dan pH tanah berperan penting dalam menentukan rasio optimal mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*.

6.3. Kualitas Air

Kondisi kualitas air per rasio *silvofishery* yang terkait dengan mangrove yang menjadi kajian dalam penelitian ini diantaranya: (1) suhu, (2) pH, (3) oksigen terlarut, (4) kecerahan, (5) amoniak, dan (6) fosfor. Hasil analisis keenam parameter ekologi dari kualitas air per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 48.

Tabel 48 Hasil analisis parameter kualitas air per rasio tambak *silvofishery*

Parameter	R a s I o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Suhu (°C)	29,95	29,50	29,95	30,07	31,10
pH	6,88	7,13	7,23	7,33	7,50
Oksigen Terlarut (ppm)	3,95	3,98	4,05	3,75	3,53
Kecerahan (cm)	31,78	33,30	33,25	32,75	28,00
Amoniak (ppm)	0,07	0,15	0,08	0,10	0,07
Fosfor (ppm)	0,12	0,18	0,17	0,15	0,10

Sumber: Hasil analisis (2011)

6.3.1. Suhu

Hasil analisis suhu air per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa adanya korelasi negatif dengan persentase rasio mangrove, semakin kecil rasio mangrove pada tambak *silvofishery* semakin tinggi suhu air tambak seperti yang telah disajikan pada Tabel 34. Hasil pengukuran suhu air tambak rata rata selama pemeliharaan belangsung berada pada kisaran antara 28,95-31,10 °C, hal ini berarti kondisi suhu air tambak per rasio tambak *silvofishery* masih berada kisaran yang optimal seperti yang dikemukakan oleh Wabisono (1989) yang menyarankan bahwa fluktuasi suhu air tambak selama pemeliharaan sebaiknya berada pada kisaran antara 26-32 °C.

Hasil pengukuran suhu air tambak per rasio *silvofishery* menunjukkan bahwa semua rasio berada pada kisaran optimal akan tetapi pada rasio 60% mangrove (29,50 °C) dan 30% mangrove (29,95 °C) berada dalam kondisi optimal apabila dibandingkan dengan rasio 20% mangrove (30,07 °C) dan 10% mangrove (31,10 °C) lebih mendekati batas maksimal yaitu 32 °C. Sedangkan pada rasio 100% mangrove lebih optimal, akan tetapi tidak dapat dijadikan standar karena pada rasio 100% mangrove merupakan lahan yang bersifat alami sehingga kondisi suhunya lebih dinamis.

Hasil analisis suhu air per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa rasio yang lebih optimal dapat disimpulkan yaitu pada rasio antara 40% sampai 50% mangrove. Suhu perairan tambak sekalipun bersifat perairan tertutup atau terkontrol yang fluktuasinya cenderung bersifat dependen akan tetapi setiap waktu dapat mengalami perubahan yang mendadak karena faktor cuaca yang berubah secara tiba-tiba, dan perubahan suhu ini dapat mempengaruhi parameter kualitas

air lainnya, seperti pH, salinitas, oksigen, amoniak dan parameter kualitas air lainnya.

6.3.2. pH

Potens hidrogen adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa. Skala pH mempunyai deret antara 0-14 dan angka 7 menunjukkan netral, berarti kondisi air seperti ini tidak bersifat asam atau basa. Menurut Cholik *et al.* (2002) pH yang optimal untuk mendukung pertumbuhan udang dan ikan di tambak yaitu 6,5-9,0, akan tetapi menurut Nurdjana (2009) pH optimal yaitu 7,5-8,5. Hasil pengukuran pH air per rasio tambak *silvofishery* seperti yang telah disajikan pada Tabel 35.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kondisi pH air tambak berkorelasi negatif dengan persentase rasio mangrove, semakin besar rasio mangrove semakin rendah nilai pH air tambak, sebaliknya semakin kecil rasio mangrove semakin tinggi nilai pH air tambak. Fluktuasi pH air tambak setiap waktu dapat berubah karena sangat terkait dengan parameter kualitas air lainnya, seperti suhu, oksigen terlarut dan amoniak, selain itu pH air juga sangat terkait dengan tingkat resirkulasi air dalam tambak.

Hasil pengukuran pH air tambak per rasio tambak *silvofishery* apabila merujuk pendapat Cholik *et al.* (2002) mengatakan bahwa pH air tambak yang optimal yaitu pada kisaran 6,5-9,0, akan tetapi Nurdjana (2009) mengatakan bahwa pH air tambak yang optimal yaitu pada kisaran 7,5-8,5. Apabila merujuk pernyataan pertama maka semua rasio berada pada kisaran optimal, akan tetapi apabila merujuk pernyataan kedua, maka hanya pada rasio 10% mangrove dan 90% tambak yang berada pada kisaran optimal yaitu 7,50, sehingga dapat disimpulkan bahwa rasio yang mendekati optimal yaitu antara rasio 60% sampai 10% mangrove.

6.3.3. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut mungkin merupakan parameter kualitas air yang paling kritis pada kegiatan budidaya ikan dan udang serta organisme lainnya. Kondisi oksigen dalam suatu perairan tertutup seperti tambak dan kolam bersifat indenpenden fluktuasinya sangat dipengaruhi oleh faktor internal dalam perairan

seperti suhu, salinitas, dan kecerahan, sedangkan dari faktor eksternal seperti kondisi cuaca seperti hujan dan angin. Fluktuasi oksigen dalam perairan tambak bersifat dinamis secara internal sangat terkait dengan parameter kualitas air lainnya.

Hasil pengukuran oksigen terlarut selama empat bulan pengamatan per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan tidak berkorelasi dengan persentase rasio mangrove dan tambak seperti yang telah disajikan pada Tabel 37. Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa semua rasio dalam kisaran optimal apabila merujuk pernyataan Amri (2003) yang merekomendasikan bahwa oksigen terlarut dalam tambak untuk peruntukan budidaya udang dan bandeng yang optimal adalah pada kisaran 3-10 ppm, akan tetapi yang paling optimal adalah rasio 30% mangrove dan 70% tambak yaitu 4,05 ppm.

Rasio 30% mangrove dan 70% tambak mengindikasikan bahwa kondisi oksigen dalam keadaan seimbang antara *supply* dan *demand*, artinya persentase luas mangrove 30% mampu mensuplai oksigen terhadap area tambak dengan persentase luas hamparan 70%. Dari hasil analisis diduga bahwa ketika rasio mangrove lebih besar dari 30% pada tambak *silvofishery* diperkirakan kondisi oksigen terlarut kritis karena dimanfaatkan vegetasi tersebut, sebaliknya jika rasio mangrove lebih kecil dari 30% diperkirakan kondisi oksigen tidak tercukupi untuk kebutuhan perairan tambak. Proporsi vegetasi mangrove yang optimal pada tambak *silvofishery* selain sebagai penyedia unsur hara terhadap tambak, juga sebagai regulator suhu, oksigen dan parameter kualitas air lainnya.

6.3.4. Kecerahan

Hasil pengukuran oksigen terlarut per rasio tambak *silvofishery* selama empat bulan pengamatan seperti yang telah disajikan pada Tabel 38, apabila merujuk pernyataan Mintardjo *et al.* (1985) bahwa kecerahan air yang optimal yaitu pada kisaran 25-35 cm, sementara Amri (2003) mengatakan bahwa kecerahan air yang optimal untuk peruntukan budidaya udang windu tambak yaitu pada kisaran 30-40 cm.

Kedua referensi di atas sekalipun berbeda dalam memberikan kisaran kecerahan air tambak yang optimal, akan tetapi keduanya apabila dijadikan standar untuk menentukan nilai optimal tidak memberikan pengaruh yang fatal

terhadap organisme yang dibudidayakan. Apabila pernyataan pertama dijadikan rujukan maka semua rasio berada pada kisaran yang optimal, akan tetapi apabila pernyataan kedua dijadikan rujukan maka rasio hanya rasio 10% mangrove tidak masuk kisaran optimal, dan empat rasio lainnya berada pada kisaran optimal.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kecerahan yang paling optimal adalah pada rasio 30-40% mangrove dan 60-70% tambak, dimana pada rasio ini diduga bahwa area mangrove yang berfungsi sebagai penyedia unsur hara untuk pertumbuhan plankton sesuai *supply* dan *demand*, artinya kalau rasio mangrove lebih kecil dari 30% diperkirakan terjadi kekurangan unsur hara bagi kebutuhan tambak, dan jika lebih besar dari 40% mangrove diperkirakan akan terjadi kelebihan unsur hara dan dapat mempengaruhi kualitas air. Selanjutnya area mangrove pada tambak *silvofishery* pada kisaran rasio 30-40% mangrove juga masih dapat berfungsi optimal sebagai biofilter.

Ketiga model tambak *silvofishery* yang kita kenal, apabila dilihat aspek kualitas tanah dan kualitas air, maka model sistem komplangan yang lebih bersifat adaptif, karena tambak *silvofishery* model komplangan lahan tambak sebagai area budidaya, terpisah mangrove sebagai area konservasi. Keuntungan model ini apabila dibandingkan dengan kedua model lainnya yaitu empang parit, dan empang parit yang disempurnakan diantaranya: (1) air baru dapat dialirkan langsung pada area mangrove untuk mengalami proses pengendapan sebagai biofilter (2) biota yang bersifat hama dapat dilokalisasi, dan (3) serasah mangrove yang jatuh tidak berpotensi merusak kualitas air dan tanah.

6.3.5. Amoniak

Hasil analisis amoniak selama empat bulan pengamatan per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan adanya korelasi dengan persentase rasio mangrove, akan tetapi semua rasio masih berada dalam kondisi optimal apabila merujuk pendapat Cholik *et al.* (2002) yang mengatakan bahwa konsentrasi amoniak yang mematikan yaitu 0,1-0,3 mg liter⁻¹, selanjutnya menurut Wabisono (1989) dan Effendi (2003) bahwa konsentrasi amoniak dalam perairan tambak sebaiknya tidak melebihi 0,1 mg liter⁻¹. Hasil analisis konsentrasi amoniak per rasio tambak *silvofishery* seperti yang telah disajikan pada Tabel 39.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi amoniak pada semua rasio masih dalam kisaran yang ditolerir karena masih di bawah $0,1 \text{ mg liter}^{-1}$. Kecuali pada rasio 60% mangrove dan 40% tambak nilai amoniak melewati ambang batas yang ditolerir yaitu $0,15 \text{ mg liter}^{-1}$. Hal ini diduga karena persentase rasio mangrove terlalu besar sehingga banyak menghasilkan serasah mangrove yang tidak seimbang dengan luas tambak sebagai area peruntukan budidaya, sehingga produksi serasah melebihi daya dukung daripada kebutuhan unsur hara, lain halnya pada rasio 100% mangrove produksi serasah tinggi, akan tetapi diikuti sirkulasi air yang secara rutinitas.

Oleh karena itu, konsentrasi amoniak yang optimal 10% mangrove dan 90% tambak, dengan konsentrasi amoniak $0,07 \text{ mg liter}^{-1}$, sekalipun konsentrasi amoniak pada rasio 100% juga $0,07 \text{ mg liter}^{-1}$, akan tetapi pada rasio 100% mangrove tidak dapat dijadikan standar dalam menentukan rasio antara mangrove dan tambak pada tambak *silvofishery*, karena lahan tersebut merupakan perairan terbuka yang setiap waktu konsentrasi amoniaknya dapat berubah sesuai tingkat resirkulasi perairan pesisir. Selain itu, amoniak merupakan salah satu parameter kualitas air yang bersifat independen, sangat terkait dengan parameter lain seperti suhu, pH, oksigen, fosfor dan kecerahan.

6.3.6.Fosfor

Hasil analisis fosfor per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa konsentrasi fosfor tidak berkorelasi dengan persentase rasio mangrove, akan tetapi konsentrasi fosfor pada semua rasio di atas batas maksimum, karena rata rata konsentrasi fosfornya lebih besar dari $0,1 \text{ mg liter}^{-1}$, seperti yang telah disajikan pada Tabel 40. Hal ini berarti tingkat kesuburan perairan pada semua petakan tambak *silvofishery* tergolong subur, hanya perlu diketahui bahwa keberadaan fosfor dalam perairan bersifat dinamis.

Dari hasil analisis konsentrasi fosfor tersebut menunjukkan bahwa semua rasio konsentrasi fosfor di atas kisaran optimal, dan konsentrasi tertinggi ditemukan pada rasio 60%, sehingga dari data dapat dikemukakan bahwa rasio yang optimal fosfor adalah pada kisaran 20% sampai 30% mangrove, angka ini setara dengan rasio yang direkomendasikan untuk *supply* fosfor dari serasah mangrove untuk *demand* tambak yang optimal.

Fosfor merupakan unsur yang esensial baik pada tumbuhan tingkat tinggi maupun pada tumbuhan tingkat rendah, sehingga unsur ini merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan makanan alami di tambak serta mempengaruhi nilai produktifitas suatu perairan. Fosfor berperan dalam mentransfer energi di dalam sel, misalnya yang terdapat pada ATP (*Adenosine Triphosphate*) dan ADP (*Adenosine Diphosphate*).

6.4. Nilai Ekonomi

Nilai ekonomi tambak *silvofishery* yang menjadi kajian dalam menentukan rasio optimal pada tambak *silvofishery* meliputi: (1) budidaya utama dengan komoditi udang windu dan ikan bandeng, (2) budidaya sambilan dengan komoditas udang liar dan ikan liar, dan (3) nilai manfaat ekosistem mangrove yang terdiri dari: manfaat langsung, manfaat tidak langsung, manfaat pilihan dan manfaat keberadaan.

6.4.1. Kelayakan Usaha

Untuk menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada tambak *silvofishery*, salah satu parameter yang perlu dikaji adalah tingkat kelayakan usaha budidaya yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis *benefit cost ratio*. Hasil analisis *benefit cost ratio* budidaya utama dan budidaya sambilan per rasio tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 49.

Tabel 49 Hasil analisis *benefit cost ratio* budidaya utama dan budidaya sambilan per rasio tambak *silvofishery* (th⁻¹)

Uraian	Rasio %				
	100 :	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Total Manfaat	-	9.127.450	13.673.850	15.135.850	16.571.950
Biaya Operasional	-	5.824.490	8.382.670	9.506.670	10.611.390
Investasi	-	8.400.000	8.400.000	8.400.000	8.400.000
df 15%	-	3,3522	3,3522	3,3522	3,3522
PV.Total Manfaat	-	30.597.038	45.837.480	50.738.396	55.552.491
PV. Biaya Operasional	-	19.524.855	28.100.386	31.868.259	35.571.502
PV.Total Cost	-	27.924.855	36.500.386	40.268.259	43.971.502
B/C	-	1,096	1,256	1,260	1,263

Sumber: Hasil analisis (2011)

Hasil analisis *benefit cost ratio* pada pengelolaan *silvofishery* menunjukkan bahwa semua rasio layak untuk diusahakan, karena nilai *benefit cost ratio* masing-masing >1 . Nilai *benefit cost ratio* dari keempat rasio yang diamati dengan memperlihatkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan, karena budidaya yang diterapkan adalah sistem budidaya polikultur atau diversifikasi pada rasio tertentu saling melengkapi. Ketika rasio mangrove lebih besar daripada rasio tambak, maka produksi budidaya utama seperti udang windu dan ikan bandeng akan mengalami penurunan, akan tetapi sebaliknya produksi budidaya sambilan berupa udang liar dan ikan liar akan meningkat.

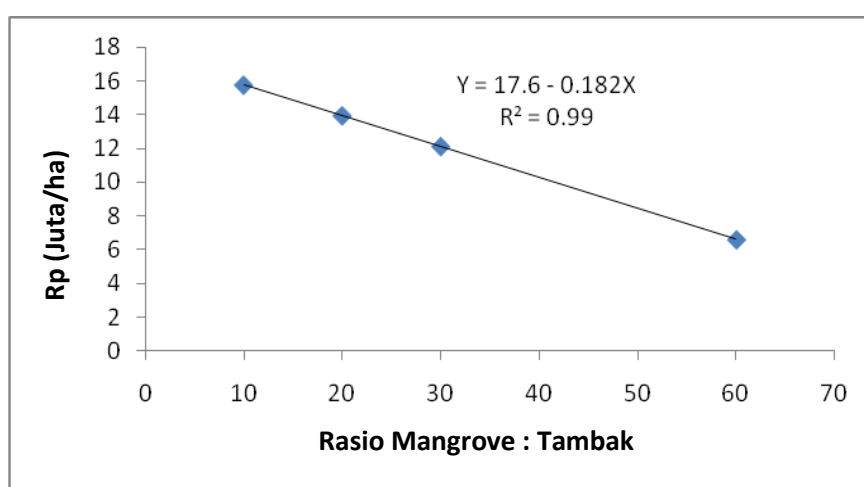
Selanjutnya ketika rasio tambak lebih besar daripada mangrove maka produksi budidaya sambilan berupa udang liar dan ikan liar akan mengalami penurunan dan sebaliknya pula produksi budidaya utama berupa udang windu dan ikan bandeng mengalami peningkatan. Dari hasil kajian ini perlu dijelaskan bahwa semakin besar rasio tambak daripada mangrove pada pengelolaan *silvofishery* produksi budidaya utama semakin meningkat, akan tetapi diikuti pula peningkatan biaya operasional berupa biaya sarana produksi seperti bibit, pupuk dan obat-obatan.

Sebaliknya semakin besar rasio mangrove daripada tambak pada pengelolaan *silvofishey* semakin menurun produksi budidaya utama dan diikuti penurunan biaya operasional, akan tetapi produksi budidaya sambilan meningkat dengan biaya operasional yang relatif lebih kecil. Oleh karena itu, pada pengelolaan *silvofishery* dengan budidaya sistem polikultur atau diversifikasi merupakan suatu solusi secara ekologi sebagai upaya konservasi dan dari segi ekonomi optimal karena menguntungkan.

6.4.2. Korelasi dan Budidaya Utama

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa produksi budidaya utama pada pengelolaan *silvofishery* berkorelasi negatif dengan persentase rasio mangrove, semakin besar rasio mangrove daripada rasio tambak pada pengelolaan tambak *silvofishery* produksi budidaya utama semakin menurun, sebaliknya produksi perikanan perairan pesisir berupa udang liar dan ikan liar serta nilai manfaat langsung dari ekosistem mangrove semakin meningkat, seperti yang telah disajikan pada Tabel 41.

Terjadinya korelasi negatif antara rasio mangrove dengan produksi budidaya utama yaitu secara langsung dan secara tidak langsung. (1) secara langsung semakin besar rasio mangrove daripada tambak pada pengelolaan *silvofishery*, semakin sempit lahan untuk peruntukan budidaya utama, dan (2) secara tidak langsung semakin besar rasio mangrove daripada tambak, produksi serasah mangrove semakin tinggi dan berpotensi mempengaruhi kualitas tanah dan kualitas air (Sudipto *et al* 2012). Selanjutnya korelasi antara persentase rasio ekosistem mangrove pada tambak *silvofishery* dengan peningkatan produksi budidaya utama, dan dilanjutkan regresi seperti disajikan pada Gambar 10.



Gambar 9 Korelasi produksi budidaya utama dengan peningkatan rasio mangrove per rasio tambak *silvofishery* (%)

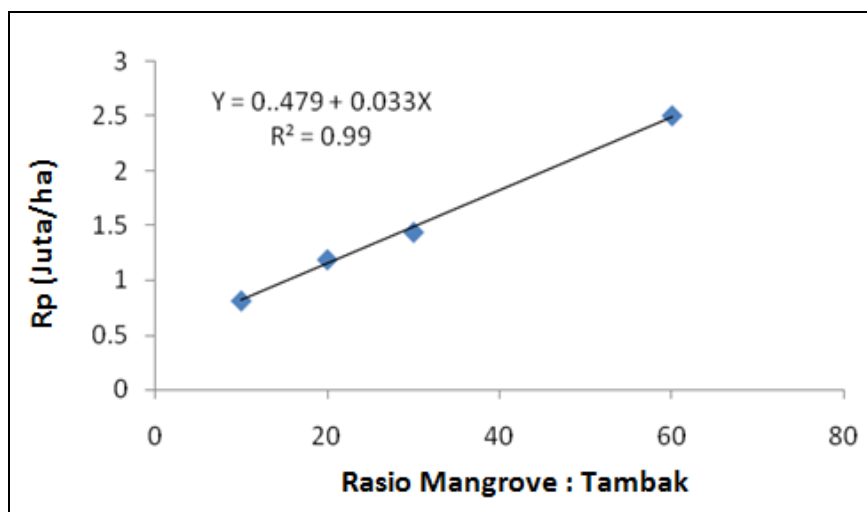
Hasil analisis korelasi antara persentase rasio mangrove dengan produksi budidaya utama yaitu -0,99, sedangkan regresi antara persentase rasio mangrove dengan produksi budidaya utama pada pengelolaan *silvofishery* yang terdiri dari udang windu dan ikan bandeng menghasilkan persamaan $Y = 17,6 - 0,182X$ yang dapat diinterpretasikan bahwa setiap penurunan 1% luasan ekosistem mangrove atau 100 m² akan meningkatkan produksi budidaya utama pada tambak *silvofishery* yaitu sebesar Rp 182.000, th⁻¹ dengan nilai R² 0,99.

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa 99% peningkatan produksi budidaya utama dapat dijelaskan keterkaitannya dengan penurunan rasio mangrove pada pengelolaan *silvofishery*, sedangkan 1% produksi budidaya utama dapat dijelaskan oleh faktor lain.

6.4.3. Korelasi dan Budidaya Sambilan

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa produksi budidaya sambilan berkorelasi positif antara peningkatan rasio mangrove dengan produksi budidaya sambilan pada pengelolaan tambak *silvofishery*. Semakin besar persentase rasio mangrove daripada rasio tambak pada pengelolaan *silvofishery*, produksi budidaya sambilan semakin meningkat, berbeda dengan produksi budidaya utama. Salah satu faktor penyebabnya diduga karena organisme budidaya sambilan lebih mampu melakukan adaptasi lingkungan yang dipengaruhi oleh keberadaan mangrove seperti yang telah disajikan pada Tabel 42.

Selain itu, organisme budidaya sambilan waktu pemeliharaan relatif singkat, apabila dibandingkan dengan waktu pemeliharaan organisme budidaya utama, sehingga memungkinkan panen budidaya sambilan dilakukan beberapa kali dalam satu siklus pemeliharaan. Selanjutnya untuk melihat korelasi antara persentase rasio mangrove dengan produksi budidaya sambilan pada pengelolaan tambak *silvofishery* seperti disajikan pada Gambar 11.



Gambar 10 Korelasi produksi budidaya sambilan dengan peningkatan rasio mangrove per rasio tambak *silvofishery* (%)

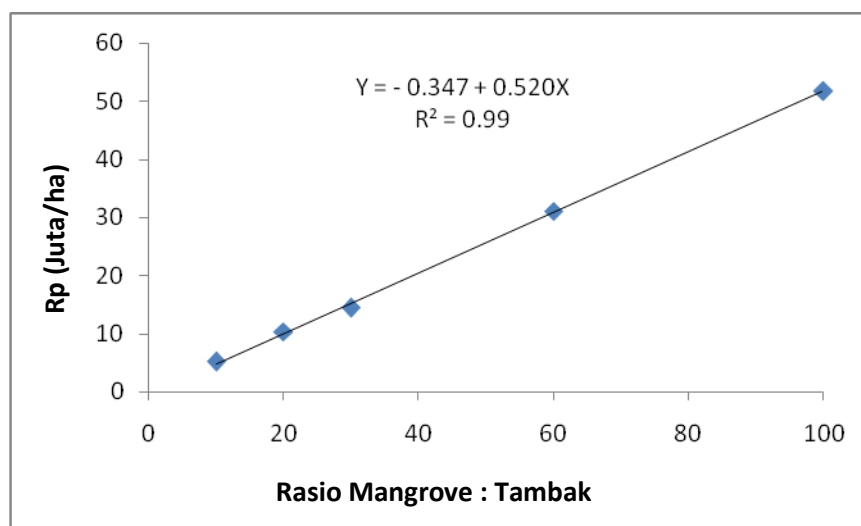
Hasil analisis korelasi antara peningkatan rasio mangrove dengan produksi budidaya sambilan yaitu 0,99, sedangkan regresi antara peningkatan rasio mangrove dengan produksi budidaya sambilan dengan pada pengelolaan tambak *silvofishery* akan menghasilkan persamaan $Y = 0,479 + 0,033X$ yang dapat diinterpretasikan bahwa setiap peningkatan 1% luasan ekosistem mangrove atau

100 m² akan meningkatkan nilai produksi budidaya sambilan pada pengelolaan *silvofishery* sebesar Rp 33.000 th⁻¹ dengan nilai R² 0,99.

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa 99% peningkatan produksi budidaya sambilan pada tambak *silvofishery* dapat dijelaskan keterkaitannya dengan peningkatan rasio mangrove pada tambak *silvofishery*, sedangkan 1% produksi budidaya sambilan dapat dijelaskan oleh faktor lain.

6.4.4. Korelasi dan Nilai Manfaat Mangrove

Nilai total manfaat ekosistem mangrove yang meliputi: nilai manfaat langsung, nilai manfaat tidak langsung, nilai manfaat pilihan dan nilai manfaat keberadaan, seperti yang telah disajikan pada Tabel 45. Selanjutnya korelasi antara persentase rasio mangrove dengan nilai total manfaat ekosistem mangrove dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 11 Korelasi nilai manfaat ekosistem mangrove dengan peningkatan rasio mangrove per rasio tambak *silvofishery* (%)

Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase rasio mangrove berkorelasi positif peningkatan nilai manfaat ekosistem mangrove berupa nilai manfaat langsung, manfaat tidak langsung, manfaat pilihan, dan manfaat keberadaan pada pengelolaan tambak *silvofishery* yaitu sebesar 0,98. Sedangkan regresi menghasilkan persamaan $Y = -0,347 + 0,520X$ yang diinterpretasikan bahwa setiap peningkatan 1% luasan ekosistem mangrove atau 100 m² akan

terjadi peningkatan nilai manfaat ekosistem mangrove pada tambak *silvofishery* sebesar Rp 520.000,- dengan nilai R^2 0,99.

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa 99% peningkatan nilai manfaat ekosistem mangrove dapat dijelaskan keterkaitannya dengan peningkatan rasio mangrove pada pengelolaan tambak *silvofishery*, sedangkan 1% nilai manfaat ekosistem mangrove pada tambak *silvofishery* dapat dijelaskan oleh faktor lain.

6.4.5. Korelasi dan Nilai Total Ekonomi

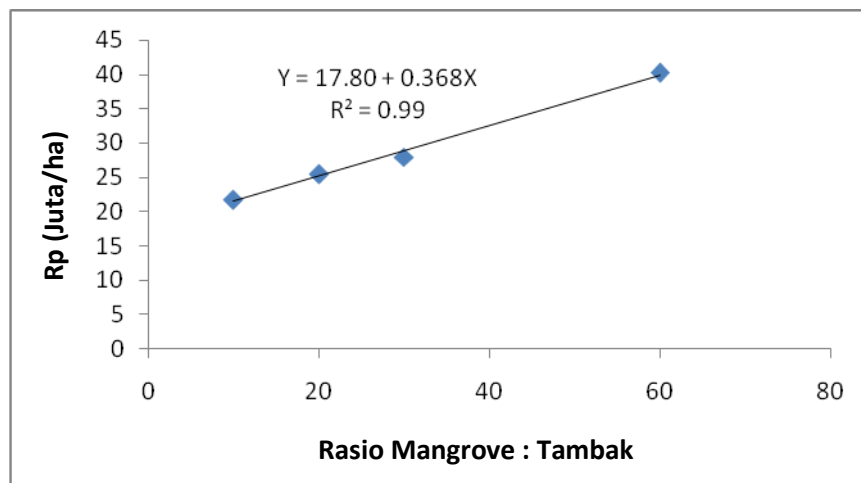
Produksi total budidaya utama, budidaya sambilan dan nilai manfaat ekosistem mangrove yang meliputi: nilai manfaat langsung, nilai manfaat tidak langsung, nilai manfaat pilihan dan nilai manfaat keberadaan per rasio tambak *silvofishery* seperti yang akan disajikan pada Tabel 50.

Tabel 50 Nilai total ekonomi produksi budidaya dan nilai manfaat ekosistem mangrove per rasio tambak *silvofishery* (Rp th^{-1})

Nilai ekonomi	R a s i o (%)				
	100.0	60 : 40	30 : 70	80 : 20	10 : 90
Budidaya utama	-	6.627.450	12.136.350	13.948.350	15.759.450
Budidaya sambilan	-	2.500.000	1.437.500	1.187.500	812.500
Nilai manfaat	-	31.047.623	14.424.932	10.349.899	5.175.037
Jumlah (Rp)		40.175.073	27.998.782	25.485.749	21.746.987

Sumber: Hasil analisis (2011)

Hasil analisis produksi budidaya utama, budidaya sambilan dan nilai manfaat ekosistem mangrove per rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa budidaya utama berkorelasi negatif dengan penurunan rasio mangrove. Sedangkan produksi budidaya sambilan dan nilai manfaat ekosistem mangrove berkorelasi positif dengan peningkatan rasio mangrove pada tambak *silvofishery*. Semakin kecil rasio mangrove produksi budidaya utama semakin meningkat, sebaliknya produksi budidaya sambilan dan nilai manfaat ekosistem mangrove semakin menurun. Korelasi rasio mangrove dengan produksi budidaya dan nilai manfaat ekosistem mangrove seperti pada Gambar 13.



Gambar 12 Korelasi produksi budidaya dan nilai manfaat ekosistem mangrove per rasio *silvofishery* (%)

Hasil analisis korelasi budidaya dan nilai manfaat ekosistem mangrove menunjukkan berkorelasi positif dengan peningkatan rasio ekosistem mangrove berupa nilai manfaat ekosistem mangrove pada tambak *silvofishery* yaitu sebesar 0,98. Sedangkan hasil analisis regresi menghasilkan persamaan $Y = 17,80 + 0,368X$ yang dapat diinterpretasikan bahwa setiap peningkatan 1% luasan ekosistem mangrove atau 100 m² akan terjadi peningkatan nilai manfaat ekosistem mangrove pada tambak *silvofishery* sebesar Rp 368.000,- dengan nilai R^2 0,99.

Hal analisis regresi menunjukkan bahwa 99% peningkatan nilai manfaat ekosistem mangrove dapat dijelaskan keterkaitannya dengan peningkatan rasio mangrove pada pengelolaan tambak *silvofishery*, sedangkan 1% nilai manfaat ekosistem mangrove pada tambak *silvofishery* dapat dijelaskan oleh faktor lain.

6.4.6. Kerugian Ekologis

Hasil analisis regresi produksi budidaya dan nilai manfaat ekosistem mangrove menunjukkan bahwa mengkonversi ekosistem mangrove menjadi tambak dengan produksi budidaya rata rata sebesar Rp 17.800.000 ha⁻¹ th⁻¹. Secara parsial dapat meningkatkan pendapatan petani tambak bagi pemilik mangrove yang melakukan konversi mangrove menjadi tambak, akan tetapi terjadi kerugian ekologis dan sosial rata rata sebesar Rp 36.800.000 ha⁻¹ th⁻¹. Atas konversi tersebut masyarakat pesisir kehilangan lahan sebagai tempat melakukan

penangkapan berbagai jenis biota yang berhabitat pada ekosistem mangrove sebagai sumber penghidupan.

Kerugian ekologis dan sosial masyarakat pesisir sebagai akibat dari alih fungsi lahan mangrove menjadi tambak yang tadinya merupakan lahan kepemilikan bersama, telah berubah status menjadi milik perorangan. Hasil analisis tersebut juga sesuai hasil penelitian terdahulu Alam (1997) dan Asbar (2007) yang menyebutkan kerugian ekologis akibat konversi mangrove menjadi tambak masing masing sebesar Rp 33.122.013 ha⁻¹ th⁻¹ dan Rp 31.142.022 ha⁻¹ th⁻¹. Hal ini berarti bahwa mengkonversi ekosistem mangrove menjadi tambak secara parsial meningkatkan pendapatan individual atau kelompok, akan tetapi terjadi kehilangan mata pencaharian masyarakat pesisir.

6.5. Optimasi Ekologi Ekonomi

Untuk mengkaji nilai optimasi ekologi dan ekonomi pada tambak *silvofishery* digunakan pendekatan analisis *Multi Criterium Decision Making Analysis* (MCDMA). Metode ini dalam menentukan nilai optimasi didasarkan atas penilaian kriteria ekologi dan kriteria ekonomi. Penetapan parameter ekologi dan ekonomi sebagai acuan dalam menentukan rasio yang optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*.

Parameter ekologi yang dijadikan indikasi yaitu sebagai berikut: (1) kualitas serasah dari bahan organik, (2) kualitas tanah dari bahan organik, dan (3) kualitas air dari pH air. Alasan memilih bahan organik dari serasah, bahan organik dari kualitas tanah, dan pH air dari kualitas air, karena parameter tersebut paling berpengaruh yang terkait dengan keberadaan mangrove pada petakan tambak. Sedangkan dari parameter ekonomi meliputi: (1) budidaya utama, (2) budidaya sambilan, (3) dan nilai manfaat ekosistem mangrove.

Penentuan rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* dilakukan dengan menggunakan metode *Multi Criterium Decision Making Analysis* (MCDMA). Prinsip penelitian ini MCDMA adalah membandingkan tingkat kepentingan antara aspek ekologi dan aspek ekonomi berdasarkan pertimbangan tertentu. Dengan metode MCDMA ini diharapkan dapat menghasilkan keputusan yang tepat dalam menentukan rasio antara mangrove

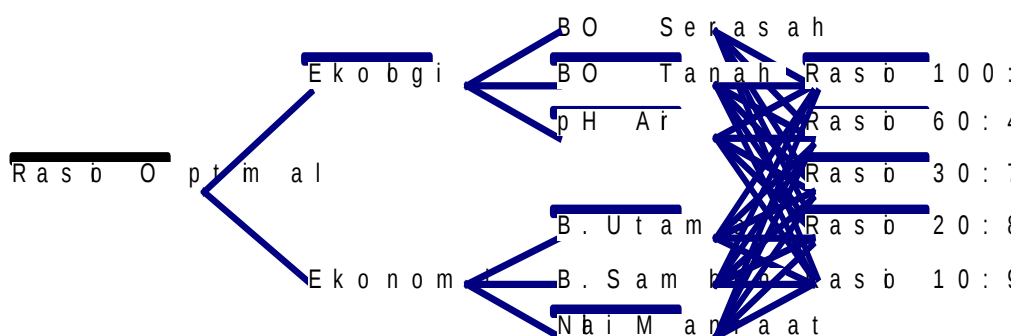
dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* untuk mewujudkan pemanfaatan wilayah pesisir secara optimal dan berkelanjutan.

Analisis MCDMA ini dilakukan dengan cara memberikan bobot terhadap masing-masing kriteria dan subkriteria yang diperoleh dari hasil analisis data ekologi dan ekonomi. Struktur yang akan dibangun pada metode analisis ini terdiri dari empat tingkatan keputusan yaitu: tujuan, kriteria, subkriteria, dan alternatif sebagaimana yang disajikan pada Gambar 16.

6.5.1. Tujuan

Berdasarkan hasil analisis kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah mangrove pada lima rasio tambak *silvofishery* menunjukkan bahwa secara ekologi pada rasio 60% mangrove dan 40% tambak merupakan batas maksimal, karena secara ekologi semua unsur hara yang terkandung dalam serasah mangrove masih lebih besar daripada kebutuhan tambak optimal seperti yang telah disajikan pada Tabel 48. Selanjutnya aspek ekonomi dari hasil analisis *benefit cost ratio* menunjukkan bahwa semua rasio > 1 , hal ini berarti bahwa semua rasio pada tambak *silvofishery* layak diusahakan seperti yang telah disajikan pada Tabel 49.

Untuk dapat mengakomodir antara aspek ekologi dan aspek ekonomi salah satu pendekatan dapat dilakukan dengan menggunakan metode MCDMA. Salah satu tujuan yang ingin dicapai adalah menentukan skala prioritas rasio dimana secara ekologi dan ekonomi optimal dan berkelanjutan. Model pengelolaan *silvofishery* ini berbasis keberlanjutan, artinya secara ekologi pada rasio yang menjadi alternatif ekosistem mangrove tidak mengganggu fungsi ekologis utamanya sebagai penyedia unsur hara, begitu pula secara ekonomi layak untuk diusahakan.



Gambar 13 Struktur hirarki penentuan rasio antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*

6.5.2. Kriteria

Untuk mencapai tujuan tersebut, maka ada dua kriteria yang dijadikan pertimbangan menentukan rasio yaitu: (1) kriteria ekologi, dan (2) kriteria ekonomi. Selanjutnya untuk menentukan proporsi ekologi dan ekonomi pada pengelolaan tambak *silvofishery* dilakukan wawancara dengan pakar yang mempunyai konsentrasi keilmuan tentang *silvofishery*. Hasil wawancara menyimpulkan bahwa bobot atau proporsi ekologi dan ekonomi seperti yang disajikan pada Tabel 51.

Hasil analisis data dengan menggunakan *Criterium Decision Plus Version 3.0*, menunjukkan besarnya kontribusi yang diberikan masing masing kriteria terhadap tujuan yang ingin dicapai seperti disajikan pada Tabel 51.

Tabel 51 Kontribusi masing masing kriteria terhadap tujuan yang ingin dicapai dalam penentuan rasio antara mangrove dan tambak

Kriteria	Bobot	Persentase (%)
Ekologi	0,56	56,0
Ekonomi	0,44	44,0
Total	1	100

Sumber: Hasil analisis (2011)

Tabel 51 menunjukkan bahwa bobot total seluruh kriteria terhadap tujuan yang ingin dicapai adalah 1. Secara hirarki kedua kriteria masing masing mempunyai bobot yaitu ekologi sebesar 56% dan ekonomi sebesar 44%. Hal ini berarti kriteria ekologi menjadi skala prioritas dalam pengelolaan tambak *silvofishery*. Ketika proporsi ekologi 56% ekosistem mangrove secara alami mampu menyediakan unsur hara bagi kebutuhan organisme dan secara simultan ekonomi akan meningkat.

Hasil analisis kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah mangrove menunjukkan bahwa rasio optimal pada tambak *silvofishery* yaitu 60% mangrove dan 40% tambak. Rasio ini didasarkan bahwa hasil analisis keempat unsur hara yang dijadikan indikator ekologi dengan mengacu pada konsep *supply* dan *demand*, dimana ketersediaan unsur hara yang berasal dari serasah mangrove masih melebihi kebutuhan unsur hara tambak secara optimal untuk memenuhi kebutuhan organisme secara alami.

Apabila mengkombinasikan antara hasil analisis kriteria ekologi dan kriteria ekonomi dan hasil analisis kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah mangrove, menunjukkan hampir sama. Hal ini berarti bahwa hasil pendapat para pakar yang memberikan proporsi kriteria ekologi 56% dan kriteria ekonomi 44% berkelanjutan dan optimal. Dengan demikian secara kualitatif dapat digambarkan bahwa rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* yaitu 56% sampai 60% mangrove dan 40% sampai 44% tambak.

6.5.3. Subkriteria

Dari dua kriteria tersebut, selanjutnya akan diuraikan lagi menjadi beberapa subkriteria yaitu ekologi meliputi: (1) kualitas serasah dari bahan organik, (2) kualitas tanah dari bahan organik, dan (3) kualitas air dari pH. Sedangkan kriteria ekonomi meliputi: (1) budidaya utama, (2) budidaya sambilan, dan (3) nilai manfaat ekosistem mangrove. Alasan memilih masing masing tiga subkriteria dari setiap kriteria secara representatif keterwakilan aspek ekologi dan aspek ekonomi.

Menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* dipilih tiga subkriteria yang dianggap paling berpengaruh baik kriteria ekologi maupun kriteria ekonomi. Untuk kriteria ekologi seperti yang telah disebutkan meliputi: (1) kualitas serasah, dari empat unsur hara yang dianalisis bahan organik dianggap paling berpengaruh, karena bahan organik cenderung berkorelasi positif dengan unsur hara lainnya, (2) kualitas tanah, dari enam unsur hara yang dianalisis bahan organik dianggap paling berpengaruh dan merupakan faktor pembatas dalam tanah, dan (3) kualitas air, dari enam parameter kualitas air yang diukur dan dianalisis, pH air yang dianggap paling berpengaruh dan merupakan faktor pembatas dalam suatu perairan. Bobot dari setiap subkriteria ekologi seperti yang disajikan pada Tabel 52.

Selanjutnya untuk kriteria ekonomi seperti yang telah disebutkan meliputi: (1) budidaya utama yang terdiri dari udang windu dan ikan bandeng merupakan komoditi yang penting dan bernilai ekonomi tinggi, serta bersifat adaptif untuk dibudidayakan pada tambak *silvofishery*, (2) budidaya sambilan yang terdiri dari udang liar dan ikan kiar, merupakan komoditi penyangga dalam sistem budidaya pada tambak *silvofishery*. Organisme sambilan ini sekalipun tidak dilakukan

penebaran benih, akan tetapi akan dihitung sebagai produksi tambak karena menggunakan ruang, dan (3) nilai manfaat ekosistem mangrove dihitung sebagai valuasi ekonomi. Bobot dari setiap subkriteria ekonomi seperti yang disajikan pada Tabel 52. Kontribusi masing masing subkriteria dalam menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan tambak *silvofishery* disajikan pada Tabel 52.

Tabel 52 Kontribusi masing masing subkriteria terhadap tujuan yang ingin dicapai dalam penentuan rasio antara mangrove dan tambak

Kriteria	Subkriteria	Bobot	Persentase (%)
Ekologi:	Bahan Organik Serasah	0,25	25,0
	Bahan Organik	0,16	16,0
	pH Air Tambak	0,15	15,0
Ekonomi:	Budidaya Utama	0,20	20,0
	Budidaya Sambilan	0,11	11,0
	Nilai Manfaat Mangrove	0,13	13,0
Total		1	100

Sumber: Hasil analisis (2011)

6.5.4. Prioritas Alternatif

Berdasarkan struktur hirarki yang telah dibangun terdapat lima alternatif kategori rasio yang akan dipilih sebagai skala prioritas dalam menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak sebagai berikut: (1) rasio 100% mangrove, (2) rasio 60% mangrove dan 40% tambak, (3) rasio 30% mangrove dan 70% tambak, (4) rasio 20% mangrove dan 80% tambak, dan (5) 10% mangrove dan 90% Tambak. Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan *Criterion Dcision Plus Version 3.0*, diketahui bahwa rasio 60% mangrove dan 40% tambak yang dapat disarankan, karena pada rasio tersebut paling optimal dari lima rasio yang menjadi obyek kajian seperti yang disajikan pada Tabel 53.

Tabel 53 Skala prioritas alternatif berdasarkan kriteria dan subkriteria menentukan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada tambak *silvofishery*

No	Alternatif	Bobot	Persentase (%)	Prioritas
1.	Rasio 60 : 40	0,267	26,7	1
2.	Rasio 30 : 70	0,202	20,2	2
3.	Rasio 20 : 80	0,184	18,4	3
4.	Rasio 100 : 0	0,181	18,1	4
5.	Rasio 10 : 0	0,166	16,6	5
Total		1	100	-

Sumber: Hasil analisis (2011)



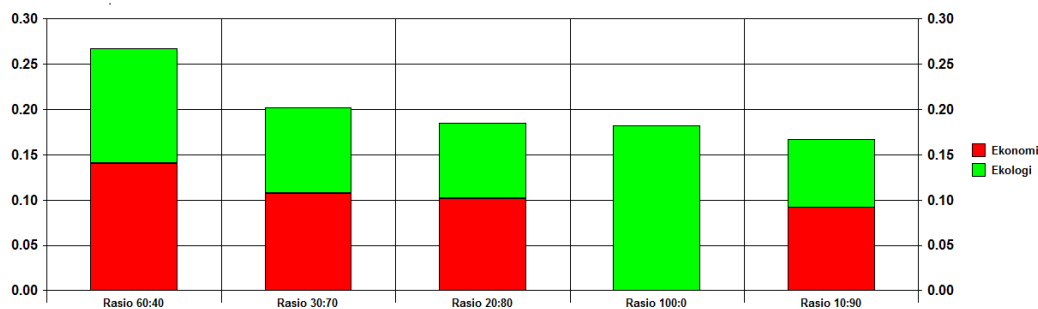
Gambar 14 Diagram batang skala prioritas alternatif rasio berdasarkan kriteria dan subkriteria

Dari Tabel 53 dan Gambar 15 menunjukkan bahwa bobot total seluruh alternatif terhadap tujuan yang ingin dicapai adalah 1. Selanjutnya dapat dijelaskan bahwa berdasarkan kedua kriteria di atas untuk pengelolaan *silvofishery* yang mengkombinasikan ekologi dan ekonomi dengan persentase masing masing sebagai berikut: (1) rasio 100% mangrove sebesar 18,1%, (2) rasio 60% mangrove dan 40% tambak sebesar 26.7%, (3) rasio 30% mangrove dan 70% tambak sebesar 20,2%, (4) rasio 20% mangrove dan 80% sebesar 18,4% dan (5) rasio 10% mangrove dan 90% tambak sebesar 16,6%

Hasil *Multi Criterium Dicision Making Analysis* dengan menggunakan perangkat *Criterium Dicision Plus 3.0*, menunjukkan bahwa rasio 60% mangrove dan 40% tambak sebagai rasio yang menempati skala prioritas pertama dengan persentase sebesar 26,7%. Hal ini berarti bahwa rasio 60% mangrove dan 40% tambak paling optimal antara aspek ekologi dan aspek ekonomi apabila dibandingkan dengan rasio lainnya yang menjadi kajian pada penelitian ini.

Selanjutnya untuk menentukan rasio optimal pada pengelolaan *silvofishery* dapat dilakukan dua pendekatan yaitu merujuk pada rasio yang menempati skala prioritas yaitu 60% mangrove dan 40% tambak.

Selanjutnya dari hasil analisis data dengan menggunakan *Criterium Dicision Plus Version 3.0* terlihat kontribusi dari masing-masing kriteria terhadap alternatif berdasarkan skala prioritas pada penentuan rasio yang optimal seperti yang disajikan pada Gambar16.



Gambar 15 Kontribusi masing-masing kriteria terhadap alternatif kategori bagi pengelolaan *silvofishery*

Gambar 16 menunjukkan bahwa skala prioritas alternatif pengelolaan tambak *silvofishery* adalah rasio 60% mangrove dan 40% tambak, sehingga dari hasil analisis kriteria ekologi dan kriteria ekonomi dengan kontribusi masing-masing ekologi sebesar 56% dan ekonmio sebesar 44%. Pada rasio tersebut menggambarkan kondisi antara ekologi dan ekonomi dalam keadaan seimbang, sedangkan rasio 3,4 dan 5 menunjukkan kontribusi ekonomi lebih dominan daripada ekologi.

Selanjutnya khusus untuk rasio 100% mangrove terlihat hanya kontribusi ekologi, karena pada rasio tersebut tidak ada proses kegiatan budidaya, sehingga nilai manfaat ekosistem mangrove tidak dianalisis. Alasannya karena karena pada rasio 100% mangrove tidak termasuk tambak *silvofishery*, sehingga apabila ikut nilai manfaat ekosistem mangrove dianalisis akan mempengaruhi penentuan rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery*.

7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data sesuai tujuan penelitian, maka dapat disampaikan beberapa hal sebagai kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Secara ekologi, hasil analisis daya dukung ekosistem mangrove pada pengelolaan tambak wanamina (*silvofishery*) apabila mengacu pada konsep ketersediaan unsur hara dengan kebutuhan tambak menunjukkan rasio optimal yaitu 60% mangrove adalah rasio maksimal.
2. Secara ekonomi, hasil analisis kelayakan usaha budidaya udang dan ikan pada tambak wanamina (*silvofishery*) menunjukkan semua rasio layak diusahakan, dengan $B/C > 1$.
3. Hasil analisis korelasi antara peningkatan rasio mangrove pada tambak wanamina (*silvofishery*) dengan produksi budidaya dan nilai manfaat ekosistem mangrove menunjukkan: (1) budidaya utama berkorelasi negatif dengan regresi $Y = 17,6 - 0,182X$, (2) budidaya sambilan positif dengan regresi $Y = 0,479 + 0,033X$, dan (3) nilai manfaat mangrove berkorelasi positif dengan regresi $Y = -0,347 + 0,520X$.
4. Hasil analisis gabungan kriteria ekologi dan kriteria ekonomi, rasio optimal antara mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* yaitu 60% mangrove dan 40% tambak dengan kontribusi ekologi sebesar 56% dan ekonomi sebesar 44%.

7.2. Saran

1. Penentuan rasio antara luas mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishey* tidak dapat berlaku secara umum pada lokasi yang berbeda, karena penentuan rasio dengan mengacu pada konsep *supply and demand* dipengaruhi jumlah produksi serasah dan komposisi vegetasi ekosistem mangrove.
2. Mendorong petambak untuk menanam mangrove pada petakan tambak bagi keberlanjutan budidaya utama dan budidaya sambilan.

3. Penerapan budidaya pada tambak *silvofishery* sebaiknya budidaya sistem polikultur atau diversifikasi, karena budidaya sistem polikultur secara ekologi ramah lingkungan, secara ekonomi menguntungkan, dan secara sosial dapat melibatkan beberapa petani tambak.
4. Bagi peneliti yang mau konsentisasi pada kajian *silvofishery* sebaiknya mengkaji kandungan unsur hara selain bahan organik, nitrogen, posfor dan kalium. Selain itu perlu dikaji unsur hara yang terkandung dalam setiap serasah mangrove, sehingga pengelolaan mangrove bagi peruntukan *silvofishery* sesuai konsep *supply and demand*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adewole O. Olagoke, Jared O. Bosire, Uta B. 2013. Regeneration of *Rhizophora mucronata* (Lamk.) in degraded mangrove forest: Lessons from point pattern analyses of local tree interactions. *j.actao*. 50:1-9
- Alam S. 1997. Kajian Ekonomi – Ekologi Pertambakan pada Ekosistem Mangrove Mengantisipasi dampak Pembangunan terhadap Lingkungan Kawasan Pantai. *Jurnal Penelitian Pusat studi Lingkungan* 2: 12-21.
- Alauddin MHR. 2008. Optimasi Pemanfaatan Wilayah Pesisir Berbasis Daya Dukung Bagi Pengembangan Budidaya Tambak Udang di Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Al-Maslamani I, Walton MEM , Kennedy HA, Al-Mohannadi M, Le Vay L. 2013. Are mangroves in arid environments isolated systems? Life-history and evidence of dietary contribution from inwelling in a mangrove-resident shrimp species. *j.ecss*. 124:56-63
- Amri K. 2003. *Budidaya Udang Windu secara Intensif*. Penerbit Agromedia Pustaka. Depok.
- Anne B, Jutta P. 2013. Biofiltering of aquaculture effluents by halophytic plants: Basic principles, current uses and future perspectives. *j.envexptot*. 92:122-133.
- Asbar. 2007. Optimalisasi Pemanfaatan Kawasan Pesisir untuk Pengembangan Budidaya Tambak di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. Kabupaten Sinjai Dalam Angka 1990, 1995, 2000, 2005, 2007, dan 2010. Propinsi Sulawesi Selatan.
- Baliao D, Tookwinas S. 2002. *Manajemen Budidaya Udang yang Baik dan Ramah Lingkungan di Daerah Mangrove*. South cast Asian Fisheries Development Centre.
- Bahar A. 2004. Kajian Kesesuain Daya Dukung Ekosistem Mangrove untuk pengembangan Ekowisata di Pulau Tanakeke, Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Babel IEH. 2004. Replacement of corn with Mangrove Seeds in bluespot mullet valanungil seheli diets. *Aquaculture nutrition* 10:25-30.
- Beukeboom H, Lai CK, Otsuka M. 1992. *Report of the Regional Expert Consultation on Participatory Agroforestry and Silvofisherry System in Southeast Asia-Pasifik Agroforestry Network*.

- Bengen DG. 2002. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor (PKSPL-IPB).
- Bengen DG. 2004. *Sinopsis Ekosistem Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolaannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor (PKSPL-IPB).
- Bin CT, Philips MJ, Demaine. 1997. Integrated Shrimp Mangrove Farming System in the Mekong Delta of Vietnam. *Aquaculture Research* 28:599-610.
- Bosire JO, Guebas FD, Walton M, Crona BI, Lewis RR, Field C, Kairo JG, Koedam N. 2008. Functionality of restored mangroves: A review. *Aquatic Botany* 89: 251-259.
- Brian E, Diane S, Carles. 2004. The relative importance of nutrient enrichment and herbivory on macroalgal communities near. *Journal of experimental Marine and Biology* 298:275-301.
- Cannicci S, Burrows D, Fratini S, Smith TJ, Offenberg J, Dahdouh G. 2008. Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany* 89:186-200.
- Chona B, Estudillo, Marietta ND, Evelyu MT, Ermat. 2000. Salinity to Terane of Larvae on the Mangrove red Snapper (*Lutjanus argentimaculatus*). *Aquaculture* 19:155-167.
- Chong VC. 2007. *Sustainable utilization and mangement of Mangrove ecosystem of Malaysia*. Institute of Biological Science. University of Malaysia. Kuala Lumpur. 50603. Malaysia.
- Clough B, Johnston D. 2000. *Shrimp Farming and the Environment. Silvofishery Farming Systems in Ca Mou Province, Vietnam*. World Bank, Nework of Aquaculture Centres in Asia- Pacific World Wildlife Fund and Food and Agriculture Organization of the United Nations Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment.
- Cholik F, Jagatraya AG, Poernomo A, Jauzi. 2005. *Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa*. Masyarakat Perikanan Nusantara (MPS) Taman Akuarium Air Tawar. Taman Mini Indonesia Indah.
- Dahuri R, Rais J, Ginting SP, Sitepu MJ. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT. Pradnya Pramita. Jakarta.

- Denila L. 1987. *Layout Desain Construction and Levelling of Fishpond. Readings on Aquaculture Practices*. SEAFDEC. Aquaculture Departement. Iloilo. Philippines.
- [DKP] Departemen Kelautan dan Perikanan. RI. 2005. *Pedoman Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Direktorat Jenderal Kelautan Pesisir dan Pulau Pulau Kecil.
- [DKP] Departemen Kelautan dan Perikanan. RI. 2007. Direktorat Jenderal Kelautan Pesisir dan Pulau Pulau Kecil.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Sinjai. 2010. *Potensi Pertambakan*. Laporan Tahunan Dinas Kelautan dan perikanan Kabupaten Sinjai.
- Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Sinjai. 2010. *Perkembangan luas Hutan mangrove di Kabupaten Sinjai berdasarkan desa dan kelurahan*. (1991-2010).
- Dirawan GD. 2006. *Strategi Pengembangan Ekowisata pada Suaka Marga Satwa. Di Suaka Marga Satwa Mampi Lampoko* [Disetasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Edward B, Barbier, Strand J. 1998. *Valiuing Mangrove-Fishery Linkages. Environmental and Resource*. Khawer academic Publisher Printed in the Netherlands 12:151-166.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius.
- Ellison AM. 2008. Managing Mangroves with Benthic biodiversity in mind moving beyond. *Journal of sea research* 59:2-15.
- Fratini S, Vigiani V, Vannini M, Cannicci S. 2004. *Terebralia palustris* (Gastropoda: Potamididae) in a Kenyan mangal: size structure, distribution and impact on the consumption of leaf litter. *Marine Biology* 144:1173-1182.
- Gilber AJ, Janssen R. 1998. Use of environmental functions to communicate the values of a mangrove ecosystem under different management regimes. *Ecological Economics* 25:323-346.
- Gunarto. 2004. Konservasi Mangrove Sebagai Pelindung Sumberdaya Hayati Perikanan Pantai. *Jurnal Litbang Pertanian* 2 (1).
- Hamilton LS, Snedaker S. 1984. *Handbook for Mangrove are Management United Nations Environmental Program and east west Center*. Environmental and Police Institut: 123.

- Halmer M, Olsen AB. 2002. Role of decomposition of Mangrove and seagrass detritus in sediment, carbon and nitrogen cycling in a tropical Mangrove forest. *Marine ecology progress series* 230:87-101.
- Hasan R. 2006. *Pengembangan Kelembagaan Partisipatif untuk Melestarikan Ekosistem Hutan Mangrove di Kabupaten Indramayu dan Subang, Jawa Barat* [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hidayah HA. 1992. *Kajian Biofisik Wanawisata di Kesatuan Pemangkuan Hutan Banyumas Timur dan Kaitannya dengan Pengunjung* [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Johnston D, Van T, Tuan TT, Xuan TT. 2000. Shrimp seed recruitment in missed shrimp and mangrove forestry farms in ca mau province southern Vietnam. *Agriculture* 184:89-104.
- Kathiresan K, Bingham BL. 2001. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystem. *Advances in marine Biology* 40:81-251.
- Khazali MDG, Bengen DG, Nikijuluw VPH. 2002. Kajian Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Mangrove (Studi Kasus Desa Karangsong, Kecamatan Indramayu, Jawa Barat. *Jurnal Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan* 4(3):29-42.
- Kovacs JM. 1999. Assessing Mangrove use local scale landscape. *Urban planning* 43:201-208.
- Kristensen E, Bouillon S, Dittmar T, Marchand C. 2008. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. *Aquatic Botany* 89:201-219.
- Kusnendar E, Pudjihartono. 1985. *Pedoman Budidaya Tambak*. Balai Budidaya Air Payau Jepara. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- Kuswadi, Mutiara E. 2004. *Statistik Berbasis Komputer untuk Orang-Orang Nonstatistik (stanon)*. Cara Mudah dan Cepat Memahami Statistik Berbasis Komputer dan Aplikasinya. Penerbit PT. Elex Media Komputindo. Kelompok Gramedia. Jakarta.
- Laegdsgard P, Johnson C. 2001. Why do juvenile fish utilize Mangrove habitats. *Journal of Environmental Marine Biology and Ecology* 257:229-259.
- Lugo AE. 1990. *Mangrove of the Pacific Island Research Opportunitis*. Pacific Southwest Research Station Berkeley California.
- MacDonald JA, Shahrestani S, Weis JS. 2009. Behavior and space utilization of two common fishes within Caribbean mangroves: implications for the

- protective function of mangrove habitats. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 84: 195-201.
- Mustafa A. Sammu J. 2007. Effect of different remediation techniques and dosiges of phosphorus fertilizer on soil quality and klekap production in acid sulphate soil- affected aquaulture ponds. *Indonesian Aquaulture Journal* 2 (2):141-157
- Mac Nae. 1968. General Ancount of the Fauna and Flora of Mangrove Swamp and Forestin the Indowest pacific region. *Adu.Mer.Biol.* 6:732-70.
- Malik A. 2005. *Strategi Pengembangan Wisata Bahari di Kepulauan Pulau Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai* [Tesis]. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Mahmuddin. 2007. *Kajian Penerapan Silvofihery dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Studi Kasus Desa Dabung, Kecamatan Kebu, Kabupaten Pontianak* [Tesis]. Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung.
- Madhumita R, Santanu R, Phani BG. 2012. Modelling of impact of Detritus on Detritivoorus Food Chain of Sundarban Mangrove Ecosystem, India. *Procedia Environmental Sciences* 13:377-390
- Mauricio CH, Hector A, Gonzalez O, Antonio UG, Gerardo RQ. 2013. Mangrove forest and artisanal fishery in the southern part of the gulf of California. *Journal of Ocean and Coastal Management* 7:57-70.
- Meilani MM. 1996. *Studi Pemanfaatan Hutan Mangrove Untuk Usaha Perikanan*. Studi Kasus di Desa Mayangan, Pamanukan, Kabupaten Subang, Jawa Barat [Skripsi]. Program Studi Sosial Ekonomi Perikanan, Fakultas Perikanan – IPB. Bogor.
- Mintardjo KA, Sunaryanto, Utamitiningsih, Hermianingsih. 1985. *Pedoman Budidaya Tambak*. Balai Budidaya Air Payau Jepara. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- Midlen A, Pedding T. 2003. *Environmental Management for Aquaculture*. University of Hull International Fisheries Insititude Kingston- Upon. Hul. Uk. Kluwer academic Publisher Pordecht Baston. London.
- Murtidjo BA. 2002. *Budidaya dan Pembenihan Bandeng*. Kanisius. Yogyakarta.
- Naamin N. 1990. *Penggunaan hutan mangrove untuk budidaya tambak. Keuntungan dan kerugiannya*. Dalam Prosiding Seminar IV Ekosistem hutan mangrove. MAB Indonesia- LIPI. Bandarlampung.
- Nasendi BD, Anwar A. 1985. *Progam Linear dan Variasinya*. Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Gramedia. Jakarta.

- Najamuddin. 1996. *Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah pada dua Model Wanamina di Hutan Bakau Rakyat Tongke Tongke Kabupaten Sinjai* [Skripsi]. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nagelkerken I, Velde G. 2004. Relatif importance of interlinked Mangroves and seagrass beds as feeding habitats for juvenile reef fish. *On Caribbeand Island* 274:153-159.
- Nagelkerken I, Faunce CH. 2008. What makes mangroves attractive to fish? Use of artificial units to test the influence of water depth, cross-shelf location, and presence of root structure. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 79:559-565.
- Nessa N, Manoarfa W, Jompa J. 2002. *Pengembangan Kebijakan Pengendalian Kerusakan Ekosistem Pesisir dan Lautan, Sulawesi Selatan*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Niartiningsih A. 1996. *Studi Tentang Komunitas pada Musim Hujan dan Kemarau di Hutan Bakau Rakyat Sinjai Timur, Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai* [Tesis]. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nurdjana ML. 1985. *Pedoman Budidaya Tambak, Balai Budidaya Air Payau Jepara*. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- Nurdjana ML. 2009 *Potensi dan Usaha Perikanan budidaya pada Ekosistem Mangrove Secara Berkelanjutan*. Artikel Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan. [http:// Com/docs/10177404](http://Com/docs/10177404). Dikunjungi p Tanggal 25 Nopember 2009. Hal 1-11.
- Nurkin B. 1995. *Prosiding Hasil Seminar Penelitian*. Pusat Studi Lingkungan Hidup. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nur SH. 2002. *Pemanfaatan Ekosistem Mangrove Secara Lestari untuk Tumpangsari di Kabupaten Indramayu Jawa Barat* [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Nurani TW, Kusnaiti S. 2006. *Pengembangan Perikanan Tangkap dan Pariwisata Secara Terpadu di Baron Kabupaten Gunung Kidul*. Buletin Pemanfaatan Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. vol. XV. hal:179-191.
- Nybakken JW. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Odum EP. 1996. *Dasar Dasar Ekologi* Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ooi AL, Chong VC. 2011. Larval fish assemblages in a tropical mangrove estuary and adjacent coastal waters Offshore-inshore flux of marine and estuarine species. *Continental Shelf Reseach* 31:1599-1610.
- Oktawati NO, Adrianto L, Fahrudin A. 2007. Analisis Eksternalitas pada Pemanfaatan Ekosistem Mangrove di Kecamatan Muara Badak Kalimantan Timur. *Jurnal Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor 8(2):19-28.
- Paryono TJ. 1999. Kajian Ekonomi Pengelolaan Tambak di Kawasan Mangrove Segara Anakan. *Jurnal Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor 2(3):8-16.
- Palavesan AS, Beena, Emmanuel G. 2005. A Method for the estimation of detritus energi generation aquatic. *Turkish journal of fisheries and aquatic* 5:49-52.
- Perhutani. 1998. *Pelaksanaan Program Perhutanan Sosial dengan Sistem Silvofishery pada Kawasan Hutan Payau di Pulau Jawa*. Perum Perhutani. Jakarta.
- Poernomo A. 1992. *Pemilihan Lokasi Tambak Udang Berwawasan Lingkungan*. Seri Pengembangan Hasil Pertanian, No. PHP/ KAN/ PATEK /004/1992.
- Prasita UD. 2007. *Analisis Daya Dukung Lingkungan dan Optimalisasi Pemanfaatan Wilayah Pesisir untuk Pertambakan di Kabupaten Gresik* [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Quoc TV, Kuenzer C, Quang MV, Moder E, Oppelt N. 2012. Review of valuationm mehods of mangrove ecosystem services. *Ecological Indicators* 23:411-465
- Ray S, Straskraba M. 2001. The Impact of detritivorous fisher on a mangrove estuarine system. University of South Bohernia and Institute of Entomology. Academy of Science of Creah Republic Bromisongka. *Journal Ecological Medelling* 140:208-218.
- Rachmawati. 2004. *Pengembangan Pemanfaatan Ekosistem Mangrove di Sumatra Utara*. <http://library.usu.ac>. dikunjungi pada tanggal 25 April 2009.
- Rebortson A, Phillips MJ. 1999. Mangroves as Filters of Shrimp pond effluent prediction and biogeo chemical research needs. *Hidrobiologia Policulture System* 5:163-177.
- Richard JT, Robert J, Thomalla F. 2003. Resilience to natural hazards. How eseful is this consept. *Journal Enviromment Hazard* 5:35-45.

- Ronback P. 1999. Analisis the ecological basis for economic value of seafood production supported by Mangrove ekosistem. *Ecological Economis* 29:235-252.
- Robert B, Ditton S, Holland, David K, Andarson. 2002. *Recreational Fishing as Toursim*. www.fisheries.org.
- Rustam. 2005. *Analisis Dampak Kegiatan Pertambakan Terhadap Daya Dukung Kawasan Pesisir di Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan* [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Saru A. 2007. *Kebijakan Pemanfaatan Ekosistem Mangrove Terpadu dan Berkelanjutan di Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan* [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sasekumar A, Loi JJ. 1983. Litter production in three mangrove forest zones in the Malay Peninsula. *Aquatic Botany* 17:283-290.
- Sevilla, Ochave *et al.* 1993. *Pengantar Metode Penelitian*. UI Press. Jakarta.
- Setiawan AS. 2011. *Produktivitas dan laju dekomposisi serasah mangrove di Kawasan hutan mangrove Sagara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah*.
- Simith DJB, Diele K. 2008. Metamorphosis of mangrove crab megalopae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Effects of interspecific versus intraspecific settlement cues. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 362:101-107.
- Silo F, Damar A, Setyobudiandi I. 2008. Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Kecamatan Percut Sel Tuan Kabupaten Deli Serdang, Sumatra Utara. *Jurnal Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor 9(1):9-18.
- Sudipto M, Santanu R, Phani BG. 2012. Impact of mangrove litterfall on nitrogen dynamics of virgin and reclaimed islands of Sundarban mangrove ecosystem, India. *Ecological Modelling* 06:038.
- Sean M, Donald M, Somboon L, Nualanong T. 2005. Population ecology of the mud crab *Scylla olivacea* a study in the ranong mangrove ecosystem , Thailand, with emphasis on juvenile recruitn and mortality.
- Slim FJ, Hemminga MA, Ochieng C, Jannink NT, Morinie`re, Van der Velde G. 1997. Leaf litter removal by the snail *Terebralia palustris* (Linnaeus) and sesarmid crabs in an East African mangrove forest (Gazi Bay, Kenya). *Journal of Experimental Biology and Ecology* 215:35-48.

- Snedaker SC. 1978. Mangrove Their Value and Pertuantio. *Natura and Resource* 14:6-13.
- Sofyan. 2001. *Desentralisasi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Suatu Tantangan dan Peluang* [Tesis]. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sobari MP, Adrianto L, Azis N. 2006. Bulletin Penelitian Perikanan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian 6(3):1-18.
- Soerwardi K. 2011. Bahan Kuliah Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lutan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
- Stone K, Bhat M, Bhatta R, Mathews A. 2008. Factors influencing community participation in mangroves restoration: A contingent valuation analysis. *Ocean and Coastal Management* 51:476-484.
- Supriharyono. 2005. *Konservasi Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Sunari. 2006. *Sekenario kebijakan Daerah dalam Pengembangan Ekowisata di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat* [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Suyanto SR, Takarina EP. 2009. *Panduan Budidaya Udang Windu*. Penebar Swadaya. Cimanggu. Depok.
- Taiyeb. 2000. *Hutan Bakau Swadaya Masyarakat Tongke Tongke, Kabupaten Sinjai*. Prosiding Konferensi Nasional II Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Indonesia. Makassar 15-17 Mei 2007.
- Tebaiy S. 2004. *Kajian Pengembangan Ekowisata Mangrove Berbasis Masyarakat Taman Wisata Teluk Youtefa, Jayapura* [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- UNDP/UNESCO. 1987. *Mangrove of Asia in the Facipic Status and Management*. Technical report the UNDP/UNESCO Research and training pilot programme on mangrove ekosistem and the pacific RAS 79/002.
- Wabisono. 1989. *Petunjuk teknis parameter kualitas tanah dan air tambak*. Bahan kuliah peserta block manajer tambak angkatan II. Balai budidaya Air Payau Jepara, Direktorat Jenderal Perikanan Departemen Pertanian.
- Wiharyanto D, Yulianda F, Damar A. 2008. Kajian Pengelolaan Ekowisata di Kawasan Konservasi Hutan Mangrove Pelabuhan Tengkeyu II Kota Tarakan Kalimantan. *Jurnal Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor 9(2):1-11.

- William LE, Susan SB. 2013. Intertidal fish communities may make poor indicators of environmental quality: Lessons from a study of mangrove habitat modification. *j. ecolind* 24:421-430
- Yuanike. 2003. *Kajian Pengembangan Ekowisata Mangrove dan Partisipasi Masyarakat di Kawasan Nusa Lembongan, Bali* [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Yulianda F, Fahrudin A, Adrianito L, Hutabarat AA, Herteti S, Kusharyani, Kang HS. 2010. *Kebijakan Konservasi Perairan Laut dan Nilai Value Ekonomi*. Pusdiklat Kehutanan . Departemen Kehutanan Republik Indonesia.
- Zuna MY. 1998. *Analisis Ekologi-Ekonomi system tambak tumpangsari di RPH. Proponcol Desa Mayangsari Kabupten Subang* [Tesis]. Magister Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data penyebaran luas dan persentase ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai

No.	Desa/Kelurahan	Luas(ha)	Persentase
1	Balangnipa	10,00	0,74
2	Lappa	244,50	18,10
3	Samataring	280,50	20,74
4	Tongke-Tongke	350,50	25,90
5	Panaikang	145,50	10,76
6	Pasimarannu	65,50	4,81
7	Sanjai	105,50	7,81
8	Bua	135,50	10,03
9	Pattongko	15,00	11,11
Jumlah		1.351,50	100,00

Sumber: DPK Kabupaten Sinjai (2010)

Lampiran 2 Data perkembangan luas hutan mangrove di Kabupaten Sinjai (1991-2010)

No.	Tahun	Luas (ha)	No.	Tahun	Luas (ha)
1	1991	880,50	11	2001	898,50
2	1992	895,50	12	2002	898,50
3	1993	895,50	13	2003	898,50
4	1994	895,50	14	2004	898,50
5	1995	895,50	15	2005	963,50
6	1996	896,50	16	2006	1.269,50
7	1997	897,50	17	2007	1.351,50
8	1998	897,50	18	2008	1.351,50
9	1999	897,50	19	2009	1.351,50
10	2000	897,50	20	2010	1.351,50

Sumber: DPK Kabupaten Sinjai (2010)

Lampiran 3 Rekapitulasi produksi daun mangrove periode pengamatan bulan September 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	102,10	74,16	67,87	70,81	103,05
2	108,83	169,11	91,88	54,70	56,54
3	88,90	72,18	141,19	89,78	134,56
Rata-rata	99,94	105,15	82,92	67,91	87,59

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 4 Rekapitulasi produksi buah mangrove periode pengamatan bulan September 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	41,82	10,20	4,95	111,08	99,75
2	82,20	265,47	89,75	22,86	30,11
3	17,69	87,16	12,64	20,60	38,60
Rata-rata	47,24	120,94	35,78	51,51	456,17

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 5 Rekapitulasi produksi bunga mangrove periode pengamatan bulan September 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	3,05	4,33	2,60	2,43	2,70
2	4,60	1,80	3,82	2,08	11,60
3	2,11	1,85	6,04	5,30	7,11
Rata-rata	3,25	2,66	4,15	3,27	7,17

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 6 Rekapitulasi produksi ranting mangrove periode pengamatan bulan September 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	56,69	33,82	7,20	6,97	9,10
2	9,53	33,58	6,97	27,92	10,15
3	20,39	2,91	3,30	7,40	6,20
Rata-rata	28,87	24,44	5,82	14,11	8,48

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 7 Rekapitulasi produksi daun mangrove periode pengamatan bulan Oktober 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	131,86	73,79	92,87	162,63	65,29
2	55,41	72,66	149,07	112,34	73,51
3	132,56	129,44	141,19	89,78	134,56
Rata-rata	106,61	91,96	127,71	121,58	91,12

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 8 Rekapitulasi produksi buah mangrove periode pengamatan bulan Oktober 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	37,00	3,10	107,42	9,45	13,60
2	21,41	2,40	54,20	109,31	29,77
3	74,80	3,20	9,20	8,70	70,41
Rata-rata	44,40	2,90	56,94	42,49	37,93

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 9 Rekapitulasi produksi bunga mangrove periode pengamatan bulan Oktober 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	3,20	4,80	7,70	8,10	3,00
2	2,30	2,28	12,90	3,71	12,40
3	3,89	1,05	4,10	2,10	33,40
Rata-rata	3,13	2,71	8,23	4,64	16,27

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 10 Rekapitulasi produksi ranting mangrove periode pengamatan bulan Oktober 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	23,26	1,06	31,56	11,50	7,50
2	2,00	41,46	4,90	3,10	6,70
3	76,83	2,10	12,09	12,09	3,10
Rata-rata	34,03	14,87	16,18	8,92	5,77

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 11 Rekapitulasi produksi daun mangrove periode pengamatan bulan November 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	94,48	114,03	46,44	126,63	70,52
2	8,99	83,29	117,06	63,25	45,51
3	149,15	70,61	70,19	60,98	80,73
Rata-rata	84,21	89,31	71,19	83,62	65,59

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 12 Rekapitulasi produksi buah mangrove periode pengamatan bulan November 2011

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	47,60	56,32	9,07	91,85	90,40
2	18,83	70,51	40,17	53,49	6,13
3	25,10	162,03	27,17	54,48	25,59
Rata-rata	30,51	96,29	25,47	66,61	40,71

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 13 Rekapitulasi produksi bunga mangrove periode pengamatan bulan November 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	10,14	5,40	6,24	3,10	12,30
2	19,27	3,71	6,91	7,11	3,10
3	5,40	2,05	11,40	43,05	11,50
Rata-rata	11,60	3,72	8,18	17,75	8,97

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 14 Rekapitulasi produksi ranting mangrove periode pengamatan bulan November 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	19,81	11,24	8,50	2,29	8,96
2	10,11	25,60	8,17	20,32	25,12
3	9,67	2,01	20,40	20,72	15,05
Rata-rata	13,21	12,95	12,36	14,44	16,37

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 15 Rekapitulasi produksi daun mangrove periode pengamatan bulan Desember 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	95,76	88,30	119,52	98,77	78,38
2	81,46	52,14	48,27	75,21	96,14
3	116,14	61,54	65,91	125,48	124,25
Rata-rata	97,79	67,33	77,90	99,82	99,59

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 16 Rekapitulasi produksi buah mangrove periode pengamatan bulan Desember 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	112,71	91,02	169,66	79,18	77,76
2	66,09	59,27	31,37	170,38	35,55
3	57,56	2,01	143,10	7,10	31,32
Rata-rata	78,79	50,77	114,71	85,55	48,21

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 17 Rekapitulasi produksi bunga mangrove periode pengamatan bulan Desember 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	8,76	19,89	9,44	16,47	5,90
2	7,29	4,50	27,17	21,30	16,01
3	14,65	21,87	9,91	27,66	17,58
Rata-rata	10,23	15,42	15,51	21,81	13,16

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 18 Rekapitulasi produksi ranting mangrove periode pengamatan bulan Desember 2011 (gram)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	13,13	2,10	12,40	12,74	23,08
2	5,11	21,50	22,71	11,03	95,20
3	2,11	8,01	13,41	14,53	3,20
Rata-rata	6,78	10,54	16,17	12,77	40,49

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 19 Rekapitulasi produksi rata rata serasah mangrove per rasio tambak *silvofishery* (gram m⁻² th⁻¹)

Ulangan	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	805,76	594,08	707,52	814,08	671,36
2	503,20	909,29	715,36	758,08	553,60
3	796,96	630,08	639,20	578,24	705,76
Rata-rata	701,97	711,15	686,03	718,13	643,57

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 20 Jumlah total produksi serasah per rasio periode pengamatan bulan September ($\text{gram m}^{-2} \text{bln}^{-1}$)

Bagian	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daun	99,94	105,15	82,95	67,91	87,59
Buah	47,24	120,94	35,78	51,51	56,17
Bunga	3,25	2,66	4,15	3,27	7,15
Ranting	28,87	24,44	5,82	14,11	8,98

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 21 Jumlah total produksi serasah per rasio periode pengamatan bulan Oktober ($\text{gram m}^{-2} \text{bln}^{-1}$)

Bagian	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daun	106,61	91,96	127,97	121,58	91,12
Buah	44,40	2,90	26,94	42,49	37,93
Bunga	3,13	2,71	4,21	4,64	16,27
Ranting	34,03	14,83	18,18	8,92	5,77

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 22 Jumlah total produksi serasah per rasio periode pengamatan bulan November ($\text{gram m}^{-2} \text{bln}^{-1}$)

Bagian	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daun	84,21	89,31	71,91	83,62	65,59
Buah	30,51	96,29	25,47	66,61	40,71
Bunga	11,60	3,72	8,18	17,75	8,97
Ranting	13,21	12,95	12,36	14,44	16,37

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 23 Jumlah total produksi serasah per rasio periode pengamatan bulan Desember ($\text{gram m}^{-2} \text{bln}^{-1}$)

Bagian	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Daun	97,79	67,33	77,90	99,82	99,59
Buah	78,79	50,77	114,71	85,55	48,21
Bunga	10,23	15,42	15,51	21,81	13,16
Ranting	6,78	10,54	16,17	12,77	40,49

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 24 Rata rata hasil analisis kandungan unsur hara yang terdapat dalam serasah mangrove berdasarkan jenis (%)

Serasah	Kandungan Unsur Hara			
	Bahan Organik	Nitrogen	Fosfor	Kalium
Daun	11,11	2,41	0,05	0,56
Buah	3,89	2,89	0,07	0,53
Bunga	6,55	3,04	0,03	0,23
Ranting	10,68	2,57	0,08	1,16

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 25 Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan ekosistem mangrove (100%)

Hari (ke)	Ulangan			Rata-rata (sis)
	1	2	3	
0	30	30	30	30
15	25,34	25,36	25,38	25,36
30	21,45	20,24	20,30	20,33
45	15,14	15,11	15,05	15,10
60	10,40	11,90	12,86	11,72
75	9,89	9,79	9,97	9,88
90	7,91	7,46	7,56	7,64

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 26 Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan tambak *silvofishery* (60% : 40%)

Hari (ke)	Ulangan			Rata-rata (sis)
	1	2	3	
0	30	30	30	30
15	25,81	26,30	26,49	26,20
30	20,96	20,45	21,38	20,93
45	15,01	15,00	15,11	15,04
60	10,44	9,81	10,08	10,11
75	9,01	9,93	9,03	9,05
90	7,91	7,04	6,68	7,21

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 27 Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan tambak *silvofishery* (30% : 70%)

Hari (ke)	Ulangan			Rata-rata (sisal)
	1	2	3	
0	30	30	30	30
15	25,40	25,15	25,08	25,21
30	29,25	20,81	22,64	20,90
45	14,81	15,02	15,26	15,03
60	11,31	11,91	12,03	11,75
75	9,98	10,75	11,82	10,85
90	8,91	8,65	8,54	8,70

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 28 Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan tambak *silvofishery* (20% : 80%)

Hari (ke)	Ulangan			Rata-rata (sisal)
	1	2	3	
0	30	30	30	30
15	25,16	25,07	25,10	25,11
30	20,21	20,13	20,11	20,15
45	14,75	15,11	11,17	15,01
60	12,99	13,04	12,85	12,96
75	10,91	10,62	10,81	10,78
90	8,65	8,41	8,32	8,46

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 29 Laju dekomposisi serasah mangrove pada pengamatan tambak *silvofishery* (10% : 90%)

Hari (ke)	Ulangan			Rata-rata (sisal)
	1	2	3	
0	30	30	30	30
15	25,11	25,04	25,09	25,08
30	20,04	20,09	20,02	20,05
45	14,95	15,21	14,84	15,00
60	12,90	12,74	13,09	12,91
75	10,76	10,54	10,86	10,72
90	8,41	8,48	8,40	8,43

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 30 Rekapitulasi jumlah produksi budidaya utama per rasio tambak *silvofishery* (kg th⁻¹)

Uraian	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Udang windu (kg)	-	80,61	153,03	176,63	200,21
Ikan bandeng (kg)	-	240,00	420,00	480,00	540,00
Jumlah (kg)		320,61	573,03	656,63	740,21

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 31 Rekapitulasi jumlah produksi budidaya sambilan per rasio tambak *silvofishery* (kg th⁻¹)

Uraian	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Udang liar (kg)	-	65,00	35,00	30,00	20,00
Ikan liar (kg)	-	70,00	45,00	35,00	25,00
Jumlah		135,00	80,00	65,00	45,00

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 32 Rekapitulasi hasil penjualan produksi budidaya per rasio tambak *silvofishery* (Rp th⁻¹)

Jenis komoditi	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Udan windu	-	3.627.450	6.886.350	7.948.350	9.009.450
Ikan bandeng	-	3.000.000	5.250.000	6.000.000	6.750.000
Jumlah		6.627.450	12.136.350	13.948.350	15.759.450

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 33 Rekapitulasi hasil penjualan produksi budidaya sambilan dan hasil tangkapan per rasio tambak *silvofishery* (Rp th⁻¹)

Jenis komoditi	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Udang liar	-	1.625.000	875.000	750.000	500.000
Ikan liar	-	875.000	562.500	437.500	312.500
Jumlah		2.500.000	1.437.500	1.187.500	812.500

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 34 Rekapitulasi biaya investasi per rasio tambak *silvofishery* (Rp th⁻¹)

Investasi	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Sewa tambak	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000
Pintu	-	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000
Peralatan	-	450.000	450.000	450.000	450.000
Perahu	-	550.000	550.000	550.000	550.000
Jumlah	5.000.000	8.400.000	8.400.000	8.400.000	8.400.000

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 35 Rekapitulasi biaya operasional saprodi per rasio tambak *silvofishery* (Rp th⁻¹)

Oprasional	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
Pupuk urea	-	144.000	288.000	432.000	576.000
Pupuk TSP	-	80.000	160.000	240.000	320.000
Saponin	-	100.000	200.000	300.000	400.000
Kapur	-	100.000	200.000	300.000	400.000
Nener	-	160.000	280.000	320.000	360.000
Benur	-	1.125.000	1.950.000	2.250.000	2.550.000
Jumlah		1.709.000	3.018.000	3.842.000	4.606.000

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 36 Rekapitulasi biaya operasional tenaga kerja dan pembayaran pajak per rasio tambak *silvofishery* (Rp th⁻¹)

Jenis pengeluaran	R a s i o (%)				
	100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
P. Konstruksi	-	800.000	800.000	800.000	800.000
Pengelola	-	1.465.490	2.714.450	3.014.670	3.355.390
Insentif panen	-	250.000	250.000	250.000	250.000
Peralatan	-	100.000	100.000	100.000	100.000
Pajak	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Jumlah	1.500.000	4.115.490	5.364.670	5.664.670	6.005.390

Sumber: Hasil analisis (2011)

Lampiran 37 Hasil uji statistik dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap parameter ekologi per rasio tambak *silvofishery*

Parameter ekologi		Respon	Rasio				
			100 : 0	60 : 40	30 : 70	20 : 80	10 : 90
1	Produksi serasah.	21.030-	1.967a	12.816a	6.120a	4.298a	1.967a
2	Bahan organik	P<0,05	4.50a	2.61b	1.28bc	0.87c	0.61c
3	Nitrogen	P<0,05	1.34a	0.84b	0.41c	0.29c	0.13c
4	Fosfor	P<0,05	356.10a	190.86b	88.76c	61.81c	28.25c
5	Kalium	P<0,05	995.36a	443.34b	190.62b	128.97b	77.11b
6	Laju dekomposisi.	P<0,05	3.727a	3.697ab	3.553c	3.580bc	3.590bc
7	pH tanah tambak	P<0,05	4.30b	5.83a	6.20a	6.43a	6.67a
8	Bahan organik tambak	p>0,05	8.78a	7.33a	7.40a	7.09a	6.60a
9	Nitrogen tambak.	p>0,05	0.26a	0.18a	0.18a	0.19a	0.17a
10	Fosfor tambak.	P<0,05	53.58b	173.19a	63.9b2	94.14b	67.47b
11	Kalium tambak.	p>0,05	234.33a	221.33b	25.00c	233.33a	174.67d
12	Besi	P<0,05	0.20b	0.19b	0.20b	0.28a	0.30a
13	Suhu air tambak	P<0,05	28.95c	29.60bc	29.95b	30.08b	30.90a
14	pH air tambak	P<0,05	6.88d	7.13c	7.23bc	7.32ab	7.50a
15	Salinitas	p>0,05	30.23a	30.10a	30.73a	30.88a	30.05a
16	Oksigen terlarut	p>0,05	3.95ab	3.98ab	4.05a	4.00ab	3.53b
17	Kecerahan	p>0,05	31.78a	33.25a	30.75a	32.75a	28.00a
18	Amoniak	P<0,05	0.07b	0.15a	0.08b	0.10b	0.07b
19	Posfor	P<0,05	0.12bc	0.18a	0.17ab	0.15ab	0.10c
20	Plankton	P<0,05	683.00	350.00	144.00	187.00	295.82
21	Bonthos	P<0,05	978.00	662.00	652.00	326.00	326.00

Sumber: Hasil analisis (2012)

Lampiran 38 Hasil produksi perikanan laut dan tangkap nener dan benur (1991-2010)

Tahun	P r o d u k s i (ton/ekor)			
	Tangkapan	Budidaya	Nener	Benur
1991	11.254,30	30,21	2.793	1.543
1992	20.748,74	39,16	2.927	1.597
1993	22.738,46	41,33	2.245	1.689
1994	10.197,70	44,80	2.357	1.651
1995	20.309,69	57,70	2.615	1.610
1996	19.679,20	60,03	2.970	6.251
1997	21.767,30	83,41	7.496	14.624
1998	25.054,10	93,58	21.783	16.979
1999	22.074,15	98,04	56.011	25.279
2000	19.971,51	99,01	59.045	37.431
2001	22.731,00	112,00	73.703	49.983
2002	22.689,90	147,00	121.416	65.730
2003	23.290,50	157,00	245.713	71.452
2004	23.904,80	169,80	391.807	86.754
2005	24.923,70	184,30	437.910	90.138
2006	24.577,00	5.889,50	403.750	92.943
2007	24.682,00	4.271,50	580.730	120.731
2008	25.861,78	4.042,40	676.000	125.000
2009	25.755,11	2.975,81	1.353.600	246.095
2010	25.806,00	4.882,00	1.914.500	487.000

Sumber: DKP Sinjai (1990, 1995, 2000, 2005, 2007 dan 2010)

Lampiran 39 Hasil penilaian responden tentang bobot atau proporsi ekologi dan ekonomi pada pengelolaan tambak *silvofishery*

No.	N ama Responden	Instansi	Ekologi	Ekonomi
1	Prof.Dr.Ir. Cecep Kusmana, M.Sc.	IPB	50	50
2	Dr.Ir. Achmad Fahrudin, M.Si	IPB	70	30
3	Prof.Dr.Ir. Kadarwan Soewardi	IPB	60	40
4	Dr.Ir. Luky Adrianto, M.Sc.	IPB	60	40
5	Dr.Ir. Etty Riani, M.Si	IPB	50	50
6	Dr.Ir. Sigid Hariyadi, M.Sc.	IPB	60	40
7	Prof.Dr.Ir. Setyo Budi Susilo, M.Si	IPB	60	40
8	Dr.Majariana Krisanti, S.Pi, M.Si	IPB	60	40
9	Prof. Dr. Ir. Achmar Mallawa, DEA	UNHAS	60	40
10	Prof. Dr. Ir. Akhmad Mustafa, MP	BPPBAP	50	50
11	Dr. Ir. Lukman Daris, M.Si	BPPKP	50	50
12	Dr. Ir. A. Ghuftron Mustofa, M.Si	POLITANI	50	50
13	Dr. Ir. Usman, M.Si	BPPBAP	50	50
14	Dr. Ir. Asbar, M.Si	UMI	60	40
Mean			56	44

Sumber: Hasil wawancara (2013)

Lampiran 40 Hasil penilaian responden tentang kriteria ekologi dari kualitas serasah mangrove yang paling berpengaruh pada pengelolaan *silvofishery*

No.	Nama Responden	Kualitas Serasah	Kualitas Tanah	Kualitas Air
1	Prof.Dr.Ir. Cecep Kusmana, M.Sc.	a	b	a
2	Dr.Ir. Achmad Fahrudin, M.Si	a	b	c
3	Prof.Dr.Ir. Kadarwan Soewardi	a	b	a
4	Dr.Ir. Luky Adrianto, M.Sc.	a	c	b
5	Dr.Ir. Etty Riani, M.Si	a	a	a
6	Dr.Ir. Sigid Hariyadi, M.Sc.	a	a	a
7	Prof.Dr.Ir. Setyo Budi Susilo, M.Si	a	b	a
8	Dr.Majariana Krisanti, S.Pi, M.Si	a	b	a
9	Prof. Dr. Ir. Achmar Mallawa, DEA	a	b	a
10	Prof. Dr. Ir. Akhmad Mustafa, MP	a	a	c
11	Dr. Ir. Lukman Daris, M.Si	a	c	e
12	Dr. Ir. A. Ghufon Mustofa, M.Si	a	c	a
13	Dr. Ir. Usman, M.Si	a	b	a
14	Dr. Ir. Asbar, M.Si	a	c	a
Modus		B.Organik	B.Organik	pH Air

Lampiran 41 Hasil penilaian responden tentang bobot dari kriteria ekologi dalam sistem tambak *silvofishery*

No.	Nama Responden	Kualitas Serasah	Kualitas Tanah	Kualitas Air
1	Prof.Dr.Ir. Cecep Kusmana, M.Sc.	40	30	30
2	Dr.Ir. Achmad Fahrudin, M.Si	60	20	20
3	Prof.Dr.Ir. Kadarwan Soewardi	50	25	25
4	Dr.Ir. Luky Adrianto, M.Sc.	60	15	25
5	Dr.Ir. Etty Riani, M.Si	33,5	33,5	33,5
6	Dr.Ir. Sigid Hariyadi, M.Sc.	40	25	35
7	Prof.Dr.Ir. Setyo Budi Susilo, M.Si	30	35	35
8	Dr.Majariana Krisanti, S.Pi, M.Si	50	30	20
9	Prof. Dr. Ir. Achmar Mallawa, DEA	50	30	20
10	Prof. Dr. Ir. Akhmad Mustafa, MP	45	35	20
11	Dr. Ir. Lukman Daris, M.Si	40	30	30
12	Dr. Ir. A. Ghufon Mustofa, M.Si	40	35	25
13	Dr. Ir. Usman, M.Si	60	25	15
14	Dr. Ir. Asbar, M.Si	50	30	20
Mean		46	28	26

Lampiran 42 Hasil penilaian responden tentang bobot dari kriteria ekonomi dalam sistem tambak *silvofishery*

No	Nama Responden	B.Utama	B.Sambilan	Nilai Manfaat
1	Prof.Dr.Ir. Cecep Kusmana, M.Sc.	50	30	20
2	Dr.Ir. Achmad Fahrudin, M.Si	50	30	20
3	Prof.Dr.Ir. Kadarwan Soewardi	60	20	20
4	Dr.Ir. Luky Adrianto, M.Sc.	60	15	25
5	Dr.Ir. Etty Riani, M.Si	50	20	30
6	Dr.Ir. Sigid Hariyadi, M.Sc.	30	30	40
7	Prof.Dr.Ir. Setyo Budi Susilo, M.Si	40	20	40
8	Dr.Majariana Krisanti, S.Pi, M.Si	30	20	50
9	Prof. Dr. Ir. Achmar Mallawa, DEA	50	40	10
10	Prof. Dr. Ir. Akhmad Mustafa, MP	40	20	40
11	Dr. Ir. Lukman Daris, M.Si	40	25	35
12	Dr. Ir. A. Ghufro Mustofa, M.Si	40	30	30
13	Dr. Ir. Usman, M.Si	40	30	30
14	Dr. Ir. Asbar, M.Si	50	20	30
Mean		45	25	30

Lampiran 43 Kuesioner MCDMA optimasi pengelolaan silvofishery di Kawasan Pesisir Kabupaten Sinjai

Nama :

Instansi :

Alamat :

1. Dalam menentukan optimasi *silvofishery* menurut bapak/ibu berapa proporsi/bobot dari masing-masing kriteria berikut:

a. Ekologi (.....%)

b. Ekonomi (.....%)

2.1 Menurut bapak/ibu dalam sistem tambak *silvofishery*, variabel apa yang paling berpengaruh terkait produksi serasah?

a. Bahan organik

b. Nitrogen

c. Fosfor

d. Kalium

2.2 Menurut bapak/ibu dalam sistem tambak *silvofishery*, variabel kualitas tanah yang paling berpengaruh adalah:

a. pH tanah

b. Bahan organik tanah

c. Nitrogen

d. Fosfor

e. Kalium

f. Besi

2.3 Menurut bapak/ibu dalam sistem tambak *silvofishery*, variabel kualitas air yang paling berpengaruh adalah:

a. pH Air

b. Suhu

c. Oksigen

d. Kecerahan

e. Amoniak

f. Fosfor

3.1 Menurut bapak/ibu dari masing-masing variabel yang paling berpengaruh tersebut (ekologi), berapa proporsi/bobot dalam sistem pengelolaan *silvofishery*.

a. Produksi serasah/..... (.....%)

b. Kualitas tanah/..... (.....%)

c. Kualitas air/..... (.....%)

3.2 Menurut bapak/ibu dari masing-masing variabel yang paling berpengaruh tersebut (ekonomi), berapa proporsi/bobot dalam system pengelolaan *silvofishery*.

a. Budidaya Utama (.....%)

b. Budidaya Sambilan (.....%)

c. Nilai Manfaat..... (.....%)