

KAJIAN TINGKAT KEBERHASILAN REHABILITASI VEGETASI MANGROVE DITINJAU DARI ASPEK BIOEKOLOGI DI PANTAI TOKKE-TOKKE KECAMATAN PITUMPANUA KABUPATEN WAJO

Study level of rehabilitation success mangrove vegetation evaluated from bioecology aspect along the beach Tokke-tokke, Pitumpanua district, Wajo sub-province

MARZUKI UKKAS¹, ZULKIFLI²

1. Dosen Jurusan Ilmu Kelautan FIKP UNHAS;
2. Staff Lab. Geomorfologi dan Manajemen Pantai FIKP-UH

Abstract

This research aim to know level of rehabilitation success mangrove vegetation based on condition of bioecology especially level of mangrove growth and ecology index makrozoobenthos. Result of research indicates that thickness of vegetation of mangrove formed after rehabilitation still be thin with the range of average of between 14-54 m.

Rhizophora mucronata is mangrove type giving the biggest influence in structure vegetation of mangrove Tokke-Tokke. composition of type makrozoobenthos found at vegetation of mangrove Tokke-Tokke enough heights (consisted of out of 45 types coming from 5 clast and 25 set of relativeses and predominated by Class Gastropoda), with highest abundance 77,33 ind/m² and average of 52,13 ind/m². Ecology index every station with different stand age is relative equal to diversity index (H') pertained medium (2.17-2.65). Uniformity index (E) and domination (D) each in categorizing stable (0.61-0.88) and low (0.10-0.22), except station I (age 10 years) with uniformity index in categorizing unstable (0,68).

Spreading pattern of type makrozoobenthos found able to be categorized distribution of random, uniform and generally group indicating that condition of area formed at vegetation of mangrove Tokke-Tokke enough varies for every type makrozoobenthos.

Keyword : *Rehabilitation of Mangrove, Bioecology Aspect, Makrozoobenthos*

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove mempunyai fungsi dan manfaat yang serba guna dan keunikannya sebagai kawasan peralihan antara daratan dan lautan menjadikan kawasan vegetasi mangrove sasaran pembangunan berbagai sektor. Keberadaan kawasan vegetasi mangrove di daerah pasang surut yang lingkungannya mendukung kegiatan perikanan menyebabkan kawasan ini banyak dimanfaatkan untuk usaha pertambakan dengan mengorbankan vegetasi mangrove.

Menurut Nessa *et al.*, (2002) kondisi vegetasi mangrove di Sulawesi Selatan sangat memprihatinkan. Hutan mangrove di beberapa kabupaten telah mengalami degradasi yang berat. Luas hutan mangrove yang kurang lebih sekitar 112.000 ha, selama 4 dasawarsa (1950 – 1990) diperkirakan mengalami kerusakan sebesar 65 % karena dikonversi untuk peruntukan lain seperti pembangunan tambak, pemukiman, industri dan sisanya tinggal $\pm$ 39.000 ha.

Kondisi wilayah pesisir Kabupaten Wajo yang terletak di wilayah perairan Teluk Bone propinsi Sulawesi Selatan, juga mengalami kerusakan yang cukup memprihatinkan sejak tahun 1975 (Medjang, *et al.*, 2005). Lebih lanjut dikatakan bahwa Kecamatan Pitumpanua yang berada di ujung utara Kabupaten Wajo juga mengalami hal yang sama. Permasalahan yang kemudian timbul di wilayah ini khususnya bagi masyarakat pesisir adalah tingkat abrasi yang cukup tinggi mencapai 15 – 30 m/thn yang mengakibatkan hilangnya sebagian tambak masyarakat, dan muncul kesulitan mencari bibit udang, ikan dan kepiting sebagai akibat hilangnya kawasan vegetasi mangrove tempat berkembangbiaknya berbagai biota laut. Sementara itu, Tuwo (1997) mengemukakan bahwa rusaknya hutan mangrove secara langsung akan berdampak pada berkurangnya biodiversitas pantai, khususnya organisme spesifik yang hidup pada areal mangrove.

Untuk menanggulangi masalah tersebut, khususnya dalam rangka memulihkan kembali fungsi dan peranan ekosistem mangrove sebagai habitat biota laut perlu dilakukan upaya rehabilitasi. Menurut Bengen (2001), kegiatan penghijauan yang dilakukan terhadap hutan-hutan yang telah gundul, merupakan salah satu upaya rehabilitasi yang bertujuan bukan saja untuk mengembalikan nilai estetika, namun yang paling utama adalah untuk mengembalikan fungsi ekologis kawasan hutan mangrove tersebut. Kegiatan seperti ini menjadi salah satu andalan kegiatan rehabilitasi di beberapa kawasan hutan mangrove yang telah ditebas dan dialihkan fungsinya kepada kegiatan lain.

Kawasan vegetasi mangrove di wilayah pesisir Kecamatan Pitumpanua telah banyak mendapatkan perhatian dari berbagai kalangan baik pada tingkat regional, nasional maupun internasional sebagai upaya untuk mengatasi kerusakan dan degradasi yang dinilai telah terjadi dengan cepat dalam beberapa dekade terakhir ini. Rehabilitasi mangrove dengan penanaman bakau telah dilakukan oleh berbagai pihak terkait dengan pendekatan program yang berbeda pada tahun 1997 - 2007.

Dalam perkembangannya, keberhasilan rehabilitasi vegetasi mangrove tersebut akan membawa banyak manfaat yang dapat di rasakan oleh masyarakat setempat, baik secara langsung maupun tidak langsung mencakup manfaat sosial ekonomi maupun manfaat ekologisnya. Dalam kaitannya dengan manfaat ekologis maka potensi hutan mangrove ditemukan dalam kemampuannya untuk mendukung lingkungan fisik dan lingkungan biota sebagai penahan intrusi air laut, penahan angin, penahan gempuran ombak, pengendali banjir dan tempat pembesaran serta berkembangbiakan berbagai macam biota akuatik yang tidak dapat dinilai dengan uang (Niaratiningsih, 1996). Sehubungan dengan aspek ekologi tersebut, Zakaria (1999) menyatakan bahwa tingkat keberhasilan menyangkut keseimbangan dan atau kematangan

ekosistem mangrove hasil rehabilitasi ini belum banyak diketahui.

Salah satu aspek yang dapat dijadikan indikator pulihnya fungsi vegetasi mangrove adalah dengan mempelajari struktur organisme makrozoobenthos yang terdapat dalam berbagai tingkatan vegetasi mangrove. Menurut Arifin (2002), kondisi habitat vegetasi mangrove yang meliputi komposisi dan kerapatan jenisnya akan menentukan variasi karakteristik fisika, kimia dan biologi perairan yang selanjutnya akan menentukan struktur komunitas organisme yang berasosiasi dengannya termasuk komunitas makrozoobenthos.

Struktur organisme makrozoobenthos dapat digunakan sebagai objek pengamatan untuk menggambarkan suksesi biodiversitas dalam kawasan mangrove hasil rehabilitasi karena kelompok ini hidup menetap di dasar dan pergerakannya relatif lambat serta kehidupannya sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Komposisi maupun kepadatan makrozoobenthos akan memberikan respon terhadap perubahan kualitas habitat dengan cara penyesuaian diri, tergantung pada toleransi atau sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan.

Berdasarkan kenyataan tersebut, maka dalam konsep pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan, kegiatan evaluasi tingkat keberhasilan dari suatu kegiatan penyelamatan lingkungan pesisir perlu terus diupayakan khususnya dari aspek bioekologi sebagai langkah lanjutan untuk menetapkan kebijakan dalam pemanfaatan kawasan rehabilitasi mangrove yang berwawasan lingkungan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 4 bulan, terhitung bulan Mei hingga Agustus 2007. Jangka waktu tersebut mencakup studi literatur, survei lapangan, pengambilan data, analisis data dan penyusunan laporan akhir.

Lokasi penelitian yaitu di Pantai Tokke-Tokke Kelurahan Benteng Kecamatan Pitumpanua Kabupaten Wajo. Sedangkan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Geomorfologi dan Manajemen Pantai, serta Laboratorium Toksikologi dan Pencemaran Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.

Alat yang digunakan selama penelitian yaitu : kendaraan roda dua, *Global Positioning System* (GPS), rol meter (tali), meteran (1m), sabak dan pensil, salinometer, termometer, sekop, ayakan benthos 1 mm, lup/kaca pembesar, dan kamera digital. Untuk pengukuran kandungan oksigen terlarut digunakan botol gelap, statif, gelas ukur 100 ml, erlenmeyer 250 ml, pipet skala, spoit, gelas piala dan labu semprot. Alat yang digunakan di laboratorium meliputi oven, sieve net, tanur, desikator, cawan porselen dan cawan petri, timbangan digital dan pH meter.

Adapun bahan yang digunakan di lapangan antara lain kantong sampel, spidol permanen, alkohol 70 %, dan buku indentifikasi. Adapun bahan yang digunakan dalam proses titrasi oksigen terlarut antara lain : air sampel, MnSO_4 , $\text{NaOH} + \text{KI}$, Amylum 2 %, H_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,025 N dan aquades.

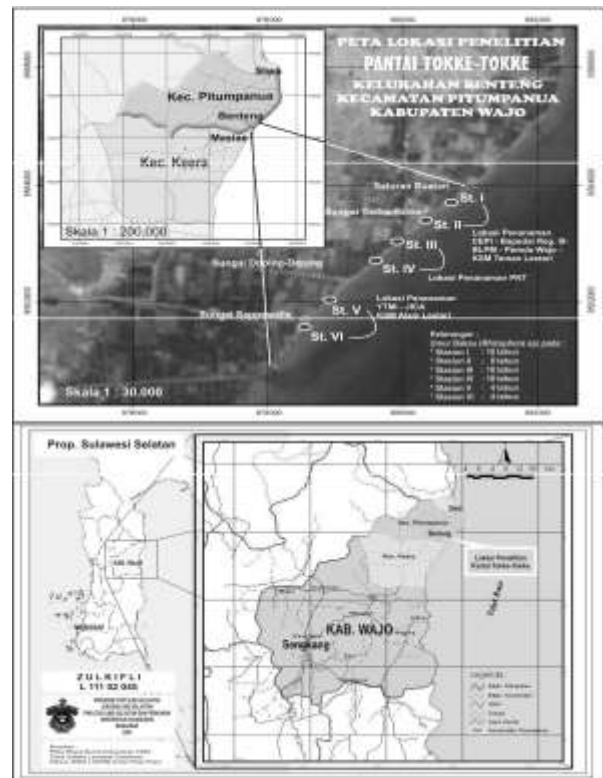
Tahap persiapan.

Tahap ini meliputi; pengumpulan data sekunder, studi literatur dan referensi yang terkait, penguatan kerangka teoritis, perumusan masalah serta penyusunan metodologi penelitian. Observasi awal pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui kondisi dan permasalahan secara umum yang ada dilokasi penelitian.

Selanjutnya, penentuan stasiun penelitian dilakukan berdasarkan lokasi penanaman mangrove yang dilakukan oleh masyarakat bersama CEPI (1997-1999), PKT (1997) dan YTM-JICA (2001-2004). Jumlah stasiun sebanyak 6 site, antara lain:

- Lokasi penanaman CEPI, terdiri atas stasiun I (umur tegakan 10 tahun) dan stasiun II (umur tegakan 8 tahun).
- Lokasi penanaman PKT, terdiri atas stasiun IV dan V (umur 10 tahun).
- Lokasi penanaman YTM-JICA, terdiri atas stasiun V dan VI (umur 4 tahun).

Jarak masing-masing stasiun ditentukan berdasarkan panjangnya wilayah penanaman, di mana antara stasiun satu dengan lainnya berjarak $\pm 200 - 500\text{m}$ (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tahap Pengambilan Data

Vegetasi Mangrove. Pengambilan data mangrove dilakukan dengan menggunakan metode transek kuadran (plot) ukuran 10 x 10 meter atau disesuaikan dengan ketebalan formasi mangrove yang terbentuk. Pada setiap stasiun yang telah ditentukan, dideterminasi setiap jenis tumbuhan yang ada, dihitung jumlah individu dari setiap jenis, diukur lingkaran batang mangrove setinggi dada (sekitar 1,3 m) dan ketinggian pohon setelah rehabilitasi (Kategori pohon : diameter > 4 cm, anakan : diameter < 4 cm dan tinggi > 1 m, semai : tinggi < 1 m) (Bengen, 2001).

Jenis-jenis mangrove yang ditemukan, diidentifikasi menurut Bengen (2001) dan DKP (2004).

Makrozoobenthos. Pengambilan sampel makro zoobenthos dilakukan dengan menggunakan transek ukuran 1 x 1 m dan sekop seluas (20 x 20) cm² dengan kedalaman 20 cm sebanyak tiga kali pada masing-masing stasiun yaitu pada titik yang berdekatan dengan pematang tambak (daratan), di tengah atau didepan tegakan mangrove (berbatasan langsung dengan laut jika kerapatannya tinggi) dan pada titik ± 30 meter ke arah laut dari plot pengamatan (merupakan lokasi penanaman Dinas Kehutanan dalam Program Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan pada akhir 2006). Sampel yang telah diambil kemudian disaring dengan ayakan 2 mm dan organisme makrozoobenthos yang tersaring diambil dan kemudian dimasukkan dalam kantong sampel kemudian di beri pengawet alkohol 70 % dan diidentifikasi dengan bantuan lup dan buku identifikasi makrozoobenthos di laboratorium Ekologi Laut, Jurusan Ilmu Kelautan UNHAS. Identifikasi jenis-jenis makrozoobenthos yang didapatkan dilakukan menurut Campbell (1976), Dharma (1988), Dharma (1992), Morton (1990), Rumimohtarto dan Juwana (2001).

Parameter Lingkungan. Pengukuran parameter lingkungan sebagai data penunjang seperti suhu, salinitas, pH air dan kandungan oksigen terlarut (DO) langsung dilakukan di lapangan (*in situ*) bersamaan dengan pengambilan data vegetasi mangrove dan makrozoobenthos.

Sampel sedimen diambil dengan menggunakan sekop dan dimasukkan ke dalam kantong sampel untuk selanjutnya dilakukan pemilahan partikel sedimen dan pengukuran kandungan BOT sedimen di laboratorium.

Tahap Analisis Laboratorium

Oksigen Terlarut / Dissolved Oxygen (DO). Prosedur analisis kandungan Oksigen terlarut dengan menggunakan metode standar winkler (titrimetri) (Hariyadi, 2003) adalah sebagai berikut :

Air contoh dimasukkan ke dalam botol oksigen selam penuh, udara di kemudian botol di tutupi kembali. Menambahkan 2 ml MnSO₄ menggunakan pipet sampai dasar botol. Kemudian, 2 ml NaOH + KI ditambahkan dan dikocok perlahan-lahan, hingga terbentuk endapan kuning kecoklatan. Setelah itu, 2 ml H₂SO₄ ditambahkan dan botol oksigen di bolak-balik sampai semua endapan larut kembali, jika belum tambahkan lagi H₂SO₄. Sebanyak 100 ml larutan kemudian diambil dan di masukkan dalam labu erlenmeyer untuk dititras dengan Na₂S₂O₃.5 H₂O 0,025 N sampai larutan kuning kecoklatan berubah menjadi kuning muda. Mencatat Na₂S₂O₃.5 H₂O 0,025 N yang digunakan. Menambahkan 2 – 3 tetes indikator amylum sehingga warna kuning muda menjadi biru. Kemudian di titrasi lagi dengan Na₂S₂O₃.5 H₂O 0,025 N sampai warna biru menjadi bening. Mencatat Na₂S₂O₃.5 H₂O 0,025 N yang digunakan.

Kandungan Bahan Organik Sedimen. Analisis bahan organik total (BOT) pada sedimen dilakukan menggunakan alat tanur dengan Metode Gravimetrik (Walckley and Black dalam Amir, 2006). Prosedur analisis kandungan bahan organik pada sampel sedimen sebagai berikut :

Cawan porselen tempat sampel dipanaskan dalam oven pada suhu 50⁰ C selama 1 jam, kemudian cawan kosong tersebut ditimbang sebagai berat awal/berat cawan kosong (BCK). Selanjutnya, sampel sedimen yang sebelumnya telah dihaluskan sebanyak ± 10 gram dimasukkan ke dalam cawan porselen, lalu ditimbang sebagai berat sampel (BS). Setelah itu, cawan porselen yang berisi sampel sedimen tadi, dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu ± 600⁰C selama 3 jam, lalu mendinginkannya dalam desikator selama 30 menit kemudian menimbangnnya sebagai berat akhir/berat setelah pemijaran (BSP).

Pemilahan Partikel Sedimen. Analisis sampel sedimen dilakukan dengan metode Wentworth. Metode ini dipakai untuk menunjukkan distribusi ukuran butir untuk mengetahui dominansi jenis sedimen pada daerah penelitian. Adapun prosedur kerjanya adalah sebagai berikut :

Sampel sedimen di pindahkan ke wadah sampel yang telah di beri label kemudian diangin-anginkan dan di keringkan dalam oven pada suhu 110⁰ sehingga sampel benar-benar kering. Selanjutnya, menimbang berat awal sedimen sebanyak 100 gr, kemudian di saring dengan menggunakan sieve net. Pada setiap penyaringan, sampel sedimen yang tertahan pada setiap mesh saringan akan di timbang untuk mengetahui beratnya. Setelah mengukur sampel sedimen tertahan, maka dibuat tabel hasil analisa sampel sedimen. Untuk mengklasifikasikan partikel-partikel sedimen digunakan skala Wentworth seperti yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi ukuran butir sedimen berdasarkan Skala Wentworth

Kelas Ukuran Butir	Diameter Butir	
	mm	Skala phi
Boulder (berangkal)	> 256	< -8
Cobble (kerikil kasar)	64 – 256	-6 – (-8)
Pebble (kerikil sedang)	4 – 64	-2 – (-6)
Granule (kerikil halus)	2 – 4	-1 – (-2)
Very coarse sand (pasir sangat kasar)	1 – 2	0 – (-1)
Medium sand (pasir sedang)	0,25 – 0,5	2 – 0
Coarse sand (pasir kasar)	0,5 – 0,25	4 – 2
Fine sand (pasir halus)	0,125 – 0,25	3 – 2
Very fine sand (pasir sangat halus)	0,62 – 0,125	4 – 3
Silt (debu)	0,0039 – 0,062	8 – 4
Clay (lempung)	< 0,0039	> 8

Sumber : (Bird, 1970 dalam Setiyono, 1996)

Tahap Analisis Data

Analisis Vegetasi Mangrove. Data vegetasi mangrove yang diperoleh dari lapangan selanjutnya dianalisis untuk mengetahui : kerapatan Jenis i (Di), Frekuensi jenis i (Fi), penutupan jenis i (Ci) dan nilai penting (Bengen, 2001 dan English, 1994).

(1) Kerapatan Jenis i (Di) adalah jumlah tegakan jenis I dalam suatu unit area. Kerapatan Relatif Jenis (RD_i) adalah perbandingan antara jumlah tegakan jenis I (ni) dan jumlah total tegakan seluruh jenis (n), dengan rumus:

$$D_i = n_i / A$$

$$RD_i = (n_i / n) \times 100$$

keterangan :

$$D_i = \text{Kerapatan jenis i (Ind/m}^2\text{)}$$

$$n_i = \text{Jumlah total tegakan jenis i}$$

- A = Luas total area pengambilan sampel
 RD_i = Kerapatan relatif jenis i (%)
 n = Jumlah total tegakan seluruh jenis
- (2) Frekuensi Jenis i (F_i) adalah peluang ditemukannya jenis i dalam plot yang diamati. Frekuensi Relatif Jenis (RF_i) adalah perbandingan antara frekuensi jenis i (F_i) dan jumlah frekuensi untuk seluruh jenis (F) dengan rumus :

$$F_i = p_i / p$$

$$RF_i = (F_i / F) \times 100$$

keterangan :

F_i = Frekuensi jenis i
 p_i = Jumlah plot ditemukannya jenis i
 p = Jumlah plot yang diamati
 RF_i = Frekuensi relatif jenis i (%)
 F = Jumlah frekuensi seluruh jenis

- (3) Penutupan Jenis i (C_i) adalah luas penutupan jenis i dalam suatu unit area. Penutupan Relatif Jenis (RC_i) adalah perbandingan antara luas area penutupan jenis i (C_i) dan luas total area penutupan untuk seluruh jenis (C), dengan rumus :

$$C_i = BA / A$$

$$RC_i = C_i / C \times 100$$

$$BA = DBH^2 / 4$$

$$DBH = CBH /$$

keterangan :

C_i = Penutupan jenis dalam satu unit area
 A = Luas total plot (m^2)
 C = Jumlah penutupan dari semua jenis
 RC_i = Penutupan relatif jenis i (%)
 DBH = Diameter batang pohon dari jenis i
 CBH = Lingkaran pohon setinggi dada

- (4) Nilai Penting Jenis (IV_i) merupakan nilai penting suatu jenis mangrove berkisar antara 0 sampai 300. Nilai penting ini memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh atau peranan suatu jenis tumbuhan mangrove dalam komunitas mangrove itu sendiri, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$IV_i = RD_i + RF_i + RC_i$$

keterangan :

RD_i = Kerapatan relatif jenis
 RF_i = Frekuensi relatif Jenis
 RC_i = Penutupan relatif jenis

Struktur Komunitas dan Indeks Ekologi Makrozoobenthos

- (1) Kelimpahan Makrozoobenthos
 Kelimpahan individu makrozoobenthos dihitung dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener (Odum, 1971) :

$$Y = \frac{10000 \times a}{b}$$

Keterangan : Jumlah individu (ind/m^2)

a = Jumlah makrozoobenthos yang tersaring (ind)
 b = Luas transek x jumlah ulangan
 10.000 = Nilai konversi dari cm^2 ke m^2

- (2) Kelimpahan relatif
 Kelimpahan relatif dihitung dengan rumus :
- $$R = ni/N \times 100\%$$

keterangan :

R = Kelimpahan relatif
 ni = Jumlah individu setiap spesies (ekor)
 N = Jumlah seluruh individu

- (3) Indeks keanekaragaman dan keseragaman
 Indeks Keanekaragaman dihitung dengan rumus Shannon – Wiener (Odum, 1971)

$$H' = - \sum P_i \ln P_i ; P_i = ni/N$$

Indeks Keseragaman dihitung dengan rumus Evennes – indeks (Odum, 1971).

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

keterangan :

E = Indeks keseragaman
 H' = Indeks keanekaragaman
 S = Jumlah jenis organisme

- (4) Indeks Dominansi (D)
 Indeks Dominansi dihitung dengan rumus Dominance of Simpson (Odum, 1971).

$$C = \left[\frac{ni}{N} \right]^2$$

keterangan :

C = Indeks dominansi
 ni = Jumlah Individu setiap jenis
 N = Jumlah total individu

- (5) Indeks Dispersi Morisita (Idm)
 Indeks dispersi morisita dihitung dengan menggunakan rumus (Brower *et al.*, 1977).

$$Idm = n \frac{X^2 - N}{N(N-1)}$$

keterangan :

Idm = Indeks dispersi morisita
 N = Jumlah total individu dalam plot
 X = Pangkat dari jumlah individu dalam plot
 N = Jumlah plot

Kandungan Oksigen Terlarut

$$mg O_2/l = \frac{ml \text{ titran} \times 0,16 \times 1000}{ml \text{ sampel}}$$

keterangan :

$ml \text{ titran}$ = Jumlah $Na_2S_2O_3, 5 H_2O$ 0,025 N yang digunakan
 $0,16$ = Jumlah mg oksigen yang setara dengan $Na_2S_2O_3, 5 H_2O$ 0,025 N
 1000 = ml air per liter
 $ml \text{ sampel}$ = 100 ml

Sedimen

- (1) Kandungan Bahan Organik Sedimen
 Untuk menghitung kandungan bahan organik total pada sedimen adalah :

$$\text{berat BOT} = (BCK + BS) - BSP$$

$$\% BOT = \frac{\text{berat BOT}}{BS} \times 100$$

Keterangan : Kandungan Bahan Or

BCK = Berat Cawan Kosong ganik
 BS = Berat Sampel
 BSP = Berat Setelah Pijar

- (2) Ukuran Butir Sedimen
 Untuk menghitung % berat sedimen pada metode ayakan kering digunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Berat sedimen} = \frac{\text{berat hasil ayakan}}{\text{berat total hasil ayakan sampel}} \times 100\%$$

Setelah data tiap parameter diperoleh, selanjutnya dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel, grafik dan

gambar untuk melihat perbandingan tiap stasiun pengamatan. Jumlah jenis dan kelimpahan makrozoobenthos disetiap titik sampling disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, khusus untuk menilai perbedaan kelimpahan antara stasiun dianalisis dengan *One Way Anova*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pantai Tokke-Tokke awalnya memiliki vegetasi mangrove yang sempit. Penanaman bakau yang telah dilakukan oleh pihak terkait sebagai upaya untuk merehabilitasi pantai telah membentuk vegetasi baru dengan formasi yang berbeda. Penanaman bakau di pantai ini dapat dibedakan atas tiga lokasi penanaman yang berbeda, terkait dengan pihak pelaksana proyek penanaman.

- Lokasi Penanaman CEPI-BAPEDAL Regional III-LSM BLPM-LAKPESDAM II dan KSM Teman Lestari.** Lokasi ini terletak pada pantai sebelah utara Tokke-Tokke hingga batas saluran pembuangan buatan. Penanaman bakau di lokasi ini dilaksanakan pada tahun 1997–1999. Bakau yang ditanam dilindungi dengan menggunakan Alat Peredam Ombak (APO) yang dibangun atas bantuan CEPI. APO tersebut terbuat dari bambu yang dibentuk sesuai karakteristik pantai, arus dan gelombang yang terjadi sehingga diharapkan akan bertahan hingga lima tahun dari awal pemasangan. Saat ini, APO tersebut telah hancur dan masih terlihat bambu-bambu sisa APO yang masih terpasang saat surut terendah.
- Lokasi Penanaman PKT (Perhutanan dan Konservasi Tanah).** Vegetasi mangrove yang tumbuh di antara sungai Tokke-Tokke dan Sungai Doping-Doping merupakan hasil penanaman PKT bersama masyarakat setempat pada tahun 1997. Mangrove di lokasi ini, pengelolaannya didasarkan atas kepemilikan pribadi sehingga pada beberapa lokasi penelitian penebangan dan pemanfaatan tegakan bakau masih kurang karena harus seizin dari pemilik

lahan. Penanaman bakau di lokasi ini dilakukan di dalam tambak yang terancam abrasi hingga beberapa meter ke depan di daerah pasang surut. Tegakan bakau yang masih bertahan masih terlihat di sepanjang pinggir pantai dengan ketebalan yang relatif tipis.

- Lokasi Penanaman YTMI-JICA.** Pantai sebelah selatan Tokke-Tokke merupakan daerah penanaman YTMI – JICA pada tahun 2003-2004. Vegetasi mangrove di daerah ini masih terlihat beberapa spot kecil yang merupakan vegetasi mangrove alami yang masih tersisa. Vegetasi mangrove yang terbentuk setelah penanaman bakau umumnya tumbuh dengan baik. Tingginya kelangsungan hidup bakau pada program ini karena penanaman umumnya dilakukan di dalam **tambak** dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan pantai Tokke-Tokke (di wilayah yang agak terlindungi dari ombak besar).

KONDISI VEGETASI MANGROVE

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa mangrove yang tumbuh di pantai Tokke-Tokke didominasi oleh jenis *Rhizophora mucronata* yang merupakan hasil penanaman dari program rehabilitasi mangrove. Mangrove alami yang tersisa dan masih ditemukan di daerah ini antara lain : *Sonneratia* sp, *Avicennia* sp, *Bruguiera gymnorhiza*, *Xylocarpus moluccensis*, *Lumnitzera racemosa* dan *Excoecaria agallocha*, sedangkan mangrove ikutan yang umumnya termasuk dalam tumbuhan pesisir atau kumpulan mangrove yang hidup di belakang kawasan mangrove alami (vegetasi daratan) didominasi oleh *Thespesia populnea*, *Terminalia catappa*, *Clorodendrum inerme*, dan *Acanthus ilicifolius*.

Ketebalan formasi mangrove yang terbentang pasca rehabilitasi di sepanjang pantai Tokke-Tokke sangat bergantung terhadap jumlah semai atau bibit yang ditanam dan berhasil hidup setelah program berakhir. Lebar lokasi penanaman bakau di Tokke-Tokke berbeda satu sama lain. Adapun kondisi bakau hasil penanaman di pantai ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tingkat pertumbuhan bakau hasil penanaman di Pantai Tokke-Tokke

Lokasi Tanam	Stasiun	Umur	L (m)	Diameter (cm)		Tinggi (m)		Ind/ 10m ²	D _i Tingkat Perkembangan	
				Kisaran	Rerata	Kisaran	Rerata		Phn (%)	Ank (%)
CEPI	I	10 th	12	3.8 – 9.6	6.68	7.8 - 5.9	6.77	43	86.05	13.95
	II	8 th	14	2.2 - 4.5	3.68	3.2 - 4.4	3.95	117	48.72	51.28
PKT	III	10 th	16,5	3,2 - 6,4	4.71	5,8 - 7,2	6.53	121	65.49	34.51
	IV	10 th	12	3,8 - 7,96	5.62	5,9 7,4	6.62	182	86.67	13.33
YTMI - JICA	V	4 th	54	2,6 - 4,5	3.61	3,5 - 3,9	3.72	441	43.08	56.92
	VI	4 th	25	2,6 - 4,5	3.48	3,2 - 3,6	3.47	230	19.13	80.87

Tabel 3. Hasil Perhitungan Penutupan Jenis, Penutupan Relatif Jenis dan Indeks Nilai Penting dari Setiap Jenis Mangrove yang Ditemukan Pada Stasiun Pengamatan.

Stasiun	Spesies	Ci		RCi		INV	
		Pohon	Anakan	Pohon	Anakan	Pohon	Anakan
I	<i>Rhizophora mucronata</i>	12.92	0.19	74.45	26.36	178.84	88.27
	<i>Rhizophora stylosa</i>	3.72	0.46	21.42	62.75	81.07	153.22
	<i>Terminalia catappa</i>	0.72	-	4.13	-	40.09	-
	<i>Thespesia Populnea</i>	-	0.08	-	10.89	-	58.51
	Jumlah	17.36	0.73	100	100	300	300
II	<i>Rhizophora mucronata</i>	6.42	3.89	67.11	80.46	178.03	196.33
	<i>Rhizophora stylosa</i>	1.87	0.77	19.58	15.93	73.60	61.97
	<i>Thespesia Populnea</i>	1.27	0.17	13.32	3.60	48.37	41.70
	Jumlah	9.56	4.83	100	100	300	300

Stasiun	Spesies	Ci		RCi		INV	
		Pohon	Anakan	Pohon	Anakan	Pohon	Anakan
III	<i>Rhizophora mucronata</i>	16.97	3.70	100	100	300	300
	Jumlah	16.97	3.70	100	100	300	300
IV	<i>Rhizophora mucronata</i>	43.82	2.75	90.26	97.71	218.14	243.71
	<i>Avicennia sp</i>	3.75	-	7.73	-	45.92	-
	<i>Thespesia Populnea</i>	0.97	0.06	2.01	2.29	35.95	56.29
	Jumlah	48.55	2.81	100	100	300	300
V	<i>Rhizophora mucronata</i>	27.71	19.04	82.73	100.00	194.39	300
	<i>Avicennia sp</i>	0.50	-	1.48	-	18.65	-
	<i>Sonneratia sp</i>	3.57	-	10.67	-	29.83	-
	<i>Excoecaria agallocha</i>	1.04	-	3.10	-	20.77	-
	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	0.58	-	1.73	-	18.90	-
	<i>Thespesia Populnea</i>	0.10	-	0.29	-	17.45	-
	Jumlah	33.49	19.04	100	100	300	300
VI	<i>Rhizophora mucronata</i>	6.86	15.94	100	96.77	300	225.00
	<i>Thespesia Populnea</i>	-	0.50	-	3.06	-	40.98
	<i>Bruguiera gimnorhiza</i>	-	0.03	-	0.17	-	34.02
	Jumlah	6.86	16.47	100	100	300	300

Tabel 4. Hasil analisis struktur komunitas makrozoobenthos di setiap stasiun penelitian

Stasiun	STRUKTUR KOMUNITAS			KELIMPAHAN BERDASARKAN KELAS			
	Jumlah Jenis	Kelimpahan (ind/m ²)	Gastropoda	Bivalvia	Crustacea	Brachyopoda	Polychaeta
I	24	78.33	17.67	10.00	39.56	2.78	8.33
II	26	67.44	31.33	11.44	16.33	0.00	8.33
III	19	64.67	24.33	14.00	18.00	0.00	8.33
IV	21	43.11	19.67	2.78	12.33	0.00	8.33
V	18	30.89	18.00	2.78	7.33	0.00	2.78
VI	13	29.33	12.33	1.67	7.00	0.00	8.33
TOTAL		313.78	123.33	42.67	100.56	2.78	44.44

Tabel 5. Nilai indeks ekologi makrozoobenthos pada vegetasi mangrove Pantai Tokke-Tokke

ST.	INDEKS EKOLOGI						Ket. (Umur Tegakan)
	H'	Kategori	E	Kategori	D	Kategori	
1	2.17	Sedang	0.68	Tdk Stabil	0.22	Rendah	10 thn
2	2.65	Sedang	0.81	Stabil	0.10	Rendah	8 thn
3	2.36	Sedang	0.82	Stabil	0.13	Rendah	10 thn
4	2.48	Sedang	0.82	Stabil	0.14	Rendah	10 thn
5	2.44	Sedang	0.84	Stabil	0.12	Rendah	4 thn
6	2.25	Sedang	0.88	Stabil	0.13	Rendah	4 thn
Rata-rata	2.39	Sedang	0.81	Stabil	0.14	Rendah	

Tabel 6. Hasil pengukuran parameter lingkungan di setiap stasiun penelitian

Parameter	Stasiun					
	I	II	III	IV	V	VI
Suhu (°C)	30.33	30.17	30.00	30.83	30.17	30.67
Salinitas (‰)	18.17	15.00	8.00	16.00	18.00	17.33
pH	7.63	7.71	7.09	7.48	7.79	7.72
DO (ppm)	5.88	5.95	5.25	5.12	4.45	5.36
BOT (%)	45.18	51.58	52.18	46.47	41.71	41.47

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan vegetasi mangrove yang terbentuk setelah rehabilitasi masih tipis dengan kisaran rata-rata antara 14-54 m. Hal ini disebabkan selain karena terbatasnya wilayah penanaman bakau ke arah darat, juga karena rendahnya tingkat kelangsungan hidup semai yang ditanam. Rendahnya kandungan lumpur pada lokasi penanaman di

daerah pasang surut mempengaruhi pertumbuhan semai *Rhizophora mucronata*. Apabila terjadi arus kuat dan gelombang tinggi, semai mudah terangkat dan mati karena substrat pasir yang dominan tidak sesuai untuk pertumbuhan semai *R. mucronata* yang menyukai lingkungan dengan substrat lumpur yang tinggi. Menurut Ludiro *et al.* (1999), kegagalan penanaman kembali bakau

pada wilayah pasang-surut air laut di sepanjang pantai Tokke-Tokke disebabkan selain karena arus laut, juga faktor salinitas yang sangat tinggi dan tidak adanya kadar lumpur yang cukup. Ditambahkan oleh Purwanto *et al.* (1999), dengan kondisi lingkungan pantai yang landai, eksploitasi batu karang dan penambangan pasir di kawasan pantai Tokke-Tokke menyebabkan tekanan ombak menjadi lebih kuat, sehingga bibit bakau yang ditanam di garis pantai tidak mampu bertahan.

Kerapatan jenis tegakan bakau atau mangrove hasil rehabilitasi pada dasarnya tergantung pada metode awal penanaman, terkait jarak penanaman dan jenis semai atau bibit yang ditanam. Perkembangan tegakan bakau yang berhasil hidup membentuk formasi vegetasi mangrove yang baru dengan tingkat kerapatan jenis, penutupan jenis dan indeks nilai penting yang berbeda (Tabel 3). Kerapatan jenis berdasarkan tegakan bakau yang berhasil hidup didapatkan tertinggi pada stasiun V (441 ind/10m²) dan terendah pada stasiun I (43 ind/10 m²). Demikian pula, kerapatan jenis berdasarkan perkembangan tegakan (diameter dan ketinggian) untuk kategori pohon, tertinggi juga pada stasiun V (1,9) dan terendah pada stasiun I (0,27).

Penutupan jenis dan penutupan relatif jenis pada setiap stasiun penelitian umumnya didominasi oleh *Rhizophora mucronata* karena merupakan jenis mangrove yang paling banyak digunakan sebagai semai pada saat penanaman. Namun demikian penutupan jenis pada setiap stasiun penelitian berbeda satu sama lain. Hal ini disebabkan karena penutupan jenis tidak hanya ditentukan oleh jumlah individu yang ditemukan tetapi juga oleh diameter batang.

STRUKTUR KOMUNITAS DAN INDEKS EKOLOGI MAKROZOOBENTHOS

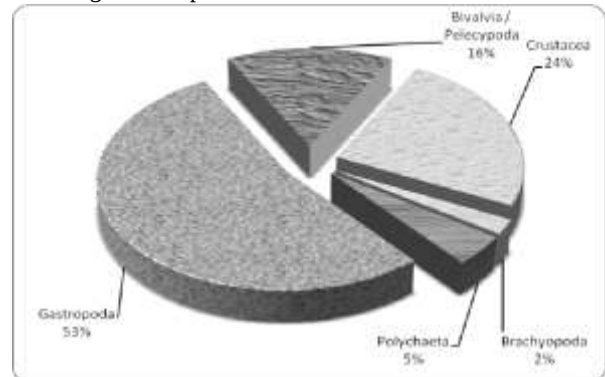
1. Struktur Komunitas Makrozoobenthos

Struktur komunitas makrozoobenthos terdiri dari komposisi jenis, kelimpahan jenis dan kelimpahan relatif jenis. Hasil analisis data terhadap struktur komunitas makrozoobenthos di vegetasi mangrove Tokke-Tokke disajikan pada tabel 4.

Komposisi Jenis Makrozoobenthos. Hasil identifikasi makrozoobenthos yang didapatkan pada lantai hutan (epifauna dan infauna) selama penelitian di daerah hutan bakau hasil rehabilitasi pantai Tokke-Tokke terdiri dari 45 jenis yang berasal dari 5 klas dan 25 famili. Komposisi jenis makrozoobenthos di dominasi oleh Kelas Gastropoda dengan 12 famili dan 24 jenis (53,33%). Kemudian berturut-turut oleh Kelas Crustacea dengan 6 famili dan 11 jenis (24,44%), Kelas Pelecypoda (Bivalvia) dengan 4 famili dan 7 jenis (15,56%), Kelas Polychaeta dengan 2 famili dan 2 jenis (4,44 %), serta Kelas Brachyopoda dengan 1 jenis dan 1 famili (2,22 %) (Gambar 2).

Dominannya jumlah spesies dari Kelas Gastropoda dan Bivalvia yang ditemukan pada perairan hutan mangrove di pantai Tokke-Tokke berkaitan dengan kemampuannya dalam beradaptasi terhadap kondisi lingkungan pasang surut yang ekstrim serta kemampuannya melekatkan diri pada akar dan batang pohon mangrove. Nybakken (1992), mengatakan bahwa sebagian Kelas Gastropoda mempunyai operkulum yang dapat menutup rapat celah cangkang, ketika air surut mereka masuk ke dalam

cangkang lalu menutup rapat operkulum sehingga kekurangan air dapat diatasi.



Gambar 2. Komposisi jenis makrozoobenthos berdasarkan kelas yang ditemukan pada vegetasi mangrove pantai Tokke-Tokke setelah rehabilitasi

Kelimpahan Makrozoobenthos. Kelimpahan makrozoobenthos di daerah rehabilitasi bakau Tokke-Tokke berkisar 29,33 – 77,33 ind/m² dengan rata-rata 52,13 ind/m². Hasil ini masih jauh berbeda dengan kelimpahan makrozoobenthos yang ditemukan di hutan bakau rakyat Tongke-Tongke saat rata-rata bakau berumur 13 tahun. Di Tongke-Tongke kelimpahan makrozoobenthos berkisar 155 – 944 ind/m² dengan rata-rata 391 ind/m² (Rani, 1998). Rendahnya kelimpahan makrozoobenthos yang ditemukan di Tokke-Tokke disebabkan oleh ketebalan vegetasi mangrove pasca rehabilitasi masih sangat tipis, ketebalan rata-rata 22,25 m masih tidak dapat menunjang fungsi ekologi mangrove sebagai tempat berlindung, mencari makan dan berkembang biak bagi organisme yang bergantung pada habitat mangrove.

Berdasarkan hasil uji statistik oneway-anova menunjukkan bahwa kelimpahan antar stasiun ternyata tidak berbeda nyata. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kondisi vegetasi mangrove di Tokke-Tokke meskipun memiliki perbedaan umur pada tegakan, akan tetapi habitat baru yang telah terbentuk, umumnya masih memiliki kondisi lingkungan yang relatif sama pengaruhnya terhadap struktur komunitas makrozoobenthos. Hal ini lebih disebabkan oleh masih tipisnya lebar vegetasi mangrove sehingga kondisi lingkungan masih cenderung bersifat terbuka.

Kelimpahan Relatif (R). Berdasarkan kelimpahan relatif masing-masing individu yang ditemukan selama penelitian, tercatat ada lima jenis yang memiliki kelimpahan relatif tertinggi yaitu ; *Balanus* sp (26.98 %), *Pagurus* sp (17.10%), *Cerithium kobelti* (11.66%), *Cerithidea cingulata* (10.67%) dan *Nassarius pullus* (9.70%).

Melimpahnya jenis *Pagurus* sp di kawasan ini disebabkan selain karena hewan yang merupakan transisi antara udang dan kepiting ini mempunyai sifat pertahanan diri yang kuat dari gangguan hewan lain dengan berlindung dalam cangkang benthos yang sudah mati, juga karena didukung oleh kondisi lingkungan yang dipenuhi oleh banyaknya cangkang gastropoda yang telah kosong dan menjadi rumah bagi *Pagurus* sp. Menurut Nontji (2002), *Pagurus* yang mempunyai tubuh yang lunak biasanya mencari cangkang-cangkang keong (Gastropoda)

yang kosong yang terdampar di pantai, kemudian ia masuk ke dalamnya untuk berlindung. Apabila merasa terancam ia menyembunyikan dirinya ke dalam rongga cangkang tersebut sehingga apabila akan berpindah rumah biasanya dilaksanakan dengan cepat di malam hari.

2. Indeks Ekologi Makrozoobenthos

Hasil analisis data terhadap indeks ekologi makrozoobenthos yang ditemukan selama penelitian di setiap stasiun penelitian menghasilkan sajian data seperti pada tabel 5.

Indeks Keanekaragaman. Indeks keanekaragaman makrozoobenthos yang ditemukan di vegetasi bakau Tokke-Tokke, secara umum telah tergolong sedang dengan kisaran 2.17 – 2.65 dan rata-rata sebesar 2.39. Hasil ini ternyata lebih tinggi apabila dibandingkan dengan indeks keanekaragaman yang diperoleh di Tongke-Tongke yang mempunyai kisaran 0.4891 – 2.3387 dengan rata-rata sebesar 1.5274 yang tergolong rendah (Rani, 1998). Sama halnya dengan yang didapatkan oleh Makkarumpa (2005) di Perairan Larea-rea yang juga tergolong rendah atau dalam kategori tertekan di mana nilai H' lebih kecil dari 2,0.

Nilai H' yang diperoleh di Tokke-Tokke sangat dipengaruhi oleh banyaknya jumlah jenis yang diperoleh pada beberapa stasiun yang diimbangi dengan penyebaran jumlah individu yang tidak terlalu besar. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman pada masing-masing stasiun yang mempunyai umur tegakan bakau yang berbeda menunjukkan tidak adanya pengaruh yang dominan terhadap perubahan nilai indeks keanekaragaman. Meskipun jumlah jenis yang didapatkan di stasiun I lebih besar dibanding stasiun V dan VI yang mempunyai umur tegakan yang masih muda dengan kerapatan yang tinggi, indeks keanekaragaman yang diperoleh ternyata lebih tinggi di stasiun V dan VI. Hal ini disebabkan karena adanya jenis yang mempunyai tingkat kelimpahan individu yang sangat tinggi pada stasiun I yaitu *Balanus* sp.

Indeks Keseragaman. Nilai indeks keseragaman yang didapatkan pada masing – masing stasiun berkisar 0,68 – 0,88 dengan rata-rata 0.81. Secara umum, nilai keseragaman di daerah vegetasi bakau Tokke-Tokke stabil kecuali pada stasiun I (tidak stabil). Dominannya atau tidak meratanya kelimpahan individu dari jenis *Balanus* sp dan *Pagurus* sp pada stasiun I, mempengaruhi nilai indeks keseragaman pada stasiun ini. Menurut Odum (1971), keseragaman menunjukkan komposisi individu dari setiap genera atau spesies yang hampir merata dalam komunitas. Nilai indeks keseragaman berbanding terbalik dengan indeks dominansi, di mana jika terjadi dominansi spesies dalam suatu komunitas, maka keseragamannya mendekati minimum, sebaliknya komunitas akan relatif mantap jika keseragaman mendekati maksimum.

Indeks Dominansi. Indeks dominansi yang didapatkan pada seluruh stasiun penelitian tergolong rendah dengan kisaran antara 0,10 – 0,22 dan rata-rata 0,14. Indeks dominansi tertinggi yang di dapatkan pada stasiun I (0,22) meskipun tergolong rendah, akan tetapi struktur komunitas makrozoobenthos tidak stabil karena indeks keseragamannya mendekati minimum yang disebabkan oleh adanya dominansi dari jenis *Balanus* sp dan *Pagurus*

sp. Melimpahnya kedua jenis makrozoobenthos ini menunjukkan bahwa organisme ini bersifat kosmopolit atau memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim (setiap waktu dapat berubah) sehingga dapat bertahan dengan jumlah yang besar.

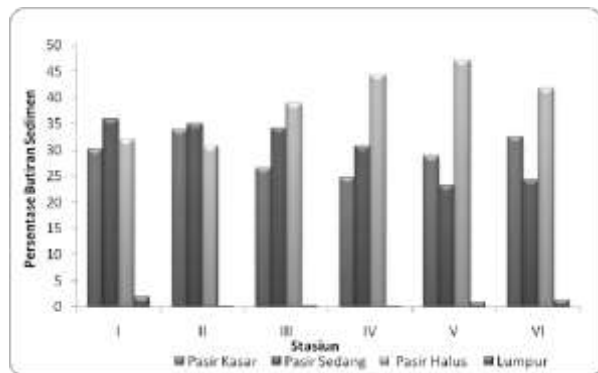
Indeks Dispersi Morisita / Pola Sebaran (I_d). Untuk melihat pola distribusi spasial organisme dalam suatu komunitas dapat dilakukan dengan menghitung Indeks dispersi morisita (I_d) (Krebs, 1989). Kisaran nilai indeks dispersi morisita yang didapatkan di seluruh stasiun penelitian antara 0,00 – 3,00.

Dari nilai indeks dispersi morisita tersebut maka dapat diketahui bahwa secara umum pola sebaran organisme makrozoobenthos yang ditemukan pada lokasi penelitian dapat digolongkan ke dalam kategori *distribusi acak* ($I_d < 1$); *distribusi normal / seragam* ($I_d = 1$); dan *distribusi mengelompok atau bergerombol* ($I_d > 1$). Dari hasil perhitungan, didapatkan bahwa pada umumnya pola sebaran makrozoobenthos di lokasi penelitian yaitu bergerombol atau mengelompok. Dominannya pola sebaran bergerombol atau mengelompok di Tokke-tokke mengindikasikan kondisi lingkungan yang heterogen sehingga makrozoobenthos harus menempuh jarak tertentu untuk mendapatkan apa yang dia butuhkan dan terdapat kondisi tertentu yang disukai oleh organisme sehingga mereka bergerombol pada suatu daerah. Pada umumnya organisme di alam memiliki sifat biologi yang suka mengelompok atau membentuk koloni, hal ini juga bertujuan untuk menghindari pemangsaan. Hal ini sejalan dengan apa yang dikemukakan Odum (1996) dalam Rani (1998) bahwa pola bergerombol atau mengelompok mewakili pola umum dijumpai di alam.

KONDISI LINGKUNGAN

Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi perkembangan vegetasi mangrove dan keberadaan setiap organisme perairan pada suatu tempat. Hasil pengukuran parameter lingkungan yang dijadikan sebagai faktor pendukung di setiap stasiun penelitian di Tokke-Tokke disajikan pada tabel 6. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh kisaran suhu, salinitas, pH, DO dan BOT yang masih mendukung tingkat pertumbuhan mangrove dan penyebaran makrozoobentos pada setiap stasiun penelitian.

Sementara itu, hasil pemilahan partikel sedimen menunjukkan bahwa hampir semua stasiun dibentuk dengan partikel pasir halus, kecuali pada stasiun I dan II yang memiliki ukuran sedimen dengan tingkat persentasi pasir kasar, sedang dan halus yang hampir sama. Dari hasil pemilahan partikel sedimen di lokasi penelitian didapatkan bahwa kandungan lumpur pada masing-masing stasiun sangat rendah (hanya 0,23 - 1,90%) untuk menunjang perkembangan mangrove dan keberadaan organisme benthik (Gambar 3).



Gambar 3. Ukuran partikel sedimen di setiap stasiun penelitian

KONDISI UMUM VEGETASI MANGROVE PASCA REHABILITASI HUBUNGANNYA DENGAN STRUKTUR KOMUNITAS DAN INDEKS EKOLOGI MAKROZOOBENTHOS

Tingkat perkembangan diameter dan tinggi tegakan bakau hasil penanaman di Tokke-Tokke menunjukkan bahwa rata-rata diameter tegakan bakau pada umur 4 tahun (2,83 – 3,61 cm); 8 tahun rata-rata 3,68 cm dan 10 tahun berkisar antara 4,71 – 6,68 cm. Tinggi tegakan bakau di 6 (enam) stasiun penelitian berdasarkan tahun penanaman berkisar antara 2,78 – 6,75 m. Tegakan tertinggi untuk bakau yang berumur 10 tahun terdapat pada stasiun I dengan kisaran 5,9 – 7,8 m dan rata-rata 6,75 m. Apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran pertumbuhan tegakan oleh tim studi Chemonics (Nurkin, 1992) menunjukkan bahwa tegakan yang berumur 5 - 11 tahun di Tongke-Tongke memiliki kisaran diameter yang hampir sama di Tokke-Tokke dengan rata-rata 2,7 – 6,8 cm dan tinggi rata-rata 3,1 – 11,2 m. Selanjutnya dikatakan pula bahwa dengan memperhatikan angka-angka hasil pengukuran tersebut maka dapat dinyatakan bahwa pertumbuhan tegakan cukup baik dengan produktivitas yang cukup baik di Tongke-Tongke.

Struktur vegetasi mangrove yang terbentuk di Tokke-Tokke umumnya memiliki ketebalan rata-rata yang hampir sama antara 12 m – 54 m. Upaya terakhir pada tahun 2006 yang tidak menghasilkan perubahan tersebut turut mempertegas bahwa luas hutan mangrove di Tokke-Tokke yang tersisa dan kembali dihijaukan (182,55 Ha), masih jauh lebih sedikit dibandingkan dengan luas lahan tambak yang telah dibangun dan mencapai 1.704,40 Ha di sepanjang pesisir Kecamatan Pitumpunua (Dinas PKT Kab. Wajo, 2003 dalam Asaad, 2005).

Ketebalan formasi mangrove yang bertahan hidup masih sangat tipis dibanding lebar persyaratan ideal bagi kawasan mangrove di Tokke-Tokke. Menurut Bengen (2001), berdasarkan hasil kajian ekologis disarankan lebar sabuk hijau pada kawasan pantai berhutan mangrove minimal selebar 130 dikalikan nilai rata-rata selisih antara air pasang tertinggi dan surut terendah tahunan diukur dari air surut terendah ke arah darat (Bengen, 2001). Hasil pengukuran pasang surut pantai Tokke-Tokke pada tahun 1999 (Prioharyono *et al.* 2003), menunjukkan rata-rata pasang tertinggi mencapai 82,71 cm dan pasang terendah pada titik -133,86 cm (perbedaannya mencapai 2,17 m). Dengan menggunakan data pasang surut tersebut, maka

ketebalan mangrove yang disarankan di Pantai Tokke-Tokke sebaiknya selebar $130 \times 2,17 \text{ m} = 282 \text{ meter}$.

Berdasarkan hal tersebut, maka hasil pengukuran ketebalan mangrove hasil rehabilitasi di setiap stasiun penelitian yang terletak di pinggir laut (stasiun I, II, IV, V dan VI dengan ketebalan yang bervariasi antara 12 – 54 m), maupun yang terdapat di pinggir sungai (ketebalan 12 – 22 m dengan rata-rata 16,5 m) belum dapat mendukung kondisi ekologi pantai Tokke-Tokke secara umum. Hal ini terbukti dengan masih adanya abrasi yang baru terjadi pada saat penelitian di stasiun VI.

Kondisi ini pada dasarnya akan berdampak pada kondisi lingkungan yang sewaktu-waktu dapat berubah karena vegetasi yang terbentuk masih sangat terbuka terhadap faktor luar. Kondisi lingkungan yang terbentuk selanjutnya akan berpengaruh terhadap tingkat perkembangan atau struktur komunitas makrozoobenthos.. Kelimpahan makrozoobenthos yang ditemukan sangat sedikit bila dibandingkan dengan daerah hutan bakau rakyat Tongke-Tongke. Namun, dari beberapa stasiun penelitian didapatkan kelimpahan makrozoobenthos yang lebih rendah dibanding stasiun lainnya. Rendahnya kelimpahan makrozoobenthos yang ditemukan pada stasiun V dan VI disebabkan karena tegakan bakau pada stasiun ini, umurnya masih relatif lebih muda (4 tahun) di banding stasiun I – IV (8-10 tahun). Meskipun kerapatan jenis vegetasi bakau yang terbentuk sangat tinggi, namun kondisi vegetasi belum stabil untuk menunjang kehidupan makrozoobenthos.

Arief (2003) mengemukakan bahwa keadaan kerapatan pohon sangat menguntungkan bagi kehidupan makrozoobenthos, karena pohon merupakan tunjangan yang berarti bagi kehidupan makrozoobenthos. Tegakan dan tajuk pohon mampu berperan sebagai penghalang langsung dari sinar matahari atau menjadi naungan bagi makrozoobenthos. Di sisi lain, menurut Whitten *et al.*, (1984) bahwa kepadatan dan tipe fauna yang hidup pada vegetasi sebagian besar bergantung pada umur-umur pohon, yang lebih tua memiliki populasi jenis yang lebih padat yang terdiri atas jumlah jenis yang lebih besar. Kondisi perakaran mangrove yang belum stabil juga turut mempengaruhi kondisi substrat yang dapat terabrasi bila ombak menerjang. Hal ini terjadi pada stasiun VI, pada saat penelitian terlihat bahwa di daerah ini abrasi masih terjadi. Kondisi perairan disekitarnya sangat keruh sehingga hanya beberapa jenis saja yang dapat bertahan dan beradaptasi dengan kondisi tersebut.

Berdasarkan hasil perhitungan indeks ekologi (tabel 6) dapat dikatakan bahwa vegetasi mangrove yang terbentuk setidaknya dapat mendukung beberapa jenis makrozoobenthos untuk bertahan hidup dan berasosiasi dengan organisme lainnya, walaupun jumlah individu masih sangat kurang. Hal ini tercermin dari indeks keanekaragaman dan keseragaman yang didapatkan umumnya berada dalam kategori sedang dan stabil dengan indeks dominansi yang rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan sebelumnya, tingkat keberhasilan rehabilitasi vegetasi mangrove di Tokke-Tokke dapat disimpulkan :

1. Tingkat keberhasilan hidup semai yang ditanam di daerah pasang surut sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh adanya gangguan hama dan kondisi substrat yang mengandung sedikit lumpur, tidak sesuai bagi pertumbuhan semai yang ditanam (*Rhizophora mucronata*).
2. Ketebalan vegetasi mangrove (14 – 54 m) yang terbentuk berdasarkan tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup semai belum memenuhi syarat ekologi jalur hijau di Pantai Tokke-Tokke.
3. Kerapatan jenis berdasarkan tegakan bakau yang berhasil hidup didapatkan tertinggi pada stasiun V (441 ind/10m²) dan terendah pada stasiun I (43 ind/10 m²). Demikian pula, kerapatan jenis berdasarkan perkembangan tegakan (diameter dan ketinggian) tertinggi juga pada stasiun V (1,9) dan terendah pada stasiun I (0,27).
4. Komposisi jenis makrozoobenthos yang ditemukan (terdiri dari 45 jenis yang berasal dari 5 kelas dan 25 famili dan didominasi oleh Kelas Gastropoda), dengan kelimpahan tertinggi 77,33 ind/m² dan rata-rata 52,13 ind/m².
5. Indeks ekologi setiap stasiun dengan umur tegakan yang berbeda adalah relatif sama dengan H' tergolong sedang (2.17 – 2.65), E dan D masing-masing dalam kategori stabil (0.61 – 0.88) dan rendah (0.10 – 0.22), kecuali stasiun I (umur 10 tahun) dengan indeks keseragaman dalam kategori tidak stabil (0,68).
6. Pola penyebaran jenis makrozoobenthos yang ditemukan dapat dikategorikan distribusi acak, seragam dan umumnya mengelompok yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang terbentuk pada vegetasi mangrove Tokke-Tokke cukup bervariasi bagi setiap jenis makrozoobenthos.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, A. A, 2005. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Kabupaten Barru. [Skripsi]. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- American Public Health Association (APHA). 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 18th edition. Washington.
- Arifin, 2002. Struktur Komunitas Pasca larva Ugang Hubungannya dengan Karakteristik Habitat pada Ekosistem Mangrove dan Estuaria Teluk Cempu NTB. [Tesis]. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arief, A. 2003. *Hutan Mangrove; Fungsi dan Manfaatnya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Asaad, Ilyas. 2005. Analisis Kebijakan Pengelolaan Mangrove di Kabupaten Wajo. [Tesis]. Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Bengen, D., G. 2001. *Pengenalan dan Pengelolaan Mangrove*. Pusat Kajian Pesisir dan Lautan IPB. Bogor
- Brower, J.E. and J.H. Zar, 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W.M. J. Brwn Compay Publisher. Dubuque, Iowa.
- Campbell, A.C., 1976. *The Hamlyn Guide to the Seashore and Shallow Seas of Britai and Europe*. The Hamly Publishig Group Limited. England.
- Carter, J. 2000. *Community-based Coastal Rehabilitation at Pantai Tokke-Tokke, South Sulawesi, Indonesia*. Collaborative Environmental Project in Indonesia. Jakarta, Indonesia. 96 pp. + appendices.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dharma, B., 1988. *Siput dan Kerang Indonesia*. Indonesian Shells I. PT Sarana Graha. Jakarta.
- B., 1992. *Siput dan Kerang Indonesia*. Indonesian Shells I. P'I Sarana Graha. Jakarta.
- DKP, 2004. *Buku Saku Mangrove; Media dan Informasi Kegiatan Dinas Perikanan dan Kelautan Prop. Sul-Sel dan Pulau-Pulau Kecil Sul-Sel*. Proyek Pengelolaan Sumberdaya Laut, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. <http://www.dkp.co.id> [2006].
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air; Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- English., S., C. Wilkinson and V. Baket. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. ASEAN – Australia Marine Science Project : Living Coustakl Resources. Australian Institute of Marine Science Townsville.
- Hariyadi, 2003. *Penuntun Limnologi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (LIPI). Jakarta
- Hutabarat, S. dan Evans, S.M., 1986. *Pengantar Oseanografi*. Penerbit Univesrsitas Indonesia. Jakarta.
- Krebs, C.S. 1989. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper and Row Publication. New York.
- Ludiro, D., Supriatna, A. Dame. 1999. *Studi Konservasi dan Konversi Lahan Mangrove*. Makalah disampaikan pada Workshop Penelitian Lintas Disiplin Pesisir Timur Sulawesi Selatan. Sengkang, November 1999.
- Makkarumpa., A. 2005. Struktur Komunitas Makrozoobentos Hubungannya dengan Karakteristik Habitat pada Ekosistem Mangrove di Perairan Larea-rea Kabupaten Sinjai. [Skripsi] Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Medjang, R., S. Kasau, Udding, A. Lambau, N. Amir, Syafruddin dan A. Baehaqie (Penyunting). 2005. *Merombak Wajah Pesisir Pitumpanua*. Yayasan Tumbuh Mandiri Indonesia. Makassar.
- Morton, J. 1990. *The Shore Ecology Of The Tropical Pacific*. Unesco Regional Office for Sciece and Technology for South-East Asia. Jakarta, Indonesia.
- Nessa, N. M, W. Monoarfa, D. Achmad, J. Jompa, M.R. Idrus, Sudirma, D. Thaa, E. Demmalio, F. Patitting. 2002. *Pengembangan Kebijakan Pengendalian*

- Kerusakan Ekosistem Pesisir dan Laut di Sulawesi Selatan*. Bapedalda Provinsi Sulawesi Selatan Kerja sama Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Niartiningih, A. 1996. Studi Tentang Komunitas Ikan Pada Musim Hujan dan Kemarau di Hutan Bakau Rakyat Sinjai Timur Kabupaten Sinjai. [Tesis]. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nontji, A. 2002. *Laut Nusantara*. PT. Djambatan. Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Alih bahasa oleh M. Eidman., Koesoebiono., D.G. Bengen., M. Hutomo., S. Sukardjo. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, Indonesia.
- Nurkin, Baharuddin. 1994. *Hutan Mangrove Rakyat Di Sinjai Timur*. [Makalah]. Dalam Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove. Jember, 3 – 6 Agustus 1994: 79 – 85.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamental of Ecology third Edition*. W. B. Saunders Company, Philadelphia. USA.
- Priharyono, J.E., Boedihartono, Puwanto, and E.M. Cohesin (editors). 2003. *Management of Coastal Area : Community Empowerment and The Replanting of Mangrove on The Coast Paojepe, South Sulawesi*. Annual Report of First, Second and Third Phase Inter-Disciplinary Research. Department of Anthropology Faculty of Social and Political Sciences University of Indonesia and The John and Cathrine D. Mac Arthur Foundation. A multidisciplinary research funded by MacArthur.
- Purwanto, Y., Suhardjono, Mulyadi, Haryono, T. Widiyanto, Z. Fanani, B.T Sediono, D. Komara dan Suwondo. 1999. *Kajian Ekosistem Kawasan Pantai di Paojepe (Kabupaten Wajo), Tongke-tongke (Kabupaten Sinjai) dan Bonepute (Kabupaten Bone) Sulawesi Selatan*. [Laporan Hasil Penelitian]. Dalam Workshop Hasil Penelitian Lintas Disiplin Penanaman Bakau di Pantai Teluk Bone, Sulawesi Selatan. Sengkang, 29 November 1999. Puslitbang Biologi-LIPI dan Puslitbang Limnologi-LIPI. Bogor.
- Rani, Chair., 1998. *Studi Ekologis Komunitas Makrobentos Pada Hutan Bakau Rakyat di Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai*. [Laporan Hasil Penelitian]. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Romimohtarto, K, Juwana, Sri. 2001. *Biologi Laut; Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Djambatan, Jakarta.
- Tuwo, A., 1997. Biodiversity and Marine Quality. Lontara, Journal of Hasanuddin University. Ujung Pandang : 58 – 70.
- Whitten, A.J., 1984. *Ekologi Sulawesi*. Penerbit Gajah Mada University Press.
- Zakaria. 1999. Studi Tentang Komunitas Makrozoobentos pada Hutan Mangrove Alami dan Hasil Rehabilitasi. [Tesis] Program Pascasarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar.