

PERTUMBUHAN BAKAU (*Rhizophora mucronata* Lamk) DAN PRODUKTIVITAS SILVOFISHERY DI KABUPATEN KUPANG (*Growth of Mangrove (Rhizophora mucronata Lamk) and Productivity of Silvofishery Units at Kupang Regency*)*

M. Hidayatullah dan/and Aziz Umroni

Balai Penelitian Kehutanan Kupang
Jln. Untung Suropati No. 7 (Belakang) Po Box 69 Kupang 85115 NTT
Tlp. (0380) 823357, Fax. (0380) 831068; email dayat_kpg@yahoo.com

*Diterima : 01 Mei 2012; Disetujui : 12 November 2013

ABSTRACT

Conversion of mangrove areas in Kupang Regency to fishpond, settlement, industry, tourism, and others has decreased quality of mangrove ecosystem. Silvofishery is an integrated model that considers both economically benefit and conservation. This research was aimed to determine the effect of silvofishery to fishpond productivity and environmental quality. This research used descriptive quantitative methods. The observed parameter were salinity, pH, Chemical Oxygen Demand (COD), and Biological Oxygen Demand (BOD), plant growth and milkfish growth. Plots used in this research consisted of four demonstration plots (demplots) of silvofishery (e.g. A, B, C, D plots) with spacing variations of mangrove and three plots for measuring water quality, namely fishponds with mangroves, fishponds without mangroves, and ex-ponds with mangrove where fish were no longer cultivated. Results showed that water of the three fishpond plots has low salinity (7-7.7%), pH neutral to slightly alkaline (7.8-8.8), polluted water (COD = 98.2-172.9 mg/l, and BOD = 5.6-5.8 mg/l) but within the threshold. Silvofishery activities in Bipolo was feasible to develop and financially profitable, according to the value of BCR >1. Mean of plant growth and weight gain of milkfish in plots C higher than the plots A and B.

Keywords: Mangrove, milkfish, silvofishery, water quality

ABSTRAK

Perubahan kawasan mangrove menjadi tambak banyak terjadi di Kabupaten Kupang. *Silvofishery* merupakan model pengusahaan tambak yang terpadu dengan konservasi sehingga nilai ekonomi dan ekologi dapat dicapai secara bersamaan. Tujuan penelitian untuk memperoleh informasi tentang besarnya pengaruh *silvofishery* terhadap produktivitas tambak dan kualitas lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan parameter kualitas air, pertumbuhan tanaman, dan pertumbuhan bandeng. Plot yang digunakan dalam penelitian ini meliputi plot *silvofishery* dan plot untuk pengukuran kualitas air. Plot *silvofishery* terdiri atas plot A, B, C, dan D dengan variasi jarak tanam. Plot pengukuran kualitas air meliputi: tambak dengan mangrove, tambak tanpa mangrove, dan tambak dengan mangrove yang sudah tidak dibudidayakan ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter kualitas air di dalam tiga plot tambak adalah: (1) salinitas yang rendah berkisar antara 7-7,7%; (2) pH netral sampai agak basa atau 7,8-8,8; (3) *Chemical Oxygen Demand* (COD) antara 98,2-172,9 mg/l atau dikategorikan sebagai air tercemar; dan (4) *Biological Oxygen Demand* (BOD) antara 5,6-5,8 mg/l atau masih dalam batas ambang. Kegiatan *silvofishery* di Bipolo layak untuk dikembangkan dan menguntungkan secara finansial, dilihat dari nilai BCR >1. Rata-rata pertumbuhan tanaman dan penambahan berat ikan pada plot C lebih tinggi dibandingkan dengan plot A dan B.

Kata kunci: Mangrove, bandeng, *silvofishery*, kualitas air

I. PENDAHULUAN

Data mengenai luas hutan mangrove di Indonesia sangat bervariasi. Direktorat Jenderal Rehabilitas Lahan dan Perhutanan Sosial (Dirjen RLPS (2001) dalam Gunarto (2004) menyebutkan luas hutan

mangrove di Indonesia pada tahun 1999 mencapai 8,60 juta hektar akan tetapi sekitar 5,30 juta hektar (61,63%) dalam keadaan rusak. Pada tahun 2005 menurut FAO (2007) luas hutan mangrove di Indonesia tersisa 3,06 juta hektar. Tahun 2007 Kementerian Kehutanan merilis da-

ta terbaru luasnya menjadi 7,76 juta hektar atau berkurang 10%, sementara itu Spalding *et al.* (2010) menyebutkan luas hutan mangrove di Indonesia tersisa 3.189.159 hektar. NASA tahun 2010 mengeluarkan data selama rentang 1980-2000 mangrove di Indonesia telah berkurang 35% dari luasan 4,2 juta hektar menjadi sekitar 2,73 juta hektar (Bakar, 2012).

Nusa Tenggara Timur (NTT) mempunyai hutan mangrove seluas 40.615,50 ha dengan kondisi 14.550,91 ha atau 35,82% (kerusakan rendah sampai sedang), 17.943,04 ha atau 44,18% (kerusakan sedang), dan 8.121,55 ha atau 19,99% (kerusakan berat) (Njurumana & Anwar, 2006). Tingkat kerusakan mangrove, baik lokal maupun nasional sudah pada taraf yang mengkhawatirkan. Pemerintah melalui Perpres No. 73 tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove (SNPEM) memberikan arahan tentang sinergitas pengelolaan mangrove secara nasional. Regulasi ini mengamanatkan pembentukan kelompok kerja mangrove (*working group*) nasional dan daerah. Kelompok Kerja Mangrove Nasional (KKMN) adalah forum berkumpulnya parapihak yang membidangi kawasan mangrove yaitu: Kementerian Dalam Negeri, Kementerian Kehutanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Badan Informasi Geomatika (Bakosurtanal), Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Lembaga Swadaya Masyarakat, dan Pemerintah Daerah.

Pembentukan pokja mangrove di daerah diharapkan meningkatkan partisipasi masyarakat dan pihak lainnya untuk menyelamatkan mangrove. Tergabungnya Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dalam kelembagaan KKMN/D diharapkan mampu mendorong partisipasi masyarakat, saat ini KKMD Provinsi NTT sudah terbentuk melalui Keputusan Gubernur, dan diharapkan segera terbentuk KKMD pada tingkat kabupaten/kota sehingga koordinasi dalam pembangunan

hutan mangrove dapat berjalan dengan baik. Keterlibatan masyarakat sangat diperlukan untuk menumbuhkan pemahaman dan kesadaran mereka, karena masyarakat memegang peran sangat penting dalam kaitan dengan keberadaan hutan mangrove.

Partisipasi masyarakat khususnya petani tambak untuk perbaikan kondisi mangrove dalam skala mikro dapat dilakukan melalui pengelolaan tambak yang ramah lingkungan. *Silvofishery* dapat dijadikan sebagai alternatif pengelolaan tambak yang memadukan antara budidaya ikan dengan penanaman mangrove sehingga manfaat ekonomi dan konservasi dapat dicapai secara bersamaan. Melalui kegiatan *silvofishery* masyarakat masih dapat melakukan aktivitas budidaya dengan tetap memperhatikan aspek konservasi.

Penelitian ini bertujuan untuk: (a) mengetahui pengaruh *silvofishery* terhadap kualitas air tambak, (b) mendapatkan data tentang produktivitas dan nilai ekonomi *silvofishery* serta, (c) mendapatkan data tentang pertumbuhan tanaman bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk) dalam plot *silvofishery*. Diharapkan penelitian ini bermanfaat bagi pihak terkait sebagai salah satu model pendekatan (*good practice*) ke masyarakat dalam pengelolaan tambak yang ramah lingkungan dan memperhatikan aspek konservasi.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada plot *silvofishery* yang dikelola masyarakat di Desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang, NTT pada titik koordinat 10⁰ 01' 59,25'' S dan 123⁰ 48' 12,76'' E. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Desember 2011.

Desa Bipolo merupakan salah satu desa yang ada di wilayah pesisir di mana sebagian penduduknya bermata

pencaharian sebagai nelayan dan petani tambak. Luas desa Bipolo adalah 41,47 km² atau 15,35% dari seluruh wilayah kecamatan Sulamu. Curah hujan pada tahun 2009 adalah 1.691 mm, lebih rendah dibandingkan dengan tahun 2008 yang mencapai 1.910 mm. Suhu rata-rata harian berkisar antara 25-32,2⁰C, perbandingan jumlah bulan basah dan bulan kering sama yaitu 6 bulan setiap tahunnya (BPS Kabupaten Kupang, 2009).

Keadaan umum sumberdaya lahan di Desa Bipolo terdiri dari beberapa formasi lahan meliputi dataran alluvial, lembah alluvial, perbukitan, teras, rawa, pegunungan, dan pantai. Masyarakat banyak yang melakukan aktivitas pada dataran alluvial untuk usaha budidaya pertanian lahan basah dan lahan kering, sedangkan pada lahan rawa banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dengan melakukan aktivitas budidaya perikanan tambak.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah plot *silvofishery* tahun 2009 dengan tanaman bakau (*R. mucronata*) sedangkan ikan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah jenis bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). Plot yang digunakan dalam penelitian ini meliputi plot *silvofishery* dan plot untuk pengukuran kualitas air. Plot *silvofishery* terdiri atas plot A, B, C, dan D dengan variasi jarak tanam berturut-turut adalah: 2 m x 2 m, 2 m x 1 m, 3 m x 2 m, dan 1 m x 1 m. Plot pengukuran kualitas air meliputi: tambak dengan mangrove, tambak tanpa mangrove, dan tambak dengan mangrove yang sudah tidak dibudidayakan ikan.

C. Metode Penelitian

Pengamatan dan pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi:

1. Pertumbuhan Tanaman Bakau dalam Plot *Silvofishery*

Menurut Thojib (1988) pertumbuhan pohon merupakan hasil interaksi antara

faktor lingkungan dan faktor genetik yang mengontrol kualitas seperti tinggi dan keliling pohon dan kuantitasnya. Baker (1950) dalam Syah (2011) mengatakan bahwa yang dimaksud dengan pertumbuhan pada suatu pohon adalah pertambahan tumbuh dalam besar dan pembentukan jaringan baru, pertumbuhan tersebut dapat diukur dari pertambahan tinggi dan diameter batang. Lebih lanjut dikatakan bahwa pertumbuhan diameter pohon sangat penting dalam bidang kehutanan terutama untuk jenis-jenis yang menghasilkan kayu gergajian.

Parameter pertumbuhan tanaman bakau yang diukur meliputi: tinggi, diameter, dan jumlah akar. Data dianalisis secara kuantitatif dengan menghitung penambahan setiap parameter pengamatan, selanjutnya dianalisis secara statistik menggunakan *software* statistik.

2. Pengamatan Kualitas Air

Perubahan salinitas dapat disebabkan oleh proses biologis yang terjadi di dalam perairan, serta adanya interaksi antara perairan tambak dengan lingkungan sekitarnya. Secara umum parameter-parameter yang mengalami perubahan dapat digolongkan ke dalam parameter kimia, fisika, dan biologi air (Raswin, 2003). Menurut Noor (2000) beberapa faktor kimia, fisika, dan biologi yang harus diperhatikan pada pembesaran ikan bandeng adalah salinitas, suhu, kecerahan, pH, oksigen terlarut, serta kandungan klekap dan plankton. Kualitas air yang tidak memenuhi akan mempengaruhi perkembangan bandeng selama dalam proses pemeliharaan. Baku mutu kriteria kualitas air tambak yaitu salinitas berkisar 10-35‰, pH 6-9, BOD < 6 mg/l, TSS < 20 mg/l, dan kekeruhan 40 mg/l.

Pengujian kualitas air tambak dilakukan pada tiga lokasi yang berbeda yaitu: (1) tambak *silvofishery*, (2) tambak tanpa tanaman mangrove, dan (3) plot tanaman mangrove tanpa kegiatan budidaya ikan. Parameter kualitas air yang diamati adalah pH, TSS, TDS, kekeruhan, salinitas,

COD, dan BOD. Sampel air dianalisis di Laboratorium Badan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur.

3. Produktivitas Bandeng

Pengukuran produktivitas bandeng dilakukan melalui penimbangan berat bandeng selama tiga periode pengamatan yaitu pada umur nol bulan, tiga bulan, dan tujuh bulan. Jumlah gelondongan yang dibudidayakan adalah sebanyak 27.000 dengan rincian plot A sebanyak 6.000 individu, plot B sebanyak 6.000 individu, dan plot C sebanyak 15.000 individu. Pengukuran berat bandeng dilakukan dengan metode *sampling*, jumlah sampel sebanyak 20 individu per plot yang diambil secara acak dengan jala. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari ketika suhu di dalam tambak masih rendah, hal ini dilakukan untuk menghindari stres pada bandeng.

Sampel diambil secara acak dari setiap plot, dengan asumsi bahwa semua bandeng yang ada di dalam tambak mendapat perlakuan yang sama sehingga memiliki peluang yang sama untuk dijadikan sebagai sampel. Selanjutnya data tersebut dibahas secara deskriptif untuk melihat pengaruh antara produktivitas tambak pada masing-masing plot. Produktivitas bandeng dianalisis secara kuantitatif dengan menghitung berat timbang bandeng pada plot A, B, dan C.

4. Benefit Cost Ratio (B/C) dari Kegiatan *Silvofishery*

Cost Benefit Analysis (CBA) dilakukan untuk menghitung nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) melalui selisih antara manfaat dan jumlah biaya yang dikeluarkan dalam pelaksanaan suatu kegiatan. Menurut Gray *et al.* (1997), *BCR* digunakan untuk menentukan suatu proyek sebaiknya dilanjutkan atau tidak berdasarkan rasio *benefit* dan *cost*. Untuk menghitung *B/C ratio* rumus yang digunakan (Gray *et al.*, 1997) adalah:

$$B/C \text{ ratio} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

Keterangan (*Remarks*):

B_t = *Benefit* pada tahun ke- t (*Benefit in year-t*)

C_t = *Cost* pada tahun ke- t (*Cost in year-t*)

$(1+i)^t$ = *Discount factor*

$BCR > 1$ = Manfaatnya positif dan layak untuk dilakukan karena menguntungkan secara ekonomi (*Positive benefits to be continued due to economically profitable*)

$BCR < 1$ = Manfaatnya negatif dan tidak layak untuk dilakukan karena tidak menguntungkan secara ekonomi (*Negative benefits and not feasible because it is not economically profitable*)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan Tanaman Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk)

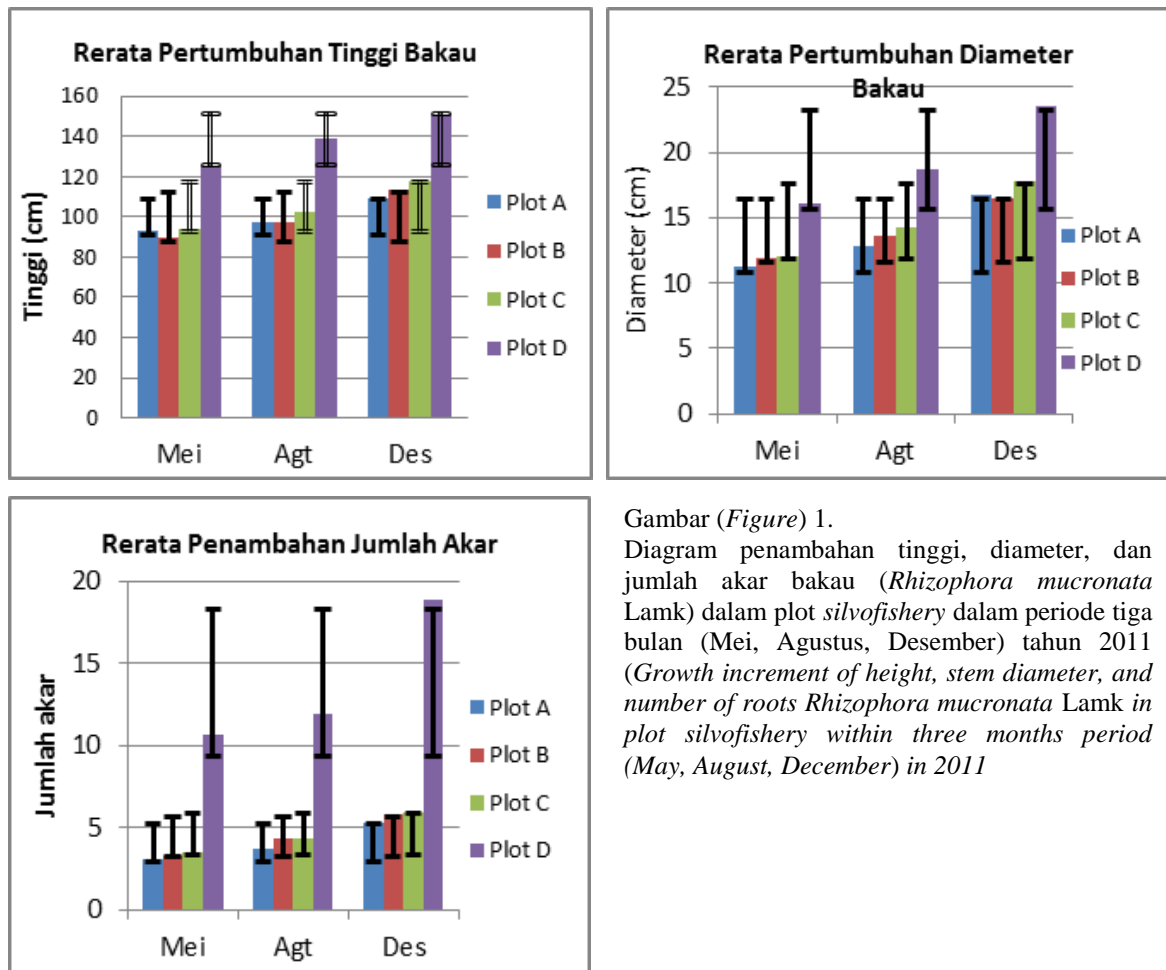
Pengamatan selama tahun 2011 dilakukan sebanyak tiga kali yaitu bulan Mei, Agustus, dan Desember, rata-rata penambahan tinggi tanaman dalam delapan bulan terakhir berkisar antara 14,05 cm (plot C) sampai 25,73 cm (plot D). Pertumbuhan tanaman bakau pada masing-masing plot disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa pada plot D menunjukkan rata-rata pertumbuhan tertinggi dibanding plot lainnya yaitu penambahan tinggi sebesar 25,73 cm dalam tiga kali pengamatan. Hal ini diduga karena lokasi plot D ada pada saluran utama saluran pasang surut sehingga pertukaran air tambak berjalan lebih baik, hal serupa juga terjadi pada plot C. Sementara itu, pada plot A dan B tidak dapat dijangkau oleh air pasang surut karena lokasinya jauh dari garis pantai sehingga penggantian air berlangsung dalam waktu yang relatif lama. Pada plot A dan B juga terdapat indikasi serangan hama ulat kantong yang menyerang daun sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman.

Perkembangan tanaman pada masing-masing plot dapat berbeda sesuai dengan daya dukung lingkungan dan pola adaptasinya. Pertumbuhan tanaman mangrove pada masing-masing plot dalam

Tabel (Table) 1. Dinamika tegakan mangrove pada plot *silvofishery* (*Dynamics of mangrove stands in silvofishery plots*)

Plot (Plots)	Jarak tanam (Spacing) (m ²)	Jumlah pohon (Number of trees)	Tinggi rata-rata per tiga bulan (Average height per three months) (cm)			Δ rata-rata (Average)	Diameter rata-rata per tiga bulan (Average diameter per three months) (mm)			Δ rata-rata (Average)	Jumlah akar rata-rata per tiga bulan (Average number of roots per three months)			Δ rata-rata (Average)
			Mei 2011	Agt 2011	Des 2011		Mei 2011	Agust 2011	Des 2011		Mei 2011	Agt 2011	Des 2011	
A	2 x 2	336	92,71	97,32	109,43	16,72	11,31	12,79	16,70	5,39	3,09	3,68	5,31	2,22
B	2 x 1	133	89,62	97,05	113,13	23,51	11,86	13,59	16,55	4,69	3,32	4,31	5,76	2,44
C	3 x 2	1220	93,83	102,38	117,88	24,05	12,06	14,27	17,77	5,71	3,51	4,34	5,92	2,41
D	1 x 1	180	125,17	138,82	150,9	25,73	16,11	18,73	23,56	7,45	10,67	11,9	18,9	8,23



Gambar (Figure) 1. Diagram penambahan tinggi, diameter, dan jumlah akar bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk) dalam plot *silvofishery* dalam periode tiga bulan (Mei, Agustus, Desember) tahun 2011 (*Growth increment of height, stem diameter, and number of roots Rhizophora mucronata* Lamk in plot *silvofishery* within three months period (May, August, December) in 2011)

dalam tiap periode pengukuran disajikan pada Gambar 1. Secara umum pertumbuhan tinggi, diameter, dan jumlah akar pada plot penelitian mengikuti kurva normal kecuali pada plot D. Pertumbuhan tinggi, diameter, dan jumlah akar pada plot D lebih cepat daripada ketiga plot lainnya. Hal ini dapat terjadi karena plot D ditanam pada lokasi yang tidak dibudidayakan tambak, sehingga proses pasang

surut dan sirkulasi air terjadi secara periodik.

Menurut Arief (2003) bahwa *Rhizophora* sp. merupakan jenis yang masuk dalam zona proksimal yaitu kawasan (zona) yang terdekat dengan laut. Pada umumnya jenis ini terletak di belakang zona *Avicennia* sp. dan *Sonneratia* sp. dengan kadar garam yang lebih rendah. Perakaran jenis *Rhizophora* sp. pada umumnya

hanya terendam pada saat air pasang berlangsung. Idealnya untuk kegiatan *silvo-fishery* tersebut perlu dibuatkan guludan sebagai area penanaman khusus di dalam tambak. Guludan tersebut dikondisikan agar tanaman tidak selalu tergenang di mana tanaman hanya akan terendam pada saat terjadinya air pasang, sedangkan pada saat air surut tanaman tidak terendam air. Sementara itu untuk *current area* atau area pemeliharaan ikan, dilakukan pada tempat yang lebih rendah sehingga pada saat air surut pun tetap dalam keadaan terendam air.

B. Pengujian Kualitas Air Tambak

Perairan tambak merupakan ekosistem perairan payau, salinitasnya ada di antara salinitas air laut dan air tawar. Bandeng merupakan spesies yang adaptif, perubahan-perubahan sampai batas tertentu dapat ditoleransi namun apabila melampaui batas tertentu dapat membahayakan bandeng (Raswin, 2003). Hasil analisis kualitas air dari ketiga lokasi terlihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, nilai pH pada ketiga titik sampel masih dalam kisaran nilai yang dapat ditoleransi untuk budidaya ikan. Nilai pH yang baik untuk budidaya ikan berkisar antara 6,5-9 (Noor, 2000). Nilai pH di bawah atau lebih tinggi dari kisaran nilai tersebut akan menyebabkan pertumbuhan ikan kurang baik, bahkan pada pH 4 atau 11 dapat menyebabkan kematian bandeng. Ikan cukup

sensitif terhadap perubahan pH, sehingga pada nilai tertentu (pH 4 dan 11) menurut Swigle (1942) dalam Mintardjo *et al.* (1985), merupakan titik mati bagi ikan. pH air tambak sangat dipengaruhi pH tanahnya, hal tersebut dapat diamati pada tambak baru yang tanahnya asam maka pH airnya juga rendah. Penurunan pH disebabkan oleh terbentuknya asam kuat senyawa nitrogen dalam bentuk nitrit dan amoniak dari sisa metabolisme ikan, dan pakan yang tidak termakan (Barg, 1992) dan asam lemah (H₂S) karena dasar kolam berada dalam kondisi kekurangan oksigen pada saat pemeliharaan (Noor, 2000). pH air laut cenderung basa, karena itu pergantian air dapat digunakan untuk meningkatkan pH air tambak.

Hasil analisis terhadap parameter TSS (*Total Suspended Solid*) diketahui bahwa pada semua titik mempunyai nilai TSS yang masih dalam toleransi tersebut yaitu 9 mg/l dan 61 mg/l, baku mutu TSS untuk biota laut sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 yang diperbolehkan adalah 80 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa biota laut dapat berkembang dengan baik pada ketiga lokasi tambak. Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam air, mengganggu proses fotosintesis sehingga menghambat pertumbuhan organisme produser.

Pengukuran parameter kekeruhan menunjukkan bahwa ketiga penelitian ini

Tabel (Table) 2. Hasil analisis kualitas air tambak (*Ponds' water quality*)

No.	Nama sampel (<i>Sampel name</i>)	Parameter						
		pH	TSS (mg/l)	TDS (mg/l)	Kekeruhan (mg/l)	Salinitas (%)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)
1.	Tambak <i>silvo-fishery</i>	8,73	9	5,13	35,2	7	172,95	5,87
2.	Tambak tanpa tanaman mangrove	8,86	61	6,54	34	7,7	123,59	5,63
3.	Plot tanaman mangrove tanpa budidaya ikan	7,85	61	5,66	37,3	7,0	98,26	5,63

Keterangan (*Remarks*):

Air dianalisis di Laboratorium BLHD NTT, 2011 (*Water was analyzed at the Laboratory of BLHD NTT, 2011*). TSS = *Total Suspended Solid*, TDS = *Total Dissolve Solid*, COD = *Chemical Oxygen Demand*, BOD = *Biochemical Oxygen Demand*

berkisar 34-37,3 mg/l atau masih dalam batas toleransi yang dibolehkan menurut Kep-51/MENKLH/2004 yaitu tidak lebih dari 30 NTU atau kurang dari 35 mg/l dan disarankan lebih kecil dari lima NTU kecuali pada plot 3 (plot mangrove tanpa budidaya ikan). Kekeruhan biasanya terjadi karena adanya partikel organik maupun anorganik yang berasal dari DAS (daerah aliran sungai) dan sedimen tersuspensi di dasar air (Nybakken, 1992). Kekeruhan akan menghambat proses fotosintesis tanaman (fitoplankton) sehingga mengganggu ketersediaan O₂ yang banyak dibutuhkan oleh organisme di lingkungan perairan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai salinitas ketiga lokasi penelitian berkisar antara 7,0-7,7‰. Pada lokasi tambak *silvofishery* (titik 1) nilai salinitasnya hanya 7,0‰, lebih rendah bila dibandingkan dengan titik dua yaitu tambak bandeng tanpa tanaman mangrove yaitu 7,7‰. Budidaya ikan bandeng membutuhkan nilai salinitas antara 12-20‰. Nilai yang lebih rendah atau lebih tinggi dari nilai tersebut dapat menyebabkan perkembangan ikan menjadi lebih lambat (Nybakken, 1992). Nilai salinitas yang rendah ini diduga karena proses penggantian air tambak tidak dilakukan secara rutin atau proses pasang surut air laut tidak dapat menjangkau lokasi tambak secara rutin. Hal ini diduga menjadi salah satu penyebab lamanya waktu pemeliharaan bandeng pada tambak *silvofishery* (10 bulan).

Pengukuran parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) menunjukkan kualitas air pada lokasi penelitian berkisar antara 98,3-173 mg/l dikategorikan sebagai air tercemar. Menurut Keputusan Gubernur Provinsi Jawa Timur No. 413 Tahun 1987 baku mutu COD adalah 10-25 mg/l, sedangkan Yusuf & Handoyo (2004) baku mutu COD adalah <80 mg/l (aturan longgar) sedangkan nilai idealnya <25 mg/l. Nilai COD menggambarkan kadar oksigen terlarut yang diperlukan untuk menguraikan zat organik tertentu secara

kimia karena sukar dihancurkan secara oksidasi. Nilai COD meningkat sejalan dengan meningkatnya kandungan bahan organik dalam perairan (Boyd *dalam* Yusuf & Handoyo, 2004).

Tingginya nilai COD diduga bersumber dari penggunaan pupuk untuk merangsang pertumbuhan fitoplankton dan pemberian pakan yang berlebihan. Kegiatan pertanian yang tidak jauh dari lokasi tambak menghasilkan limbah dalam bentuk orthofosfat (Yusuf & Handoyo, 2004) juga menyebabkan tingginya nilai COD. Sementara itu pada titik tiga yang merupakan plot tanaman mangrove tanpa kegiatan budidaya ikan, nilai COD-nya lebih rendah dibandingkan dengan titik satu dan titik dua meskipun melebihi batas yang diperbolehkan. Hal ini disebabkan karena tambak tidak menghasilkan residu kimia dari kegiatan budidaya ikan.

Nilai parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dari tiga titik berkisar antara 5,6-5,8 mg/l atau dalam batas toleransi yang diperbolehkan. Berdasarkan Keputusan Gubernur Provinsi Jawa Timur Nomor 413 Tahun 1987 tentang standar baku mutu limbah cair nilai BOD idealnya berkisar antara 3-6 mg/l sedangkan menurut Kep-51/MENKLH/2004 nilai BOD ideal adalah <20 mg/l. Menurut Slamet (2000), kadar BOD yang tinggi akan mengancam kehidupan biotis air karena turunnya kadar oksigen dalam air serta akan menjadi media distribusi penyakit. BOD adalah kebutuhan oksigen yang terlarut dalam air buangan yang mengandung senyawa kimia organik (karbon, hidrogen, nitrogen, belerang). Menurut Salmin (2005) parameter BOD secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan. Penentuan BOD sangat penting untuk menelusuri aliran pencemaran dari tingkat hulu ke muara.

C. Produktivitas *Silvofishery*

Perkembangan ikan pada satu tambak dengan tambak yang lain bisa berbeda

sesuai dengan kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan. Perkembangan ikan dapat juga dipengaruhi oleh faktor kesesuaian lingkungan tambak dengan kondisi yang dibutuhkan untuk perkembangan suatu jenis. Menurut Raswin (2003), pertumbuhan ikan bandeng pada satu tempat bisa berbeda dengan tempat lain tergantung pada jumlah pakan yang diberikan selama masa pemeliharaan dan pengaruh kesuburan tambaknya. Rata-rata penambahan berat timbang ikan disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa penambahan berat yang signifikan terjadi setelah bandeng berumur empat bulan, rata-rata terjadi penambahan berat antara 29,69-35,85 g/bulan. Penambahan umur suatu jenis akan berdampak pada kebutuhan pakan yang semakin tinggi pula. Menurut Reksono *et al.* (2012), bobot rata-rata ikan akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Penambahan berat ikan pada plot C yang lebih tinggi dapat terjadi karena pertukaran air yang lancar (mengikuti pasang surut) sehingga salinitas dan pertukaran mineral terjadi dengan baik. Pertumbuhan tanaman pada plot C menghasilkan serasah sehingga dapat terjadi proses dekomposisi yang menyuburkan tanah. Dekomposisi serasah ini akan menjadi bahan organik yang mendukung pertumbuhan klekap (makanan alami ikan) (Kardi, 2010). Menurut Njurumana (2010) tanaman di dalam tambak juga mampu menetralkan tingkat salinitas dan keracunan pada tambak. Proses pengambilan unsur hara dari dalam tanah termasuk garam dan zat beracun selanjutnya akan dibuang ke udara oleh tanaman melalui proses fotosintesis.

Pengukuran pada bulan Desember 2011 (umur tujuh bulan) menunjukkan bahwa berat rata-rata ikan berkisar antara 145,35-170,36 g/individu, artinya bahwa untuk mencapai berat satu kg dibutuhkan enam-tujuh individu ikan. Berdasarkan wawancara dengan pemilik tambak, pemanenan akan dilakukan ketika berat bandeng telah mencapai kisaran 250-300 g/individu atau tiga-empat individu untuk ukuran satu kg ikan bandeng dan ukuran tersebut akan diperoleh setelah 9-10 bulan masa pemeliharaan.

Pada umumnya pemeliharaan bandeng membutuhkan waktu antara empat-enam bulan sampai masa panen dengan berat berkisar antara 150-300 g/ekor dengan bibit berupa gelondongan (Raswin, 2003). Menurut Romadon & Subekti (2011), untuk mempercepat pertumbuhan ikan bandeng dapat dilakukan pemberian pakan *pellet* apung khusus untuk ikan bandeng dengan kadar protein antara 20-35%. Bandeng dapat mencapai berat 0,6 kg pada usia lima-enam bulan apabila dipelihara di dalam tambak secara intensif. Dengan kondisi tersebut dapat dikatakan bahwa pertumbuhan ikan di dalam tambak di desa Bipolo berlangsung lambat. Faktor pakan dan kondisi lingkungan tambak sangat berperan terhadap periode pemeliharaan sampai dengan waktu panen.

D. Nilai BCR Kegiatan *Silvofishery*

Benih bandeng yang digunakan dalam kegiatan ini dalam bentuk gelondongan. Gelondongan merupakan istilah untuk benih bandeng (*nener*) yang telah dipelihara selama satu-dua bulan dengan ukuran lima-tujuh cm dan berat antara dua-tiga g/individu. Gelondongan mempunyai

Tabel (Table) 3. Rata-rata penambahan berat bandeng pada tambak *silvofishery* (*Average weight of milkfish in silvofishery plots*)

No	Plot (Plots)	Rata-rata berat bandeng (g) per tiga bulan (<i>Average weight (g) of milkfish per three months</i>)		
		Umur 0 bulan (0 month old)	Umur 3 bulan (3 months old)	Umur 7 bulan (7 months old)
1.	A	2	26,6	145,36
2.	B	2	26,3	147,14
3.	C	2	27,05	170,47

daya adaptabilitas yang lebih baik dibandingkan nener. Harga benih gelondongan lebih mahal dari nener, harga perolehan gelondongan di Kupang adalah Rp 300,-/individu (pemeliharaan selama dua bulan).

Daur produksi bandeng dalam penelitian ini adalah selama 10 bulan. Pemanenan dilakukan ketika satu kilogram bandeng terdiri dari tiga-empat individu

atau 250-300 g/individu. Analisis biaya dan pendapatan dari kegiatan budidaya tambak *silvofishery* di Desa Bipolo dengan luas tambak satu ha pada tiga tahun pertama disajikan pada Tabel 4.

Nilai keuntungan yang diperoleh pada tahun pertama lebih kecil dibanding dengan tahun kedua dan ketiga, hal itu disebabkan karena nilai investasi yang harus dikeluarkan cukup besar pada tahap awal.

Tabel (Table) 4. Analisis biaya dan pendapatan budidaya bandeng dengan luas 1 ha (*Costs and revenues analysis of milkfish cultivation in 1 ha area*)

No	Komponen biaya (Costs component)	Satuan (Unit)	Harga (Price) (Rp)	Nilai (Value) (Rp)		
				Tahun ke-1 (First year)	Tahun ke-2 (Second year)	Tahun ke-3 (Third year)
1.	Biaya investasi (<i>Investment costs</i>):					
a.	Sewa lahan (<i>Land fee</i>)	1 ha/3 tahun	500.000*	500.000		
b.	Pembuatan pematang (<i>Embankment development</i>)	400 m	20.000*	8.000.000		
c.	Rahabilitasi pematang (<i>Rehabilitation of embankment</i>)	400 m	10.000*		4.000.000	4.000.000
d.	Pembuatan pintu air (<i>Manufacture of sluice</i>)	1 paket	2.500.000*	2.500.000		
2.	Biaya operasional (<i>Operating costs</i>):					
a.	Pengolahan tanah dan pembasmian hama (<i>Tillage and pest control</i>)	2 liter	90.000	180.000	180.000	180.000
b.	Pemupukan (<i>Fertilization</i>)					
	- Pupuk lodant (<i>Fertilizer lodant</i>)	12 bungkus	15.000	180.000	180.000	180.000
	- EM4	10 liter	20.000	200.000	200.000	200.000
	- Kapur (<i>Lime</i>)	10 karung	30.000	300.000	400.000	400.000
	- Pupuk TSP (<i>Fertilizer TSP</i>)	6 karung	110.000	660.000	750.000	750.000
	- Pupuk ursal (<i>Fertilizer ursal</i>)	1 lusin	22.000	264.000	240.000	240.000
c.	Penaburan benih bandeng/ gelondongan (<i>Milkfish seed showing</i>)	5.000 ekor	300	1.500.000	1.500.000	1.500.000
d.	Pemberian pakan tambahan (<i>Supplement feeding</i>)	10 karung	25.000	250.000	250.000	250.000
e.	Upah jaga	10 bulan	100.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
3.	Total biaya (1+2) (<i>Total cost</i>)			15.534.000	8.700.000	8.700.000
4.	Pendapatan (<i>Income</i>)					
	Hasil panen (<i>Harvest</i>)	750 kg	25.000	18.750.000	18.750.000	18.750.000
5.	Keuntungan (4-3) (<i>Profit</i>)			3.216.000	10.050.000	10.050.000
6.	<i>B/C Ratio</i> (4:3)			1,21	2,16	2,16

Sumber (Source): *Njurumana, 2010 dan survey lapangan, diolah (*Njurumana, 2010 and field surveys, processed*)

Keterangan (Remarks):

- Pupuk lodant berfungsi untuk meningkatkan fitoplankton sebagai pakan tambahan ikan bandeng (*Lodant fertilizer serves to increasing phytoplankton as additional feeds to milkfish*)
- Ursal berfungsi untuk merangsang pertumbuhan, pembesaran, dan peningkatan bobot ikan (*Ursal serves to stimulate growth, enlargement, and increased weight of milkfish*)

Beberapa komponen biaya investasi yang membutuhkan biaya besar pada tahap awal usaha adalah biaya sewa lahan, biaya pembuatan pematang serta biaya pembuatan pintu air. Komponen-komponen tersebut didesain untuk dapat bertahan sampai tiga-lima tahun sehingga pada tahun kedua dan ketiga hanya diperlukan komponen biaya operasional. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan di atas menegaskan *discount factor* karena masyarakat menggunakan modal sendiri tanpa menggunakan pinjaman bank. Berdasarkan hasil analisis terlihat bahwa nilai *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio) lebih besar dari satu sehingga usaha budidaya ikan bandeng di Bipolo layak secara finansial untuk dikembangkan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pertumbuhan bakau dalam plot *silvofishery* tertinggi terjadi di plot D dengan riap diameter rata-rata sebesar 7,45 cm, riap tinggi rata-rata sebesar 25,73 cm, dan penambahan akar rata-rata sebesar 8,23. Hal ini dikarenakan adanya pasang surut dan sirkulasi air laut yang baik.
2. Plot *silvofishery* memberikan pengaruh yang baik terhadap perbaikan kualitas air tambak yang dilihat dari perbandingan tingkat pencemaran air tambak *silvofishery* lebih rendah daripada tambak konvensional.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter kualitas air di dalam tiga plot tambak adalah: (1) salinitas yang rendah berkisar antara 7-7,7‰; (2) pH netral sampai agak basa atau 7,8-8,8; (3) *Chemical Oxygen Demand* (COD) antara 98,2-172,9 mg/l atau dikategorikan sebagai air tercemar; dan (4) *Biological Oxygen Demand* (BOD) antara 5,6-5,8 mg/l atau masih dalam batas ambang.

4. Produktivitas bandeng yang paling tinggi terjadi di plot C dengan berat rata-rata 170,47 gram dalam waktu tujuh bulan.
5. Kegiatan *silvofishery* di Bipolo layak untuk dikembangkan dan menguntungkan secara finansial, dilihat dari nilai BCR >1.

B. Saran

Perlu perbaikan desain plot *silvofishery* di mana area penanaman perlu dibuatkan guludan sehingga tanaman tidak terendam terus-menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, A. (2003). *Hutan mangrove, fungsi dan manfaatnya*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Bakar, S. (2012). *Peran pemerintah dalam pengelolaan mangrove di Indonesia*. Presentasi International Seminar on Mangrove: Conservation and Community Empowerment. Satgas REDD+. Jakarta.
- Barg, U.C. (1992). Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. *FAO Fisheries Technical Paper 328*. Rome: FAO.
- BPS Kabupaten Kupang. (2009). *Kabupaten Kupang dalam angka tahun 2008*. Kupang: BPS Kabupaten Kupang.
- Syah, C. (2011). *Pertumbuhan tanaman bakau (R. mucronata) pada lahan restorasi mangrove di hutan lindung Angke Kapuk Provinsi DKI Jakarta*. (Tesis). Program Pascasarjana, IPB.
- FAO. (2007). The world's mangroves 1980-2005. *Forest Resources Assessment Working Paper No. 153*. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations..
- Gunarto. (2004). Konservasi mangrove sebagai pendukung sumber hayati perikanan pantai. *Jurnal Litbang Pertanian* 23(1), 15-21.

- Gray, C., Simanjutak, P., Sabur, L.K., Maspaitella, P.F.L., & Varley, R.G.C. (1997). *Pengantar evaluasi proyek*. (Edisi Kedua). Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Kardi, M.G. (2010). *Nikmat rasanya, nikmat untungnya*. Pintar budidaya ikan di tambak secara intensif. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Jakarta: Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 413 Tahun 1987 tentang Standar Baku Mutu Limbah Cair.
- Mintardjo, K., Sunaryanto, A., Utaminingsih, & Hermiyaningsih. (1985). *Persyaratan tanah dan air*. In Pedoman budidaya tambak udang. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian.
- Njurumana, G.D. (2010). *Kajian ekologi silvofishery di Nusa Tenggara Timur*. (Laporan Hasil Penelitian). Kupang: Balai Penelitian Kehutanan Kupang. (Tidak diterbitkan).
- Njurumana, G.D. & Anwar, C. (2006). Persepsi masyarakat dalam rehabilitasi hutan mangrove berbasis silvofishery di Desa Bipolo Kabupaten Kupang. *Prosiding Getek BPK Kupang "Cendana untuk Rakyat"*. Bogor: Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam.
- Noor, A. (2000). *Pengelolaan kualitas air tambak bandeng*. (Lembar Informasi Pertanian). Samarinda: Loka Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Nybakken, J.W. (1992). *Biologi laut suatu pendekatan ekologis*. Terjemahan: M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo, S. Sukardjo. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Perpres Nomor 73 Tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove.
- Raswin, M. (2003). *Pembesaran ikan bandeng*. Modul: Pengelolaan air tambak. Direktorat Jakarta: Pendidikan Dasar dan Menengah, Kementerian Pendidikan Nasional.
- Reksono, B., Hamdani, H., & Yuniarti, M.S. (2012). Pengaruh padat penebaran *Gracilaria* sp. terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada budidaya sistem polikultur. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Universitas Padjadjaran* 3(3).
- Romadon, A. & Subekti, E. (2011). Teknik budidaya ikan bandeng di Kabupaten Demak. *Mediagro* 7(2), 19-24.
- Salmin. (2005). Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Jurnal Oseana* XXX(3), 21-26.
- Slamet, J.S. (2000). *Kesehatan lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Spalding, M., Kainuma, M., & Collins, L. (2010). *World atlas of mangrove*. United Kingdom: Earthscan Publication.
- Thojib, A. (1988). *Fisiologi pohon terapian*. Kerjasama Fakultas Kehutanan Gadjah Mada dengan Proyek Pendidikan dan Latihan dalam Rangka Peng-Indonesia-an Tenaga Kerja Pengusahaan Hutan. Yogyakarta.
- Yusuf, M. & Handoyo, G. (2004). Dampak pencemaran terhadap kualitas perairan dan strategi adaptasi organisme makrobentos di perairan Pulau Tirangcawang Semarang. *Ilmu Kelautan* 9(1), 12-42.