

Analisis produktivitas primer fitoplankton dan struktur komunitas fauna makrobenthos berdasarkan kerapatan mangrove di kawasan konservasi Kota Tarakan, Kalimantan Timur

Primary productivity analysis of phytoplankton and community structure of macrobenthos based on mangrove density in the conservation area of Tarakan City, East Kalimantan

AMRULLAH TAQWA, SUPRIHARYONO, RUSWAHYUNI

Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro. Semarang 50275, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 26 Desember 2012. Revisi disetujui: 24 April 2013.

Abstract. *Taqwa A, Supriharyono, Ruswahyuni. 2013. Primary productivity analysis of phytoplankton and community structure of macrobenthos based on mangrove density in the conservation area of Tarakan City, East Kalimantan. Bonorowo Wetlands 3: 30-40.* The studies of primary phytoplankton productivity and macrobenthic fauna community structure in different densities of mangrove were carried out from May to June 2009 in the mangrove conservation area in Tarakan East-Kalimantan, Indonesia. Content of chlorophyll-a converted to phytoplankton primary productivity, estimated with Strickland formula. Diversity of macrozoobenthos calculated with Shannon's Index. Phytoplankton primary productivity in high, middle, and low mangrove density ranges between 50.13 ± 5.53 mgC/m³/d; 45.32 ± 6.48 mgC/m³/d, and 41.48 ± 6.48 mgC/m³/d, respectively. Shannon's low, middle, and high mangrove density index values are 2.24-2.61, 1.33-2.51, and 1.35-2.51, respectively. This study showed a strong correlation between the diversity of macrozoobenthos and the density of mangroves.

Keywords: Diversitas, fitoplankton, mangrove, makrobenthos

PENDAHULUAN

Pemerintah Kota Tarakan melalui SK Walikota Tarakan No. 591/HK-V/257/2001 tentang Pemanfaatan Hutan Mangrove Kota Tarakan ditujukan untuk Kawasan Hutan Mangrove seluas 9 ha dan diberi nama Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB). Kawasan ini berdampingan dengan Pelabuhan Pendaratan Ikan, kawasan industri *cold storage*, pemukiman padat dan pusat perbelanjaan.

Aktivitas di sekitar kawasan, seperti pembuangan limbah domestik, detergent, air ballast, dan limbah kimia dapat membawa dampak negatif terhadap kualitas air di sekitar KKMB. Dampak negatif yang ditimbulkan akan berdampak buruk terhadap fauna makrobenthos yang hidup di dalam KKMB. Selain itu, kualitas air di sekitar KKMB juga berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton dan produktivitas primernya. Kelimpahannya dan hasil produksi primernya juga akan mempengaruhi kehidupan makrobenthos di KKMB terutama pada saat pasang, dimana tinggi air laut menutupi dasar KKMB.

Pada tahun 2006, Pemerintah Kota Tarakan memperluas KKMB menjadi sekitar 22 ha. Upaya perluasan ini dilakukan dengan penanaman kembali pohon mangrove di atas lahan bekas tambak seluas sekitar 13 ha (BPLH Kota Tarakan 2008). Zona Konservasi mangrove ditetapkan dalam Perda Nomor 03 Tahun 2006 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Tarakan (BAPPEDA Kota Tarakan 2006).

Upaya perluasan KKMB harus didukung dengan pengetahuan tentang kerapatan pohon mangrove yang baik ditinjau dari aspek ekologis. Berapa jumlah pohon yang akan ditanam, agar kerapatan mangrove sesuai untuk menjaga keanekaragaman jenis fauna yang hidup di dalamnya, diantaranya adalah fauna makrobenthos. Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian tentang hubungan antara kerapatan mangrove dengan fauna makrobenthos.

Kerapatan mangrove berkaitan erat dengan tutupan kanopi, semakin tinggi kerapatan mangrove, maka tutupan kanopi juga semakin luas. Luas tutupan kanopi akan mempengaruhi intensitas cahaya yang masuk sampai ke dasar hutan pada saat surut, serta permukaan air laut pada saat air pasang menggenangi kawasan mangrove. Produktivitas primer fitoplankton sangat tergantung pada intensitas cahaya yang sampai ke permukaan air. Selain itu, kualitas air juga berpengaruh terhadap kesuburan fitoplankton, serta produktivitas primernya (Bengen 2001, 2004).

Hutan mangrove memiliki beberapa fungsi ekologis. Salah satu fungsinya adalah sebagai penghasil sejumlah besar detritus, terutama yang berasal dari serasah (daun, ranting, bunga dan buah yang gugur). Sebagian detritus ini dimanfaatkan sebagai bahan makanan oleh fauna makrobenthos pemakan detritus, sebagian lagi diuraikan secara bakterial menjadi unsur hara yang berperan dalam penyuburan perairan (Bengen 2001, 2004).

Kerapatan mangrove sangat mempengaruhi produksi serasah. Semakin tinggi kerapatan mangrove, maka

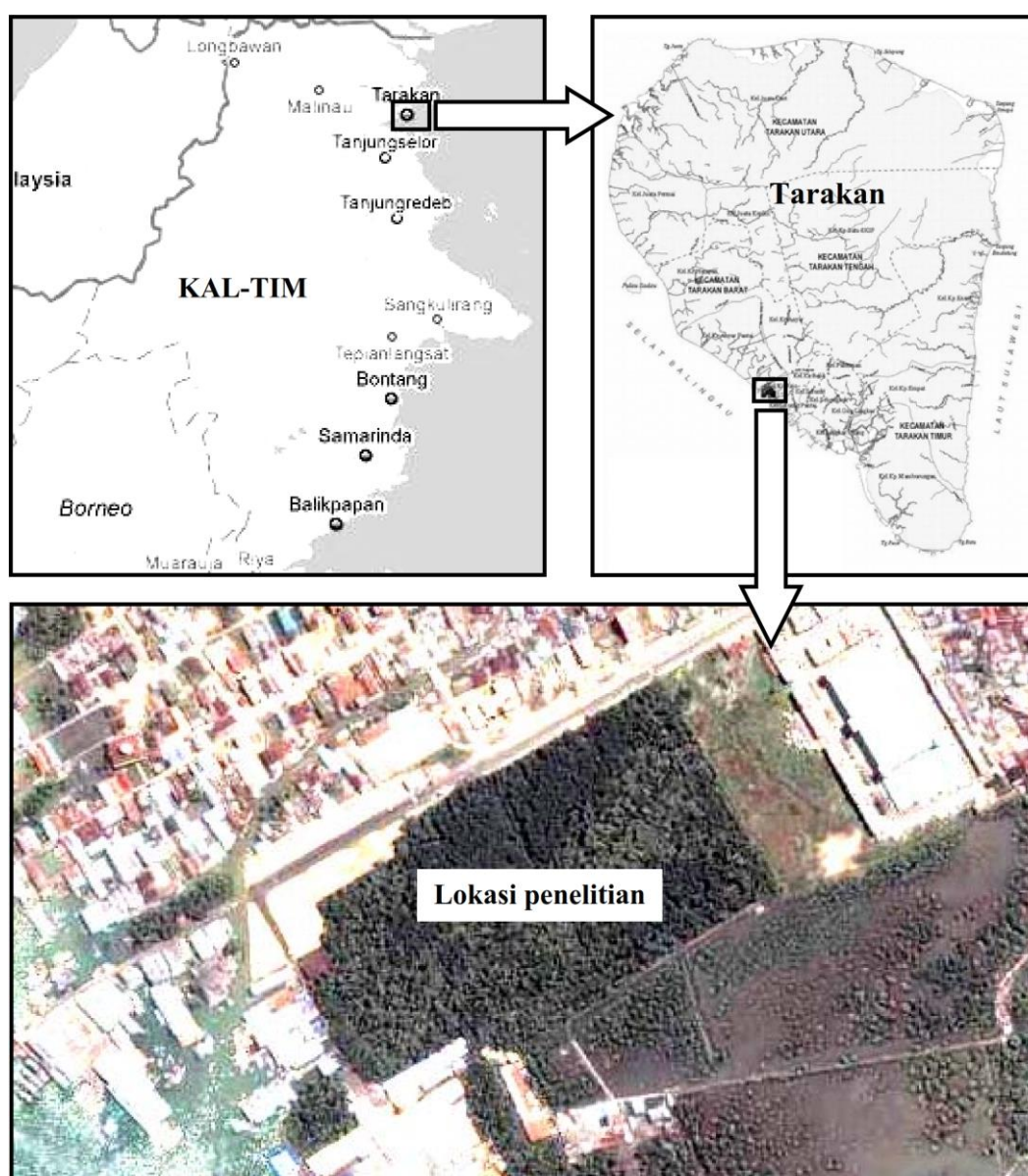
produksi serasah semakin besar. Besarnya produksi serasah mempengaruhi jumlah detritus dan unsur hara yang dihasilkan. Banyaknya detritus berpengaruh terhadap banyaknya fauna benthos yang memanfaatkannya sebagai makanan. Demikian pula dengan unsur hara yang sangat berpengaruh terhadap kesuburan alga benthik yang pada gilirannya akan mempengaruhi banyaknya fauna makrobenthos yang mengkonsumsinya (Bengen 2001, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterkaitan kerapatan mangrove dengan produktivitas primer fitoplankton, menganalisis komunitas fauna makrobenthos berdasarkan kerapatan mangrove dan menganalisis kualitas lingkungan kawasan mangrove berdasarkan keanekaragaman jenis fauna makrobenthos.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2009 di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB), Kota Tarakan, Kalimantan Timur (Gambar 1). Pada bulan Mei-Juni, posisi matahari terhadap bumi condong ke utara, sehingga di Pulau Tarakan penyinaran matahari tinggi dan curah hujan rendah. Di samping itu, keadaan cuaca di Tarakan relatif tenang, karena pada bulan-bulan tersebut jarang terjadi angin kencang dan curah hujan rendah. Kondisi cuaca yang tenang, penyinaran matahari yang tinggi dan curah hujan yang rendah sangat mendukung pengambilan produksi serasah untuk penelitian ini. Selain itu, pada bulan Mei-Juni, kisaran pasang surut dan tinggi puncak air pasang pada pagi hari lebih tinggi daripada malam hari, sehingga memudahkan pengukuran kualitas air yang dilakukan pada saat pasang tertinggi.



Gambar 1. Lokasi penelitian, KKMB Kota Tarakan, Kalimantan Timur

Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif (Nazir 1999).

Analisis data

Kerapatan mangrove

Kalkulasi kerapatan mangrove dengan persamaan (Soegianto 1994):

$$D = u/d^2$$

Keterangan:

D = kerapatan mangrove (pohon/ha)

u = 10.000 m² (1 ha)

d = jarak pohon rata-rata (m)

N-total dan P-*tsd* substrat

Kandungan N-total substrat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$N\text{-total (\%)} = 0,2801 \times f \times (t-b) \times (50/25) \times (100/500 \text{ mg})$$

$$f = X N / 0,05 N$$

X = konsentrasi hasil standarisasi H₂SO₄

t = volume titrasi sampel

b = volume titrasi blank

Kandungan P-*tsd* substrat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P\text{-tersedia (mg/100g)} = X \times 25/v \times 10^{-3} \times 100 \times F \times F_p$$

X = konsentrasi sampel

V = volume filtrat

F = berat tanah kering suhu ruang/suhu 105°C

F_p = faktor pengenceran.

Produktivitas primer

Kandungan klorofil-a dihitung dengan menggunakan rumus Jeffrey dan Humphrey (1975) sebagai berikut:

$$\text{Klorofil - a (mg / m}^3\text{)} = \frac{(11,85A_{664}) - (1,54A_{667}) - (0,08A_{630})}{V_s \cdot x \cdot d} \cdot x V_e$$

A₆₆₄ = absorbansi 664 nm-absorbansi 750

A₆₆₇ = absorbansi 667 nm-absorbansi 750

A₆₃₀ = absorbansi 630 nm-absorbansi 750

V_e = volume ekstrak acetone (ml)

V_s = volume sampel air yang disaring (l)

d = lebar diameter kuvet (cm)

Kandungan klorofil-a dikonversi ke produktivitas primer fitoplankton dengan menggunakan rumus Strickland dan Parsons (1968) sebagai berikut:

$$P = C \times R/k \times 3,7$$

Keterangan:

P = Produktivitas primer fitoplankton (gC/m³/hari).

C = Klorofil (mg/m³)

R = laju fotosintesis relatif pada kedalaman sampel.

k = 0,04 + 0,0088 C + 0,054 C^{2/3} (nilai extinction cahaya)

3,7 = koefisien asimilasi

Kelimpahan jenis

Kelimpahan jenis dihitung dengan formulasi berikut:

$$Xi = ni/A$$

Keterangan:

Xi = kelimpahan spesies ke-i.

ni = jumlah spesies ke-i.

A = luas permukaan pengambilan sampel (m²).

Nilai penting

Nilai penting (NP) digunakan untuk mengetahui keadaan penguasaan spesies makrobenthos dalam komunitas di habitatnya. NP menggambarkan kedudukan ekologis suatu jenis di dalam komunitas. Semakin tinggi NP suatu spesies maka semakin besar peran spesies tersebut dalam komunitasnya.

NP dihitung berdasarkan jumlah nilai kelimpahan relatif dan frekuensi relatif, sebagai berikut:

$$Ki = ni/A$$

$$KR = Ki/KN$$

$$Fi = Ai/AN$$

$$FR = Fi/FN$$

$$NP = KR + FR$$

Keterangan:

Ki = Kerapatan suatu jenis.

ni = Jumlah individu suatu jenis.

A = Luas petak contoh.

KR = Kerapatan relatif.

KN = Kerapatan seluruh jenis.

Fi = Frekuensi suatu jenis.

Ai = Petak contoh ditemukan suatu jenis

AN = Petak contoh seluruhnya.

FR = Frekuensi relatif.

FN = Frekuensi seluruh jenis.

NP = Nilai penting

Indeks kekayaan jenis

Indeks kekayaan jenis adalah ukuran kekayaan jenis yang bergantung pada hubungan langsung antara jumlah spesies dan logaritma luas area pengambilan sampel.

Indeks kekayaan jenis dihitung dengan formulasi Margalef (English et al. 1994):

$$D = S-1/\ln N$$

Keterangan:

d = Indeks kekayaan jenis.

S = jumlah spesies.

N = jumlah individu

Indeks kesamaan

Indeks kesamaan didefinisikan sebagai cara untuk mengkuantifikasikan kesamaan (*similarity*) atau ketidaksamaan (*dissimilarity*) antara dua obyek yang didasarkan pada hasil pengamatan sejumlah deskriptor

(Sneath dan Sokal 1973). Indeks kesamaan adalah indeks yang digunakan untuk membandingkan antara dua komunitas pada suatu lokasi penelitian (Odum 1993). Kriteria indeks kesamaan dapat dilihat pada Tabel 6. Indeks kesamaan dihitung dengan formulasi Sorensen berikut:

$$S = \frac{2C}{A+B} \times 100\%$$

Keterangan:

S = Indeks kesamaan.

A = jumlah spesies di stasiun A.

B = jumlah spesies di stasiun B.

C = jumlah spesies yang sama di kedua stasiun.

Indeks keanekaragaman jenis

Keanekaragaman jenis komunitas diukur dengan memakai pola distribusi beberapa ukuran kelimpahan di antara jenis (Odum 1993). Kriteria indeks keanekaragaman jenis makrobenthos dapat dilihat pada Tabel 7. Indeks keanekaragaman jenis dihitung dengan formulasi Shannon (English et al. 1994):

$$H' = -\sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$$

H' = Indeks keanekaragaman jenis.

S = jumlah spesies yang menyusun komunitas.

P_i = rasio antara jumlah individu spesies- i (n_i) dengan jumlah individu dalam komunitas (N).

Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal-Wallis adalah uji nonparametrik yang digunakan untuk membandingkan tiga atau lebih kelompok data sampel. Uji Kruskal-Wallis digunakan ketika asumsi distribusi dari masing-masing kelompok harus terdistribusi secara normal tidak terpenuhi (Sulaiman 2003; Sugiyono 2004).

Uji Kruskal-Wallis dimaksudkan untuk melihat apakah kelimpahan setiap jenis fauna makrobenthos berbeda pada tiap kerapatan mangrove. Uji Kruskal-Wallis dilakukan dengan bantuan software SPSS.

Analisis cluster

Analisis cluster merupakan teknik multivariat yang mempunyai tujuan utama untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Analisis cluster mengklasifikasi objek sehingga setiap objek yang paling dekat kesamaannya dengan objek lain berada dalam cluster yang sama. Cluster yang terbentuk memiliki homogenitas internal yang tinggi dan heterogenitas eksternal yang tinggi (Ghozali 2006). Analisis cluster dimaksudkan untuk mengelompokkan kerapatan mangrove berdasarkan kelimpahan masing-masing jenis fauna makrobenthos. Analisis cluster menggunakan bantuan software SPSS.

Koefisien kontingensi

Koefisien Kontingensi digunakan untuk mengukur derajat hubungan, asosiasi, atau dependensi dari klasifikasi-

klasifikasi dalam Tabel Kontingensi. Derajat hubungan disini menunjukkan ada atau tidak ada korelasi antara kolom dan baris pada Tabel Kontingensi, dan apakah hubungan tersebut kuat atau tidak kuat. Koefisien kontingensi dihitung dengan menggunakan software SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum lokasi penelitian

Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) terletak pada koordinat 3°18'10"-3°18'22" L.U dan 117°34'30"-117°34'43" B.T. Kawasan seluas ± 9 ha (panjang ± 406 m dan lebar ± 220 m) ini merupakan tempat ekowisata yang berada di tengah Kota Tarakan. Kawasan ini berdampingan dengan pemukiman padat penduduk, pusat perbelanjaan, termasuk di dalamnya pasar tradisional, cold storage dan pelabuhan perikanan. KKMB mendapat masukan air tawar dari kawasan pemukiman padat dan kawasan pusat perbelanjaan. Aliran air tawar yang membawa air limbah domestik dari kawasan pemukiman padat dan kawasan pusat perbelanjaan, masuk ke dalam kawasan melalui selokan yang berada di sudut utara kawasan. Pada saat pasang air laut masuk ke dalam kawasan dari perairan Selat Tarakan melalui sungai pasang surut yang terdapat di dalam KKMB. Perairan Selat Tarakan menampung limbah domestik yang berasal dari kota, cold storage, pelabuhan perikanan, asrama karyawan, serta buangan dari kapal-kapal yang bersandar di pelabuhan perikanan.

Tipe pasang-surut perairan Selat Tarakan adalah tipe campuran. Secara umum tipe pasang-surut adalah semi-diurnal (dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari), tipe diurnal hanya terjadi dua kali dalam sebulan, yaitu pada saat *neap tide*. Tunggang pasang maksimum 360 cm (DKP Kota Tarakan, 2009). Ketinggian air maksimum di dalam kawasan 170 cm di sebelah barat daya kawasan, sedangkan di sebelah timur laut 60 cm. KKMB tergenang air laut sebanyak dua kali sehari selama 14-18 hari sebulan. Frekwensi penggenangan ini diduga menyebabkan terdapatnya jenis mangrove *Aegiceras*, *Avicennia*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Rhizophora*, *Sonneratia* dan *Xylocarpus*. *Rhizophora* mendominasi vegetasi mangrove di KKMB, sesuai dengan zonasi hutan mangrove menurut de Haan (1931). Tabel 9 menyajikan famili dan jenis vegetasi mangrove di KKMB.

Jenis mangrove yang ditemukan semakin banyak dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Mangrove yang ditemukan di kerapatan jarang ada 6 jenis, di kerapatan sedang 7 jenis dan di kerapatan padat 9 jenis. *R. apiculata* mendominasi seluruh kerapatan. *A. corniculatum* dan *A. marina* hanya terdapat di kerapatan sedang. *A. lanata*, *C. tagal*, *S. alba* dan *S. caseolaris* hanya terdapat di kerapatan padat. Perbedaan komposisi jenis mangrove di tiap kerapatan disebabkan oleh karakteristik dari masing-masing jenis terhadap habitatnya. Jarak setiap kerapatan dari garis pantai berbeda, sehingga dapat mengakibatkan perbedaan salinitas substrat, frekwensi penggenangan oleh air pasang dan komposisi substrat.

Tabel 9. Famili dan jenis vegetasi mangrove di KKMB

Famili	Jenis	Nama Lokal	J	S	P
Myrsinaceae	<i>Aegiceras corniculatum</i>	Perepat Tudung		+	
Avicenniaceae	<i>Avicennia alba</i>	Api-api	+		+
	<i>A. lanata</i>	Api-api			+
	<i>A. marina</i>	Api-api		+	
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Bakau mutut besar	+	+	+
	<i>B. parviflora</i>	Bius, Tinomo	+	+	+
	<i>Ceriops tagal</i>	Kayu merah			+
	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bangka minyak	+++	+++	+++
	<i>R. mucronata</i>	Bakau hitam	+	+	+
Sonneratiaceae	<i>Sonneratia alba</i>	Pedada, Perepat			+
	<i>S. caseolaris</i>	Pedada, Perepat			+
	<i>Xylocarpus granatum</i>	Nyiri hutan	+	+	

Keterangan: J = kerapatan mangrove jarang (543-884 pohon/ha); S = kerapatan mangrove sedang (1046-1308 pohon/ha); P = kerapatan mangrove padat (1541-1578 pohon/ha); + = ada; +++ = jenis dominan

Hasil analisa substrat dasar menunjukkan kesamaan tekstur di ketiga kerapatan, yaitu tekstur lempung berpasir. Kesamaan tekstur substrat ini diduga menyebabkan jenis mangrove yang dominan di ketiga kerapatan juga sama, yaitu *R. apiculata*. Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa komposisi substrat berbeda di tiap kerapatan. Persentase pasir menurun dengan meningkatnya kerapatan, sebaliknya persentase liat dan debu meningkat dengan meningkatnya kerapatan. Tingginya persentase pasir di kerapatan jarang diduga karena jaraknya yang paling dekat dengan daratan, sehingga mendapat banyak masukan pasir yang dibawa air tawar terutama pada saat terjadi hujan deras. Persentase debu lebih tinggi di kerapatan padat dan kerapatan sedang daripada kerapatan jarang, karena lebih sering tergenang, sehingga lebih banyak mendapat endapan debu pada saat tergenang.

Parameter fisika dan kimia air

Parameter Fisika dan Kimia Air KKMB dapat dilihat pada Tabel 11. Secara umum nilai kualitas air di KKMB masih sesuai untuk kehidupan fauna makrobenthos. Kedalaman air lebih tinggi di kerapatan sedang daripada di kerapatan jarang, kedalaman di kerapatan padat lebih tinggi di kerapatan sedang. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jarak masing-masing kerapatan dari garis pantai. Kerapatan padat paling dekat dengan garis pantai.

Kecerahan air di kerapatan jarang lebih tinggi dari kerapatan lainnya, karena tutupan kanopi yang lebih tipis, sehingga intensitas cahaya menjadi lebih tinggi (Tabel 12), karena itu cahaya yang menembus permukaan air menjadi lebih dalam. Kecerahan air di dalam KKMB berfluktuasi sesuai periode pasang surut. Biasanya, pada saat *spring tide* kecerahan air mencapai 55-60 cm, 1-2 hari sebelum *spring tide* kecerahan air mencapai 45-50 cm dan 1-2 hari setelah *spring tide* air menjadi lebih keruh, sehingga kecerahan air menjadi lebih rendah (40 cm). Kecerahan yang tinggi menunjukkan rendahnya partikel yang tersuspensi di dalam perairan, proses respirasi fauna makrobenthos tidak mengganggu.

Kecepatan arus di KKMB adalah 55-60 cm/det. Kisaran ini masih berada dalam kisaran toleransi fauna benthos. Kecepatan arus minimum terjadi tiga atau empat hari

sebelum dan sesudah *spring tide* saat air pasang menggenangi KKMB, sedangkan kecepatan arus maksimum terjadi saat *spring tide*. Kecepatan arus di kerapatan padat lebih rendah daripada kerapatan lainnya, diduga karena aliran air terhambat oleh rapatnya akar mangrove.

Salinitas di semua kerapatan 28‰, berada di bawah ambang batas maksimum. Salinitas di perairan Selat Tarakan yang masuk ke KKMB cenderung konstan, karena suplai air tawar dari sungai sangat kecil. Fluktuasi harian yang sedikit lebih besar hanya terjadi pada saat terjadi hujan. Derajat keasaman (pH) di KKMB berkisar antara 7,3-7,4. Kisaran ini berada dalam nilai toleransi fauna makrobenthos.

Oksigen terlarut (DO) di KKMB berkisar antara 6,9-8,3 mg/L, berada di atas ambang batas minimum. Kelarutan oksigen di dalam air merupakan fungsi dari suhu dan salinitas. Kelarutan oksigen berkorelasi negatif terhadap suhu dan salinitas perairan. Kelarutan oksigen semakin rendah dengan meningkatnya suhu dan salinitas air.

Pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa di kerapatan jarang, suhu air lebih tinggi daripada di kerapatan sedang dan kerapatan padat. Secara logis, DO di kerapatan jarang lebih rendah daripada di kedua kerapatan lainnya, tetapi kenyataannya DO di kerapatan jarang juga lebih tinggi daripada kerapatan lainnya. Hal ini disebabkan oleh kecerahan air, kandungan klorofil-a dan intensitas cahaya di kerapatan jarang yang lebih tinggi daripada kerapatan lainnya. Ketiga faktor tersebut menyebabkan produktivitas primer di kerapatan jarang lebih tinggi (Tabel 12). Besarnya produktivitas primer fitoplankton menyebabkan DO di kerapatan jarang lebih tinggi, walaupun suhu air lebih tinggi. Namun, sangat disayangkan pengukuran DO hanya dilakukan pada saat pasang sore hari (17.00), dimana proses fotosintesis masih berlangsung dan DO mungkin masih berada pada puncaknya. Jika pengukuran DO juga dilakukan pada saat pasang pagi hari (06.00-07.00), maka hasil yang diperoleh akan lebih rendah bahkan mungkin DO berada pada titik minimum, karena tidak terjadi proses fotosintesis sebelumnya dan DO yang ada digunakan untuk proses respirasi.

Tabel 10. Hasil analisa tekstur substrat KKMB

	Kerapatan Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kriteria
Jarang	79,25	10,51	10,03	lempung berpasir
Sedang	74,30	13,78	11,18	lempung berpasir
Padat	68,31	19,46	12,07	lempung berpasir

Tabel 11. Parameter fisika dan kimia air KKMB

Variabel	Jarang	Sedang	Padat	Baku Mutu*)	Satuan
Kedalaman	73-91	99-107	104-113	-	cm
Suhu	28,5	28,4	28,4	Alami	°C
Kecerahan	50	45	45	-	cm
Arus	60	60	55	-	cm/det
Salinitas	28	28	28	≤ 34	‰
pH	7,3	7,3	7,4	7-8,5	mg/L
DO	8,3	7,8	6,9	> 5	mg/L
NO ₃	0,0005	0,0005	0,0006	0,015	mg/L
PO ₄	0,0002	0,0002	0,0003	0,008	mg/L

*) = KepMenLH No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Pengukuran dilakukan pada pukul 17.00

Nitrat di KKMB berkisar antara 0,0005-0,0006 mg/L, jauh di bawah baku mutu. Demikian juga dengan fosfat yang berkisar antara 0,0002-0,0003 mg/L. Nitrat dan fosfat keberadaannya di dalam air sangat kecil, keduanya merupakan unsur hara yang diperlukan fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak, karena itu keberadaannya menjadi sangat penting.

Produksi serasah

Hasil pengukuran produksi serasah dapat dilihat pada Tabel 12. Produksi serasah rata-rata meningkat dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Tutupan kanopi yang semakin tebal menyebabkan produksi serasah yang dihasilkan semakin besar. Pada saat tinggi air pasang tidak menggenangi kawasan, serasah terakumulasi di dasar hutan, kemudian dikomposisi oleh bakteri dan fungi. menjadi unsur hara. Unsur hara yang dihasilkan dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan mangrove dan alga bentik untuk proses fotosintesis. Serasah yang menjadi detritus dimanfaatkan sebagai makanan oleh beberapa jenis fauna makrobenthos yang idup di dasar hutan mangrove. Pada saat tinggi air pasang menggenangi kawasan, serasah akan terbawa keluar dari kawasan bersama air saat surut.

Intensitas cahaya

Intensitas cahaya rata-rata menurun dengan peningkatan kerapatan mangrove. Semakin tinggi kerapatan mangrove semakin tebal pula tutupan kanopi, sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk semakin rendah. Intensitas cahaya yang masuk melalui kanopi mangrove berpengaruh terhadap produktivitas primer fitoplankton. Fitoplankton sebagai produsen primer di perairan memerlukan cahaya untuk proses fotosintesisnya. Oleh karena itu, intensitas cahaya matahari dalam air sangat menentukan nilai produktivitas primer perairan.

N-total dan P-td

Kandungan N-total rata-rata menurun dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Logisnya ketersediaan N-total substrat makin tinggi dengan meningkatnya kerapatan mangrove, karena produksi serasah yang tinggi. Dekomposisi serasah menghasilkan amoniak yang sebagian hilang ke atmosfer sebagian lagi dioksidasi oleh bakteri aerob menjadi nitrit, kemudian nitrat. Nitrat terdifusi ke dalam lapisan anoksik, kemudian dimanfaatkan kembali oleh akar mangrove.

Seperti halnya dengan N-total, kandungan P-td rata-rata juga menurun dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Ketersediaan fosfat dalam substrat mangrove berasal dari kolom air dan adsorpsi oleh sedimen sebagai ferri-fosfat yang tak larut. Dalam kondisi anaerob, aktivitas metabolisme bakteri mengubah ferri-fosfat menjadi ferro-fosfat. Hilangnya fosfat bergantung pada porositas tanah, pada tanah liat pertukaran antara air tanah dan kolom air lebih sedikit, oleh karena itu tanah seperti itu lebih kaya fosfat dan menyebabkan pertumbuhan mangrove menjadi lebih subur. Suburnya pertumbuhan mangrove menyebabkan kerapatannya menjadi padat. Semakin padat kerapatan mangrove, maka semakin besar pula pemanfaatan unsur hara untuk pertumbuhannya. Diduga hal ini yang menyebabkan rendahnya kandungan N-total dan P-td di dalam substrat, karena dimanfaatkan kembali oleh mangrove untuk pertumbuhannya.

Klorofil-a dan produktivitas primer fitoplankton

Kandungan klorofil-a rata-rata menurun dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Kandungan klorofil-a merupakan gambaran dari kelimpahan fitoplankton di perairan. Besarnya kandungan klorofil-a di kerapatan jarang menunjukkan kelimpahan fitoplankton yang lebih tinggi. Kandungan klorofil-a dan intensitas cahaya tertinggi di kerapatan jarang, menyebabkan produktivitas primer fitoplankton yang terbesar juga di kerapatan jarang, kemudian menurun dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Intensitas cahaya yang lebih tinggi di kerapatan jarang menyebabkan laju pertumbuhan fitoplankton menjadi lebih cepat, karena pertumbuhan fitoplankton sangat bergantung dengan intensitas cahaya.

Kelimpahan fitoplankton yang tinggi disebabkan oleh kesuburan perairan di sekitar kawasan. Kesuburan ini disebabkan oleh masukan bahan organik dari limbah domestik yang kemudian dikomposisi oleh bakteri dan menghasilkan unsur hara yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya. Diduga kandungan unsur hara berlebih di perairan, karena banyaknya masukan bahan organik dari limbah domestik. Pada siang hari saat proses fotosintesis masih berlangsung, tingginya kelimpahan fitoplankton menyebabkan DO perairan terlalu tinggi hingga terjadi kondisi lewat jenuh (*over saturated*), seperti yang terjadi di kerapatan jarang dan sedang (Tabel 10). Sebaliknya, pada malam hari dapat mengakibatkan kondisi perairan yang anoksik.

Meningkatnya produksi serasah secara tidak langsung menyebabkan semakin rendahnya produktivitas primer fitoplankton, karena semakin banyak serasah yang dijatuhkan, semakin tinggi pula tannin yang dihasilkan

dari dekomposisi serasah. Tannin yang dikeluarkan oleh akar tumbuhan mangrove secara logis juga meningkat dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Meningkatnya tannin menyebabkan meningkatnya kekeruhan air, sehingga penetrasi cahaya ke dalam air berkurang. Hal ini menyebabkan proses fotosintesis fitoplankton terhambat, sehingga produktivitas primer fitoplankton menjadi makin rendah dengan meningkatnya kerapatan mangrove.

Selain fitoplankton, tumbuhan autotroph lain seperti makroalga, mikroalga bentik dan epifit yang hidup berasosiasi dengan mangrove juga memberikan kontribusi pada besarnya produktivitas primer pada ekosistem mangrove, walaupun kontribusinya relatif kecil. Berdasarkan hasil pengamatan secara visual terdapat indikasi koloni tumbuh-tumbuhan ini berkurang dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Dapat diduga produktivitas primer tumbuh-tumbuhan tersebut juga semakin rendah dengan meningkatnya kerapatan. Namun sangat disayangkan dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran produktivitas primer dari tumbuh-tumbuhan tersebut, karena kesulitan dalam hal metodologinya.

Fauna makrobenthos

Fauna makrobenthos yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri atas 5 kelas yang terbagi dalam 21 jenis, yaitu Gastropoda 13 jenis; Bivalvia 4 jenis; Crustacea 2 jenis; Polychaeta dan Sipuncula masing-masing 1 jenis. Kelimpahan masing-masing jenis dapat dilihat pada Tabel 13.

Kelimpahan jenis

Gastropoda merupakan fauna paling berlimpah, terutama *Sinum maculatum* (7,76-9,28 ind/m²) disusul *Tricolia affinis* (2,16-7,36 ind/m²). Bivalvia berada di urutan kedua. Bivalvia yang paling berlimpah adalah *Tellina radiata* (1,08-2,76 ind/m²). Selanjutnya Sipuncula yang diwakili *Phascolosoma lurco* kelimpahannya hingga 0,6-2 ind/m². Kelimpahan Polychaeta yang diwakili oleh *Eunice fucata* adalah yang paling rendah (0,2-0,96 ind/m²). Kelimpahan kepiting *Sesarma* sp. 0,56-1,24 ind/m² dan *Uca* sp. 0,4-0,44 ind/m².

Gastropoda umumnya lebih berlimpah di kerapatan jarang, kecuali *M. cinereus*, *P. mirabilis*, *S. maculatum* dan *T. affinis*. Kelimpahan *M. cinereus* dan *P. mirabilis* meningkat dengan meningkatnya kerapatan mangrove. *S. maculatum* lebih berlimpah di kerapatan padat, sedangkan *T. affinis* lebih berlimpah di kerapatan sedang. Sama halnya dengan Gastropoda, kelimpahan Bivalvia secara umum semakin berkurang dengan meningkatnya kerapatan mangrove, kecuali *P. circinata* yang lebih banyak ditemukan di kerapatan padat. Crustacea yang terdiri atas *Sesarma* sp. dan *Uca* sp. memberikan respon berbeda terhadap kerapatan mangrove. *Sesarma* sp. paling banyak ditemukan di kerapatan jarang dan semakin berkurang dengan meningkatnya kerapatan mangrove, sedangkan *Uca* sp. lebih banyak ditemukan di kerapatan padat. Polychaeta (*Eunice fucata*) paling banyak ditemukan di kerapatan sedang. Kelimpahan Sipuncula (*Phascolosoma lurco*) semakin berkurang dengan meningkatnya kerapatan mangrove.

Perbedaan kelimpahan ini dapat disebabkan oleh perbedaan pilihan habitat yang lebih disukai oleh tiap jenis fauna. Perbedaan pilihan habitat dapat dipengaruhi intensitas cahaya, produksi serasah dan komposisi substrat. Gastropoda umumnya bersifat herbivora yang mengkonsumsi mikroalga yang tumbuh di atas substrat. Pengamatan secara visual terhadap mikroalga ini menunjukkan koloni yang banyak terdapat di kerapatan jarang, sehingga kebutuhan Gastropoda akan makanan lebih terpenuhi. Kebutuhan mikroalga akan cahaya untuk proses fotosintesis juga lebih terpenuhi di kerapatan jarang. Berbeda halnya dengan *Uca* sp. yang lebih berlimpah di kerapatan padat. *Uca* sp. diketahui mengkonsumsi serasah mangrove. Banyaknya *Uca* sp. di kerapatan padat diduga karena produksi serasah yang lebih tinggi.

Kelimpahan total individu di kerapatan jarang, sedang dan padat berturut-turut adalah 49,44 individu/m², 33,60 individu/m² dan 33,12 individu/m². Kelimpahan tertinggi berada di kerapatan jarang, kemudian menurun dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Kelimpahan total individu dapat dipengaruhi oleh kesuburan alga bentik yang hidup di permukaan substrat atau tumbuhan epifit yang berasosiasi dengan akar mangrove, terutama kelimpahan Gastropoda yang bersifat herbivora. Selain itu, meningkatnya kerapatan mangrove menyebabkan meningkatnya luas tutupan akar mangrove terhadap dasar hutan, sehingga kelimpahan fauna makrobenthos menurun karena berkurangnya area bagi mereka.

Hasil uji Kruskal-Wallis terhadap kelimpahan masing-masing jenis menunjukkan bahwa masing-masing fauna makrobenthos memberikan respon yang berbeda terhadap kerapatan mangrove. Tingkat kepercayaan perbedaan kelimpahan tiap jenis adalah sebagai berikut:

Kelimpahan *C. quadrata* antara ketiga kerapatan berbeda hingga tingkat kepercayaan 95%; antara kerapatan jarang dan sedang berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan jarang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 94,5%; antara kerapatan sedang dan padat perbedaannya sangat kecil (25,3%).

Kelimpahan *C. scalariformis* antara ketiga kerapatan berbeda nyata pada (Sig.<0,05); antara kerapatan jarang dan sedang berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan jarang dan padat berbeda sangat nyata (Sig.<0,01); antara kerapatan sedang dan padat perbedaannya sangat kecil (8,4%).

Kelimpahan *C. convexa* antara ketiga kerapatan berbeda pada tingkat kepercayaan 90,1%; antara kerapatan jarang dan sedang berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan jarang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 70,8%; antara kerapatan sedang dan padat perbedaannya kecil (47,5%).

Kelimpahan *C. oculata* antara ketiga kerapatan, antara kerapatan jarang dan sedang, antara kerapatan jarang dan padat, serta antara kerapatan sedang dan padat berbeda sangat nyata (Sig.<0,01), karena jenis ini tidak terdapat di kerapatan padat.

Kelimpahan *M. cinereus*, baik antara ketiga kerapatan, maupun antara masing-masing kerapatan, perbedaan sangat kecil. Antara ketiga kerapatan 12,9%; antara kerapatan

jarang dan sedang 8,6%; antara kerapatan jarang dan padat 25,4%; antara kerapatan sedang dan padat 40,6%.

Kelimpahan *M. coffeus* antara ketiga kerapatan; antara kerapatan jarang dan sedang; serta antara kerapatan jarang dan padat berbeda sangat nyata (Sig.<0,01), tetapi antara kerapatan sedang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 82,9%.

Kelimpahan *N. albus*, baik antara ketiga kerapatan, maupun antara masing-masing kerapatan, berbeda sangat nyata (Sig.<0,01), karena jenis ini tidak terdapat di kerapatan padat.

Kelimpahan *N. fulgurans* antara ketiga kerapatan, serta antara kerapatan jarang dan padat berbeda sangat nyata (Sig.<0,01); antara kerapatan jarang dan sedang berbeda pada tingkat kepercayaan 82,8%; antara kerapatan jarang dan padat berbeda nyata (Sig.<0,05).

Kelimpahan *T. mauritsi* antara ketiga kerapatan berbeda pada tingkat kepercayaan 71,1%; antara kerapatan jarang dan sedang berbeda pada tingkat kepercayaan 84%; antara kerapatan jarang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 71,1%; antara kerapatan sedang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 55,7%.

Kelimpahan *P. mirabilis* antara ketiga kerapatan perbedaannya kecil (44,3%); antara kerapatan jarang dan sedang berbeda pada tingkat kepercayaan 54,1%; antara kerapatan jarang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 65,9%; antara kerapatan sedang dan padat perbedaannya kecil (41,2%).

Kelimpahan *S. maculatum* antara ketiga kerapatan berbeda pada tingkat kepercayaan 71,1%; antara kerapatan jarang dan sedang berbeda pada tingkat kepercayaan 65,3%; antara kerapatan jarang dan padat perbedaannya kecil (39,8%); antara kerapatan sedang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 88,3%.

Kelimpahan *T. affinis* antara ketiga kerapatan berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan jarang dan sedang berbeda sangat nyata (Sig.<0,01); antara kerapatan jarang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 90,6%; antara kerapatan sedang dan padat perbedaannya sangat kecil (8,3%).

Kelimpahan *U. perrugata* antara ketiga kerapatan; antara kerapatan jarang dan padat; serta antara kerapatan sedang dan padat berbeda sangat nyata (Sig.<0,01); antara kerapatan jarang dan sedang berbeda nyata (Sig.<0,05), karena jenis ini tidak terdapat di kerapatan padat.

Kelimpahan *L. nigra* antara ketiga kerapatan; antara kerapatan jarang dan sedang; serta antara kerapatan jarang dan padat berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan sedang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 76,7%.

Kelimpahan *N. verrilli* antara ketiga kerapatan; serta antara kerapatan jarang dan sedang berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan jarang dan padat berbeda sangat nyata (Sig.<0,01); antara kerapatan sedang dan padat tidak ada perbedaan.

Kelimpahan *P. circinata* antara ketiga kerapatan berbeda pada tingkat kepercayaan 92,7%; antara kerapatan jarang dan sedang berbeda pada tingkat kepercayaan 91,4%; antara kerapatan jarang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 60,5%; antara kerapatan sedang dan padat berbeda nyata (Sig.<0,05).

Kelimpahan *T. radiata* antara ketiga kerapatan; antara kerapatan jarang dan sedang; serta antara kerapatan jarang dan padat berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan sedang dan padat perbedaannya kecil (47,3%).

Kelimpahan *Sesarma* sp. antara ketiga kerapatan berbeda pada tingkat kepercayaan 90,3%; antara kerapatan jarang dan sedang berbeda pada tingkat kepercayaan 79,7%; antara kerapatan jarang dan padat berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan sedang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 71,7%.

Kelimpahan *Uca* sp. antara ketiga kerapatan; antara kerapatan jarang dan sedang; serta antara kerapatan jarang dan padat berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan sedang dan padat perbedaannya kecil (8,6%), karena jenis ini tidak terdapat di kerapatan jarang.

Kelimpahan *E. fucata* sp. antara ketiga kerapatan berbeda nyata (Sig.<0,05); antara kerapatan jarang dan sedang; serta antara kerapatan jarang dan padat berbeda sangat nyata (Sig.<0,01); antara kerapatan sedang dan padat perbedaannya kecil (33%).

Kelimpahan *P. lurco* antara ketiga kerapatan berbeda pada tingkat kepercayaan 62,5%; antara kerapatan jarang dan sedang berbeda pada tingkat kepercayaan 53,8%; antara kerapatan jarang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 75,2%; antara kerapatan sedang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 71,3%.

Kelimpahan total fauna makrobenthos antara ketiga kerapatan, antara kerapatan jarang dan sedang, serta antara kerapatan jarang dan padat berbeda sangat nyata (Sig.<0,01); antara kerapatan sedang dan padat berbeda pada tingkat kepercayaan 80,4%.

Tabel 12. Produksi serasah, intensitas cahaya, N-total, P-tds, klorofil-a dan produktivitas primer (PP) fitoplankton

Variabel	Jarang	Sedang	Padat
Produksi serasah (g/m ² /hari)	2,470 ± 0,802	3,385 ± 0,942	4,480 ± 0,359
Intensitas cahaya (x 1.000 lux)	10,179 ± 5,425	8,565 ± 4,792	6,711 ± 3,841
N-total (%)	0,33 ± 0,06	0,26 ± 0,05	0,23 ± 0,03
P-tds (mg/g)	0,160 ± 0,013	0,133 ± 0,010	0,119 ± 0,017
Klorofil-a (mg/L)	11,49 ± 3,93	8,57 ± 3,12	6,88 ± 2,79
PP fitoplankton (mgC/m ³ /hari)	50,13 ± 5,53	45,32 ± 6,48	41,88 ± 6,48

Keterangan: Pengukuran intensitas cahaya pukul 11.00-13.00. Pengukuran klorofil-a pukul 17.00

Tabel 13. Kelimpahan fauna makrobenthos (individu/25m²)

Kelas	Jenis	Jarang	Sedang	Padat
Gastropoda	<i>Cerithidea quadrata</i>	41	20	23
	<i>Cerithidea scalariformis</i>	162	61	58
	<i>Crepidula convexa</i>	39	20	29
	<i>Cylichna occulata</i>	69	25	0
	<i>Margarites cinereus</i>	9	8	11
	<i>Melampus coffeus</i>	154	54	74
	<i>Nassarius albus</i>	44	6	0
	<i>Nerita fulgurans</i>	96	79	45
	<i>Telescopium mauritsi</i>	31	16	19
	<i>Pedipes mirabilis</i>	11	17	19
	<i>Sinum maculatum</i>	222	194	232
	<i>Tricolia affinis</i>	54	184	179
Bivalvia	<i>Urosalpinx perrugata</i>	39	16	0
	<i>Lithophaga nigra</i>	24	6	9
	<i>Nucula verrilli</i>	58	15	10
	<i>Pitar circinata</i>	28	15	29
Crustacea	<i>Tellina radiata</i>	69	27	32
	<i>Sesarma sp</i>	31	22	14
	<i>Uca sp</i>	0	10	11
Polychaeta	<i>Eunice fucata</i>	5	24	19
Sipuncula	<i>Phascolosoma lurco</i>	50	21	15

Tabel 14. Nilai penting (%) fauna makrobenthos

Spesies	Jarang	Sedang	Padat
<i>C. quadrata</i>	8,64	7,38	8,66
<i>C. scalariformis</i>	18,43	12,26	12,89
<i>C. convexa</i>	8,47	7,38	9,38
<i>C. occulata</i>	10,90	7,98	0
<i>M. cinereus</i>	4,98	4,95	6,03
<i>M. coffeus</i>	17,78	11,43	14,82
<i>N. albus</i>	8,88	4,71	0
<i>N. fulgurans</i>	13,09	14,40	11,32
<i>T. mauritsi</i>	7,83	6,90	8,18
<i>P. mirabilis</i>	4,08	7,02	8,18
<i>S. maculatum</i>	23,28	28,10	33,90
<i>T. affinis</i>	9,69	26,90	27,50
<i>U. perrugata</i>	8,47	6,90	0
<i>L. nigra</i>	7,26	3,71	6,97
<i>N. verrilli</i>	10,01	6,79	7,09
<i>P. circinata</i>	7,58	6,79	9,38
<i>T. radiata</i>	10,90	8,21	7,39
<i>Sesarma sp.</i>	7,83	7,62	7,57
<i>Uca sp.</i>	0	5,19	6,03
<i>E. fucata</i>	3,60	7,86	7,00
<i>P. lurco</i>	8,30	7,50	7,69

Tabel 15. Komposisi fauna makrobenthos berdasarkan kerapatan mangrove

Kelas	Jarang	Sedang	Padat
Gastropoda	78.56%	83.33%	83.21%
Bivalvia	14.48%	7.50%	9.66%
Crustacea	2.51%	3.81%	3.02%
Polychaeta	0.40%	2.86%	2.29%
Sipuncula	4.05%	2.50%	1.81%

Tabel 16. Indeks kesamaan jenis fauna makrobenthos

	Sedang	Padat
Jarang	97,6%	94,7%
Sedang	-	92,3%

Tabel 17. Indeks keanekaragaman jenis (H') fauna makrobenthos berdasarkan kerapatan mangrove

Kerapatan	H'	Kategori
Jarang	2,24-2,61	Tinggi
Sedang	1,33-2,51	Rendah-Tinggi
Padat	1,35-2,51	Rendah-Tinggi

Umumnya, perbedaan kelimpahan fauna makrobenthos antara kerapatan jarang dengan kedua kerapatan lainnya lebih besar daripada antara kerapatan sedang dengan kerapatan padat. Hal ini disebabkan oleh jaraknya yang lebih jauh daripada jarak antara kerapatan sedang dengan kerapatan padat, sehingga kondisi fisik dan kimia lingkungannya berbeda dengan kedua kerapatan lain yang lebih dekat. Akibatnya kelimpahan masing-masing jenis antara kerapatan sedang dan kerapatan padat mempunyai kesamaan yang lebih dekat daripada antara kerapatan jarang dengan kerapatan sedang. Ini dibuktikan dengan hasil analisis *cluster* terhadap kerapatan mangrove berdasarkan kelimpahan masing-masing jenis fauna makrobenthos yang menunjukkan besarnya koefisien hubungan antara kerapatan sedang dengan kerapatan padat 66,663, sedangkan antara kerapatan jarang dengan kerapatan sedang 222,212.

Nilai indeks kekayaan jenis di kerapatan jarang 2,67; di kerapatan sedang 2,97 dan di kerapatan padat 2,53. Nilai indeks kekayaan jenis di kerapatan jarang lebih rendah daripada di kerapatan sedang, karena jenis fauna makrobenthos penyusun komunitas di kerapatan jarang lebih sedikit daripada di kerapatan sedang. Jenis fauna makrobenthos penyusun komunitas di kerapatan jarang 20 jenis, sedangkan di kerapatan sedang 21 jenis. Nilai indeks kekayaan jenis di tiap kerapatan menunjukkan status ekosistem dalam kondisi moderat atau tidak stabil yang berarti bahwa komponen-komponen penyusun komunitas fauna makrobenthos mulai mengalami gangguan lingkungan. Jumlah jenis maupun jumlah individu setiap jenis fauna makrobenthos akan mudah berubah, jika mengalami sedikit saja peningkatan gangguan lingkungan bisa mengakibatkan kondisi yang buruk.

Nilai penting

Tabel 14 menyajikan nilai penting (NP) dari masing-masing jenis fauna. *S. maculatum* mempunyai NP tertinggi di ketiga kerapatan yang menunjukkan peran ekologisnya yang besar, karena kelimpahan yang tinggi dan sebarannya merata di ketiga kerapatan. Peran ekologisnya meningkat dengan bertambahnya kerapatan mangrove. Dilihat dari ukurannya yang kecil diduga kelimpahannya yang tinggi dan sebarannya yang merata, karena pengambilan sampel dilakukan pada musim pemijahannya.

Cerithidea scalariformis, *C. oculata*, *M. coffeus*, *N. albus*, *L. nigra*, *U. perrugata*, *N. verrilli*, *T. radiata* dan *Sesarma* sp. mempunyai NP paling tinggi di kerapatan jarang, karena kelimpahannya yang lebih tinggi dan sebarannya lebih merata daripada di kerapatan lainnya. Sedangkan *N. fulgurans* dan *E. fucata* mempunyai NP paling tinggi di kerapatan sedang. Tingginya NP *N. fulgurans* disebabkan oleh sebarannya yang lebih merata daripada di kerapatan lainnya. Tingginya NP *E. fucata* disebabkan kelimpahannya yang lebih tinggi daripada di kerapatan lainnya.

M. cinereus, *T. mauritsi*, *P. mirabilis*, *T. affinis*, *P. circinata*, *P. lurco* dan *Uca* sp. mempunyai NP lebih tinggi di kerapatan padat daripada kerapatan lainnya. Tingginya NP *M. cinereus*, *P. mirabilis*, *T. Affinis*, *P. circinata* dan *Uca* sp. disebabkan kelimpahannya yang lebih tinggi daripada kerapatan lain, terutama *Uca* sp. yang tidak terdapat di kerapatan jarang. Besar dugaan melimpahnya jenis-jenis ini di kerapatan padat disebabkan oleh besarnya produksi serasah yang menjadi makanannya. Tingginya NP *T. Mauritsi* dan *P. lurco* di kerapatan padat disebabkan oleh rendahnya kekayaan jenis, karena ada tiga jenis fauna yang tidak ditemukan di kerapatan padat.

Komposisi Fauna Makrobenthos

Pada tabel 15 dapat dilihat bahwa, Gastropoda mempunyai persentase terbesar di semua kerapatan, sejalan dengan frekwensi kemunculannya di tiap kerapatan yang menunjukkan penyebarannya yang luas. Besarnya persentase Gastropoda disebabkan jenisnya yang paling banyak (Tabel 13) dan umumnya epifauna dengan pergerakan yang lambat, sehingga sangat mudah ditemukan dengan metode pengambilan sampel fauna makrobenthos yang digunakan dalam penelitian ini (metode bingkai bujursangkar). Persentase Bivalvia berada di bawah Gastropoda, karena Bivalvia umumnya infauna, sehingga jarang ditemukan.

Persentase Crustacea lebih kecil daripada Gastropoda dan Bivalvia. Pada penelitian ini ditemukan 2 jenis crustacea, yaitu *Sesarma* sp. dan *Uca* sp. Seperti diketahui kedua jenis tersebut merupakan fauna mangrove dengan penyebaran yang luas, karena mobilitasnya yang tinggi. Walaupun penyebarannya luas, tetapi kedua jenis ini jarang ditemukan dalam penelitian ini, karena gerakannya yang cepat untuk menyembunyikan diri ke dalam lubangnya. Di kerapatan jarang persentase Crustacea lebih kecil dari Sipuncula, karena di sini tidak ditemukan *Uca* sp. Di samping itu, Sipuncula lebih berlimpah di kerapatan jarang, diduga karena tekstur substrat dengan kandungan pasir lebih tinggi.

Indeks kesamaan

Indeks kesamaan antara kerapatan dapat dilihat pada Tabel 16. Nilai indeks kesamaan menunjukkan kesamaan jenis fauna makrobenthos yang menyusun komunitas sangat tinggi. Nilai indeks kesamaan fauna makrobenthos paling tinggi adalah antara kerapatan jarang dengan kerapatan sedang, kemudian antara kerapatan jarang dengan kerapatan padat dan yang paling rendah antara kerapatan sedang dengan kerapatan padat. Karena semua

jenis fauna makrobenthos yang ditemukan ada di kerapatan sedang dan jenis fauna makrobenthos paling sedikit di kerapatan padat. Tingginya nilai indeks kesamaan mengindikasikan bahwa perbedaan antara kerapatan disebabkan oleh perbedaan kelimpahan setiap jenis fauna.

Indeks keanekaragaman jenis

Indeks keanekaragaman jenis di tiap kerapatan jarang, sedang dan padat dapat dilihat pada Tabel 17. Indeks keanekaragaman jenis fauna makrobenthos di semua plot di kerapatan jarang masuk dalam kategori tinggi, berarti komunitas fauna makrobenthos berada dalam kondisi stabil yang berarti bahwa komunitas fauna makrobenthos tidak terganggu dengan kualitas lingkungan dan dapat hidup baik dengan kondisi lingkungan yang ada. Indeks keanekaragaman jenis fauna makrobenthos di kerapatan sedang dan padat masuk dalam kategori rendah hingga tinggi. Plot B1, B3, C1, C2 dan C3 masuk kategori rendah, plot B2 masuk kategori sedang, plot B4, B5, C4 dan C5 masuk kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas lingkungan di kerapatan sedang dan padat lebih rendah daripada kerapatan jarang, karena lebih sering tergenang air pasang yang membawa limbah.

Ada kemiripan pola indeks keanekaragaman jenis antara kerapatan sedang dan padat, pada plot-plot yang lebih dekat dengan sungai pasang surut nilai indeks keanekaragaman jenis tinggi. Diduga secara tidak langsung faktor jarak dari sungai pasang surut mempengaruhi keanekaragaman jenis fauna makrobenthos, khususnya antara kerapatan jarang dan padat. Jarak dari sungai pasang surut berpengaruh terhadap frekwensi penggenangan air pasang yang tergantung pada kemiringan dasar hutan. Biasanya jarak yang dekat dengan sungai tergenang lebih sering daripada yang jauh. Perbedaan frekwensi penggenangan menyebabkan perbedaan kelembaban dan salinitas substrat dan mempengaruhi penyebaran fauna makrobenthos. Jarak kerapatan jarang yang jauh kedua kerapatan lainnya, menyebabkan pengaruh dari sungai pasang surut berkurang, karena lebar sungai yang menyempit. Di samping itu, jaraknya sangat dekat dengan aliran air tawar yang masuk ke kawasan, sehingga selalu menerima masukan air tawar yang merembes ke semua plot. Di duga, kelembaban dan salinitas substrat di kerapatan jarang cenderung merata di semua plot, sehingga jenis dan sebaran fauna makrobenthos lebih merata.

Hasil analisis cluster terhadap plot berdasarkan kelimpahan jenis fauna makrobenthos menunjukkan plot B1, B2, B3, C1, C2 dan C3 dalam satu cluster, plot B4, B5, C4 dan C5 dalam satu cluster yang berbeda. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman jenis, plot B4, B5, C4 dan C5 menjadi satu cluster dengan plot-plot di kerapatan jarang. Nilai koefisien kontingensi 0,559 yang menunjukkan adanya keterkaitan yang cukup kuat antara keanekaragaman jenis fauna makrobenthos dengan kerapatan mangrove. Nilai signifikansi 0,147 menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis diketiga kerapatan berbeda pada tingkat kepercayaan 85,3%.

KESIMPULAN

Meningkatnya kerapatan mangrove secara tidak langsung menyebabkan menurunnya produktivitas primer fitoplankton. Ada keterkaitan yang cukup kuat antara keanekaragaman jenis fauna makrobenthos dengan kerapatan mangrove. Keanekaragaman jenis fauna makrobenthos menunjukkan kualitas lingkungan kawasan mangrove dalam kondisi moderat yang rawan berubah menjadi buruk.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPPEDA Kota Tarakan. 2006. PERDA Nomor 03 Tahun 2006 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Tarakan. BAPPEDA Kota Tarakan.
- Bengen DG. 2001. Pedoman teknis pengenalan dan pengelolaan ekosistem mangrove. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Laut IPB, Bogor.
- Bengen DG. 2004. Sinopsis: Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolaannya. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.
- BPLH Kota Tarakan. 2008. Sejarah dan Pesona Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan Kota Tarakan. BPLH Kota Tarakan.
- de Haan JH. 1931. De Tjilatjapsche vloed bosschen. *Tectona* 24: 39-76.
- DKP Kota Tarakan [Dinas Kelautan dan Perikanan]. 2009. Tabel Pasang Surut Selat Lingkas Kota Tarakan. Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Tarakan. Tarakan.
- English S, Wilkinson C, Baker V. 1994. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Australian Institute of Marine Science. Townsville.
- Ghozali I. 2006. Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- LIPI. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Buku II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Nazir M. 1999. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Odum EP. 1993. Dasar-dasar Ekologi. Diterjemahkan dari *Fundamental of Ecology* oleh T. Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sneath PHA, Sokal RR. 1973. *Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco.
- Soegianto A. 1994. *Ekologi Kuantitatif*. Usaha Nasional. Surabaya
- Strickland JDH, Parsons TR. 1968. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Bull Fish Res Board Can No. 167. Ottawa.
- Sugiyono. 2004. *Statistik Nonparametrik untuk Penelitian*. CV Alfabeta. Bandung.
- Sulaiman W. 2003. *Statistik Nonparametrik Contoh Kasus dan Pemecahannya dengan SPSS*. Penerbit Andi. Yogyakarta.