



## DUGAAN EUTROFIKASI DI DANAU MATANO DITINJAU DARI KOMUNITAS FITOPLANKTON DAN KUALITAS PERAIRAN

Agus Arifin Sentosa, Dimas Angga Hediando dan Hendra Satria

Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan

E-mail : [agusarifinsentosa7@gmail.com](mailto:agusarifinsentosa7@gmail.com)

Diterima : 7 September 2017 , Disetujui : 27 Desember 2017

### ABSTRAK

Danau Matano merupakan danau purba yang rentan terhadap pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menduga potensi terjadinya eutrofikasi di Danau Matano ditinjau dari komunitas fitoplankton dan kualitas perairan. Pengambilan contoh kualitas air dan fitoplankton dilakukan pada Oktober 2015, Februari dan Juli 2016 pada 10 stasiun di Danau Matano, Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Analisis data dilakukan menggunakan indeks ekologis, saprobik dan STORET berdasarkan baku mutu dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Hasil menunjukkan bahwa Danau Matano memiliki 27 jenis fitoplankton dengan kelimpahan fitoplankton sekitar  $1,9 \times 10^4$  sel  $L^{-1}$ . Indeks ekologis menunjukkan komunitas fitoplankton di Danau Matano relatif tidak stabil dan mulai ada dominansi dengan tingkat pencemaran pada fase mesosaprobik. Mutu air menurut STORET masih relatif baik atau tercemar ringan dan belum berpotensi terjadinya eutrofikasi.

**Kata kunci:** fitoplankton, eutrofikasi, kualitas air, indeks ekologi, Danau Matano

### ABSTRACT

**EUTROPHICATION POTENTIAL IN LAKE MATANO BASED ON ITS PHYTOPLANKTON COMMUNITY AND WATER QUALITY.** Lake Matano is an ancient lake that was vulnerable to pollution. This study aimed to predict the potential of eutrophication in Lake Matano based on its phytoplankton community and water quality. Sampling of water quality and phytoplankton was conducted in October 2015, February and July 2016 at ten stations in Lake Matano, East Luwu, South Sulawesi. Data analysis was performed using ecological indices, saprobic and STORET according to the standard of Government Regulation No. 82 Year 2001. The result showed that Lake Matano had 27 genera of phytoplankton with its abundance about  $1.9 \times 10^4$  cells  $L^{-1}$ . The ecological index shows that the phytoplankton community in Lake Matano was relatively unstable and there was dominance with the pollution level in the mesosaprobic phase. The water quality according to STORET was still relatively good category or low polluted and had no potential for eutrophication yet.

**Keywords:** phytoplankton, eutrophication, water quality, ecological indices, Lake Matano

## PENDAHULUAN

Danau Matano yang terletak di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan merupakan danau tektonik purba yang cukup unik di Indonesia. Danau dengan luas permukaan 164 km<sup>2</sup> terletak pada ketinggian 382 m dpl dengan kedalaman maksimum sekitar 590 m sehingga bersifat *cryptodepression* (kedalaman di bawah level permukaan laut) serta merupakan danau terdalam ke-8 di dunia (Lehmusluoto *et al.*, 1997; Vaillant *et al.*, 2011). Selain karakter fisiknya, danau tersebut bersama dengan danau-danau lainnya di Kompleks Danau Malili (Mahalona, Towuti, Wawantoa dan Masapi) memiliki tingkat endemisitas organisme yang cukup tinggi sehingga Herder & Schliewen (2010) menyebutnya sebagai “*Wallace’s dreamponds*”, yaitu suatu laboratorium alam untuk mengkaji teori biologi evolusi. Walaupun kaya akan keanekaragaman hayati, D. Matano merupakan danau yang kurang subur (oligotrofik) karena konsentrasi hara sangat rendah dimana total P < 0,2 µmol L<sup>-1</sup> dan total N < 5 µmol L<sup>-1</sup> (Sabo *et al.*, 2008) dan Ekspedisi Indodanau selama tahun 1991-1994 juga mencatat komunitas fitoplankton yang sangat rendah di D. Matano yang menunjukkan keanekaragaman jenis fitoplankton yang relatif lebih sedikit dibandingkan di perairan lainnya (Lehmusluoto *et al.*, 1997).

Fitoplankton memiliki peranan yang sangat penting dalam ekosistem karena merupakan produsen primer yang berperan sebagai makanan alami bagi organisme pada tingkat trofik di atasnya sehingga keberadaannya akan sangat berpengaruh terhadap rantai makanan (Rahman & Satria, 2016). Sebagaimana diketahui bahwa D. Matano saat ini memiliki beberapa permasalahan terkait adanya aktivitas manusia baik di sekitar atau di perairan danau itu sendiri sehingga berpotensi terhadap terjadinya kerusakan lingkungan danau (Rustam *et al.*, 2014; Suwanto *et al.*, 2011). Adanya masukan beban introduksi bahan dan energi ke dalam danau akan berakibat terhadap gangguan ekologi, terutama terkait

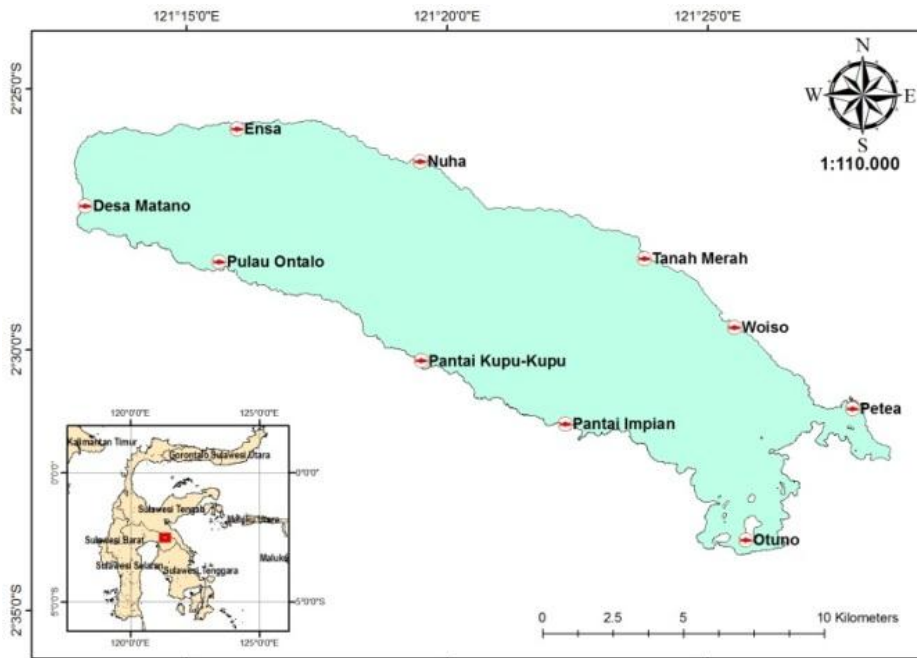
jejaring makanan dan pola adaptasi organisme danau (Whitten *et al.*, 1988) sehingga status kondisi perairan D. Matano perlu dipantau sebagai antisipasi terhadap penurunan kualitas lingkungan danau.

Salah satu organisme yang sensitif terhadap perubahan atau gangguan lingkungan adalah plankton sehingga dapat menjadi indikator biologis (Sachlan, 1980). Beberapa penelitian banyak yang menggunakan indeks ekologi seperti indeks saprobik dan struktur komunitas plankton untuk mengukur tingkat pencemaran pada suatu badan perairan seperti contoh kasus di Danau Toba (Sagala, 2013), Situ Cileunca (Rahman & Purnamaningtyas, 2012), Muara Sungai Morodemak (Suryanti, 2008), Sungai Manna (Dwirastina & Wibowo, 2015), Danau Talaga (Sugianti *et al.*, 2015) dan lainnya. Adanya aktivitas manusia di sekitar D. Matano diduga dapat menimbulkan pencemaran organik sehingga banyak unsur hara yang masuk ke dalam badan danau dan diduga berpotensi menyebabkan penyuburan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi eutrofikasi di D. Matano ditinjau dari komunitas fitoplankton dan kualitas perairannya.

## BAHAN DAN METODE

Survei lapangan dilakukan pada bulan Oktober 2015 serta Februari dan Juli 2016 di Danau Matano, Kompleks Danau Malili, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan pada 10 stasiun pengamatan yang ditentukan secara acak berlapis (Nielsen & Johnson, 1985) di sepanjang zona litoral danau (Gambar 1).

Pengambilan contoh air dan plankton dilakukan pada kedalaman permukaan, 5 m dan 10 m menggunakan alat *Kemmerer Water Sampler* dengan volume 4,2 liter. Parameter kualitas air diamati secara *in situ* dan *ex situ* berdasarkan APHA (2005). Pengamatan *in situ* dilakukan menggunakan alat ukur yang sudah dikalibrasi dan pengujian *ex situ* dilakukan di Laboratorium Kimia Air Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan (BP2KSI) di Purwakarta, Jawa Barat.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Danau Matano.

Tabel 1. Parameter kualitas perairan yang diamati selama penelitian.

Parameter	Satuan	Alat/Metode
Suhu air	°C	Water Quality Checker, <i>in situ</i>
Kecerahan	cm	Cakram Secchi, <i>in situ</i>
Konduktivitas	mS/cm	Water Quality Checker, <i>in situ</i>
Padatan Terlarut Total ( <i>Total Dissolved Solid/TDS</i> )	g/L	Water Quality Checker, <i>in situ</i>
pH air	unit	Water Quality Checker, <i>in situ</i>
Oksigen terlarut (O <sub>2</sub> )	mg/L	Water Quality Checker, <i>in situ</i>
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	mg/L	Titrimetri (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ), <i>in situ</i>
Alkalinitas	mg/L	Titrimetri (HCl), <i>in situ</i>
Nitrit (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	Spektrofotometri (Naftilamine), <i>ex situ</i>
Nitrat (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	Spektrofotometri (Brucine sulphate), <i>ex situ</i>
Ammonium (N-NH <sub>4</sub> )	mg/L	Spektrofotometri (Nessler), <i>ex situ</i>
Ortofosfat (P-PO <sub>4</sub> )	mg/L	Spektrofotometri (SnCl <sub>2</sub> ), <i>ex situ</i>
Bahan organik total	mg/L	Titrimetri (KMnO <sub>4</sub> ), <i>ex situ</i>
Klorofil-a	mg/m <sup>3</sup>	Spektrofotometri, <i>ex situ</i> (pengawet MgCO <sub>3</sub> )
Kelimpahan fitoplankton	sel/L	Plankton net No. 25 (mesh size 40 µm), pengawet Lugol 1%, Lackey Drop Microtransect Counting Chamber, <i>ex situ</i>

Pengamatan dan pencacahan jenis fitoplankton hingga tingkat taksonomi yang dapat diidentifikasi dilakukan menggunakan mikroskop binokuler Olympus CX21 dengan pembesaran 100× di Laboratorium Plankton dan Larva Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan (BP2KSI), Purwakarta, Jawa Barat. Identifikasi plankton dilakukan berdasarkan (Edmonson, 1978) dan

(Needham & Needham, 1963). Kelimpahan fitoplankton ditentukan menggunakan metode *Lackey Drop Microtransect Counting Chamber* (APHA, 2005) dengan persamaan:

$$N = n \times \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{1}{E}$$

Keterangan:

- N = Jumlah total fitoplankton (sel/L)  
 n = Jumlah rata-rata total individu per lapang pandang (sel/ lapang pandang)  
 A = Luas gelas penutup (mm<sup>2</sup>)  
 B = Luas satu lapang pandang (mm<sup>2</sup>)  
 C = volume air terkonsentrasi (ml)  
 D = Volume air satu tetes di bawah gelas penutup (ml)  
 E = Volume air yang disaring (L)

Komunitas fitoplankton dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman (H'), dominansi (D) dan pemerataan (E) berdasarkan Odum (1993); Magurran (2004) dan Fachrul (2008) dengan rumus sebagai berikut:

a. Indeks Keanekaragaman :

$$H' = -\sum_{i=1}^n \left[ \frac{n_i}{N} \right] \ln \left[ \frac{n_i}{N} \right]$$

b. Indeks Dominansi :

$$D = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{n_i}{N} \right]^2$$

c. Indeks Pemerataan :

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

Keterangan:

- $n_i$  = jumlah individu jenis ke-i  
 N = jumlah total individu  
 s = jumlah genera

Kondisi saprobik perairan dihitung berdasarkan koefisien saprobitas untuk menentukan tingkat pencemaran dengan persamaan menurut Dresscher & van der Mark (1979) sebagai berikut:

$$X = \frac{C + 3D - B - 3A}{A + B + C + D}$$

Keterangan:

- X = koefisien Saprobik (-3 sampai dengan 3)  
 A = jumlah spesies kelompok organisme Cyanophyceae  
 B = jumlah spesies kelompok organisme Dinophyceae/Euglenophyceae

C = jumlah spesies kelompok organisme Chlorophyceae

D = jumlah spesies kelompok organisme Chrysophyceae/Bacillariophyceae

Derajat pencemaran perairan D. Matano berdasarkan komunitas fitoplankton diketahui berdasarkan nilai indeks H', D, E dan X komunitas fitoplankton merujuk pada kriteria status ekologi atau derajat pencemaran (Dwirastina & Wibowo, 2015; Fachrul, 2008; Sagala, 2013; Soegianto, 2004; Sugianti *et al.*, 2015). Sedangkan, status mutu perairan D. Matano dinilai berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air yang menggunakan metode STORET dengan skoring. Metode STORET dipilih karena merupakan suatu nilai yang merupakan rangkuman dari kondisi berbagai parameter kualitas air terhadap baku mutunya (Setyobudiandi *et al.*, 2009). Secara prinsip metode STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. Baku Mutu yang digunakan adalah Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air & Pengendalian Pencemaran Air Kelas II yang peruntukannya untuk rekreasi air, perikanan, peternakan, dan irigasi. Klasifikasi tingkat kualitas air dengan metode STORET dibagi menjadi empat kelas:

1. Kelas A : baik sekali, skor = 0 (memenuhi baku mutu)
2. Kelas B : baik, skor = -1 s/d -10 (tercemar ringan)
3. Kelas C : sedang, skor = -11 s/d -30 (tercemar sedang)
4. Kelas D : buruk, skor  $\geq$  -31 (tercemar berat)

Kelimpahan plankton secara spasial dan temporal dan juga kaitannya dengan kualitas perairan di D. Matano dianalisis secara multivariat menggunakan analisis komponen utama (PCA) dan analisis pengelompokan dengan bantuan perangkat lunak STATISTICA versi 8.0 (Wijaya *et al.*, 2013).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

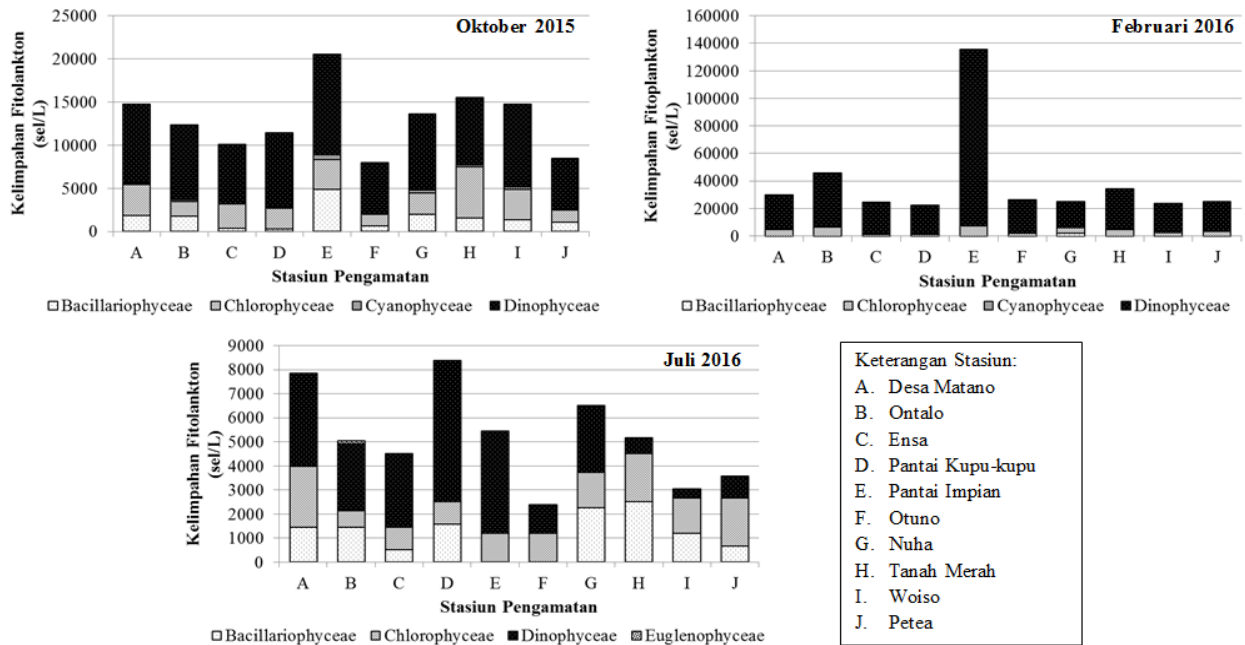
### Hasil

Jenis-jenis fitoplankton di D. Matano selama penelitian diketahui sebanyak 27 jenis yang terdiri atas 11 jenis kelompok Bacillariophyceae, 10 jenis kelompok Chlorophyceae, 3 jenis kelompok Cyanophyceae, 2 jenis kelompok Dinophyceae, dan 1 jenis kelompok

Euglenophyceae (Tabel 2). Kelimpahan fitoplankton berkisar antara  $2,4 \times 10^3 - 1,4 \times 10^5$  sel/L dengan rerata total sekitar  $1,9 \times 10^4$  sel/L yang bervariasi tiap kelas, lokasi dan waktu. Kelimpahan fitoplankton tertinggi terjadi pada Februari 2016 dan terendah pada Juli 2016 dan sebagian besar didominasi oleh kelas Dinophyceae terutama dari jenis *Peridinium* sp. (Gambar 2).

Tabel 2. Jenis dan kelimpahan fitoplankton yang ditemukan di D. Matano.

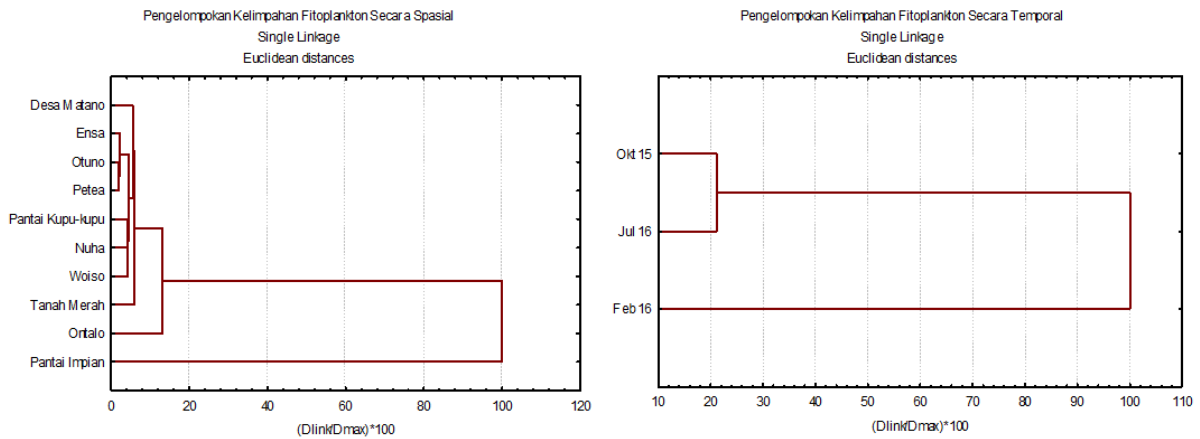
No	Jenis Fitoplankton	Kelimpahan (sel L <sup>-1</sup> )		
		Oktober 2015	Februari 2016	Juli 2016
<b>A</b>	<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>23,53 × 10<sup>2</sup></b>	<b>39,93 × 10<sup>2</sup></b>	<b>16,27 × 10<sup>2</sup></b>
1	<i>Coconeis</i> sp.	1,00 × 10 <sup>2</sup>	-	-
2	<i>Cymbella</i> sp.	1,55 × 10 <sup>2</sup>	-	1,33 × 10 <sup>2</sup>
3	<i>Diploneis</i> sp.	1,00 × 10 <sup>2</sup>	-	-
4	<i>Gomphonema</i> sp.	1,00 × 10 <sup>2</sup>	-	-
5	<i>Navicula</i> sp.	2,83 × 10 <sup>2</sup>	19,97 × 10 <sup>2</sup>	-
6	<i>Nitzschia</i> sp.	5,69 × 10 <sup>2</sup>	-	10,06 × 10 <sup>2</sup>
7	<i>Pinnularia</i> sp.	3,11 × 10 <sup>2</sup>	-	-
8	<i>Stauroneis</i> sp.	1,00 × 10 <sup>2</sup>	-	-
9	<i>Synedra</i> sp.	2,75 × 10 <sup>2</sup>	6,66 × 10 <sup>2</sup>	3,55 × 10 <sup>2</sup>
10	<i>Surirella</i> sp.	3,62 × 10 <sup>2</sup>	6,66 × 10 <sup>2</sup>	1,33 × 10 <sup>2</sup>
11	<i>Cyclotella</i> sp.	-	6,66 × 10 <sup>2</sup>	-
<b>B</b>	<b>CHLOROPHYCEAE</b>	<b>33,72 × 10<sup>2</sup></b>	<b>110,36 × 10<sup>2</sup></b>	<b>21,16 × 10<sup>2</sup></b>
1	<i>Cosmarium</i> sp.	4,33 × 10 <sup>2</sup>	18,30 × 10 <sup>2</sup>	13,18 × 10 <sup>2</sup>
2	<i>Pediastrum</i> sp.	1,50 × 10 <sup>2</sup>	39,93 × 10 <sup>2</sup>	1,33 × 10 <sup>2</sup>
3	<i>Radiococcus</i> sp.	1,00 × 10 <sup>2</sup>	-	-
4	<i>Scenedesmus</i> sp.	2,25 × 10 <sup>2</sup>	-	-
5	<i>Staurastrum</i> sp.	24,66 × 10 <sup>2</sup>	6,66 × 10 <sup>2</sup>	1,33 × 10 <sup>2</sup>
6	<i>Chlorella</i> sp.	-	12,20 × 10 <sup>2</sup>	1,33 × 10 <sup>2</sup>
7	<i>Chroococcus</i> sp.	-	6,66 × 10 <sup>2</sup>	-
8	<i>Coelastrum</i> sp.	-	6,66 × 10 <sup>2</sup>	1,33 × 10 <sup>2</sup>
9	<i>Crucigenia</i> sp.	-	19,97 × 10 <sup>2</sup>	1,33 × 10 <sup>2</sup>
10	<i>Oocystis</i> sp.	-	-	1,33 × 10 <sup>2</sup>
<b>C</b>	<b>CYANOPHYCEAE</b>	<b>3,12 × 10<sup>2</sup></b>	<b>13,31 × 10<sup>2</sup></b>	-
1	<i>Merismopedia</i> sp.	2,12 × 10 <sup>2</sup>	6,66 × 10 <sup>2</sup>	-
2	<i>Spirulina</i> sp.	1,00 × 10 <sup>2</sup>	-	-
3	<i>Oscillatoria</i> sp.	-	6,66 × 10 <sup>2</sup>	-
<b>D</b>	<b>DINOPHYCEAE</b>	<b>95,93 × 10<sup>2</sup></b>	<b>353,38 × 10<sup>2</sup></b>	<b>25,82 × 10<sup>2</sup></b>
1	<i>Ceratium</i> sp.	13,98 × 10 <sup>2</sup>	-	-
2	<i>Peridinium</i> sp.	81,96 × 10 <sup>2</sup>	353,38 × 10 <sup>2</sup>	25,82 × 10 <sup>2</sup>
<b>E</b>	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>	-	-	<b>1,33 × 10<sup>2</sup></b>
1	<i>Trachelomonas</i> sp.	-	-	1,33 × 10 <sup>2</sup>



Gambar 2. Kelimpahan fitoplankton di D. Matano selama penelitian.

Analisis pengelompokan kelimpahan fitoplankton di D. Matano secara spasial menunjukkan bahwa stasiun Pantai Impian, Ontalo dan Tanah Merah cenderung memiliki kelimpahan fitoplankton yang relatif berbeda dibandingkan 7 stasiun lainnya yang memiliki kelimpahan yang relatif seragam. Sementara itu, secara temporal terlihat bahwa kelimpahan fitoplankton pada Februari 2016 cenderung berbeda dibandingkan pengamatan pada Oktober 2015 dan Juli 2016 (Gambar 3). Kondisi tersebut diduga terjadi karena karakteristik habitat dan kondisi lingkungan yang berbeda pada saat pengamatan.

Struktur komunitas fitoplankton di D. Matano juga bervariasi secara spasial dan temporal. Indeks  $H'$  berkisar antara 0,249 - 1,656 dengan fluktuasi terendah pada Februari 2016. Indeks  $D$  berkisar antara 0,241 - 0,896 dengan fluktuasi tertinggi pada Februari 2016, kebalikannya dengan  $H'$ . Indeks  $E$  berkisar antara 0,188 - 1,000 dengan fluktuasi tertinggi pada Juli 2016 (Gambar 4). Secara umum, nilai  $H'$  berbanding lurus dengan nilai  $E$  namun berbanding terbalik dengan nilai  $D$  (Odum, 1993). Berdasarkan kriteria indeks ekologi, indeks  $H'$ , kondisi komunitas fitoplankton di D. Matano menunjukkan tidak



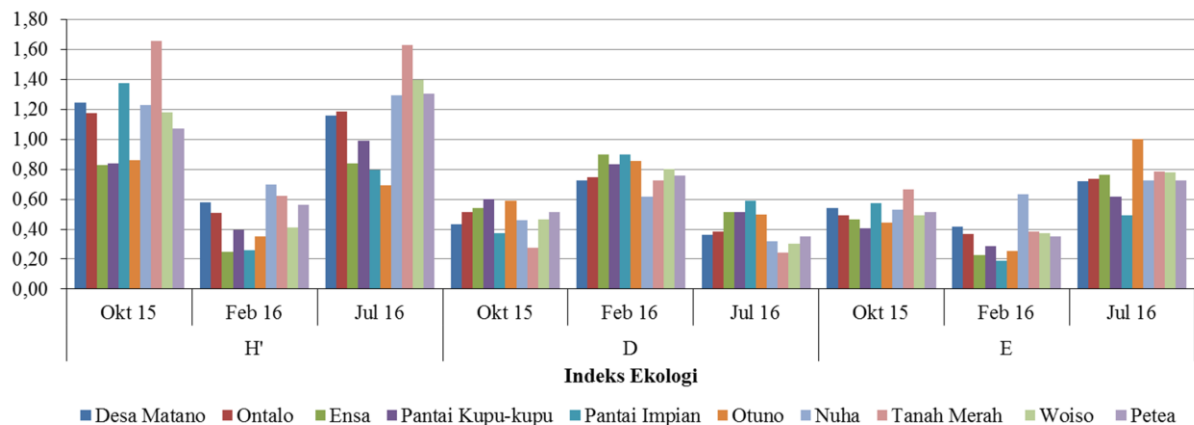
Gambar 3. Pengelompokan fitoplankton di D. Matano selama penelitian.

stabil hingga stabilitas komunitas sedang. Hal tersebut sejalan dengan kriteria indeks D dimana komunitas fitoplankton 66,67% cenderung terdapat dominansi sehingga struktur komunitas labil karena terjadi tekanan ekologis. Sementara itu, indeks E menunjukkan pemerataan antarspesies fitoplankton di D. Matano cenderung moderat.

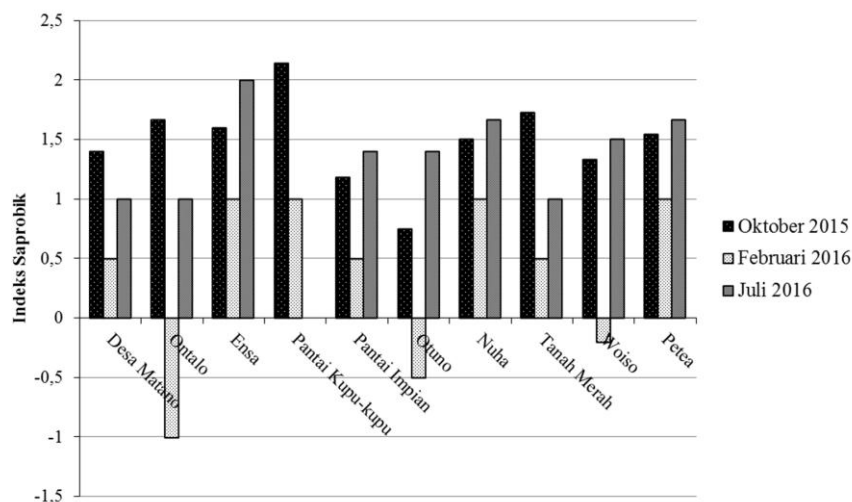
Kondisi saprobitas di D. Matano juga bervariasi selama penelitian dengan koefisien saprobik berkisar antara oligosaprobik hingga  $\alpha$ -mesosaprobik dengan dominan fase saprobik berada pada kondisi  $\beta$ -mesosaprobik,  $\beta$ -meso/oligosaprobik dan oligo/ $\beta$ -mesosaprobik (Gambar 5). Kondisi tersebut menunjukkan secara umum kondisi saprobik di D. Matano cenderung berada pada tingkat

pencemaran sangat ringan hingga sedang. Walaupun demikian, stasiun Ontalo dan Otuno terindikasi tercemar cukup berat ( $\alpha$ -mesosaprobik) dan Woiso tercemar sedang ( $\alpha/\beta$ -mesosaprobik).

Berdasarkan pengamatan kualitas air pada 10 stasiun D. Matano selama penelitian diketahui hampir sebagian besar parameter fisika kimia perairan yang diamati masih memenuhi baku mutunya dan hanya parameter P-PO<sub>4</sub> yang tidak sesuai baku mutu (Tabel 3). Total skor berdasarkan metode STORET menunjukkan nilai sebesar -4 sehingga termasuk Kelas B (-1 s.d -10) atau baik dengan sedikit tercemar ringan yang terindikasi dari parameter P-PO<sub>4</sub> yang melebihi baku mutu (Tabel 3).



Gambar 4. Indeks ekologi komunitas fitoplankton di D. Matano selama penelitian.



Gambar 5. Koefisien saprobik di D. Matano selama penelitian.

Tabel 3. Kualitas perairan di D. Matano selama penelitian.

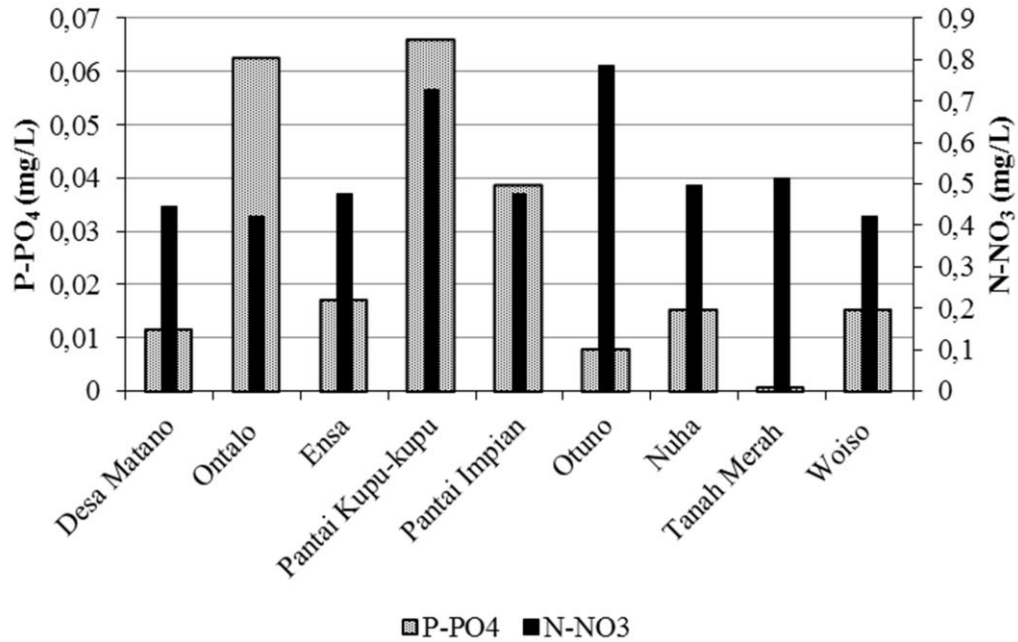
Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas II	Minimum	Maksimum	Rerata	Skor
<b>Fisika :</b>						
Suhu Air	°C	Deviasi 3	27,9	30,9	29,1	0
Kecerahan	m	-	9,1	20,0	14,4	0
Konduktivitas Air	µS/cm	-	142,60	226,00	177,12	0
TDS	mg/L	1000	0,09	0,14	0,11	0
<b>Kimia :</b>						
pH	unit	6-9	7,57	8,76	8,50	0
Oksigen Terlarut	mg/L	4	4,43	7,56	5,68	0
CO <sub>2</sub> Bebas	mg/L	-	0,00	0,00	0,00	0
Alkalinitas	mg/L	-	37,10	90,10	68,37	0
N-NO <sub>2</sub>	mg/L	-	0,000	0,105	0,003	0
N-NO <sub>3</sub>	mg/L	10	0,024	3,328	0,567	0
N-NH <sub>4</sub>	mg/L	-	0,000	0,643	0,064	0
P-PO <sub>4</sub>	mg/L	0,2	0,000	0,444	0,026	-4
Bahan Organik Total	mg/L	-	0,000	18,101	1,961	0
Klorofil- <i>a</i>	mg/m <sup>3</sup>	-	0,000	3,956	1,386	0
Biomassa Fitoplankton	µg/L	-	0,000	265,05	92,87	0
<b>Indeks STORET</b>						<b>-4</b>

Secara umum, status tingkat kesuburan D. Matano adalah oligotrofik berdasarkan parameter N-NO<sub>4</sub> (0 - 1 mg/L) dan klorofil-*a* (< 2,5 mg/m<sup>3</sup>), namun jika berdasarkan parameter P-PO<sub>4</sub> sudah termasuk kategori mesotrofik (0,011 – 0,03 mg/L) (Jorgensen, 1980; Wetzel, 1983). Nilai rerata kadar P-PO<sub>4</sub> yang > 0,011 mg/L di D. Matano relatif merata di semua stasiun pengamatan kecuali Otuno dan Tanah Merah (Gambar 6). Peningkatan status trofik dari oligotrofik menjadi mesotrofik berdasarkan P-PO<sub>4</sub> perlu diwaspadai mengingat ortofosfat merupakan unsur P yang langsung dimanfaatkan oleh fitoplankton dan makrofita. Peningkatan kadar ortofosfat di perairan yang berlebih diduga akan memicu terjadinya penyuburan perairan (Rahman & Satria, 2016). Secara umum status D. Matano masih bersifat oligotrofik sama seperti hasil penelitian terdahulu, namun

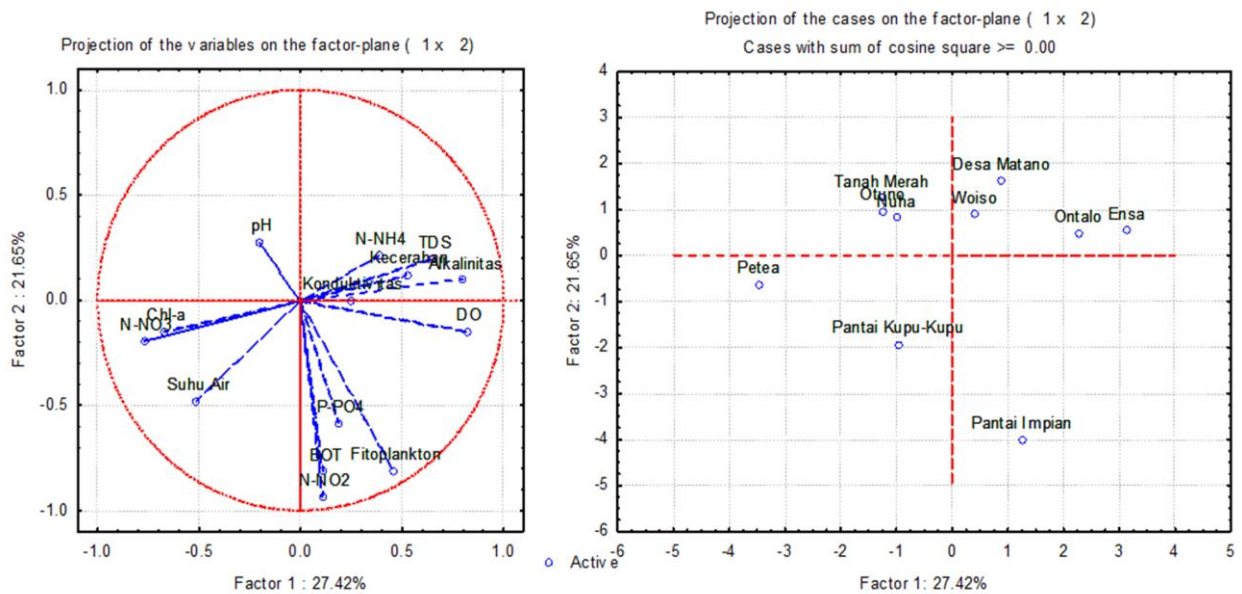
peningkatan kadar P-PO<sub>4</sub> perlu diwaspadai agar tidak terjadi eutrofikasi (Effendi, 2003; Nomosatryo & Lukman, 2012).

Analisis komponen utama (PCA) memperlihatkan bahwa informasi terkait kondisi lingkungan di D. Matano terpusat pada 2 sumbu utama (F1 dan F2) dengan kontribusi sebesar 27,42% dan 21,65%. Analisis PCA menunjukkan adanya pengelompokan stasiun berdasarkan perbedaan nilai parameter kualitas air antar stasiun. Gambar 7 menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton di D. Matano sangat dipengaruhi oleh parameter nitrit, nitrat, bahan organik total, alkalinitas, ortofosfat, kecerahan dan TDS. Setiap stasiun pengamatan dicirikan oleh beberapa parameter kualitas air yang spesifik pada kuadran yang sama (Dwirastina & Wibowo, 2015; Wijaya *et al.*, 2013).





Gambar 6. Rerata kadar N-NO<sub>3</sub> dan P.PO<sub>4</sub> di D. Matano selama penelitian.



Gambar 7. Analisis komponen utama pada sumbu faktorial 1 dan 2 untuk distribusi parameter kualitas air dan stasiun pengamatan di D. Matano.

### Pembahasan

Jenis fitoplankton yang ditemukan di D. Matano hanya 27 jenis dimana jumlah tersebut relatif lebih sedikit dibandingkan laporan Husnah *et al.* (2008) yang menyebutkan 59 jenis dengan kelimpahan bervariasi antara 318 – 955 sel/L. Namun,

kelimpahan fitoplankton saat ini telah mengalami peningkatan yang cukup signifikan dengan kisaran antara 2.396 - 135.762 sel/L dengan rerata total sekitar 19.215 sel/L. Kondisi tersebut menunjukkan sudah mulai terjadi dugaan proses eutrofikasi D. Matano.

Secara umum, D. Matano telah dikenal sebagai danau oligotrofik, bahkan ultraoligotrofik karena kesuburannya yang rendah dengan kecerahan yang relatif tinggi dan kandungan fitoplankton yang rendah (Haffner *et al.*, 2001), bahkan penelitian Sabo *et al.* (2008) pernah menyebutkan biomassa fitoplankton di D. Matano yang sangat rendah hanya  $< 15 \mu\text{g.l}^{-1}$ . Kondisi yang sama juga terjadi di D. Toba yang juga bersifat oligotrofik (Nomosatryo & Lukman, 2012). Namun, pada tahun 2016 biomassa fitoplankton di D. Matano meningkat menjadi  $92,87 \mu\text{g/L}$ . Kondisi tersebut diduga terkait dengan kandungan ortofosfat yang meningkat. Sebagaimana diketahui, ortofosfat merupakan faktor pembatas utama bagi pertumbuhan kelimpahan fitoplankton di danau (Snook, 2009) sehingga monitoring terhadap kandungan ortofosfat di perairan danau menjadi penting. Peningkatan kadar P akan mengakibatkan peningkatan produktivitas perairan. Unsur hara P yang mulai meningkat di D. Matano diduga berasal dari aktivitas manusia di sekitar danau yang menyebabkan *run off* nutrien, terutama pertanian. Keberadaan unsur P yang mulai meningkat perlu diwaspadai agar tidak memicu terjadinya proses penyuburan perairan (eutrofikasi). Namun, jika ditinjau dari kandungan nitrat dan klorofil-a, potensi eutrofikasi masih relatif rendah. Eutrofikasi sendiri walaupun dipicu oleh unsur hara P, namun prosesnya relatif panjang dan banyak faktor lainnya yang berpengaruh seperti morfologi danau, sirkulasi hidraulik, stratifikasi suhu dan cahaya serta proses ekologis lainnya (Effendi, 2003).

Struktur komunitas fitoplankton menggambarkan secara spesifik bagaimana keberadaan fitoplankton di suatu perairan karena keberadaan fitoplankton akan selalu dipengaruhi oleh faktor fisika-kimia perairan (Sulastri, 2011). Kondisi tersebut yang menyebabkan perbedaan kondisi perairan dan komunitas fitoplankton baik secara spasial maupun temporal. Secara spasial biasanya terjadi karena karakteristik spesifik suatu habitat sebagaimana terlihat pada hasil analisis komponen utama (Gambar 7),

sementara secara temporal yang utama adalah musim. Secara spasial, kelimpahan fitoplankton di D. Matano sangat dipengaruhi oleh parameter nitrit, nitrat, bahan organik total, alkalinitas, ortofosfat, kecerahan dan TDS yang semuanya terkait dengan lokasi pengambilan sampel.

Berdasarkan indeks ekologis (H', D, dan E) diketahui bahwa secara umum komunitas fitoplankton di D. Matano relatif tidak stabil dan mulai ada dominansi. Hal tersebut sangat berbeda dengan penelitian Husnah *et al.* (2008) dimana indeks keanekaragaman berkisar antara 1,27 – 2,68; indeks dominansi 0,08 – 0,26 dan indeks keseragaman 0,60 – 0,96. Indeks ekologi komunitas fitoplankton pada penelitian ini mulai menunjukkan adanya penurunan keanekaragaman dan peningkatan dominansi sehingga fenomena ini dapat menjadi bukti adanya tekanan ekologis di D. Matano (Fachrul, 2008; Sugianti *et al.*, 2015).

Koefisien saprobik adalah indeks yang erat kaitannya dengan tingkat pencemaran kualitas air yang terkait dengan struktur komunitas fitoplankton di suatu perairan (Fachrul, 2008; Soegianto, 2004). Indeks saprobik menunjukkan bahwa status perairan D. Matano berada pada tingkat pencemaran sedang hingga sangat ringan dengan bahan pencemar organik dan anorganik dengan didominasi kondisi mesosaprobik. Kondisi tersebut relatif hampir sama dengan di D. Toba dimana indeks saprobik komunitas plankton menunjukkan tingkat pencemaran tergolong sangat ringan hingga ringan dengan sedikit beban pencemaran bahan organik maupun anorganik yang berlangsung pada fase mesosaprobik / oligosaprobik (Sagala, 2013).

Kondisi D. Matano berdasarkan metode STORET relatif masih menunjukkan kondisi baik dengan sedikit tercemar ringan yang terindikasi dari parameter P-PO<sub>4</sub> yang melebihi baku mutu. Kondisi tercemar ringan tersebut didukung oleh nilai saprobitasnya. Kondisi mutu air dengan metode STORET pernah dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Sulawesi Selatan (BLHD Sulsel) tahun 2014 dengan kategori tercemar pula (Rustam *et al.*, 2014). Hal tersebut

menunjukkan mulai terjadi pencemaran yang merupakan isu utama di D. Matano akibat semakin meningkatnya aktivitas manusia di sekitar danau tersebut. Adanya dugaan pencemaran asal darat (*land based pollution*) berupa limbah pemukiman, industri, pertanian dan pertambangan memerlukan upaya-upaya untuk penyelamatan D. Matano bersama danau-danau lainnya di Kompleks Danau Malili yang merupakan pusat keanekaragaman hayati di Kawasan Wallacea perlu diperhatikan (Nontji, 2016; Rustam *et al.*, 2014). Oleh karena itu, penetapan status trofik perairan Danau Matano sangat penting sebagai tinjauan kondisi lingkungannya saat ini. Hal ini terkait D. Matano sebagai salah satu dari 15 danau prioritas nasional di Indonesia (Suwanto *et al.*, 2011).

## KESIMPULAN

Kondisi Danau Matano masih belum berpotensi terjadinya eutrofikasi, namun kondisi perairan relatif sedikit tercemar pada fase mesosaprobik akibat adanya peningkatan kadar P-PO<sub>4</sub>. Kelimpahan fitoplankton bervariasi berdasarkan lokasi dan waktu dengan struktur komunitas fitoplankton yang tidak stabil karena adanya dominansi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan penelitian “Penelitian Pengendalian Ikan Asing Invasif (IAS) di Danau Matano, Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan”, Tahun Anggaran 2015 dan 2016 di Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan. Terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah banyak membantu selama survei di lapangan

## DAFTAR PUSTAKA

American Public Health Association (APHA). 2005. *Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water*. 21<sup>th</sup> ed. APHA, Washington DC, 1193 pp.

Dresscher, TGN and van der Mark H. 1979. A Simplified Method for the Assessment

of Quality of Fresh & Slightly Brackish Water. *Hydrobiologia*, 48(3), 199–201.

- Dwirastina, M dan Wibowo A. 2015. Karakteristik Fisika – Kimia dan Struktur Komunitas Plankton Perairan Sungai Manna, Bengkulu Selatan. *LIMNOTEK*, 22(1), 76–85.
- Edmonson, WT. 1978. *Freshwater Biology*. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley & Sonc, Inc., New York, 1248 pp.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta, 258 pp.
- Fachrul, MF. 2008. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara, Jakarta, 198 pp.
- Haffner, GD, Hehanussa PE and Hartoto, DI. 2001. The Biology and Physical Processes of Large Lakes of Indonesia. In M. Munawar and RE. Hecky (Eds.), *The Great Lakes of the World: Food-Web, Health, and Integrity*. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, 183–194.
- Herder, F. and Schliewen UK. 2010. Beyond Sympatric Speciation: Radiation of Sailfin Silverside Fishes in the Malili Lakes (Sulawesi). In M. Glaubrecht (Ed.), *Evolution in Action*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 465–483.
- Husnah, Tjahjo DWH, Nastiti A, Oktaviani D, Nasution SH dan Sulistiono. 2008. *Status Keanekaragaman Hayati Sumberdaya Perikanan Perairan Umum di Sulawesi*. Balai Riset Perikanan Perairan Umum, Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Palembang, 128 pp.
- Jorgensen, SE. 1980. *Lake Management: Water Devolopment, Supply and Management, Developments in Hydrology. Volume 14*. Pergamon Press, Oxford, UK, 167 pp.
- Lehmusluoto, P, Machbub B, Terangna N, Rusmiputro S, Achmad F, Boer L, Brahmana SS, Priadi B, Setiadji B, Sayuman O and Margana A. 1997. *National Inventory of the Major Lakes*

- and Reservoirs in Indonesia. *General Limnology. Revised Edition*. Expedition Indodanau Technical Report. Bandung and Helsinki, 71 pp.
- Needham, JG and Needham PR. 1963. *A Guide to the Study of Freshwater Biology. 5th Edition. Revised and Enlarged*. Holden Day, Inc., San Fransisco, 180 pp.
- Nielsen, LA and Johnson DL. 1985. *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 468 pp.
- Nomosatryo, S dan Lukman. 2012. Klasifikasi Trofik Danau Toba, Sumatera Utara. *LIMNOTEK*, 19(1), 13–21.
- Nontji, A. 2016. Kompleks Danau Malili (Matano, Mahalona, Towuti, Wawontoa, Masapi). 9p. Retrieved from [http://www.limnologi.lipi.go.id/file/fil\\_e\\_nonji/DANAU\\_MALILI.pdf](http://www.limnologi.lipi.go.id/file/fil_e_nonji/DANAU_MALILI.pdf).
- Odum, EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi (Edisi Ketiga)*. Gadjah Mada Univesity Press, Yogyakarta, 697 pp.
- Rahman, A. dan Purnamaningtyas SE. 2012. Kualitas Biologi Perairan Situ Cileunca Kabupaten Bandung Jawa Barat Berdasarkan Bioindikator Plankton. In C Henny, M Fakhruddin, SH. Nasution dan T Chrismadha (eds.). *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI (Bogor, 16 Juli 2012)*. Pusat Penelitian Limnologi LIPI, Bogor, 687–696.
- Rahman, A dan Satria H. 2016. Komunitas dan Biomassa Fitoplankton di Sungai Kumbe, Kabupaten Merauke Papua. *LIMNOTEK*, 23(1), 17–25.
- Rustam, P, Manurung H, Harahap TN, Retnowati I, Nasution SR dan Rustadi WC. 2014. *Gerakan Penyelamatan Danau (GERMADAN) Matano*. Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta, 92 pp.
- Sabo, E, Roy D, Hamilton PB, Hehanussa PE, McNeely R and Haffner GD. 2008. The Plankton Community of Lake Matano: Factors Regulating Plankton Composition and Relative Abundance in an Ancient Tropical Lake of Indonesia. *Hydrobiologia*, 615, 225–235.
- Sachlan, M. 1980. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang, 103 pp.
- Sagala, EP. 2013. Komparasi Indeks Keanekaragaman dan Indeks Saprobik Plankton untuk Menilai Kualitas Perairan Danau Toba, Propinsi Sumatera Utara. *LIMNOTEK*, 20(2), 151–158.
- Setyobudiandi, I, Sulistiono, Yulianda F, Kusmana C, Hariyadi S, Damar A, Sembiring A, dan Bahtiar. 2009. *Sampling dan Analisis Data Perikanan dan Kelautan: Terapan Metode Pengambilan Contoh di Wilayah Pesisir dan Laut*. Makaira Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor, 313 pp.
- Snook, A. 2009. Investigation of Factors Limiting Pelagic Phytoplankton Abundance and Composition in the Ancient Malili Lakes of Indonesia. *Electronic Theses and Dissertations University of Windsor. Paper 368*, 1–114.
- Soegianto, A. 2004. *Metode Pendugaan Pencemaran Perairan dengan Indikator Biologis*. Airlangga Univesity Press, Surabaya, 49 pp.
- Sugianti, Y, Putri MRA dan Krismono. 2015. Karakteristik Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton di Danau Talaga, Sulawesi Tengah. *LIMNOTEK*, 22(1), 86–95.
- Sulastrri. 2011. Perubahan Temporal Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Situ Lembang, Jawa Barat. *LIMNOTEK*, 18(1), 1–14.
- Suryanti. 2008. Kajian Tingkat Saprobitas di Muara Sungai Morodemak pada Saat Pasang dan Surut. *Jurnal Sainstek Perikanan*, 4(1), 76 – 83.
- Suwanto, A, Harahap TN, Manurung H, Rustadi WC, Nasution SR, Suryadiputra INN dan Sualia I. 2011. *Profil 15 Danau Prioritas Nasional*. Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta, 148 pp.
- Vaillant, JJ, Haffner GD and Cristescu ME. 2011. The Ancient Lakes of Indonesia:

- Towards Integrated Research on Speciation. *Integrative and Comparative Biology*, 1–10.
- Wetzel, RG. 1983. *Limnology*. W.B. Saunders College Publ., Philadelphia, 743 pp.
- Whitten, T, Mustafa M and Hendersen GS. 1988. *The Ecology of Sulawesi*. Gadjah Mada Univesity Press, Yogyakarta, 777 pp.
- Wijaya, D, Sentosa AA dan Tjahjo DWH. 2013. Kualitas Perairan dan Potensi Produksi Sumber Daya Ikan di Danau Batur, Bali. *LIMNOTEK*, 20(1), 75–88.