

SUKSESI MAKROZOOBENTOS DI HUTAN MANGROVE ALAMI DAN REHABILITASI DI KABUPATEN SINJAI SULAWESI SELATAN

Ernawati, SK⁽¹⁾, Andi Niartiningasih⁽²⁾, M. Natsir Nessa⁽³⁾ dan Sharifuddin Bin Andi Omar⁽⁴⁾

⁽¹⁾Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar

^{(2), (3)}Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

⁽⁴⁾Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Email: ernawatisyahrudin@yahoo.com

Abstract: Makrozoobentos Mangrove Forest Succession in The Natural and Rehabilitation in Sinjai District South Sulawesi. The study aims to describe the macrozoobentos community structure, succession, and the factors that affect the distribution of organic carbon to the sediment dynamics in the mangrove forest rehabilitation Tongke-tongke Village, Sinjai. Research was conducted through purposive sampling method, in which the study population is a community of mangrove vegetation and macrozoobentos communities associated with mangroves. In addition, water quality, organic carbon and nitrogen content of sediments is also an object of research. Epifauna and infauna identification results were found in non-vegetation areas, mangrove forests and natural rehabilitation results obtained by 47 macrozoobentos species from 30 families and 5 classes. Gastropods found as many as 22 species and 11 families, 13 species and 8 Bivalvia families, 6 crustacean species and four families, Polychaeta 5 species and 5 families, as well as the kind that comes Ophiuroidea 1 of 1 family. Macrozoobentos density in the mangrove forest rehabilitation outcomes Tongke-Tongke village and in the village Samataring natural forests ranged from 85.60 to 266.10 ind m⁻². Diversity index ranged from 2.28 to 4.00; uniformity index ranged from 0.58 to 0.95, and dominance index ranged from 0.089 to 0.294. Macrozoobentos succession in mangrove forest rehabilitation Tongke-Tongke going to increase in number and diversity of macrozoobentos macrozoobentos species with age mangrove vegetation.

Abstrak: Sukseksi Makrozoobentos di Hutan Mangrove Alami dan Rehabilitasi di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. Tujuan penelitian ini adalah menggambarkan struktur komunitas makrozoobentos, suksesi, dan faktor yang memengaruhi distribusi dinamika organik karbon dengan sedimen di hutan mangrove rehabilitasi Desa Tongke-tongke, Kabupaten Sinjai. Metode Penelitian secara *purposive sampling*, dimana populasi penelitian adalah komunitas vegetasi mangrove dan komunitas makrozoobentos yang berasosiasi dengan mangrove. Selain itu, kualitas perairan, kandungan karbon organik dan nitrogen sedimen juga merupakan obyek penelitian. Hasil identifikasi epifauna dan infauna yang ditemukan pada kawasan non-vegetasi, hutan mangrove hasil rehabilitasi dan alami diperoleh sebanyak 47 jenis makrozoobentos yang berasal dari 30 famili dan 5 kelas. Gastropoda ditemukan sebanyak 22 jenis dan 11 famili, Bivalvia 13 jenis dan 8 famili, Crustacea 6 jenis dan 4 famili, Polychaeta 5 jenis dan 5 famili, serta Ophiuroidea 1 jenis yang berasal dari 1 famili. Kepadatan makrozoobentos di hutan mangrove hasil rehabilitasi Desa Tongke-tongke dan di hutan alami Kelurahan Samataring berkisar 85,60-266,10 ind m⁻². Indeks keanekaragaman berkisar 2,28-4,00; indeks keseragaman berkisar 0,58-0,95; dan indeks dominansi berkisar 0,089-0,294. Sukseksi makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke berlangsung dengan meningkatnya jumlah jenis makrozoobentos dan keanekaragaman makrozoobentos seiring bertambahnya umur vegetasi mangrove.

Kata kunci: *Sukseksi, kepadatan, indeks ekologi dan kandungan karbon.*

A. PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan wilayah peralihan dan interaksi antara ekosistem darat dan laut. Wilayah ini sangat kaya akan sumberdaya alam dan jasa lingkungan, merupakan aset bangsa yang

strategis untuk dikembangkan bagi kegiatan ekonomi dan jasa-jasa lingkungan kelautan (Nessa *et al.*, 2002). Mangrove merupakan sumberdaya alam yang khas dan memiliki fungsi yang strate-

gis di wilayah pesisir pantai tropis. Ekosistem ini paling produktif dan memiliki arti yang penting bagi kehidupan biota laut. Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis dalam mendukung lingkungan fisik dan lingkungan biota sebagai penahan intrusi air laut, penahan angin, penahan gemburan ombak, pengendali banjir dan tempat pembesaran serta perkembangbiakan berbagai macam biota akuatik yang tidak dapat dinilai dengan uang (Niertiningsih, 1996).

Kondisi mangrove di Sulawesi Selatan sangat memprihatinkan, bahkan pada beberapa kabupaten ditemukan telah mengalami degradasi yang sangat 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, industri, pemukiman, dan tersisa saat ini \pm 39.000 Ha (Nessa et al., 2002).

Rehabilitasi hutan mangrove di Desa Tongke-tongke telah dilakukan sejak tahun 1986 oleh masyarakat desa tersebut secara swadaya. Upaya penghijauan kembali wilayah pesisir ini dilakukan oleh Kelompok Pencinta Sumber Daya Alam - Aku Cinta Indonesia (KPSDA-ACI) dan saat ini sudah mulai terlihat tingkat keberhasilannya.

Adanya kegiatan rehabilitasi mangrove di wilayah tersebut telah memberikan pengaruh terhadap perubahan kondisi ekologis di kawasan mangrove. Perubahan kondisi ekologis ini secara tidak langsung memengaruhi struktur komunitas dan komposisi jenis makrozoobentos karena biota ini mempunyai hubungan timbal balik dengan ekosistem mangrove.

Fauna makrozoobentos juga dapat dijadikan sebagai indikator yang handal untuk melihat kualitas ekosistem mangrove hasil rehabilitasi (Bosire et al., 2008). Hasil penelitian Chen dan Ye (2010) pada mangrove hasil restorasi berbagai kelompok umur di China, mendapatkan tingginya jumlah spesies makrozoobentos yang terdapat pada mangrove dewasa dibandingkan pada mangrove yang berumur muda dan tanpa vegetasi. Mengingat pentingnya kawasan mangrove sebagai suatu ekosistem yang utuh, sebagai tempat hidup berbagai organisme perairan, serta terbatasnya informasi mengenai keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos maka perlu ada data-data struktur dan komposisi makrozoobentos yang ada di kawasan mangrove rehabilitasi yang didasarkan pada berbagai kelompok umur.

Berdasarkan uraian di atas dan masih kurangnya informasi tentang suksesi biodiversitas makrozoobentos di ekosistem mangrove hasil rehabilitasi yang didasarkan pada umur mangrove maka perlu dilakukan penelitian tentang suksesi makrozoobentos di hutan mangrove alami dan rehabilitasi.

Berdasarkan perumusan masalah tersebut maka penelitian di Desa Tongke-tongke, Kabupaten Sinjai ini dilakukan dengan tujuan untuk menggambarkan struktur komunitas makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi, menjelaskan suksesi makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi dan mendeskripsikan faktor-faktor yang memengaruhi distribusi makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi.

B. METODE

Penelitian telah dilaksanakan sejak bulan Juni sampai Oktober 2011, kemudian dilanjutkan pada bulan Januari sampai April 2012. Lokasi penelitian pada areal mangrove rehabilitasi di Desa Tongke-tongke dan mangrove alami yang terletak di Dusun Pangasa, Kelurahan Samatar-ing, Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai.

Populasi penelitian adalah komunitas vegetasi mangrove dan komunitas makrozoobentos yang berasosiasi dengan mangrove. Selain itu, kualitas perairan, kandungan karbon organik dan nitrogen sedimen juga merupakan obyek penelitian. Sampel vegetasi mangrove, makrozoobentos dan sedimen diambil secara *purposive* berdasarkan lokasi plot tempat mangrove tumbuh.

Pengamatan komunitas mangrove dalam penelitian ini meliputi lingkaran dan diameter batang, basal area, kerapatan dan luas penutupan mangrove. Untuk komunitas makrozoobentos, pengamatan meliputi komposisi jenis, kepadatan jenis, serta indeks ekologi (keanekaragaman, keseragaman, dominansi, dan pola sebaran).

Faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi kehidupan mangrove dan makrozoobentos juga ikut diukur, meliputi faktor fisika dan kimia perairan dan substrat/sedimen. Parameter fisika yang diukur adalah suhu, kecepatan arus dan kekeruhan. Sebaliknya, parameter kimia yang diamati adalah salinitas, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), fosfat (PO_4), nitrat (NO_3) dan bahan organik total (BOT). Selain itu, juga diukur kandungan karbon organik dan nitrogen yang terdapat di dalam sedimen serta tekstur sedimen (tanah).

Bahan penelitian terdiri atas makrozoobentos, tumbuhan mangrove, dan sampel tanah (se-

dimen) dari masing-masing plot penelitian. Perahu digunakan sebagai alat transportasi ke lokasi dan stasiun-stasiun penelitian. Pengukuran tinggi pohon menggunakan hagameter dan tongkat sebagai alat bantu, sedangkan untuk mengukur diameter batang pohon setinggi 130 cm (diameter *at breast height*, DBH) digunakan pita ukur. Substrat disimpan di dalam plastik sedimen, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis lebih lanjut. Substrat diambil dengan menggunakan sekop, disaring menggunakan ayakan (*sieve-net*) untuk memperoleh makrozoobentos. Pembuatan herbarium jenis-jenis tanaman yang belum teridentifikasi di lapangan menggunakan kertas mering, alkohol 70%, kertas label, spidol permanen dan plester. Posisi stasiun dan substasiun di lokasi penelitian ditentukan dengan alat bantu GPS. Batas-batas plot di stasiun penelitian menggunakan tali plastik. Salinitas diukur dengan *hand-refractometer* dan lama waktu pasang diukur dengan stopwatch. Hasil pengukuran diameter dan tinggi setiap pohon dicatat dalam daftar isian yang telah disiapkan sebelumnya.

Pengambilan sampel dilakukan pada kawasan mangrove hasil rehabilitasi yang terdapat di Desa Tongke-tongke. Stasiun penelitian ditentukan dengan metode *purposive sampling*, dan didasarkan pada pertimbangan perbedaan kelompok umur mangrove. Sebagai pembanding, dipilih satu buah stasiun yang terletak di luar kawasan mangrove (stasiun non-vegetasi). Setiap stasiun penelitian dibedakan atas dua buah substasiun.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Makrozoobentos

a. Komposisi Jenis Makrozoobentos

Hasil identifikasi epifauna dan infauna yang ditemukan pada kawasan non-vegetasi, hutan mangrove hasil rehabilitasi dan alami diperoleh sebanyak 47 jenis makrozoobentos yang berasal dari 30 famili dan 5 kelas. Gastropoda ditemukan sebanyak 22 jenis dan 11 famili, Bivalvia 13 jenis dan 8 famili, Crustacea 6 jenis dan 4 famili, Polychaeta 5 jenis dan 5 famili, serta Ophiuroidea 1 jenis yang berasal dari 1 famili.

Tabel 1 memperlihatkan persentase makrozoobentos berdasarkan kelas yang ditemukan pada masing-masing stasiun. Ini menunjukkan bahwa kawasan Tongke-tongke didominasi oleh Gastropoda dan Bivalvia karena kedua kelas ini dijumpai dalam jumlah jenis yang banyak pada seluruh stasiun penelitian.

Selanjutnya diikuti oleh Crustacea, walaupun dijumpai di seluruh stasiun penelitian namun dalam jumlah jenis yang lebih sedikit. Polychaeta juga dijumpai dalam jumlah jenis yang sedikit sedangkan Ophiuroidea hanya dijumpai di stasiun non-vegetasi. Dominannya jumlah jenis dari Bivalvia dan Gastropoda pada seluruh stasiun penelitian di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke, sejalan dengan hasil penelitian Pirzan *et al.*, (2001), yang menemukan dominannya jumlah jenis makrozoobentos dari kedua kelas di atas di hutan mangrove rehabilitasi tersebut. Andy Omar *et al.* (2012) menemukan 12 jenis Gastropoda pada areal yang berbeda di kawasan mangrove Tongke-tongke hasil rehabilitasi, 8 jenis di antaranya juga ditemukan selama penelitian ini, yaitu *C. cingulata*, *T. telescopium*, *T. Palustris* (Potamididae), *C. capucinus*, *M. margariticola* (Muricidae), *C. moniliferus* (Cerithiidae), *L. scabra* (Littorinidae), dan *C. oualaniensis* (Neritidae).

b. Kepadatan Makrozoobentos

Kepadatan makrozoobentos di hutan mangrove hasil rehabilitasi Desa Tongke-tongke dan di hutan alami Kelurahan Samataring berkisar 85,60 – 266,10 ind m⁻². Hasil ini relatif lebih sedikit jika dibandingkan dengan kepadatan makrozoobentos yang ditemukan oleh Rani (1998) di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke berumur 13 tahun, yaitu berkisar 155 – 944 ind m⁻². Namun dibandingkan dengan kepadatan makrozoobentos di kawasan mangrove rehabilitasi Tokke-tokke yang berkisar 29,33 – 77,33 ind m⁻² (Zulkifli, 2008) maka hasil yang ditemukan relatif lebih banyak.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa kepadatan Bivalvia tertinggi ditemukan pada Stasiun III (umur mangrove 5 tahun) dan IV (umur mangrove 10 tahun), Gastropoda pada Stasiun II (umur mangrove 1 tahun) dan VI (umur mangrove 30 tahun), dan Crustacea pada Stasiun V (umur mangrove 27 tahun). Hal ini menunjukkan bahwa setiap kelompok umur mangrove didominasi oleh kelompok yang berbeda-beda.

Kepadatan jenis makrozoobentos pada substasiun 1 dan 2 di setiap stasiun penelitian dapat dilihat pada Lampiran 8. Kepadatan jenis makrozoobentos di Stasiun I (non-vegetasi) pada Substasiun 1 berkisar 0,80 – 13,33 ind m⁻². Kepadatan yang tertinggi ditemukan pada *T. timorensis* dan terendah pada *C. cingulata*, *N. pullus* dan *R. aspera*. Pada Substasiun 2,

kepadatan makrozoobentos berkisar 0,80 – 25,00 ind m-2, tertinggi pada *S. crytodactyla* dan terendah pada *P. incamata*.

Di Stasiun II (umur mangrove 1 tahun), kepadatan makrozoobentos pada Substasiun 1 berkisar 0,60 – 6,00 ind m-2. Kepadatan tertinggi ditemukan pada *L. scabra* dan terendah pada *S. cucullata*. Pada Substasiun 2, kepadatan makrozoobentos berkisar 0,80 – 7,80 ind m-2, tertinggi pada *C. oulaniensis* dan terendah pada *T. sulcata* dan *R. aspera*.

Kisaran kepadatan makrozoobentos di Stasiun III (umur mangrove 5 tahun) berkisar 0,60 – 10,80 ind m-2 pada Substasiun 1 dan 0,60 – 8,33 ind m-2 pada Substasiun 2. Kepadatan makrozoobentos tertinggi pada Substasiun 1 ditemukan pada *S. cucullata* dan terendah pada *V. acuminatum*, sedangkan pada Substasiun 2 *S. crytodactyla* memiliki kepadatan tertinggi dan *S. cucullata* yang terendah.

Makrozoobentos di Stasiun IV (umur mangrove 10 tahun) pada Substasiun 1 memiliki kepadatan yang berkisar 1,00 – 55,20 ind m-2, tertinggi pada *I. perna* dan terendah pada *Balanus sp.* Di Substasiun 2, kepadatan makrozoobentos berkisar 0,60 – 37,60 ind m-2, yang tertinggi pada jenis *I. perna* dan terendah pada *N. costata*.

Kepadatan jenis makrozoobentos di Stasiun V (umur mangrove 27 tahun), Substasiun 1 berkisar 0,80 – 78,33 ind m-2, tertinggi pada jenis *C. carnifex* dan terendah pada *T. telescopium* dan *C. capucinus*. Kemudian, pada Substasiun 2 kepadatan makrozoobentos berkisar 0,40 – 21,67 ind m-2, tertinggi pada *C. carnifex* terendah pada *T. sulcata*.

Di Substasiun 1 pada Stasiun VI (umur mangrove 30 tahun), kepadatan jenis makrozoobentos berkisar 0,40 – 10,60 ind m-2, tertinggi pada *C. kobelti* dan terendah pada *S. echinata*. Pada Substasiun 2, kepadatan berkisar 0,60 – 9,60 ind m-2, tertinggi ditemukan pada *S. cucullata* dan terendah pada *L. scabra* dan *V. acuminatum*.

Kepadatan Crustacea yang tinggi pada Stasiun V (umur mangrove 27 tahun) dibandingkan stasiun lainnya disebabkan tingginya kepadatan jenis *C. carnifex* dan *S. crytodactyla*. Hal ini diduga berhubungan dengan kondisi ekologis pada Stasiun V di hutan mangrove hasil rehabilitasi yang dapat mendukung kepadatan kedua jenis Crustacea tersebut, seperti substrat lumpur yang banyak mengandung bahan organik sebagai sumber

makanan bagi jenis makrozoobentos deposit feeder dan dukungan faktor lingkungan fisika-kimia perairan pada habitat tersebut.

2. Indeks Ekologi Makrozoobentos

a. Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos

Indeks keanekaragaman makrozoobentos yang ditemukan di hutan mangrove hasil rehabilitasi Tongke-tongke dan di hutan mangrove alami Samatarung dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel tersebut menjelaskan bahwa seluruh substasiun di setiap stasiun penelitian memiliki nilai indeks keanekaragaman yang termasuk berkategori tinggi karena memiliki nilai lebih besar dari dua. Tingginya keanekaragaman makrozoobentos yang ditemukan pada setiap stasiun penelitian disebabkan kestabilan komunitas makrozoobentos dan persebaran jumlah individu dari jenis makrozoobentos yang ada pada masing-masing lokasi tersebut relatif merata, bahkan pada stasiun VI (umur mangrove 30 tahun) memiliki nilai indeks keanekaragaman di Substasiun 1 sebesar 4,00 dan di Substasiun 2 sebesar 3,50.

Tingginya nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos pada Stasiun VI (umur mangrove 30 tahun) yang berada di hutan mangrove alami disebabkan banyaknya spesies makrozoobentos yang ditemukan pada Substasiun 1 dan 2 di stasiun tersebut dengan pembagian jumlah individu masing-masing spesies yang relatif merata, dan tidak ada dominansi spesies tertentu sehingga dapat dikatakan bahwa ekosistem dalam keadaan stabil. Sebaliknya nilai indeks keanekaragaman pada Substasiun 1 dan 2 di Stasiun IV rendah disebabkan jumlah spesies banyak tetapi persebaran jumlah individu setiap spesies tidak merata. Hal ini ditunjukkan oleh banyaknya jumlah individu spesies *I. perna* dan *E. aenigmatica* dibandingkan jumlah individu lainnya yang terdapat pada stasiun tersebut.

b. Indeks Keseragaman Makrozoobentos

Menurut Odum (1993), apabila indeks keseragaman mendekati satu, maka organisme pada komunitas tersebut menunjukkan keseragaman. Sebaliknya, jika indeks keseragaman mendekati nol maka organisme pada komunitas tersebut tidak seragam. Nilai indeks keseragaman selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa hasil pengukuran indeks keseragaman yang diperoleh

pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian termasuk dalam kategori seragam karena mendekati satu. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada dominasi spesies makrozoobentos pada masing-masing substasiun tersebut dan persebaran jumlah individu masing-masing spesies relatif merata. Selain itu, nilai tersebut menunjukkan bahwa komunitas dalam keadaan stabil dan kondisi habitat yang dihuni relatif baik untuk pertumbuhan dan perkembangan masing-masing spesies makrozoobentos, baik di hutan mangrove hasil rehabilitasi Tongke-tongke maupun di hutan mangrove alami Samataring. Menurut Nybakken (1992), semakin besar nilai indeks keseragaman maka populasi menunjukkan keseragaman, yang dapat diartikan bahwa jumlah individu tiap spesies dapat dinyatakan sama atau merata.

c. Indeks Dominansi Makrozoobentos

Menurut Odum (1993), apabila nilai indeks dominansi mendekati nol maka tidak ada organisme tertentu yang mendominasi perairan tersebut. Sebaliknya, jika nilai indeks dominansi mendekati satu maka ada organisme tertentu yang mendominasi. Hasil analisis indeks dominansi masing-masing stasiun penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menjelaskan bahwa nilai indeks dominansi pada seluruh substasiun di setiap stasiun penelitian termasuk dalam kategori rendah. Hal ini berarti komunitas makrozoobentos di hutan mangrove hasil rehabilitasi Tongke-tongke dan di hutan mangrove alami Samataring dalam keadaan stabil, kondisi lingkungan cukup baik, dan tidak ada tekanan ekologis terhadap fauna makrozoobentos di habitat tersebut.

d. Indeks Dispersi Morisita Makrozoobentos

Menurut Krebs (1989), pola distribusi spasial organisme dalam suatu komunitas dapat dilakukan dengan melihat nilai indeks dispersi Morisita (I_d). Kisaran nilai indeks Morisita yang didapatkan pada seluruh substasiun di setiap stasiun berkisar 0,00 – 5,00 (Lampiran 11). Kategori pola sebaran organisme makrozoobentos dibedakan atas kategori distribusi acak (jika $I_d < 1$), kategori distribusi normal atau seragam (jika $I_d = 1$) dan kategori distribusi mengelompok atau bergerombol (jika $I_d > 1$).

Jenis-jenis makrozoobentos yang memiliki pola sebaran acak jumlahnya tidak terlalu banyak

ditemukan pada setiap stasiun penelitian. Menurut Odum (1971), persebaran secara acak jarang terjadi kecuali dalam lingkungan yang seragam dan umumnya terjadi adalah distribusi mengelompok atau bergerombol. Pola sebaran acak ditemukan pada *S. truncata* (di Substasiun 1 Stasiun I, serta di Substasiun 1 dan Substasiun 2 pada Stasiun II), *Scolopsis sp.* dan *O. fragilis* (masing-masing di Substasiun 1 Stasiun I), *T. remeis* (di Substasiun 1 Stasiun II dan di Substasiun 2 Stasiun III), *T. timorensis* dan *N. diversicolor* (di Substasiun 1 dan Substasiun 2 pada Stasiun II, serta di Substasiun 1 Stasiun III), *N. costata* (di Substasiun 2 Stasiun III, Substasiun 1 Stasiun IV, serta di Substasiun 1 dan Substasiun 2 pada Stasiun V). Jenis *N. diversicolor* juga ditemukan tersebar secara acak di Substasiun 1 pada Stasiun IV.

Umumnya pola sebaran makrozoobentos pada seluruh substasiun di setiap stasiun penelitian termasuk dalam kategori mengelompok atau bergerombol karena nilai indeks dispersi Morisita yang didapatkan lebih besar dari satu. Dominannya pola sebaran mengelompok atau bergerombol makrozoobentos di hutan mangrove hasil rehabilitasi Tongke-tongke dan hutan mangrove alami Samataring mengindikasikan bahwa pola penyebaran jenis-jenis makrozoobentos ini sempit dan terbatas karena kemampuan mobilitas mereka yang rendah untuk berpindah-pindah, membutuhkan habitat yang khas atau cocok untuk hidup mereka, dan kondisi lingkungan tertentu yang disukai oleh fauna bentos tersebut seperti tipe substrat dan ketersediaan makanan.

3. Mangrove

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap vegetasi yang terdapat di lokasi penelitian (Desa Tongke-tongke dan Kelurahan Samataring) ditemukan dua jenis tumbuhan mangrove, yaitu *Rhizophora apiculata* Lamarck dan *Rhizophora mucronata* Blume. Kedua jenis mangrove tersebut merupakan tumbuhan mayor yang umum mendominasi kawasan mangrove. Jenis *R. mucronata* dapat ditemukan pada setiap stasiun, kecuali Stasiun I (non-vegetasi), baik dalam bentuk semaian, anakan, maupun pohon. Sebaliknya, *R. apiculata* hanya ditemukan pada Stasiun VI (Kelurahan Samataring) yang merupakan kawasan hutan mangrove alami dan berisi vegetasi berusia sekitar 30 tahun.

Pertumbuhan rata-rata diameter pohon pada setiap stasiun cukup bervariasi. Rata-rata

diameter pohon di Stasiun III (kelompok umur 5 tahun) bertumbuh $1,1204 \pm 0,1198$ cm tahun⁻¹, di Stasiun IV (kelompok umur 10 tahun) $0,7265 \pm 0,1769$ cm tahun⁻¹, dan di Stasiun V (kelompok umur 27 tahun) $0,2959 \pm 0,0621$ cm tahun⁻¹. Pertumbuhan diameter pohon untuk *R. mucronata* di Stasiun VI (kelompok umur 30 tahun) rata-rata $0,4126 \pm 0,1115$ cm tahun⁻¹, sedangkan untuk *R. apiculata* sebesar $0,4012 \pm 0,0447$ cm tahun⁻¹. Bosire et al. (2008) menemukan rata-rata pertumbuhan diameter mangrove hasil rehabilitasi $0,53$ cm tahun⁻¹. Diameter pohon di lokasi penelitian berkisar $5,60 - 12,38$ cm. Hasil ini masih tidak berbeda jauh dengan kisaran diameter *R. mucronata* hasil rehabilitasi di Kenya, Afrika, yaitu $2,5 - 12,4$ cm dan rata-rata $6,2 \pm 1,9$ cm (Bosire et al., 2008) dan di Mozambique dan Tanzania yang berkisar $5,1 - 15$ cm (Bandeira et al., 2009). Kisaran diameter pohon tersebut di Asia dan Pasifik adalah $5 - 15$ cm (Watson, 1931; Durant, 1941; Putz dan Chan, 1986; Devoe dan Cole, 1998; Saenger, 2002).

Kerapatan semai, anakan dan pohon hasil rehabilitasi yang ditemukan di lokasi penelitian, masing-masing sebesar $0,27$ ind m⁻², $0,25 - 0,78$ ind m⁻² dan $0,57 - 0,86$ ind m⁻². Kerapatan pohon yang diperoleh tidak berbeda jauh dengan temuan Andy Omar et al. (2012) pada lokasi yang sama tetapi pada stasiun yang berbeda, yaitu $0,55 - 0,74$ ind m⁻². Namun, hasil yang ditemukan tersebut di atas berbeda jauh dengan kerapatan semai dan anakan di Kalimantan. Abdulhadi dan Suhardjono (1994) menemukan kerapatan semai sebesar $110,85$ ind m⁻² dan anakan sebesar $12,20$ ind m⁻² di kawasan mangrove Sei Kecil, Simpang Hilir, Kalimantan Barat. Di Sarawak, Kalimantan bagian utara, Ashton dan McIntosh (2002) memperoleh kerapatan semai $93,89$ ind m⁻² dan anakan $34,78$ ind m⁻².

4. Faktor-Faktor Lingkungan Perairan

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan organisme laut secara langsung maupun tidak langsung. Menurut Handjojo dan Djoko Setianto (2005) dalam Irawan (2009), suhu air normal adalah suhu air yang memungkinkan makhluk hidup dapat melakukan metabolisme dan berkembang biak. Berarti, suhu merupakan faktor fisik yang sangat penting di perairan.

Hasil pengukuran suhu perairan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun

penelitian berkisar antara $27,0 - 30,5^{\circ}\text{C}$ (Tabel 4). Pengukuran dilakukan pada pagi hari dimana intensitas cahaya matahari yang diterima oleh perairan masih sedikit. Nilai rata-rata suhu terendah diperoleh pada Stasiun V (umur mangrove 27 tahun) dan tertinggi diperoleh pada Stasiun I (non vegetasi). Rendahnya suhu di Stasiun V disebabkan kerapatan mangrove yang tinggi sehingga menghalangi masuknya cahaya matahari ke perairan di dalam hutan mangrove. Tingginya suhu di Stasiun I (non vegetasi) disebabkan lokasi stasiun ini berada di pesisir pantai terbuka yang berbatasan dengan laut lepas dan tidak ada vegetasi mangrove yang menghalangi terpaan cahaya matahari di perairan.

Hasil pengukuran kecepatan arus pada masing-masing substasiun di setiap stasiun berkisar antara $0,310 - 0,501$ m/detik atau $31,0 - 50,1$ cm/detik (Tabel 4). Pengambilan data kecepatan arus dilakukan ketika terjadi arus pasang. Kisaran kecepatan arus tersebut diatas dapat digolongkan ke dalam kategori arus sedang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mason (1981) bahwa kecepatan berkisar $25 - 50$ cm/detik tergolong arus sedang.

Hasil analisis pengukuran kekeruhan perairan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian berkisar antara $30,2 - 42,0$ NTU (Tabel 4). Kekeruhan rata-rata terendah pada Stasiun II (umur mangrove 1 tahun) dan kekeruhan rata-rata tertinggi pada Stasiun I (non vegetasi). Tingginya kekeruhan di Stasiun I disebabkan kecepatan arus dan kondisi substrat lumpur berpasir sehingga terjadi pengadukan dan pencampuran massa air yang relatif lebih mudah diangkut oleh gerakan air. Selain bahan organik dan organisme yang tersuspensi yang dipasok dari laut ke ekosistem mangrove.

Kisaran nilai salinitas pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian berkisar antara $27,40 - 30,17\text{‰}$ (Tabel 5). Menurut Nybakken (1992) menyatakan bahwa pola gradien fluktuasi salinitas, bergantung pada musim, topografi, pasang surut, dan jumlah air tawar. Kisaran nilai salinitas normal untuk kehidupan makrozoobentos di hutan mangrove berkisar $20 - 35\text{‰}$. Berarti, kisaran salinitas pada setiap stasiun penelitian masih masuk dalam kategori normal.

Setiap organisme memiliki kisaran pH optimum bagi kehidupannya. Hasil pengukuran nilai pH perairan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun berkisar antara $7,40 - 8,08$ (Tabel 5). Pengukuran pH ketika perairan sedang

pasang. Nilai pH rata-rata tertinggi pada Stasiun VI (umur mangrove 30 tahun) dan terendah pada Stasiun I (non vegetasi). Kisaran rata-rata nilai pH tersebut termasuk yang disukai biota akuatik karena berada pada kisaran 7 – 8,5 (Effendi, 2003).

Hasil analisis kandungan fosfat perairan pada masing-masing substasiun di setiap penelitian berkisar antara 0,31 – 0,39 ppm (Tabel 5). Kisaran kandungan fosfat tersebut termasuk dalam kategori kesuburan perairan yang sangat baik karena nilai kandungan fosfat lebih besar dari 0,201 ppm (Wardoyo, 1975 dalam Wijasena, 2003). Kandungan nilai fosfat tertinggi di Stasiun V (umur mangrove 27 tahun) karena serasah mangrove menjadi penyumbang bahan organik yang diantaranya adalah fosfat.

Hasil analisis kandungan nitrat pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian berkisar antara 0,50 – 0,95 ppm (Tabel 5). Kisaran kandungan nitrat tersebut termasuk dalam kategori tingkat kesuburan sedang karena nilai kandungan nitrat berkisar antara 0,227 – 1,129 ppm (Vollenweider, 1968 dalam Srinivasan, 2000). Nilai kandungan nitrat tertinggi pada Stasiun VI (umur mangrove 30 tahun) dan kandungan nitrat terendah pada Stasiun I (non vegetasi). Tingginya kandungan nitrat pada Stasiun VI, diduga karena banyak organisme renik yang melakukan aktivitas mengikat nitrogen dan mengubah menjadi nitrat sehingga menyebabkan stasiun tersebut menjadi subur. Sedang rendahnya nitrat pada Stasiun I diduga berhubungan dengan kurangnya bahan organik dan sedikitnya fauna makrozoobentos yang menetap kecuali yang dapat hidup pada lingkungan yang ekstrim.

Hasil analisis pengukuran kandungan bahan organik total perairan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun berkisar antara 118 – 175 ppm (Tabel 5). Nilai tertinggi kandungan bahan organik pada Stasiun VI (umur mangrove 30 tahun) dan terendah pada Stasiun II (umur mangrove 1 tahun). Tingginya nilai rata-rata kandungan bahan organik total pada Stasiun VI (umur mangrove 30 tahun), diduga berasal dari pasokan laut saat pasang yang membawa bahan organik atau organisme tersuspensi ke ekosistem mangrove yang pada saat surut akan tersaring oleh sedimen.

Hasil analisis pengukuran kandungan oksigen terlarut pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian berkisar antara 5,12 – 6,75 ppm (Tabel 5). Kisaran nilai kandungan

oksigen terlarut tersebut dapat termasuk dalam kategori pencemaran ringan karena nilai kandungan oksigen terlarut lebih besar dari 5 ppm (Sutamiharja, 1978) walaupun demikian kandungan oksigen terlarut sebesar 2 mg/l sudah cukup mendukung kehidupan organisme secara normal, jika tidak terdapat senyawa beracun (Niantiningsih, 1996).

5. Hubungan Antara Kepadatan Gastropoda dan Faktor Lingkungan

Analisis regresi linear berganda berganda merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mengestimasi seberapa besar pengaruh variabel bebas terhadap variabel tak bebas. Variabel bebas (X) dalam hal ini adalah konsentrasi parameter fisika kimia perairan, yang meliputi suhu (X1), Arus (X2), Kekeruhan (X3), Salinitas (X4), pH (X5), PO4 (X6), NO3 (X7), BO (X8), DO (X9) dan variabel tak bebas (Y) adalah kepadatan makrozoobenthos.

Berdasarkan hasil analisis regresi berganda diperoleh model persamaan regresi untuk stasiun Penelitian (Tongke-tongke dan Samataring yaitu persamaan regresi linier berganda untuk model 6 adalah:

$$Y = 7173,944 + 13,863 \cdot X1 - 143,623 \cdot X2 - 343,845 \cdot X3 - 2625,233 \cdot X4$$

Keterangan:

X1 = Kekeruhan, X2 = Salinitas, X3 = pH, X4 = Fosfat (PO4).

Bila dilihat dari nilai signifikan untuk variabel X1 = Kekeruhan, X2 = Salinitas, X3 = pH, dan X4 = Fosfat (PO4) pada stasiun penelitian diperoleh nilai signifikan untuk setiap variabel tersebut lebih besar dari nilai α (0,05). Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh berbeda nyata yang berarti bahwa kekeruhan, salinitas, pH dan fosfat, memberikan pengaruh yang signifikan (nyata) terhadap kepadatan Makrozoobenthos.

Sebagaimana diketahui bahwa Makrozoobenthos terutama kelas Gastropoda dan Bivalvia memiliki kemampuan adaptasi pada berbagai kondisi lingkungan dan bersifat *mobile* (dapat bergerak). Hal ini sesuai dengan pernyataan Nybakken (2007) bahwa ada beberapa cara bagi Gastropoda untuk mengatasi masalah terhadap habitat ekosistem mangrove yang khas tersebut, antara lain adalah dengan menyimpan air dalam cangkang yang cukup

banyak, bergerak mencari tempat yang masih digenangi air atau berlindung di semak-semak mangrove serta memiliki kemampuan bertoleransi terhadap kekeruhan dengan cara menyaring dan membuang partikel lumpur dan dari air.

6. Kandungan Karbon Organik, Nitrogen dan Tekstur Sedimen

a. Kandungan Karbon Organik dan Nitrogen

Hutan mangrove yang terdapat di sepanjang garis pantai di kawasan tropis, dan menjadi pendukung berbagai jasa ekosistem, termasuk produksi perikanan dan siklus hara. Potensi hutan mangrove sebagai penyerap karbon merupakan salah satu fungsi hutan mangrove yang sampai saat ini informasi dan datanya relatif masih belum banyak tersedia (Brown, 1997; Ketterings *et al.*, 2001; Niklas, 1994; Reiss, 1991 dalam Dharmawan dan Siregar, 2008). Padahal, informasi dan data tentang potensi hutan mangrove sebagai penyerap karbon tersebut merupakan informasi penting yang dapat digunakan oleh pemerintah sebagai bahan penawaran untuk mendapatkan kompensasi dana dari pihak-pihak investor.

Kadar bahan organik dalam sedimen tanah mangrove berasal dari produktivitas primer setempat yang sebagian besar disumbangkan oleh tumbuhan mangrove dan masukan yang terbawa oleh aliran permukaan dari daerah aliran sungai yang bermuara padanya. Oleh karena itu ketebalan tumbuhan mangrove dan kegiatan antropogenik dapat mempengaruhi kadar bahan organik total di lingkungan mangrove. Untuk jelasnya kandungan karbon dan nitrogen sedimen pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 menjelaskan bahwa nilai kandungan karbon organik atau C organik pada masing-masing substasiun di setiap stasiun berkisar antara 2,52% – 2,60%. Menurut Hardjowigeno (1995), dalam Rukmini (2010) bahwa kandungan C organik di kategorikan sangat tinggi apabila nilai >30%, tinggi berkisar 10% - 30%, sedang berkisar 4% - 10%, rendah berkisar 2% - 4%, dan sangat rendah < 2%. Berarti, kisaran kandungan C organik dalam penelitian ini termasuk dalam kategori rendah. Namun menurut Dharmawan dan Siregar (2008), apabila nilai kandungan C organik berkisar 2% - 3% sudah termasuk kategori sedang.

Kisaran nilai rata-rata kandungan C organik sedimen tersebut diatas apabila

dibandingkan dengan C organik sedimen pada hutan mangrove di wilayah Kabupaten Kutai, Kalimantan Timur yang berkisar 3,52% - 8,48% (Hidayanto *et al.*, 2004) dan di hutan mangrove di wilayah BKPH Ciasem, KPH Purwakarta yang berkisar 2,28% - 3,87% (Dharmawan dan Siregar, 2008), maka kondisi kandungan C organik sedimen di lokasi penelitian masih lebih rendah. Perbedaan ini disebabkan lebatnya hutan mangrove di kedua lokasi tersebut dibandingkan di hutan mangrove hasil rehabilitasi dan hutan mangrove alami Tongke-tongke.

Menurut Lugo dan Snedaker (1974), ekosistem mangrove berperan sebagai eksportir serasah yang dapat mencapai 7,1 – 8,8 ton ha⁻¹ th⁻¹. Selain itu, berasal dari pasokan bahan organik dari laut yang dipengaruhi arus pasang surut dan tersuspensi pada substrat lempung berdebu atau berlumpur di stasiun ini. Hal ini sesuai pernyataan Lovelock (1993), bahwa pada saat pasang air laut membawa bahan organik atau organisme tersuspensi ke ekosistem mangrove dan pada saat surut akan tersaring oleh sedimen.

b. Tekstur Sedimen

Menurut Bengen (1995) bahwa jenis substrat di perairan pesisir merupakan unsur penting untuk diketahui karena merupakan salah satu faktor pembatas penyebaran organisme benthos. Hasil analisis tekstur sedimen pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian bervariasi antara lempung berpasir sampai lempung berdebu. Untuk jelasnya dapat dilihat pada Tabel 7. Tabel tersebut menjelaskan bahwa pada Stasiun I, Stasiun II, dan Stasiun III, tekstur sedimen termasuk lempung berpasir. Hal ini disebabkan letak ke tiga stasiun berada di depan atau di pesisir pantai terbuka sehingga pada saat pasang partikel pasir yang terbawa arus dan gelombang dari laut banyak diendapkan di permukaan pantai datar sesuai fisiografi stasiun tersebut.

Sebaliknya pada Stasiun IV, Stasiun V, dan Stasiun VI, jenis tekstur sedimen termasuk lempung berdebu. Hal ini disebabkan letak ketiga stasiun tersebut berada di bagian belakang dari pesisir pantai terbuka yang relatif terlindung dari gelombang laut, berdekatan dengan daratan dan tambak masyarakat serta pemukiman penduduk sehingga partikel debu dan liat yang terbawa arus dan gelombang laut masuk jauh ke dalam hutan mangrove dan mengendap ketika arus surut, selain itu ditunjang pula oleh akar *Rhizophora mucronata* yang rapat sehingga kecepatan arus

menjadi lemah dan partikel debu yang ringan kecepatan arus lemah, sedimen/substrat terhambat pada perakaran mangrove. Menurut cenderung berlumpur. Odum (1971), bahwa pada daerah pesisir dengan

Tabel 1. Persentase Makrozoobentos Berdasarkan Kelas yang Ditemukan pada Masing-Masing Stasiun Selama Penelitian

No.	Kelas	Stasiun (Umur)					
		I	II	III	IV	V	VI
		NV	(1 thn)	(5 thn)	(10thn)	(27thn)	(30thn)
		%	%	%	%	%	%
1	Bivalvia	25,00	35,71	33,33	31,58	30,00	29,03
2	Gastropoda	40,00	42,86	50,00	42,11	40,00	54,84
3	Crustacea	15,00	7,14	11,11	15,79	30,00	12,90
4	Polychaeta	15,00	14,29	5,56	10,53	0,00	3,23
5	Ophiuroidea	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 2. Kepadatan Makrozoobentos Berdasarkan Umur Mangrove

Kelas	NV		1 tahun		5 tahun		10 tahun		27 tahun		30 tahun	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Bivalvia	26,20	0,00	10,60	17,07	20,80	13,93	114,13	85,67	41,67	20,93	11,80
Gastropoda	3,40	11,20	19,20	19,80	14,60	15,00	14,20	11,60	9,80	14,40	39,20	27,00
Crustaceae	0,00	37,53	1,80	6,60	1,60	8,33	7,67	17,87	110,00	37,87	33,33	1,00
Polychaeta	3,33	3,33	3,33	6,67	1,67	3,33	15,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,00
Ophiuroidea	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 3. Nilai Indeks Keanekaragaman (H), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos pada Setiap Stasiun Penelitian

Stasiun pengambilan sampel	Indeks Ekologi					
	H		E		D	
	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2
Stasiun I	3,30	2,74	0,95	0,87	0,112	0,165
Stasiun II	2,88	2,96	0,80	0,80	0,175	0,157
Stasiun III	2,76	3,00	0,72	0,84	0,211	0,171
Stasiun IV	2,28	2,55	0,58	0,69	0,294	0,224
Stasiun V	2,79	3,23	0,75	0,79	0,197	0,172
Stasiun VI	4,00	3,50	0,87	0,81	0,089	0,127

Tabel 4. Hasil Pengukuran Parameter Fisika Perairan di Stasiun Penelitian

No.	Stasiun	Suhu ($^{\circ}$ C)		Kec. Arus (m/dtk)		Kekeruhan (NTU)	
		Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2
1.	I	30,0	30,5	0,501	0,500	42,0	41,0
2.	II	28,5	28,0	0,498	0,450	30,2	30,2
3.	III	28,5	28,0	0,467	0,520	34,3	34,3
4.	IV	27,9	27,0	0,461	0,458	32,2	34,0
5.	V	27,0	27,0	0,310	0,319	41,0	40,0
6.	VI	27,5	27,0	0,410	0,350	41,0	40,2

Tabel 5. Hasil Pengukuran Parameter Kimia Perairan di Stasiun Penelitian

No.	Sta-siun	Salinitas (ppm)		pH		PO ₄ (ppm)		NO ₃ (ppm)		BOT (ppm)		DO ppm	
		Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2
1.	I	30,17	29,19	7,46	7,48	0,31	0,32	0,51	0,50	133	130	5,95	5,92
2.	II	28,25	28,22	7,60	7,52	0,33	0,32	0,59	0,58	120	118	5,88	5,78
3.	III	28,34	28,14	7,58	7,50	0,35	0,33	0,57	0,58	131	125	5,12	5,16
4.	IV	28,25	28,27	7,60	7,63	0,34	0,35	0,61	0,59	144	140	5,25	5,31
5.	V	27,76	27,73	7,80	7,96	0,39	0,36	0,91	0,90	152	155	6,75	6,11
6.	VI	27,42	27,40	8,08	8,06	0,38	0,36	0,95	0,93	175	172	6,73	6,71

Tabel 6. Hasil Pengukuran Parameter Sedimen pada Stasiun Penelitian

No.	Stasiun	Bahan Organik			
		Kjeldahl N (%)		Wakley & Black C (%)	
		Sub 1	Sub 2	Sub 1	Sub 2
1.	I (Non vegetasi)	0,12	0,12	2,52	2,54
2.	II (Umur 1 tahun)	0,12	0,13	2,55	2,53
3.	III (Umur 5 tahun)	0,15	0,16	2,53	2,54
4.	IV (Umur 10 tahun)	0,16	0,17	2,55	2,52
5.	V (Umur 27 tahun)	0,19	0,17	2,59	2,60
6.	VI (Umur 30 tahun)	0,23	0,25	2,56	2,55

Tabel 7. Hasil Analisis Tekstur Sedimen di Lokasi Penelitian

No.	Stasiun	Klas Tekstur	
		Sub 1	Sub 2
1.	I (Non vegetasi)	Lempung berpasir	Lempung berpasir
2.	II (Umur 1 tahun)	Lempung berpasir	Lempung berpasir
3.	III (Umur 5 tahun)	Lempung berpasir	Lempung berpasir
4.	IV (Umur 10 tahun)	Lempung berdebu	Lempung berdebu
5.	V (Umur 27 tahun)	Lempung berdebu	Lempung berdebu
6.	VI (Umur 30 tahun)	Lempung berdebu	Lempung berdebu

D. KESIMPULAN

1. Komposisi makrozoobentos baik epifauna maupun infauna yang ditemukan pada kawasan non-vegetasi, hutan mangrove hasil rehabilitasi dan alami diperoleh sebanyak 47 jenis makrozoobentos yang berasal dari 30 famili dan 5 kelas. Gastropoda ditemukan sebanyak

22 jenis dan 11 famili, Bivalvia 13 jenis dan 8 famili, Crustacea 6 jenis dan 4 famili, Polychaeta 5 jenis dan 5 famili, serta Ophiuroidea 1 jenis yang berasal dari 1 famili. Pada kawasan non-vegetasi dihuni oleh 20 jenis makrozoobentos dan di hutan mangrove hasil reha-

bilitasi ditemukan sebanyak 35 jenis serta di hutan mangrove alami ditemukan 31 jenis. Dengan kepadatan makrozoobentos pada setiap kelompok umur mangrove didominasi oleh kelas makrozoobentos yang berbeda-beda.

2. Suksesi makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke berlangsung dengan meningkat jumlahnya jenis makrozoobentos dan keanekaragaman makrozoobentos seiring dengan semakin bertambahnya umur vegetasi mangrove.
3. Hasil analisis faktor-faktor lingkungan pada masing-masing substasiun di setiap stasiun penelitian mengindikasikan bahwa pengaruh faktor fisika dan kimia perairan relatif cukup mendukung bagi pertumbuhan dan perkem-

bangan jenis-jenis makrozoobentos di hutan mangrove rehabilitasi Tongke-tongke dan di hutan mangrove alami Samataring. Kekurangan, salinitas, pH dan fosfat, memberikan pengaruh yang signifikan (nyata) terhadap kepadatan Makrozoobenthos.

4. Nilai kandungan karbon organik atau C organik pada masing-masing substasiun di setiap stasiun berkisar antara 2,52% – 2,60% dan termasuk dalam kategori rendah. Umur mangrove serta ketebalan dan kerapatan mangrove mempengaruhi produksi serasah sebagai penyumbang terbesar terhadap tingginya kandungan C organik sedimen pada hutan mangrove rehabilitasi. Sedang tingginya nilai rata-rata kandungan nitrogen di hutan mangrove rehabilitasi, selain berasal serasah mangrove dan substrat lempung berdebu yang dapat menyerap unsur hara dari perairan ketika arus pasang surut. Juga, dipengaruhi pasokan unsur hara yang berasal dari limbah budidaya perikanan yang mengendap pada sedimen. Nilai kandungan N organik adalah berkisar 14,4 ton/thn – 30,10 ton/ thn. Sedangkan nilai C organik berkisar 30,20 ton/thn – 31,20 ton/thn. Nilai N tertinggi adalah pada stasiun VI umur 30 tahun yaitu 30,0 ton/ thn. Sedangkan C tertinggi adalah pada stasiun V umur 27 tahun yaitu 31,20 ton/ thn.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Abdulhadi, R. And Suhardjono. 1994. The Remnant Mangroves of Sei Kecil, Simpang Hilir, West Kalimantan, Indonesia. *Hydrobiologia*. 285: 249-255.
- Andy Omar, S. Bin, R. Sirante, Suwarni dan M. Litaay. 2012. Keanekaragaman Gastropoda (Moluska) di Ekosistem Mangrove Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Moluska III, Makassar, 14 Juni.
- Ashton, E.C. and D.J. McIntosh. 2002. Preliminary Assessment of The Plant Diversity and Community Ecology of The Sematan Mangrove Forest, Sarawak, Malaysia. *Forest Ecology and Management* 166. 111-129.
- Bengen, D.R., Widododan S. Haryadi. 1995. Tipologi Fungsional Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Perairan Pesisir Muara Jaya, Bekasi. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian IPB, Bogor.
- Bosire, J.O., Dahdouh-Guebas, F., Walton, M., Crona, B.I., Lewis III, R.R., Field, C., Kairo, J.G., Koedam, N. 2008. Functionality of Restored Mangroves. *Review Aquat. Bot.* 89: 251-259.
- Bandeira, S.O., C.C.F. Macamo, J.G. Kairo, F. Amade, N. Jiddawi and J. Paula. 2009. Evaluation of Mangrove Structure and Condition in Two Trans-boundary Areas in The Western Indian Ocean. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 19: S46-S55.
- Durant, C.L. 1941. The Growth of Mangrove Species in Malaya. *Malayan Forester* 10. 3-15.
- Devoe, N.N. and T.G. Cole. 1998. Growth and Yield in Mangrove Forests of The Federated States of Micronesia. *Forest Ecol. Manag.* 103: 33-48.
- Dharmawan, I Wayan Suci dan Chairil Anwar Siregar. 2008. Karbon Tanah dan Pendugaan Karbon Tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. di BKPH Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, Bogor.
- Chen, G.C., and Y. Ye. 2010. Restoration of *Aegiceras Corniculatum* Mangroves in Jiulongjiang Estuary Changed Macro-Benthic Faunal Community. *Ecological Engineering*. 37: 224-228.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Irawan. 2009. Faktor-faktor Penting dalam Proses Pembesaran Ikan di Fasilitas Nursery dan Pembesaran, (Online), (www.sith.ipb.ac.id diakses pada 23 Desember 2012).
- Rani, C. 1998. Studi Ekologi Komunitas Makrozoobentos pada Hutan Bakau Rakyat di Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Krebs, C.S. 1989. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper And Row Publication, New York.
- Lovelock, C. 1993. *Field Guide to The Mangroves of Queensland*. Australian Institute of Marine Science, Australia.
- Lugo, A. E., and S. C. Snedaker. 1974. The Ecology of Mangroves. *Ann. Rev. Ecology and Systematics*. 5: 39-64.
- 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.

- Mason, B. 1981. *Biology of Fresh Water Pollution*. Scientific and Technology, Longman, New York, USA.
- Nessa, N.M., W. Monoarfa, D. Achmad, J. Jompa, M. R. Idrus, Sudirma, D. Thaa, E. Demmalio, F. Patiting. 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.
- Niartiningsih, 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.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology Third Edition*. W.B. Scounders Company, Toronto. Canada.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Alih Bahasa: Samingan, T. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Putz, F. and H.T. Chan. 1986. Tree Growth, Dynamics, and Productivity in AMature Mangrove Forest in Malaysia. *Forest Ecol. Manag.* 17: 211–230.
- Putz, F. and H.T. Chan. 1986. Tree Growth, Dynamics, and Productivity in AMature Mangrove Forest in Malaysia. *Forest Ecol. Manag.* 17: 211–230.
- Pirzan, A.M., D. Rohama, Utojo, Burhanuddin, Suharyanto, Gunarto, dan H.Padda. 2001. Telaah Biodiversitas di Kawasan Tambak dan Mangrove. Laporan Akhir Proyek Inventarisasi dan Evaluasi Sumber Daya Perikanan Pesisir. Balai Penelitian Perikanan, Maros. 37.
- Rukmini, A.R. 2010. Struktur Komunitas dan Komposisi Jenis Mangrove Alam Ditinjau dari Kondisi Substrat dan Fisiografi di Pantai Barat Sulawesi. Disertasi. Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Saenger, P. 2002. *Mangrove Ecology Silviculture and Conservation*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Sutamihardja, R.T.M. 1978. Kualitas dan Pencemaran Lingkungan. Program Pascasarjana Jurusan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. IPB, Bogor.
- Sutamihardja, R.T.M. 1978. Kualitas dan Pencemaran Lingkungan. Program Pascasarjana Jurusan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. IPB, Bogor.
- Zulkifli. 2008. Kajian Tingkat Keberhasilan Rehabilitasi Vegetasi Mangrove di Tinjau dari Aspek Bioekologi di Pantai Tokke-tokke Kecamatan Pitumpanua Kabupaten Wajo. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Watson, J.G. 1931. The Growth of Mangrove Species. *Malayan Forester* 1. 217–218.
- Wijasena, T. 2003. Karakteristik Fisika-Kimia Serta Komposisi Distribusi Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Estuaria Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor.