

PENDEKATAN ANALISIS MULTIVARIAT DALAM MENENTUKAN SEBARAN SPASIAL KARAKTERISTIK KUALITAS AIR DAN SUBSTRAT SEDIMEN DI DANAU TOWUTI

Siti Aisyah^a & Sugiarti^b

^a*Staf Peneliti Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*

^b*Staf Teknisi Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*

ABSTRAK

Evaluasi masalah lingkungan dengan banyak variabel memerlukan analisis data menggunakan metode Multivariat diantaranya dengan analisis komponen utama (PCA; Principal Component Analysis). Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap hubungan karakter substrat sedimen dengan kualitas air dan sebarannya melalui pendekatan analisis multivariat. Penelitian dilakukan pada bulan Juni, Agustus, dan Oktober 2009 pada tujuh lokasi. Pengambilan contoh air dilakukan menggunakan Snatch Water Sampler sedangkan contoh sedimen diambil dengan Ekman grab. Kualitas air yang dianalisis adalah pH, konduktivitas, turbiditas, oksigen terlarut (DO), temperatur, N-nitrit, N-nitrat, N-ammonia, nitrogen, P-fosfat, total fosfor, khlorofil-a, dan padatan total tersuspensi menggunakan metode mengacu pada Buku Standard Methods edisi-21. Analisis tekstur terhadap sedimen (pasir, lumpur dan liat) dilakukan menggunakan metode hidrometer sedangkan bahan organik total menggunakan metode gravimetri. Analisis data dilakukan menggunakan software Microsoft Excell 2003 dan MVSP 3.1. Analisis PCA menghasilkan dua komponen utama dengan eigen value >1 dan berkontribusi sebesar 90,7% dari ragam total. Komponen 1 terdiri dari Stasiun A, B, C, D, E dan G yang dicirikan oleh karakter substrat sedimen pasir dan konsentrasi oksigen terlarut dan pH yang tinggi. Stasiun F pada komponen 2 dicirikan oleh karakter substrat sedimen lumpur dan liat dengan konsentrasi turbiditas, total padatan tersuspensi (TSS; Total Suspended Solid), nitrit, total fosfor dan bahan organik total (TOM; Total Organic Matter) yang tinggi.

Kata kunci: Danau Towuti, kualitas air, kualitas sedimen, analisis multivariat

ABSTRACT

MULTIVARIAT ANALYSIS APPROACH IN DETERMINING THE SPATIAL DISTRIBUTION OF WATER QUALITY AND SEDIMENT SUBSTRATE CHARACTERISTIC. *Evaluation of environmental problems with many variables requiring data analysis by using Multivariate methods such as Principal Component Analysis (PCA). This study aims to reveal sediment substrate character relationships with water quality and its distributiona by multivariate analysis approach. The study was conducted in June, August, and October 2009 at seven locations. Water sampling were taken using Snatch Water Sampler while the sediment samples taken with Ekman grab. Analyzed water quality are pH, conductivity, turbidity, dissolved oxygen (DO), temperature, N-nitrite, nitrate-N, N-ammonia, nitrogen, P-phosphates, total phosphorus, khlorofil-a, and total suspended solids using the method according to Book of Standard Methods 21st edition. Analysis of sediment texture (sand, silt and clay) was conducted using the hydrometer method, while the total organic materials (TOM) using the gravimetric method. Data analysis was performed using the software Microsoft Excel 2003 and MVSP 3.1. PCA analysis resulted two principal components with eigen value > 1 and contribute for 90.7% of the total varian. Component 1 included of stations A, B, C, D, E and G are characterized by sand character and high concentration of dissolved oxygen and pH. Station F on the second component is characterized by the character of silt and clay characters with high concentration of turbidity, total suspended solid (TSS), nitrite, total phosphorus and high TOM.*

Key words: Lake Towuti, water quality, sediment quality, multivariate analysis

PENDAHULUAN

Perairan danau merupakan salah satu bentuk ekosistem air tawar yang ada di permukaan bumi. Secara fisik, danau merupakan suatu tempat yang luas yang mempunyai air yang tetap, jernih atau beragam dengan aliran tertentu (Jorgensen and Vollenweiden, 1989). Umumnya perairan danau selalu menerima masukan air dari daerah tangkapan air di sekitar danau, sehingga perairan danau cenderung menerima bahan-bahan terlarut yang terangkut bersamaan dengan air yang masuk. Peningkatan jumlah penduduk yang semakin tinggi di sekitar perairan danau, dapat mengganggu keseimbangan lingkungan perairan. Hal ini akan memberikan kontribusi pada laju penambahan zat hara dan limbah organik lainnya yang masuk ke badan air.

Danau Towuti adalah salah satu danau yang berada di wilayah kompleks Malili Kabupaten Luwu Timur selain Danau Matano, D.Mahalona, D. Masapi dan D. Wawontoa. Danau ini merupakan danau tektonik yang oligotrofik dengan luas 56.000 Ha dan kedalaman maksimum 203 m (Fernando *dalam* Haffner *et al.*, 2001). Danau ini juga merupakan danau terluas diantara kelima danau yang berada di kompleks Malili dan kedua terluas di Indonesia setelah Danau Toba. Sumber air D. Towuti berasal dari 26 sungai sebagai inlet danau dan di kelilingi oleh hutan.

Danau Towuti telah ditetapkan sebagai kawasan Taman Wisata Alam berdasarkan keputusan Mentan No. 274/Kpts/Um/1979, meskipun beberapa aktivitas lain masih dapat berlangsung seperti perikanan tangkap. Danau Towuti diketahui memiliki sumber daya ikan endemik dan berpotensi ekonomis. Sumber air dari danau ini juga dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik tenaga air (PLTA) yang berada pada bagian outlet danau ini. Kondisi ini menunjukkan D. Towuti memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan masyarakat di sekitarnya (Nasution, 2006).

Mengingat pentingnya air D. Towuti terutama bagi penduduk sekitarnya, maka perlu diupayakan agar kualitas air danau

tetap baik sehingga dapat terus dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu usaha dalam pengelolaan kualitas air adalah pemantauan kualitas air.

Evaluasi masalah lingkungan perairan pada umumnya membutuhkan banyak pengukuran variabel. Untuk mengetahui sebaran karakteristik kualitas air dan sedimen di perairan ini dapat dilakukan melalui analisis multivariat yang diantaranya didasarkan pada analisis komponen utama atau biasa dikenal dengan Analisis Komponen Utama (PCA; *Principal Component Analysis*) (Legendre dan Legendre, 1983 *dalam* Bengen, *et al.*, 1994). Teknik analisis tersebut banyak diterapkan dalam analisis multivariat (Norris & Georges, 1995), dan dapat digunakan untuk menyederhanakan variabel yang diamati, untuk evaluasi hubungan antar variabel dan untuk mengungkap faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan dalam variabel bebas (Kosaki, *et al.*, 1989).

Prosedur PCA pada dasarnya adalah bertujuan untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan cara menyusutkan (mereduksi) dimensinya. Hal ini dilakukan dengan cara menghilangkan korelasi diantara variabel bebas melalui transformasi variabel bebas asal ke variabel baru yang tidak berkorelasi sama sekali atau yang biasa disebut dengan *principal component*.

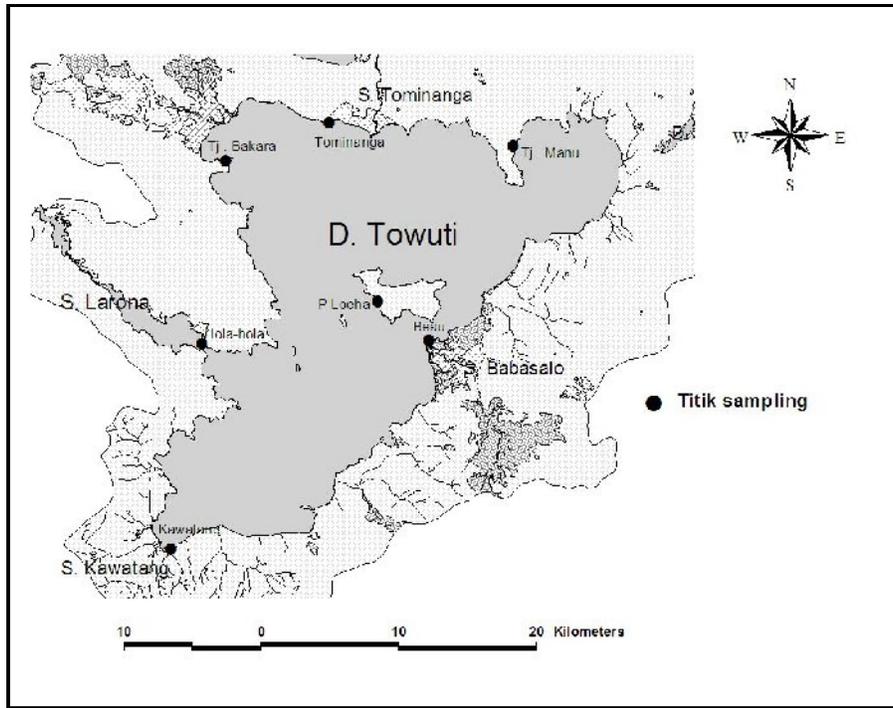
Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap hubungan antara karakter substrat sedimen dengan karakter kualitas air Danau Towuti dan sebarannya melalui pendekatan analisis multivariat.

BAHAN DAN METODA

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Pengambilan contoh dan pengukuran kualitas air dilakukan pada bulan Juni, Agustus, dan Oktober 2009 pada 7 stasiun pengamatan (Gambar 1). Pengukuran parameter suhu, konduktivitas, turbiditas, oksigen terlarut, dan pH dilakukan secara

insitu menggunakan alat *Water Quality Checker* (WQC) HORIBA U-10. Contoh air diambil menggunakan Snatch Water Sampler dan diawetkan untuk selanjutnya dianalisis menggunakan metode dalam Standard Methods edisi-21 tahun 2005. (APHA 2005) (Tabel 1).

Contoh sedimen diambil menggunakan *Eckman grab* dan dianalisis menggunakan metode hydrometer yang digambarkan dalam Sulaeman *et al.*, 2005. Pengukuran karakteristik sedimen meliputi tiga fraksi sedimen (pasir, lumpur dan liat) dan bahan organik.



Gambar 1. Lokasi sampling kualitas air dan sedimen di Danau Towuti

Tabel 1. Metode analisis parameter kualitas air

| No. | Parameter | Metode |
|-----|-------------------------------------|---|
| 1 | Suhu | In situ, Water Quality Checker-Horiba U-10 |
| 2 | pH | In situ, Water Quality Checker-Horiba U-10 |
| 3 | Oksigen terlarut (DO) | In situ, Water Quality Checker-Horiba U-10 |
| 4 | Turbiditas | In situ, Water Quality Checker-Horiba U-10 |
| 5 | Konduktivitas | In situ, Water Quality Checker-Horiba U-10 |
| 6 | N-NO ₂ | Sulfanilamid, spektrofotometri |
| 7 | N-NO ₃ | Brusin, spektrofotometri |
| 8 | N-NH ₄ | Phenat, spektrofotometri |
| 9 | TN (<i>Total Nitrogen</i>) | Brusin dengan oksidator K-persulfat, spektrofotometri |
| 10 | P-PO ₄ | Asam Askorbat, spektrofotometri |
| 11 | TP (<i>Total Phosphat</i>) | Asam Askorbat oksidator K-persulfat, spektrofotometri |
| 12 | Khlorofil-a | Ekstraksi menggunakan aseton, spektrofotometri |
| 13 | TSS (<i>Tot. Suspended Solid</i>) | Gravimetri |
| 14 | TOM sedimen | K-permanganat, titrimetri |
| 15 | Substrat sedimen | Hidrometer |

Analisis data untuk menggambarkan kualitas air secara umum dilakukan teknik analisis deskriptif menggunakan *software Statistica 99*. Sedangkan untuk menentukan korelasi dan sebaran karakteristik kualitas air dan substrat sedimen dilakukan pendekatan analisis multivariat didasarkan pada analisis komponen utama menggunakan *software MVSP 3.1*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Pengamatan

Perairan Danau Towuti memiliki karakteristik habitat yang bervariasi. Beberapa stasiun pengamatan memiliki konektivitas ekologis dengan adanya sumber air masuk (*inlet*) seperti stasiun Tominanga, Muara Sungai Kawatang, Beau dan air keluar (*outlet*) di stasiun Muara Sungai Hola-hola. Adanya vegetasi/tumbuhan air maupun riparian seperti stasiun Beau dan Tanjung Bakara, serta tipe substrat dan kandungan bahan organik yang berbeda. D. Towuti didominasi oleh substrat keras (pasir) (Tabel 2).

sekitarnya. Habitat berawa, banyaknya industri penggergajian kayu (*saw-mill*), penebangan hutan dan transportasi perahu bermesin yang membuang limbah minyaknya ke badan air diduga memberikan peluang penurunan kualitas air danau.

Kondisi Kualitas Air

Secara umum kualitas air perairan Danau Towuti masih cukup baik. Deskripsi singkat kondisi kualitas air Danau Towuti dapat dilihat pada Tabel 3.

Temperatur dan pH sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem Perairan. Perubahan suhu dapat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air (Chapman, 1996). Nilai suhu dan pH di perairan D. Towuti masih merupakan nilai ideal serta sesuai bagi biota akuatik. Menurut Effendi (2003) kisaran optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20° C – 30° C. Sedangkan untuk pH, sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH sekitar 7 – 8,5.

Tabel 2. Karakteristik habitat stasiun penelitian di Danau Towuti

| No. | Stasiun | Koordinat | Substrat | Lingkungan |
|-----|----------------------------|-------------------------------------|--|---|
| 1 | Muara Sungai Tominanga (A) | E 02 °C 39,365' S 121 °C 29,935' | Pasir dan batuan >15 cm | Inlet danau, tidak ada vegetasi air, pantai landai |
| 2 | Tanjung Manu (B) | E 02 °C 40,406' S 121 °C 37,081' | Pasir hitam | Tidak ada vegetasi air |
| 3 | Pulau Loeha (C) | E 02 °C 46,505' S 121 °C 31,830' | Pasir berlumpur Batuan >15 cm | Tidak ada vegetasi air |
| 4 | Muara S. Hola (D) | E 02 °C 48,187' S 121 °C 23,941' | Perairan berlumut dari pantai sampai ke tengah | Outlet danau yang mengalir ke S. Larona, terdapat vegetasi air (rumput air) |
| 5 | Muara Sungai Kawatang (E) | E 02 °C 56,377' S 121 °C 23,720' | Pasir sedikit lumpur | Inlet danau, ada rawa, <i>floodplain</i> , ada tanaman rumput air berbungin |
| 6 | Beau (F) | E 02 °C 48,091' S 121 °C 33,848' | Lumpur | Inlet dari S. Babasalo, rawa-rawa, vegetasi air |
| 7 | Tanjung Bakara (G) | E 02 °C 40,893' S 121 °C 25,873' | Batuan > 15 cm, pasir berlumpur | Vegetasi air berbatang tinggi (pandan) |

Seperti ekosistem danau lainnya, kualitas air di perairan Danau Towuti dipengaruhi oleh kondisi lingkungan

Konsentrasi TSS dan turbiditas di danau Towuti kemungkinan disebabkan oleh kandungan lumpur, plankton, bahan organik

dan mikroorganisme. Mason, 1981 menyebutkan bahwa turbiditas air, biasanya disebabkan oleh bahan-bahan yang tersuspensi dan koloid yang terdapat dalam air seperti lumpur, plankton, bahan organik dan mikroorganisme. Pada musim hujan debit air meningkat akibatnya kekeruhan air permukaan meningkat dan sejumlah padatan tersuspensi turut terbawa oleh aliran air (Capman, 1996).

warna hijau pada tumbuh-tumbuhan, yang berperan melakukan fotosintesis. Oleh karena itu, besarnya kandungan khlorofil berpengaruh besar dalam menentukan laju fotosintesis.

Konsentrasi DO yang disyaratkan untuk perairan adalah >3 mg/L (PP. No. 82 Th. 2001). Sementara nilai khlorofil *a* yang dikemukakan oleh Wetzel (2001) dalam penentuan status trofik perairan, masih

Tabel 3. Diskripsi parameter kualitas air Danau Towuti 2009

| Parameter | N | Mean | St.Dev | Minimum | Maksimum |
|----------------------------------|----|-------|--------|---------|----------|
| Temperatur (°C) | 21 | 29,6 | 0,45 | 28,9 | 30,2 |
| pH | 21 | 7,9 | 0,202 | 7,5 | 8,2 |
| Konduktivitas (mS/cm) | 21 | 0,146 | 0,003 | 0,142 | 0,150 |
| Turbiditas (NTU) | 21 | 2 | 1,678 | 1 | 5 |
| DO (mg/l) | 21 | 6,22 | 0,445 | 5,3 | 6,72 |
| TSS (mg/l) | 21 | 1,77 | 2,96 | 0,2 | 6,40 |
| Khlorofil-a (mg/m ³) | 21 | 0,389 | 0,467 | 0,002 | 1,175 |
| Nitrit | 21 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,006 |
| Nitrat-N (mg/l) | 21 | 0,071 | 0,088 | 0,002 | 0,26 |
| Amonia (mg/l) | 21 | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0,009 |
| TN | 21 | 0,241 | 0,118 | 0,111 | 0,432 |
| Ortofosfat (mg/l) | 21 | 0,008 | 0,002 | 0,006 | 0,011 |
| TP | 21 | 0,064 | 0,019 | 0,050 | 0,106 |

Nilai parameter konduktivitas juga masih memenuhi criteria kualitas air perairan alami. Nilai konduktivitas di perairan alami berkisar antara 20 – 1500 µmhos/cm (Effendi, 2003). Konduktivitas atau daya hantar listrik adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Oleh karena itu, semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL.

Konsentrasi oksigen terlarut dan khlorofil *a* di perairan D. Towuti masih memenuhi kriteria perairan alami (5 – 6,7 mg/L dan 0,002 – 1,175 mg/m³). Kelarutan oksigen dan khlorofil *a* merupakan parameter yang saling mempengaruhi satu sama lain. Selain dari difusi dan pergerakan air, oksigen terlarut di perairan juga diperoleh dari hasil sampingan aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh biota air berkhlorofil. Khlorofil adalah zat pembawa

masuk ke dalam kriteria oligotrofik (0,3 – 3,0 mg/m³). Kisaran nilai konsentrasi khlorofil ini lebih rendah dibanding dengan penelitian sebelumnya (0 - 1,841 mg/m³) yang dilakukan oleh Warsa & Husna (2006).

Kadar nitrit dan nitrat perairan D. Towuti kemungkinan berasal dari tumbuhan, biota air yang mati dan limbah aktivitas penggergajian kayu (*saw-mill*). Tingginya konsentrasi nitrat di beberapa lokasi penelitian kemungkinan karena sifatnya yang mudah larut dalam air dan stabil (Goldman & Horne, 1983).

Nitrogen merupakan salah satu parameter kualitas air selain fosfor yang mempengaruhi tingkat kesuburan suatu badan air. Nilai kisaran konsentrasi nitrat dan total nitrogen di perairan D. Towuti 0,002 – 0,26 mg/L (rata-rata 0,070 mg/L) dan 0,111 – 0,432 mg/L (rata-rata 0,241 mg/L). Jika dibandingkan dengan standard status trofik yang dikemukakan dalam

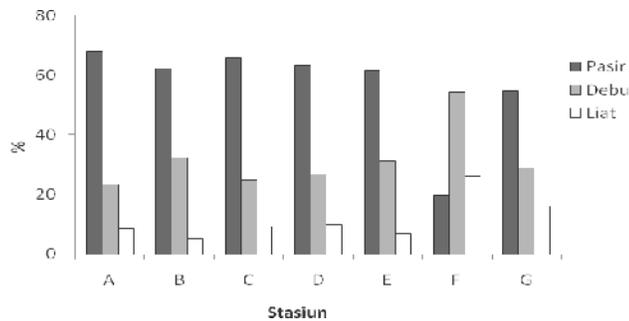
Goldman & Horne (1983), nilai rata-rata konsentrasi nitrat perairan D. Towuti masih termasuk kriteria oligotrofik (<0,1 mg/L). Angka ini jauh lebih kecil dari penelitian sebelumnya dengan nilai rata-rata 1,094 mg/L (Warsa & Husna, 2006).

Konsentrasi fosfor dan senyawanya di perairan D. Towuti juga masih memenuhi kriteria bagi perairan alami (PP No. 82 Th. 2001). Menurut Jorgensen (1980), perairan dengan kandungan fosfor <5 mg/L, masih diklasifikasikan kedalam golongan perairan oligotrofik.

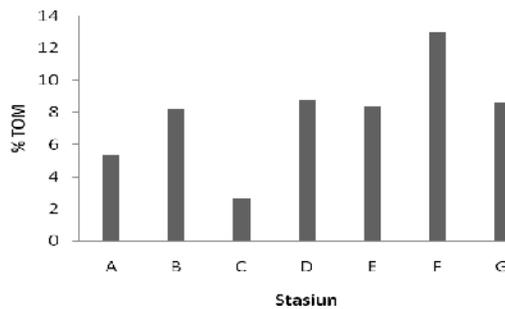
Sebaran Spasial Karakteristik Substrat Sedimen dan Kualitas Air

Hasil analisis contoh sedimen Danau Towuti selama penelitian menunjukkan terdapat tiga fraksi yaitu lumpur liat dan pasir. Sebagian besar stasiun memiliki karakter substrat sedimen pasir yang tinggi, kecuali Stasiun F memiliki karakter substrat lumpur yang terdiri dari debu dan liat yang

tinggi (Gambar 2). Sementara itu berdasarkan karakteristik sebaran spasial sedimen menunjukkan konsentrasi TOM yang tinggi juga dijumpai pada Stasiun F (Gambar 3). Kadar debu yang relatif tinggi pada sedimen di Stasiun F tampaknya ditunjang oleh tingginya TOM, sedangkan tingginya kadar TOM di stasiun F diduga karena habitat tersebut berupa rawa dan ditumbuhi vegetasi air yang banyak memasok serasah. Pergerakan air yang lemah di Stasiun F serta adanya aliran inlet dari Sungai Babasalo, juga menunjang tingginya komponen debu dan liat pada sedimen yang akan banyak menyimpan TOM. Sedimen dengan ukuran partikel lebih halus umumnya memiliki kandungan bahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran partikel yang lebih besar. Semakin halus tekstur substrat semakin besar kemampuannya menjebak bahan organik (Margonof, 2007).



Gambar 2. Prosentase karakteristik substrat sedimen di Danau Towuti



Gambar 3. Distribusi spasial total bahan organik sedimen di Danau Towuti

Berdasarkan hasil penelitian Astuti *et al.*, (2008) terhadap Waduk Cirata disebutkan bahwa pada perairan dengan arus lemah fraksi halus banyak mengendap di dasar perairan. Pada sedimen halus, prosentase bahan organik lebih tinggi daripada sedimen kasar yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organik ke dasar perairan. Di perairan danau, keberadaan lumpur dapat disebabkan oleh timbunan autoktonus dan alloktonus hasil erosi daerah tangkapan air sekitar danau yang terbawa oleh aliran sungai yang masuk ke dalam danau (Chapman, 1996).

Selain bahan organik yang tinggi, Stasiun F juga memiliki konsentrasi TSS, turbiditas, nitrit dan T-P yang tinggi. Nilai kekeruhan di stasiun ini diduga berasal dari bahan anorganik dan organik berupa plankton dan mikroorganisme. Kekeruhan selain disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut berupa lumpur dan pasir halus, juga dapat disebabkan oleh bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme (APHA 2005, Davis & Cornwell, 1991).

Padatan total tersuspensi terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke dalam badan air (Effendi, 2003). Masuknya TSS ke dalam perairan dapat menimbulkan kekeruhan air, yang dalam kondisi tinggi dapat mempengaruhi biota di perairan yaitu mengurangi penetrasi cahaya ke dalam badan air, sehingga menghambat proses fotosintesis. Sementara kandungan nitrit dan T-P pada stasiun ini kemungkinan berasal dari bahan

organik berupa *detritus* yang berasal dari vegetasi air yang terdapat pada stasiun ini.

Fenomena-fenomena di atas diperkuat dengan data hasil analisis korelasi matriks yang dilakukan terhadap parameter karakteristik sedimen dan parameter kualitas air (Tabel 4). Hasil analisis matriks korelasi menunjukkan bahwa kandungan lumpur di Stasiun F berkorelasi positif dengan nilai turbiditas ($r = 0,599$), TSS ($r = 0,763$), nitrit ($r = 0,933$), TP ($r = 0,950$) dan TOM ($r = 0,823$) dan berkorelasi negatif dengan kelarutan oksigen ($r = -0,840$) (Tabel 4).

Stasiun A, B, C, D, E dan G mempunyai proporsi substrat dasar pasir yang lebih tinggi dibandingkan substrat lumpur dan liat. Berdasarkan tinjauan di lapangan, substrat dasar di stasiun-stasiun ini berupa pasir dan batuan besar. Sebagian stasiun berpantai landai dengan pergerakan air yang cukup kuat. Kecepatan arus yang tinggi mengakibatkan material tersuspensi yang merupakan tipe substrat lumpur tidak dapat terjebak di areal ini. Hasil analisis korelasi menunjukkan adanya korelasi positif antara parameter karakter substrat pasir dengan parameter konsentrasi oksigen terlarut ($r = 0,908$) dan pH ($r = 0,802$). Arus atau gerakan air dapat mempengaruhi kenaikan oksigen terlarut.

Hasil analisis komponen utama didapat dua komponen utama yang memiliki angka eigen value >1 dengan kontribusi sebesar 90,7%. Sebagian besar informasi terpusat pada sumbu 1 yang memiliki kontribusi sebesar 75,28% dari ragam total sedangkan sumbu 2 hanya memiliki kontribusi sebesar 15,39% dari ragam total. Penyebaran stasiun berdasarkan analisis komponen utama terhadap karakteristik kualitas air dan sedimen dapat dilihat pada

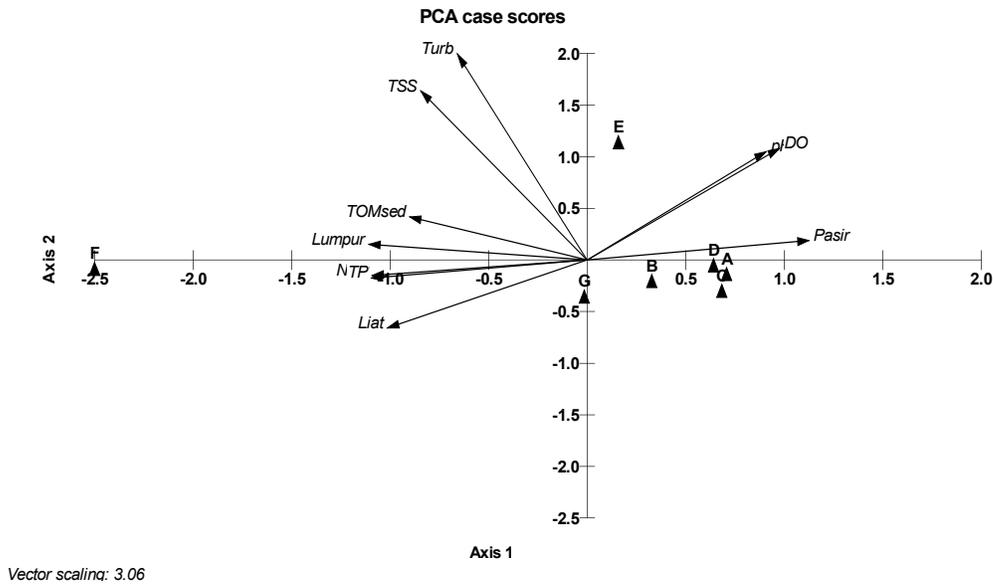
Tabel 4. Matriks korelasi sejumlah parameter kualitas air dan substrat sedimen ($p > 0.05$)

| | pH | Turb. | DO | TSS | NO ₂ - | TP | Pasir | Lumpur | Liat |
|---------|--------|--------|--------|-------|-------------------|--------|--------|--------|-------|
| Pasir | 0,802 | -0,517 | 0,908 | -0,69 | -0,943 | -0,952 | | | |
| Lumpur | -0,744 | 0,599 | -0,840 | 0,763 | 0,933 | 0,950 | -0,966 | | |
| Liat | -0,789 | -0,789 | -0,896 | 0,502 | 0,845 | 0,841 | -0,928 | 0,802 | |
| TOM sed | -0,442 | 0,539 | -0,690 | 0,632 | 0,632 | 0,690 | -0,798 | 0,823 | 0,665 |

Gambar 4. Sumbu 1 hanya terdiri dari satu stasiun yaitu Stasiun F yang dicirikan oleh karakter sedimen lumpur dan liat yang tinggi dengan karakter kualitas air nitrit, total P, turbiditas, TSS dan TOM. Stasiun A, B, C, D, E dan G dicirikan oleh karakter sedimen pasir dan kualitas air pH dan DO.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih saya ucapkan kepada Program Insentif Peneliti dan Perekayasa Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang telah mendanai kegiatan penelitian ini. Kepada Tim (peneliti



Gambar 4. Grafik PCA karakteristik kualitas air dan sedimen di Danau Towuti

KESIMPULAN

Secara umum kondisi kualitas air di Danau Towuti masih baik dan layak digunakan untuk keperluan bahan baku air minum, pertanian dan perikanan. Hal ini menunjukkan bahwa aktifitas di sekitar danau belum memberikan dampak negatif yang berarti bagi kualitas air Danau Towuti. Stasiun F dicirikan oleh karakter substrat sedimen lumpur dan liat dengan nilai konsentrasi turbiditas, TSS, nitrit, total fosfor dan TOM yang tinggi. Stasiun A, B, C, D, E dan G dicirikan oleh karakter substrat sedimen pasir dengan konsentrasi oksigen terlarut dan pH yang tinggi. Dari analisis PCA dihasilkan tiga komponen dengan kontribusi sebesar 90,7% dari ragam total.

dan teknisi) yang telah banyak membantu selama proses kegiatan penelitian. Kepada keluarga yang telah memberikan support hingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 2003, *Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*, Peraturan Perundang-undangan Jilid 2. Hal. 12-13.
- APHA-AWWA-WEF, 2005, *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*, 21th Edition. American Public Health Association. Washington DC. 1207 p.

- Astuti, I.R., Mardiana, L., & Prihadi, V., 2008, *Studi Kandungan Fosfor Pada Limbah Organik Di Dasar Perairan Yang Dipengaruhi Aktivitas Karamba Jaring Apung Di Waduk Cirata Jawa Barat*, Prosiding Teknologi Perikanan Budidaya, Pusat Riset Perikanan Budidaya. 363 – 370.
- Bengen, D.G., R. Dahuri & Y.Wardiatno, 1994, *Pengaruh Buangan Lumpur Kolam Pelabuhan Tanjung Priok terhadap Perairan Pantai Muara Gembong, Bekasi*. PPLH, Lembaga Penelitian IPB, Bogor. 59 Hal.
- Chapman, 1996, *Water Quality Assessments. A Guide To The Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second edition, Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge. 626p.
- Davis, M.L., & D.A. Cornwell, 1991, *Introduction to Environmental Engineering*. Second edition. McGraw-Hill, Inc., New York. 822 p.
- Haffner, G.D., P.E. Hehanussa & D.I. Hartoto, 2001, *The Biology an Physical Process of Large Lakes of Indonesia: Lakes Matano and Towuti*, In M. Munawar and R.E. Hecky (eds). *The Great Lakes of The World (GLOW): Food-Web, Health and Integrity*, Netherlands.
- Goldman, R.C., & A.J. Horne, 1983, *Limnology*, McGraw-Hill International Book Company, Tokyo. 464 p.
- Jorgensen, S.E., 1980, *Lake Management, Water Development, Supply and Management, Developments in Hydrology*, Vol. 14. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Jorgensen, S.E., Vollenweiden, R.A., 1989, *Guedelines of Lakes Management: Principles of Lakes Management* International Lake Environment Foundation. Shiga-Japan.
- Kosaki, T., K. Wasano, & A.S.R. Juo. 1989, *Multivariat statistikal analysis of yield determining faktors*, Soil Sci. Plant Nutr. 35(4): 597-607.
- Mason, C.F., 1981, *Biology of Freshwater Pollution*, Longman, Harlow, 250 pp.
- Nasution, S.H., 2006, *Pangkilang (Telmatherinidae) ornamental fish: An economic alternative for people around Lake Towuti*, Proceedings International Symposium, The Ecology and Limnology of Malili Lakes on March 20-22, 2006 in Bogor-Indonesia. Supported by: PT. INCO Tbk. and Research Center for Limnology, Indonesian Institute of Sciences (LIPI). P:39-46.
- Norris, R.H., & A. Georges, 1995, *Analysis And Interpretation of Benthic Macroinvertebrates Survey*, In Benthic Macroinvertebrates Survey, P: 234 – 286.
- Margonof, 2007, *Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat*, Disertasi. Institut Pertanian Bogor, 166 hal.
- Sulaeman, Suparto, & Eviati, 2005, *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman , Air, Dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian Eds. I. 136 hal.
- Warsa, A., & Husna, 2006, *Biolimnologi Danau Towuti Sulawesi Selatan* dalam Lukman, Sulastri, Djamhuriyah S. Said, T. Tarigan dan T. Widiyanto (Editor), Prosiding Seminar Nasional Limnologi. Pusat Penelitian Limnologi. LIPI. Hal: 183-192.
- Wetzel, R.G., 2001, *Limnology: Lake and River Ecosystem*, Third Edition. Academic Press. San Diego, San Fransisco, Ney York, Boston, London, Sydney, Tokyo. 1006 pp.