

PEUBAH KUALITAS AIR YANG BERPENGARUH TERHADAP PLANKTON DI TAMBAK TANAH SULFAT MASAM KABUPATEN LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN

Andi Marsambuana Pirzan^{*)} dan Akhmad Mustafa^{*)}

ABSTRAK

Studi telah dilakukan pada tambak-tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan yang bertujuan menelaah peubah kualitas air yang berpengaruh terhadap jumlah individu dan genus plankton. Contoh plankton dan air diambil dari lokasi yang dianggap merepresentasikan kondisi kualitas air tambak tanah sulfat masam. Plankton dikoleksi menggunakan plankton net nomor 25, kemudian diawetkan dengan larutan Lugol (1%). Identifikasi plankton menggunakan mikroskop yang berpedoman pada buku identifikasi plankton dan penghitungannya menggunakan *Sedwick Rafter Counting Cell*. Hasil studi menunjukkan bahwa jumlah individu plankton berkisar 60—1.110 ind./L dan jumlah genus berkisar dari 2—17 genera. Analisis regresi berganda menunjukkan bahwa suhu air, pH, kandungan amonium, dan silikat berpengaruh terhadap jumlah individu, sedangkan suhu, potensial redoks, kandungan amonium, bahan organik total dan oksigen terlarut berpengaruh terhadap jumlah genus.

ABSTRACT: *Water quality effects on plankton in acid sulfate soil-affected brackishwater ponds of North Luwu Regency South Sulawesi Province. By: Andi Marsambuana Pirzan and Akhmad Mustafa*

The study was conducted in acid sulfate soil-affected brackishwater ponds of North Luwu Regency, South Sulawesi Province with the primary aim of investigating the effects of pond water quality on the individual number and genera of plankton. Plankton and water samples were taken at sites that represented water quality conditions influenced by acid sulfate soils in the aquaculture ponds. Plankton was sampled using a plankton net (number 5) and samples were preserved with 1% Lugol's solution. Plankton was identified to genus level using standard identification keys for plankton. Plankton density was calculated using the counting cell method. The results showed that the number of plankton individuals ranged from 60 to 1,110 ind./L in 2 to 17 genera. Multiple regression analysis showed that water temperature, pH, ammonium, and silicate affected the individual number, while water temperature, redox potential, ammonium, total organic matter and dissolved oxygen affected the number of genera.

KEYWORDS: *plankton, water quality, brackishwater ponds, acid sulfate soil, South Sulawesi*

PENDAHULUAN

Hutan mangrove di Sulawesi bagian Selatan terkonsentrasi di bagian utara, yaitu di Kabupaten Luwu Utara dan Kabupaten Mamuju, sedangkan kabupaten lainnya hampir seluruhnya telah dikonversi menjadi tambak.

Usaha perikanan budidaya tambak semakin berkembang karena merupakan kegiatan yang mampu memberikan kontribusi cukup besar terhadap pendapatan masyarakat pesisir, penyedia lapangan kerja, dan perolehan devisa negara yang potensial. Luas tambak di Sulawesi Selatan pada tahun 2001 telah

^{*)} Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros

mencapai 86.888 ha (Diskanlut Sulawesi Selatan, 2001) dan pada tahun 2005 (tidak termasuk Sulawesi Barat) meningkat menjadi 90.540 ha (Diskanlut Sulawesi Selatan, 2005), namun perkembangan tersebut tidak diimbangi dengan peningkatan produksi yang proporsional. Penyebab utamanya berkaitan erat dengan pengelolaan kawasan pesisir yang tidak bertanggung jawab, di mana pembukaan tambak tanpa disertai dengan penataan ruang yang memadai ditandai dengan banyaknya kawasan yang tidak memiliki jalur hijau (hutan mangrove) sebagai pengaman karena telah dikonversi menjadi tambak. Sebagian besar kawasan tambak berbatasan langsung dengan laut, mangrove hanya didapatkan di sepanjang sungai/saluran primer.

Pembangunan tambak di kawasan pesisir, secara genesis berpotensi membentuk tanah sulfat masam karena adanya sumber sulfat dari air laut dan unsur besi yang bersifat mobil dari daratan sekitarnya. Tanah sulfat masam adalah tanah atau sedimen yang mengandung besi sulfida atau pirit (Dent, 1986; Sammut & Lines-Kelly, 2000; Lin *et al.*, 2004; Schaetzl & Anderson, 2005). Permasalahan yang muncul setelah tambak dibangun, yaitu terjadinya peningkatan kemasaman dan kelarutan Fe^{2+} dalam air tambak. Senyawa toksik yang ada di tanah dasar tambak pada waktu pengisian air akan larut dan memberi kontribusi yang cukup besar dalam menurunkan kualitas air yang berefleksi terhadap penurunan dan tidak merata jumlah individu dan spesies/genus plankton yang ditandai dengan keragaman rendah, pada akhirnya berdampak pada penurunan produktivitas tambak. Menurut Aco (2002), kinerja budidaya udang windu di tambak dalam kurun waktu 10 tahun secara provinsi dan nasional cenderung turun. Ekosistem dengan jumlah individu dan spesies/genus yang tinggi dan merata (keragaman tinggi) akan lebih stabil dan kurang terpengaruh terhadap tekanan dari luar dibandingkan dengan ekosistem yang memiliki keragaman rendah (Boyd, 1999).

Pembangunan tambak yang bertanggung jawab perlu disosialisasikan agar pelaku pembangunan memperhatikan jalur hijau dan menetapkan tata ruang yang dapat mengakomodasi seluruh aspek dalam suatu sistem, sehingga keragaman hayati di kawasan tambak dan mangrove tetap tinggi yang ditandai dengan kualitas air prima yang berefleksi terhadap peningkatan produktivitas tambak. Tujuan studi ini adalah untuk menelaah

peubah kualitas air yang berpengaruh terhadap jumlah individu dan genus plankton pada tambak tanah sulfat masam dalam upaya mendukung pengelolaan tambak yang produktif dan berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Studi dilakukan pada kawasan tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan. Titik-titik stasiun pengamatan ditentukan posisinya dengan menggunakan alat bantu GPS (*Global Positioning System*) dan sebarannya dapat dilihat pada Gambar 1.

Di tiap stasiun, contoh plankton dikoleksi pada tambak yang dalam masa pemeliharaan dengan menyaring air sebanyak kurang lebih 50 L menjadi 30 mL menggunakan plankton net nomor 25 kemudian diawetkan dengan larutan Lugol (1%) (APHA, 2005). Identifikasi jenis plankton dilakukan di laboratorium menggunakan mikroskop yang berpedoman pada Newel & Newel (1977) dan Yamaji (1976), kelimpahannya berdasarkan *Sedwick Rafter Counting Cell* (APHA, 2005). Untuk mengetahui kekayaan dan kestabilan perairan maka dilakukan analisis kuantitatif indeks biologi plankton meliputi perhitungan keragaman, keseragaman, dan dominansi dari Shannon-Wiener (Odum, 1971; Basmi, 2000) merupakan peubah yang mencirikan kekayaan dan kestabilan suatu perairan dan formulanya sebagai berikut.

Indeks Keragaman Jenis

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

di mana:

H' = Indeks keragaman jenis

n_i = Jumlah individu taksa ke- i

N = Jumlah total individu

P_i = Proporsi spesies ke- i

Indeks Keseragaman:

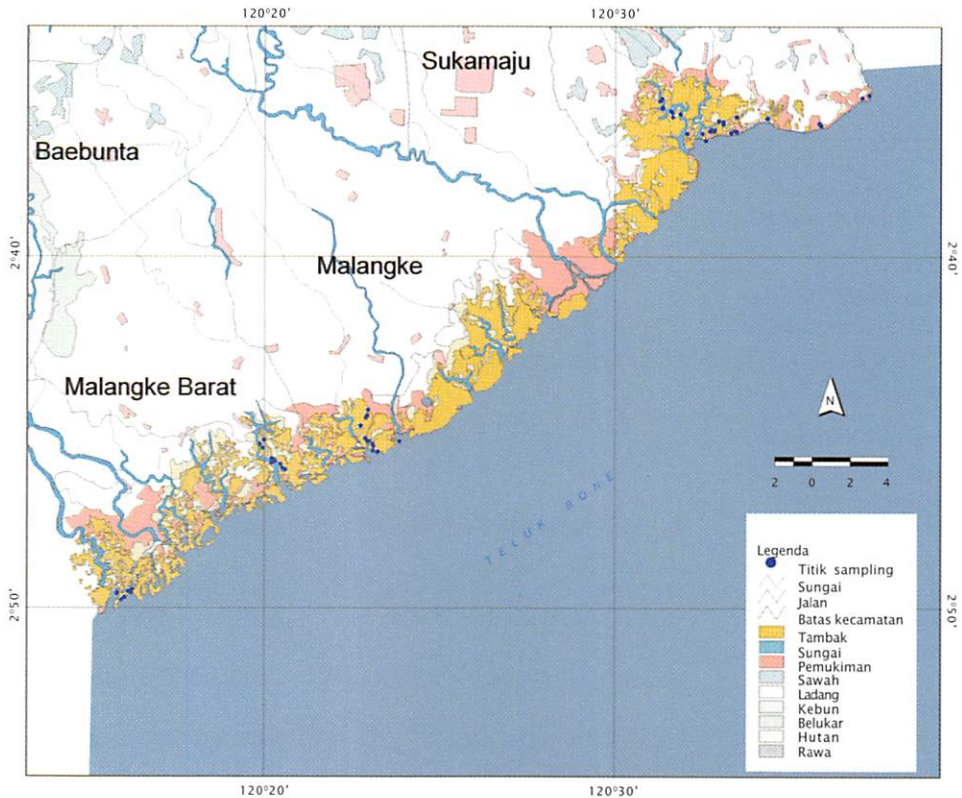
$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

di mana:

E = Indeks keseragaman jenis

H' = Indeks keragaman jenis

H_{maks} = Indeks keragaman maksimum



Gambar 1. Lokasi studi pada tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan

Figure 1. Study sites in acid sulfate soil-affected brackishwater ponds of North Luwu Regency, South Sulawesi

Indeks Dominansi:

$$D = (P_i)^2$$

di mana:

- D = Indeks dominansi
- ni = Jumlah individu taksa ke-i
- N = Jumlah total individu
- Pi = ni / N = Proporsi spesies ke-i

Kualitas air yang diukur terdiri atas peubah fisika dan kimia yang dianggap berpengaruh terhadap jumlah individu dan genus plankton seperti disajikan pada Tabel 1. Contoh air diambil dari lokasi yang dianggap merepresentasikan kondisi kualitas air tambak tanah sulfat masam dan metode analisisnya berpedoman pada Haryadi *et al.* (1992) dan APHA (2005).

Statistik deskriptif digunakan untuk mengetahui gambaran umum (minimum,

maksimum, rata-rata, simpangan baku) dari data kualitas air, jumlah individu, dan genus plankton. Sebagai peubah tidak bebas atau peubah respon dalam penelitian ini adalah jumlah individu dan jumlah genus plankton, sedangkan sebagai peubah bebas atau peubah prediktor adalah kualitas air. Koefisien korelasi ditentukan untuk mengetahui keeratan hubungan antar peubah kualitas air. Koefisien korelasi yang tinggi menunjukkan hubungan yang sangat erat antar peubah dan selanjutnya dipilih satu di antaranya dengan memilih peubah yang lebih mudah ditentukan di lapangan, sedangkan peubah yang tidak terpilih dihilangkan dari model regresi. Dalam memilih persamaan regresi ganda 'terbaik' maka digunakan metode *backward* (Draper & Smith, 1981). Taraf signifikansi ditetapkan sebesar 0,05. Seluruh data dianalisis dengan bantuan Program *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) 15,0 (SPSS, 2006).

Tabel 1. Peubah kualitas air yang diamati pada tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan

Table 1. Water quality variables in acid sulfate soil-affected brackishwater ponds of North Luwu Regency, South Sulawesi

Parameter <i>Parameters</i>	Alat/metode <i>Instrument/method</i>	Analisis laboratorium atau lapangan <i>Field or laboratory analysis</i>
Fisika (Physical)		
Suhu (<i>Temperature</i>)	DO-meter	Lapangan (<i>Field</i>)
Padatan tersuspensi total <i>Total suspended solid</i>	Gravimetri (<i>Gravimetry</i>)	Lapangan (<i>Field</i>)
Kimia (Chemical)		
Oksigen terlarut <i>Dissolved oxygen</i>	DO-meter	Lapangan (<i>Field</i>)
Salinitas <i>Salinity</i>	Refraktometer (<i>Refractometer</i>)	Lapangan (<i>Field</i>)
pH	pH-meter	Lapangan (<i>Field</i>)
Potensial redoks <i>Redox potential</i>	Redoks-meter (<i>Redox-meter</i>)	Lapangan (<i>Field</i>)
Bahan organik total <i>Total organic matter</i>	Titrimetri (<i>Titrimetry</i>)	Laboratorium (<i>Laboratory</i>)
NH ₄	Botol contoh, Phenate <i>Sample bottle, Fenat</i>	Laboratorium (<i>Laboratory</i>)
NO ₃	Botol contoh, Spektrofotometer <i>Sample bottle, Spectrophotometer</i>	Laboratorium (<i>Laboratory</i>)
SiO ₄	Botol contoh, Spektrofotometer <i>Sample bottle Spectrophotometer</i>	Laboratorium (<i>Laboratory</i>)
PO ₄	Botol contoh, Asam Askorbik <i>Sample bottle, Ascorbic acid</i>	Laboratorium (<i>Laboratory</i>)
Fe	Botol contoh, Fenantrolin <i>Sample bottle, Phenanthroline</i>	Laboratorium (<i>Laboratory</i>)
SO ₄	Botol contoh, Turbidimetri <i>Sample bottle, Turbidimetry</i>	Laboratorium (<i>Laboratory</i>)
Mg	Botol contoh, Kalkulasi <i>Sample bottle, Calculation</i>	Laboratorium (<i>Laboratory</i>)
Biologi (Biological)		
Plankton	Plankton net no. 25 (ukuran 60 µm), botol contoh, preservasi, mikroskop, penghitungan <i>Plankton net no. 25 (mesh size 60 µm), sample bottle, preservation, microscope, counting</i>	Laboratorium (<i>Laboratory</i>)

HASIL DAN BAHASAN

Beberapa genera plankton (fitoplankton dan zooplankton) melimpah dalam waktu relatif

lama, sedangkan genera lainnya melimpah dalam waktu relatif singkat. Selain itu, terdapat genera yang kepadatannya meningkat pada musim kemarau, sedangkan genera lainnya

meningkat pada musim hujan demikian juga sebaliknya. Fluktuasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk suhu, pH, konsentrasi nutrisi, cahaya, cuaca, penyakit, pemangsa ikan dan zooplankton, kompetisi antara spesies dan toksin alga (Boyd, 1990). Dalam studi ini dibatasi pada peubah fisika-kimia air yang paling berpengaruh terhadap jumlah individu dan genus plankton.

Jumlah individu plankton tiap stasiun berkisar dari 60—1.110 ind./L (252±188) seperti pada Tabel 2. Jumlah individu plankton tersebut relatif lebih rendah dibandingkan dengan kelimpahan di Tambak Percobaan Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros yaitu pada kisaran 95—3.210 ind./L (Pirzan & Gunarto, 2003), di Sinjai pada kisaran 140—2.060 ind./L (Pirzan *et al.*, 2003) serta di Bulukumba, Jeneponto, Maros, Pinrang, dan Takalar pada kisaran 455—1.475 ind./L (Pirzan & Pong-Masak, 2007). Hal ini diduga karena lokasi-lokasi tersebut merupakan tambak lama dan cara pengelolaannya lebih intensif dibanding dengan tambak di Kabupaten Luwu Utara. Dugaan lain adalah kualitas air di tambak tanah sulfat masam yang biasanya memiliki kualitas air yang kurang baik dibandingkan dengan tambak tanah non-sulfat masam, yang berdampak pada kurangnya jumlah individu plankton. Pada saat panen udang windu setelah dipelihara selama 14 minggu, Mustafa (2007) mendapatkan kepadatan plankton berkisar 340—1.090 ind./L pada tambak tanah sulfat masam yang berlokasi di Kabupaten Luwu.

Peubah kualitas air yang diamati pada tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan disajikan pada Tabel 2. Dari 14 peubah kualitas air yang diamati (Tabel 3), maka suhu, pH, BOT, NH₄, dan SiO₄ berpengaruh nyata terhadap jumlah individu di perairan tersebut.

Hasil analisis regresi didapatkan nilai R²= 0,172 yang berarti sebesar 17,2% jumlah individu plankton dipengaruhi oleh suhu, pH, BOT, NH₄, dan SiO₄ dan sebesar 82,8% jumlah individu plankton dipengaruhi oleh peubah lain. Dengan demikian model regresi tersebut dapat memprediksi jumlah individu atau dapat dikatakan bahwa jumlah individu dalam studi ini ditentukan oleh suhu, pH, BOT, NH₄, dan SiO₄ dengan persamaan sebagai berikut.

$$Y = 301,73 + 24,15 X_1 - 99,89 X_2 - 3,84 X_3 + 1.525,63 X_4 - 390,95 X_5$$

di mana:

Y = Jumlah individu (ind./L)

X₁ = Suhu (°C)

X₂ = pH

X₃ = BOT (mg/L)

X₄ = NH₄ (mg/L)

X₅ = SiO₄ (mg/L)

Jumlah genus pada kisaran 2—17 genera (6,0±2,8) disajikan pada Tabel 2, relatif lebih tinggi dibanding dengan di Mamuju dan Sinjai masing-masing pada kisaran 2—7 dan 2—8 genera (Pirzan *et al.*, 2003), di Lakawali, Luwu Timur pada kisaran 4—8 genera (Pirzan *et al.*,

Tabel 2. Jumlah individu dan genus serta indeks biologi plankton pada tambak-tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan

Table 2. Individual and genus numbers and biological index in acid sulfate soil-affected brackishwater ponds of North Luwu Regency, South Sulawesi

Peubah Variable	Minimum	Maksimum Maximum	Rata-rata Average	Simpangan baku Standard deviation
Individu Individual	60	1,110	252.5	188.23
Genus (Genus)	2.0	17	6.45	2.83
Keragaman Diversity	0.45	2.5	1.45	0.47
Keseragaman Evenness	0.33	1.07	0.8	0.41
Dominansi Dominance	0.1	0.71	0.32	0.16

Tabel 3. Peubah kualitas air pada tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan (n= 64)

Table 3. Water quality variables in acid sulfate soil-affected brackishwater ponds of North Luwu Regency, South Sulawesi (n= 64)

Peubah Variable	Minimum	Maksimum Maximum	Rata-rata Average	Simpangan baku Standard deviation
Suhu (Temperature) (°C)	27.92	37.86	32.6423	2.0025
Oksigen terlarut Dissolved oxygen (mg/L)	3.16	9.85	5.4945	1.6787
Salinitas (Salinity) (ppt)	3.68	27.18	16.4267	4.7026
Padatan tersuspensi total Total suspended solid (mg/L)	4.47	26.69	17.2426	4.5356
pH	7.53	9.51	8.4367	0.37542
Potensial redoks Redox potential (mV)	71.00	234.00	155.3750	32.8418
Bahan organik total Total organic matter (mg/L)	0.5751	20.7043	5.2219	3.8433
NH ₄ (mg/L)	0.0021	0.1969	0.0303	0.0354
NO ₃ (mg/L)	0.0043	0.1800	0.0212	0.0246
SiO ₂ (mg/L)	0.0045	0.3044	0.0538	0.0663
PO ₄ (mg/L)	0.0003	0.3700	0.0219	0.0439
Fe (mg/L)	0.0014	0.4270	0.0527	0.0685
SO ₄ (mg/L)	11.2470	50.8470	24.5105	9.3708
Mg (mg/L)	29.7297	390.9906	213.8455	79.3456

2006a) serta di Bulukumba, Jeneponto, Maros, Pinrang, dan Takalar dengan kisaran 8—14 genera tetapi jumlah genus lebih merata pada lima lokasi yang disebutkan terakhir (Pirzan & Gunarto, 2003). Variasi tersebut diduga karena tingkat kerusakan habitat pada masing-masing lokasi berbeda akibat pengalihan fungsi lahan yang dilakukan secara tidak benar, yaitu tidak memperhatikan tata ruang dan tidak menyisakan mangrove sebagai jalur hijau di sepanjang sungai, saluran utama, serta di antara hamparan tambak.

Hasil analisis regresi didapatkan nilai R²= 0,198 ini berarti sebesar 19,8% jumlah genus plankton dipengaruhi oleh peubah bebas yang terdiri atas suhu, oksigen terlarut, salinitas, potensial redoks, NH₄, dan NO₃ air sebesar 80,2% jumlah genus plankton dipengaruhi oleh sebab lain. Dengan demikian model regresi berikut dapat memprediksi jumlah genus plankton pada tambak tanah sulfat masam.

$$Y = 3,520 + 0,38 X_1 - 0,54 X_2 + 0,08 X_3 - 0,01X_4 + 26,0 X_5 + 12,57 X_6$$

di mana:

Y = Jumlah genus

X₁ = Suhu (°C)

X₂ = Oksigen terlarut (mg/L)

X₃ = Salinitas (ppt)

X₄ = Potensial redoks (mV)

X₅ = NH₄ (mg/L)

X₆ = NO₃ (mg/L)

Suhu air tiap stasiun pengamatan menunjukkan variasi dari 27,92°C—37,86°C (32,64±2,00) (Tabel 3). Suhu sangat berpengaruh terhadap proses kimiawi dan biologi. Kaidah umum menunjukkan bahwa reaksi kimia dan biologi meningkat dua kali untuk setiap kenaikan suhu sebesar 10°C. Hal ini dapat dijabarkan bahwa reaksi kimia dan biologi jasad di perairan ini hampir dua kali lebih besar pada suhu 37,86°C dibanding pada 27,92°C. Pertumbuhan plankton akan lebih baik pada tambak-tambak yang mempunyai kedalaman lebih dari 70 cm karena plankton terdiri atas organ hidup yang sangat dipengaruhi oleh keadaan sekelilingnya (Simon, 1988). Pada kedalaman tersebut dapat

tercapai suhu alami sesuai kebutuhan udang, ikan, dan plankton. Menurut Poernomo (1988), persyaratan suhu yang ideal untuk tambak berkisar antara 26°C—32°C. Variasi suhu tinggi karena dilakukan pengamatan pada areal yang luas dan pengamatannya tidak dapat dilakukan dalam waktu yang bersamaan sehingga suhu selain berpengaruh terhadap jumlah individu plankton juga terhadap jumlah genus, yaitu tiap peningkatan 1°C akan meningkatkan jumlah individu sebanyak 24 individu dan jumlah genus sebanyak 0,38 (peningkatan 2,63°C akan meningkatkan sebanyak 1 genus) dengan ketentuan peubah lainnya tidak berubah.

Tingkat pH air pada kisaran 7,53—9,51 (8,44±0,38) disajikan pada Tabel 3, kisaran pH lebih lebar dibanding dengan nilai baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu 7,0—8,5 (MENLH, 1988 *dalam* Mubarak *et al.*, 1990). Pada tambak yang sudah lama beroperasi umumnya pH air alkalis dengan kisaran 7,5—8,5 tetapi pada tambak baru terutama yang dibangun pada lahan mangrove dan belum dilakukan reklamasi kebanyakan pH air sangat rendah, yaitu di bawah 5 (Poernomo, 1988). Lebih lanjut dikatakan bahwa pH tinggi (9,0—9,5) kadang terjadi di dalam tambak pada siang hari bila terjadi *blooming* plankton. Tingkat pH kolom air berfluktuasi sesuai dengan kegiatan fotosintesis dan pernafasan yang sedang terjadi (Chamberlain, 1988), sehingga mengalami variasi yang berpengaruh terhadap jumlah individu. Penurunan pH satu skala pada pembacaan pH-meter akan menurunkan jumlah individu sebanyak 100 individu dengan ketentuan peubah lainnya tidak berubah.

Besaran nilai potensial redoks dapat digunakan sebagai indikator mengenai status oksigen di dalam air tambak. Besaran potensial redoks dalam studi ini berkisar dari 71—234 mV (155,38±32,84), nilai tersebut bervariasi. Menurut Boyd *dalam* Widigdo (2003), bahwa untuk mengembalikan kondisi dasar tambak yang baik diperlukan nilai potensial redoks minimal +50 mV dan nilai pH 6,5—8,5. Besaran relatif yang berlaku untuk potensial redoks berkisar dari ±660 mV untuk air tambak yang teroksidasi sampai -350 mV untuk sedimen yang telah tereduksi sangat kuat (Chamberlain, 1988). Besaran potensial redoks bervariasi sesuai letak di mana dilakukan pengukuran. Hal ini ditunjukkan oleh Chamberlain (1988) bahwa pembacaan potensial redoks sebesar 45 mV pada kolom air di bagian tengah, 0 sampai minus -15 mV tepat di atas lumpur dan

-350 mV pada kedalaman 2 cm di dalam lumpur hitam. Variasi nilai potensial redoks dalam studi ini mempengaruhi jumlah genus, di mana penurunan 1 mV akan menurunkan jumlah genus sebesar 0,01 (penurunan 100 mV akan menurunkan sebanyak 1 genus) dengan ketentuan peubah lainnya tidak berubah.

Kandungan bahan organik total (BOT) pada perairan ini berkisar dari 0,58—20,70 mg/L (5,22 ± 3,84) seperti terlihat pada Tabel 3, lebih bervariasi daripada kandungan air laut umumnya. Menurut Koesbiono (1981), kadar bahan organik total di air laut rata-rata rendah dan tidak melebihi 3 mg/L kemudian disebutkan bahwa bahan organik terlarut bukan hanya sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai sumber bahan organik esensial bagi organisme perairan. Perairan dengan kandungan bahan organik total di atas 26 mg/L adalah tergolong subur (Reid, 1961). Variasi kandungan bahan organik total tersebut mempengaruhi jumlah genus, di mana penurunan 1 mg/L bahan organik total akan menurunkan jumlah genus sebanyak 4 genera dengan ketentuan peubah lainnya tidak berubah.

Kandungan amonium (NH₄-N) berkisar dari 0,0021—0,1969 mg/L (0,0303±0,0354) disajikan pada Tabel 3. Kandungan tersebut lebih rendah dibanding dengan nilai baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu 0,3 mg/L (MENLH, 1988 *dalam* Mubarak *et al.*, 1990). Nitrogen dalam bentuk amonium mempunyai keuntungan dilihat dari segi pemanfaatannya karena plankton langsung dapat memanfaatkan dalam sintesis asam-asam amino (Nontji, 1984). Berdasarkan hasil pengukuran dalam studi ini dan nilai baku mutu air laut untuk biota laut, maka kandungan amonium secara aktual 10 kali lebih kecil dibanding dengan nilai baku mutu air laut yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup. Kandungan amonium masih jauh lebih kecil daripada kebutuhan sehingga dengan peningkatan 1 mg/L amonium akan meningkatkan jumlah individu dan genus masing-masing sebesar 1.526 individu dan 26 genera dengan ketentuan peubah lainnya tidak berubah.

Kandungan nitrat antara 0,0043—0,800 mg/L (0,0212±0,0246) seperti terlihat pada Tabel 3. Kandungan tersebut variasinya besar dibanding dengan baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu 0,008 mg/L (MENLH, 1988 *dalam* Mubarak *et al.*, 1990). Bentuk ion nitrat dan amonium mempunyai peranan penting sebagai sumber N bagi plankton meskipun

peranan masing-masing ion tidak sama terhadap berjenis-jenis plankton (Nontji, 1984). Menurut Raymont dalam Nontji (1984), ada jenis plankton yang lebih dahulu menggunakan nitrat dan ada juga lebih dahulu menggunakan amonium. Berdasarkan hal tersebut plankton yang ada di perairan ini diduga adalah jenis yang lebih dahulu menggunakan amonium kemudian beralih ke nitrat sehingga sesaat setelah peralihan tersebut, kebutuhan N dalam bentuk nitrat tidak seimbang dan berpengaruh terhadap jumlah genus. Penambahan nitrat sebesar 1 mg/L akan meningkatkan jumlah genus sebanyak 12 genera dengan ketentuan variabel lainnya tidak berubah.

Kandungan silikat (Si) pada perairan ini berkisar dari 0,0045—0,044 (0,038±0,0663) seperti terlihat pada Tabel 3. Menurut Round (1973), kisaran konsentrasi silikat di air laut mulai dari sangat kecil sampai 4 mg/L dan diperlukan oleh plankton dalam pembentukan dinding sel terutama dari kelas Cyanophyceae dan Xanthophyceae. Kemudian disebutkan bahwa *Fragilaria* dan *Nitzschia* bertumbuh secara optimal pada konsentrasi silikat 25 mg/L. Kandungan silikat di perairan ini variasinya besar dibanding dengan kandungan air laut umumnya sehingga mempengaruhi jumlah individu plankton. Penurunan silikat sebesar 1 mg/L akan menurunkan jumlah individu sebanyak 391 individu dengan ketentuan peubah lainnya tidak berubah.

Kandungan oksigen terlarut berkisar dari 3,16—9,85 mg/L (5,49±1,68) disajikan pada Tabel 3, kisaran tersebut lebar karena adanya pembentukan oksigen sintetik dan tingkat kebutuhan oksigen biologi (BOD). Kandungan oksigen tersebut rata-ratanya relatif sama dengan nilai baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu >5 mg/L (MENLH, 1988 dalam Mubarak *et al.*, 1990). Suburnya pertumbuhan plankton akan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam air tambak dan semakin subur plankton semakin kurang cahaya yang tersedia untuk proses fotosintesis pada kedalaman tertentu. Akibatnya fotosintesis terjadi sangat cepat pada lapisan permukaan air dan pada lapisan yang lebih dalam kandungan oksigen terlarut semakin turun mendekati nilai 0 mg/L. Selain itu, tingkat kelarutan oksigen dalam air juga dipengaruhi oleh suhu dan salinitas makin tinggi suhu dan salinitas makin turun kelarutan oksigen di dalam air. Menurut Boyd (1988), pada suhu 27°C kandungan oksigen terlarut sebesar 7,10 mg/L dan pada suhu 38°C

sebesar 5,96 mg/L. Lebarnya kisaran oksigen terlarut dalam studi ini mempengaruhi jumlah genus, yaitu penurunan oksigen terlarut sebesar 1 mg/L akan menurunkan jumlah genus sebanyak 0,54 (penurunan 1,85 mg/L akan menurunkan sebanyak 1 genus) dengan ketentuan peubah lainnya tidak berubah.

Tingkat salinitas berkisar dari 3,68—27,18 (16,43±4,70) seperti terlihat pada Tabel 3, kisaran tersebut lebar yang sangat berpengaruh terhadap tekanan osmotik. Semakin tinggi salinitas akan semakin tinggi tekanan osmotik air. Di tambak sulit untuk dapat memenuhi kebutuhan salinitas yang optimal karena waktu musim kemarau berhadapan dengan masalah salinitas sangat tinggi sebaliknya pada waktu musim hujan salinitas sangat rendah. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu ada sumber air tawar dan asin yang memadai baik kuantitas maupun kualitasnya untuk memenuhi kebutuhan optimal air tambak. Menurut Poernomo (1988), kisaran salinitas untuk tambak udang adalah 15—25 ppt. Kisaran salinitas yang lebar dalam studi ini berpengaruh terhadap jumlah genus plankton, yaitu tiap peningkatan 1 ppt akan meningkatkan jumlah genus sebanyak 0,08 (peningkatan 1,25 ppt akan meningkatkan sebanyak 1 genus) dengan ketentuan peubah lainnya tidak berubah.

Hubungan antara genus dan jumlah dalam masing-masing genus dan total individu dalam komunitas dapat dijabarkan secara matematis menjadi besaran parameter biologi berupa indeks keragaman, keseragaman, dan dominansi. Parameter ini mencirikan kekayaan dan keseimbangan komunitas dalam suatu perairan.

Indeks keragaman pada kisaran 0,45—2,50 (1,45±0,47) disajikan pada Tabel 2 dengan nilai rata-rata $H' > 1$ berarti secara keseluruhan perairan tambak yang diteliti memiliki kestabilan yang sedang (moderat) sehingga dapat menunjang usaha perikanan budidaya tambak yang produktif asalkan nilai keragaman ditingkatkan dengan memperbaiki habitat yang mengalami degradasi untuk mewujudkan pengelolaan tambak berkelanjutan. Nilai keragaman dalam studi ini relatif lebih baik dibandingkan dengan nilai keragaman di Banawa, yaitu pada kisaran 0,23—1,58; Dolago pada kisaran 0,21—1,97; dan Malakosa pada kisaran 0,33—2,35 (Pirzan *et al.*, 2006b). Perbedaan tersebut karena pada tambak di Banawa dibangun pada bekas pohon nipah dan

memiliki pH rendah, Dolago tambaknya dalam dan tidak dapat dikeringkan secara tuntas, dan di Malakosa merupakan tambak baru dibangun dan masih terdapat banyak pepohonan di pelataran tambak. Menurut Stirn (1981), bila $H' < 1$, maka komunitas biota dinyatakan tidak stabil, bila H' berkisar dari 1—3 maka stabilitas komunitas biota tersebut adalah moderat (sedang) dan bila $H' > 3$ berarti stabilitas komunitas biota bersangkutan berada dalam kondisi prima (stabil). Ekosistem yang memiliki keragaman tinggi lebih stabil karena fluktuasi kelimpahan individu suatu spesies kurang terpengaruh terhadap seluruh fungsi dalam suatu sistem dibandingkan dengan fluktuasi individu suatu spesies yang memiliki keragaman rendah (Boyd, 1990). Makin besar nilai H' menunjukkan makin beragamnya kehidupan di perairan tersebut, kondisi ini merupakan tempat hidup yang lebih baik. Kondisi demikian cirinya mudah berubah dengan hanya mengalami pengaruh lingkungan yang relatif kecil. Keragaman plankton di tambak Mamuju berkisar dari 0,04—0,89; Luwu Timur 0,24—0,77; dan Sinjai 0,35—0,75 (Pirzan *et al.*, 2003), nilai keragamannya $H' < 1$ termasuk tidak stabil. Berdasarkan nilai keragaman plankton pada perairan yang diteliti lebih stabil (baik) dibandingkan dengan tambak di Mamuju, Luwu Timur, dan Sinjai.

Nilai keseragaman pada studi ini dengan kisaran 0,33—1,07 ($0,80 \pm 0,47$) secara rata-rata memiliki nilai $E > 0,75$ berarti keberadaan/kepadatan genus merata, sehingga dominansi tidak terjadi pada perairan ini. Menurut Ali (1994), keseragaman $E > 0,75$ tergolong tinggi berarti keberadaan/kepadatan biota merata sedangkan nilai keseragaman $E < 0,75$ termasuk rendah menunjukkan keberadaan/kepadatan biota tidak merata atau perbedaannya menyolok (Basmi, 2000). Hal ini dapat ditingkatkan dengan memperbaiki perairan yang mengalami degradasi sehingga perairan ini dapat menunjang usaha perikanan yang produktif dan berkelanjutan.

Nilai dominansi pada kisaran 0,10—0,71 ($0,32 \pm 0,16$) disajikan pada Tabel 2, secara rata-rata mendukung usaha budidaya yang produktif asalkan petakan yang mengalami degradasi keseragamannya dapat ditingkatkan dengan menerapkan penggunaan pupuk dan pembasmi hama yang seimbang sehingga tercapai lingkungan yang seimbang untuk mendukung usaha perikanan budidaya tambak produktif dan berkelanjutan. Hal ini terungkap pada pengamatan tambak Intensif dan

tradisional di Lakawali Kabupaten Luwu Timur dengan nilai dominansi masing-masing 0,66 dan 0,73 yang tinggi karena penggunaan pupuk anorganik dan antibiotik tidak seimbang serta konversi hutan mangrove menjadi tambak tidak dilakukan secara benar (Pirzan *et al.*, 2006a). Faktor utama yang mempengaruhi perubahan jumlah organisme, keragaman, dan dominansi antara lain adanya perusakan habitat alami, pencemaran kimiawi, dan perubahan iklim (Widodo, 1997).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Jumlah individu plankton pada tambak tanah sulfat masam di Kabupaten Luwu Utara berkisar antara 60—1.110 ind./L dan jumlah genus berkisar dari 2—17 genus.
2. Suhu air dan kandungan amonium berpengaruh terhadap peningkatan jumlah individu dan genus sedangkan kandungan nitrat dan tingkat salinitas berpengaruh terhadap peningkatan jumlah genus. Tingkat pH dan kandungan silikat berpengaruh terhadap penurunan jumlah individu sedangkan potensial redoks, kandungan bahan organik total dan kandungan oksigen terlarut berpengaruh terhadap penurunan jumlah genus.
3. Keragaman plankton tergolong ke dalam kondisi yang stabil moderat, keberadaan genus merata, dan tidak terjadi dominansi.
4. Pengelolaan tambak perlu dilakukan secara benar, sehingga kualitas lingkungan perairan menjadi prima guna mendukung pengelolaan tambak yang produktif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Proyek Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara tahun anggaran 2007 melalui Riset Pemetaan dan Daya Dukung Lahan Budidaya Perikanan Pesisir di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros atas biaya penelitiannya. Juga diucapkan terima kasih kepada Sutrisyani, Andi Sahrijanna, dan Sitti Rohani atas bantuan analisis kualitas air di laboratorium dan Irmayani atas bantuan analisis plankton.

DAFTAR PUSTAKA

- Aco, H. 2002. Percepatan produksi budidaya berkelanjutan melalui pendekatan kawasan (Kasus udang windu, *Penaeus monodon* Fabr.). Disampaikan pada *Lokakarya Percepatan Produksi Perikanan Budidaya*

- dan Tangkap, 10 November 2002 di Country Inn Makassar. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sulawesi Selatan, Makassar. 14 pp.
- Ali, I.M. 1994. *Struktur Komunitas Ikan dan Aspek Biologi Ikan-ikan Dominan di Danau Sidenreng, Sulawesi Selatan*. Tesis Sarjana. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 130 pp.
- APHA (American Public Health Association). 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21st edition, Centennial edition. APHA-AWWA-WEF, Washington, DC. 1,288 pp.
- Basmi, H.J. 2000. *Planktonologi: Plankton sebagai Indikator Kualitas Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 60 pp.
- Boyd, C.E. 1988. Pengaturan aerasi pada tambak udang. Dalam: *Prinsip Pengelolaan Budidaya Udang. Technical Bulletin*. p. 36—47.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Auburn University, Alabama, USA. 482 pp.
- Boyd, C.E. 1999. *Code of Practice for Responsible Shrimp Farming*. Global Aquaculture Alliance St. Louis, MO, USA. 42 pp.
- Chamberlain, W.G. 1988. Tinjauan kembali pengelolaan tambak udang. Dalam: *Prinsip Pengelolaan Budidaya Udang. Technical Bulletin*. p. 48—64.
- Dent, D. 1986. *Acid Sulphate Soils: A Baseline for Research and Development*. ILRI Publication 39. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen. 204 pp.
- Diskanlut (Dinas Perikanan dan Kelautan) Provinsi Sulawesi Selatan. 2001. *Laporan Statistik Perikanan Sulawesi Selatan*. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sulawesi Selatan, Makassar. 143 pp.
- Diskanlut (Dinas Perikanan dan Kelautan) Provinsi Sulawesi Selatan. 2005. *Laporan Statistik Perikanan Sulawesi Selatan*. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sulawesi Selatan, Makassar. 261 pp.
- Draper, N.R. and H. Smith. 1981. *Applied Regression Analysis*. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York. 709 pp.
- Haryadi, S., I.N.N. Suryodiptro, dan B. Widigdo. 1992. *Limnologi*. Penuntun Praktikum dan Metoda Analisa Air. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 57 pp.
- Koesbiono. 1981. *Biologi Laut*. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 150 pp.
- Lin, C., M. Wood, P. Heskins, T. Ryffel, and J. Lin. 2004. Controls on water acidification and de-oxygenation in an estuarine waterway, eastern Australia. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 61: 55—63.
- Mubarak, H., S. Ilyas, W. Ismail, I.S. Wahyuni, S.T. Hartati, E. Pratiwi, Z. Jangkaru, dan R. Arifudin. 1990. *Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta. 93 pp.
- Mustafa, A. 2007. *Improving Acid Sulfate Soils for Brackish Water Ponds in South Sulawesi, Indonesia*. Ph.D. Thesis. The University of New South Wales, Sydney. 418 pp.
- Newel, G.E. and R.C. Newel. 1977. *Marine Plankton*. Hutchinson, London. 244 pp.
- Nontji, A. 1984. *Biomassa dan produktivitas fitoplankton di perairan Teluk Jakarta serta kaitannya dengan faktor-faktor lingkungan*. Ph.D. Thesis. Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 94 pp.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental Ecology*. 3rd. W.B Sanders Company, Philadelphia. 574 pp.
- Pirzan, A.M., Gunarto, and Utojo. 2003. Plankton diversity and relationship with phosphate in brackishwater pond of South Sulawesi. *International Seminar on Marine and Fisheries*. Agency for Marine and Fisheries Research. Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Jakarta p. 51—57.
- Pirzan, A.M. dan Gunarto. 2003. *Keragaman fitoplankton pada budidaya udang windu dengan pola resirkulasi*. Laporan Penelitian. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros. 15 pp.
- Pirzan, A.M. dan P.R. Pong-Masak. 2007. *Hubungan produktivitas tambak dengan keragaman fitoplankton di Sulawesi Selatan*. Laporan Penelitian. *J. Ris. Akuakultur*. 2(2): 211—220.
- Pirzan, A.M., Gunarto, dan Utojo. 2006a. Kelayakan dan kestabilan tambak dan sungai berdasarkan indikator diversitas plankton di Lakawali, Luwu Timur, Sulawesi Selatan. *Torani*. 16(3): 153—161.
- Pirzan, A.M., P.R. Pong-Masak, dan Utojo. 2006b. Keragaman fitoplankton pada lahan budidaya tambak di kawasan pesisir Donggala dan Parigi-Moutong Sulawesi Tengah. *J. Ris. Akuakultur*. 1(3): 359—372.
- Poernomo, A. 1988. *Faktor Lingkungan Dominan pada Budidaya Udang Intensif*.

- Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta. 61 pp.
- Reid, G.K. 1961. *Ecology Inland Water Estuaries*. Rein Hald Published Co., New York. 37 pp.
- Round, F.E. 1973. *The Biology of the Algae*. Edward Arnold, London. 278 pp.
- Sammut, J. and R. Lines-Kelly. 2000. *An Introduction to Acid Sulfate Soils*. Natural Heritage Trust, Australia. 27 pp.
- Schaetzl, R.J. and S. Anderson. 2005. *Soils: Genesis and Geomorphology*. Cambridge University Press, Cambridge. 817 pp.
- Simon, C.M. 1988. Cara memonitor dan mengatur kualitas air pada tambak udang Intensif. *Dalam: Prinsip Pengelolaan Budidaya Udang. Technical Bulletin*. p. 10—12.
- SPSS (Statistical Product and Service Solution). 2006. *SPSS 15.0 Brief Guide*. SPSS Inc., Chicago. 217 pp.
- Stirn, J. 1981. *Manual Methods in Aquatic Invironment Research*. Part 8 Ecological Assesment of Pollution Effect. FAO, Rome. 70 pp.
- Widigdo, B. 2003. Permasalahan dalam budidaya udang dan solusinya. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 10(1): 18—23.
- Widodo, J. 1997. Biodiversitas sumber daya perikanan laut peranannya dalam pengelolaan terpadu wilayah pantai. *Dalam: Mallowa, A., R. Syam, N. Naamin, S. Nurhakim, E.S. Kartamihardja, A. Poernomo, dan Rachmansyah (eds.). Prosiding Simposium Perikanan Indonesia II. Ujung Pandang 2—3 Desember 1997*. p. 136—141.
- Yamaji, J. 1976. *Illustration of Marine Plankton*. Hoikush Publishing Co. Ltd., Osaka, Japan. 369 pp.

Lampiran 1. Koefisien korelasi antara peubah kualitas air tambak tanah sulfat masam dan plankton di Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan (n= 64)

Appendix 1. Coefficient correlation between water quality variable in acid sulfate soil-affected brackishwater ponds of North Luwu Regency, South Sulawesi (n= 64)

Peubah (Variable)		Temp	DO	Sal	TSS	pH	Eh	TOM	NH ₄	NO ₃	Si	PO ₄	Fe	SO ₄
DO	PC	0.469**												
	Sig	0.000												
Sal	PC	-0.002	-0.373**											
	Sig	0.984	0.002											
TSS	PC	-0.015	-0.354**	0.986**										
	Sig	0.904	0.004	0.000										
pH	PC	0.189	0.523**	0.162	0.151									
	Sig	0.134	0.000	0.202	0.234									
Eh	PC	-0.180	-0.497**	0.424**	0.382**	-0.075								
	Sig	0.156	0.000	0.000	0.002	0.554								
TOM	PC	-0.022	0.297*	-0.360**	-0.324**	0.064	-0.280*							
	Sig	0.865	0.017	0.003	0.009	0.618	0.025							
NH ₄	PC	-0.135	0.205	-0.198	-0.204	-0.104	-0.346**	0.080						
	Sig	0.289	0.104	0.117	0.106	0.412	0.005	0.528						
NO ₃	PC	0.188	-0.184	0.164	0.132	-0.117	0.175	-0.108	-0.043					
	Sig	0.136	0.146	0.194	0.299	0.359	0.166	0.395	0.738					
Si	PC	-0.272*	-0.073	-0.109	-0.132	-0.210	-0.067	-0.119	0.226	-0.060				
	Sig	0.030	0.565	0.393	0.300	0.096	0.599	0.350	0.072	0.637				
PO ₄	PC	-0.199	-0.067	0.000	-0.013	0.156	-0.094	-0.053	0.056	-0.090	-0.017			
	Sig	0.155	0.598	0.998	0.919	0.219	0.462	0.676	0.662	0.478	0.895			
Fe	PC	-0.166	-0.123	0.134	0.140	-0.055	-0.042	-0.015	-0.028	0.008	-0.020	0.182		
	Sig	0.191	0.332	0.291	0.270	0.666	0.742	0.907	0.828	0.949	0.873	0.151		
SO ₄	PC	0.013	0.370**	-0.491**	-0.445**	-0.143	-0.391**	0.448**	0.455**	-0.206	0.157	-0.067	-0.093	
	Sig	0.916	0.003	0.000	0.000	0.259	0.001	0.000	0.000	0.102	0.215	0.599	0.466	
Mg	PC	0.148	0.037	0.404**	0.448**	0.086	0.013	-0.083	-0.122	-0.055	-0.132	0.064	0.100	-0.045
	Sig	0.243	0.769	0.001	0.000	0.502	0.919	0.513	0.339	0.663	0.299	0.616	0.433	0.723

Keterangan (Remark):

PC = Korelasi Pearson (Pearson Correlation); Temp = Suhu (Temperature); DO = Oksigen terlarut (Dissolved oxygen); Sal = Salinitas (Salinity);

TSS = Padatan tersuspensi total (Total suspended solid); Eh = Potensial redoks (Redox potential);

TOM = Bahan organik total (Total organic matter)

* : Korelasi nyata pada taraf 0,05 (Correlation is significant at the 0.05 level)

** : Korelasi nyata pada taraf 0,01 (Correlation is significant at the 0.01 level)