



OSEANOLOGI DAN LIMNOLOGI DI INDONESIA

Print ISSN: 0125-9830 Online ISSN: 2477-328X

Nomor Akreditasi: 712/AU3/P2MI – LIPI/10/2015

<http://jurnal-oldi.or.id>



Status Limnologis Danau Siombak, Medan, Sumatra Utara

Limnological Status of Lake Siombak, Medan, North Sumatra

Ahmad Muhtadi, Yunasfi, Rusdi Leidonald, Sarah D. Sandy, Adil Junaidy & Achmad T. Dauly

Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

E-mail: a_m_rangkuty@yahoo.co.id

Submitted 8 April 2015. Reviewed 29 December 2015. Accepted 29 April 2016.

Abstrak

Danau Siombak terletak di pesisir Kota Medan, sehingga perairannya dipengaruhi oleh pasang surut. Danau ini berfungsi sebagai resapan air, pengendali banjir, area kegiatan penangkapan ikan dan biota perairan lain, serta tempat wisata. Berbagai kegiatan di danau ini menyebabkan perubahan kualitas lingkungan perairan danau. Untuk menjaga kelestarian danau tersebut, maka diperlukan upaya pengelolaan yang tepat. Pengelolaan danau seharusnya diawali dengan pemahaman yang baik tentang sifat dan ciri-ciri perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status limnologis Danau Siombak melalui analisis morfometri, aspek fisika, kimia, dan biologi perairan, serta status trofik perairan. Morfometri mencakup dimensi permukaan dan bawah permukaan. Parameter fisika meliputi suhu, *Total Suspended Solid* (TSS), kejernihan air, daya hantar listrik (DHL), dan salinitas. Parameter kimia meliputi pH, oksigen terlarut (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD₅), *Chemical Oxygen Demand* (COD), nitrat, dan fosfat. Parameter biologi mencakup struktur komunitas nekton dan bentos. Pengukuran morfometri danau dilakukan pada bulan April 2014 pada saat pasang dan surut. Pengukuran kualitas air dan pengambilan data biologi dilakukan pada bulan Mei–Juli 2014 pada saat pasang dan surut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Danau Siombak memiliki luas 41,44 ha dengan kedalaman maksimum 5 m saat pasang dan 4 m saat surut. Berdasarkan aspek fisika, kimia, dan biologi perairan, Danau Siombak tergolong perairan terbuka yang dipengaruhi oleh pasang surut, bersifat asin, dan berkadar oksigen tinggi, dengan waktu tinggal air danau (*Rt*) selama 15,65 jam dan debit (*Q*) sebesar $3,7 \times 10^7$ m³/jam saat pasang dan $3,0 \times 10^7$ m³/jam saat surut. Konsentrasi fosfat yang tinggi mengindikasikan perairan ini sudah tercemar. Namun, kualitas air Danau Siombak masih sesuai untuk kegiatan perikanan. Komunitas bentos dan nekton relatif tidak stabil. Komunitas bentos didominasi oleh *Blue Mussel* (*Mytilus edulis*) saat pasang (57%) dan *Red-rimmed Melania* (*Melanoides tuberculata*) saat surut (41,34%). Komunitas nekton didominasi oleh *Blue Panchax* (*Aplocheilichthys panchax*) baik pasang (74,07%) maupun surut (64,79%). Secara umum, perairan Danau Siombak tergolong eutrofik.

Kata kunci: Danau Siombak, kualitas air, morfometri danau, struktur komunitas biota.

Abstract

Lake Siombak is located in the coastal area of Medan city, making its waters influenced by the tides. The lake serves as a water catchment, flood control, fishing area, and tourist destination. Various activities in the lake have led to changes in the environmental quality of the lake. To maintain the sustainability of the lake, efforts are needed for proper management. Lake management should begin with a good understanding

of the nature and characteristics of the waters. This study aimed to determine the limnological status of Lake Siombak through morphometric analysis, aspects of physics, chemistry, and biology, as well as trophic status of the waters. Morphometry included dimensions of water surface and subsurface. Physics parameters included temperature, Total Suspended Solid (TSS), water clarity, electrical conductivity (EC), and salinity. Chemical parameters included pH, dissolved oxygen (DO), Biological Oxygen Demand (BOD₅), Chemical Oxygen Demand (COD), nitrates, and phosphates. Biological parameters included community structure of nekton and benthos. Measurement of lake morphometry was performed in April 2014 at high and low tides. Measurements of water quality and biological sample collection were conducted in May-July 2014 at high and low tides. The results showed that Lake Siombak has an area of 41.44 ha with a maximum depth of 5 m at high tide and 4 m at low tide. Based on the aspects of physics, chemistry, and biology of the waters, Lake Siombak was categorized as an open waters influenced by the tides and was saline with high level of oxygen. The lake water retention time (Rt) was 15.65 hours and discharged (Q) 3.7×10^7 m³/h of water at high tide and 3.0×10^7 m³/h at low tide. High phosphate concentration indicated these waters have already been polluted. However, the water quality of Lake Siombak was still suitable for fishing activities. Benthos and nekton communities were relatively unstable. Benthic community was dominated by Blue Mussel (*Mytilus edulis*) at high tide (57%) and Red-rimmed Melania (*Melanoides tuberculata*) at low tide (41.34%). Nekton community was dominated by Blue Panchax (*Aplocheilichthys panchax*) at high tide (74.07%) and low tide (64.79%). In general, Lake Siombak was classified as eutrophic.

Keywords: Lake Siombak, water quality, lake morphometry, community structure of biota.

Pendahuluan

Danau Siombak terletak di pesisir Kota Medan, sehingga perairannya dipengaruhi oleh pasang surut. Danau ini merupakan danau buatan dari hasil kegiatan pengerukan tanah untuk pembuatan jalan tol Belawan–Medan–Tanjung Morawa (Belmera) sepanjang 34 km. Danau ini berfungsi sebagai resapan air, pengendali banjir, area kegiatan penangkapan ikan dan biota perairan yang lain, serta tempat wisata. Potensi wisata air Danau Siombak dan daerah tepian danau dapat ditingkatkan menjadi tempat perkemahan, taman margasatwa, dan area bermain (Restu et al., 2013). Di sisi lain, di area sekitar danau terdapat berbagai aktivitas masyarakat seperti pertanian, peternakan, perikanan tambak, dan permukiman penduduk.

Kondisi ini secara langsung maupun tidak langsung dapat menyebabkan perubahan kualitas lingkungan perairan danau. Untuk menjaga kelestarian danau tersebut, maka diperlukan upaya pengelolaan yang tepat. Pengelolaan danau seharusnya diawali dengan pemahaman yang baik tentang sifat dan ciri-ciri perairan (Pratiwi et al., 2007). Oleh karena itu, diperlukan data tentang karakteristik limnologis Danau Siombak, termasuk aspek morfometri, parameter fisika, kimia, dan biologi perairan.

Morfometri menjelaskan tentang karakteristik fisik badan danau dan menggambarkan berbagai potensinya, serta kepekaan terhadap pengaruh beban material dari daerah tangkapannya (Hakanson, 1981). Menurut Hakanson (2005), morfometri danau memainkan

peran penting dalam proses biologis dan kimia danau. Morfometri danau juga mengatur muatan hara, produksi primer, dan produksi sekunder zooplankton, zoobentos, dan ikan. Sementara itu, parameter fisika-kimia perairan menjelaskan karakteristik perairan yang terkandung dalam danau. Kualitas air yang baik sangat penting untuk mendukung kehidupan biota air. Kondisi kualitas air menentukan ketersediaan pakan alami bagi ikan seperti plankton, bentos, dan tumbuhan air (Astuti et al., 2009).

Aspek biologis danau terdiri dari organisme yang tinggal dan berkembang biak di perairan danau, termasuk nekton, bentos, dan plankton. Informasi biologis terkait struktur komunitas berdasarkan indeks keanekaragaman jenis (H'), keseragaman (E), dan dominansi (C) merupakan indeks yang sering digunakan untuk mengevaluasi keadaan suatu lingkungan perairan berdasarkan kondisi biologis. Suatu lingkungan yang stabil dicirikan oleh kondisi keanekaragaman biota yang seimbang, tanpa adanya spesies yang dominan (Odum, 1996). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status limnologis Danau Siombak berdasarkan aspek morfometri, fisika, kimia, biologi, dan status trofik perairan.

Metodologi

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Danau Siombak di Kota Medan, Provinsi Sumatra Utara. Pengukuran data morfometris danau dilakukan pada bulan April 2014. Pengukuran parameter kualitas air dan

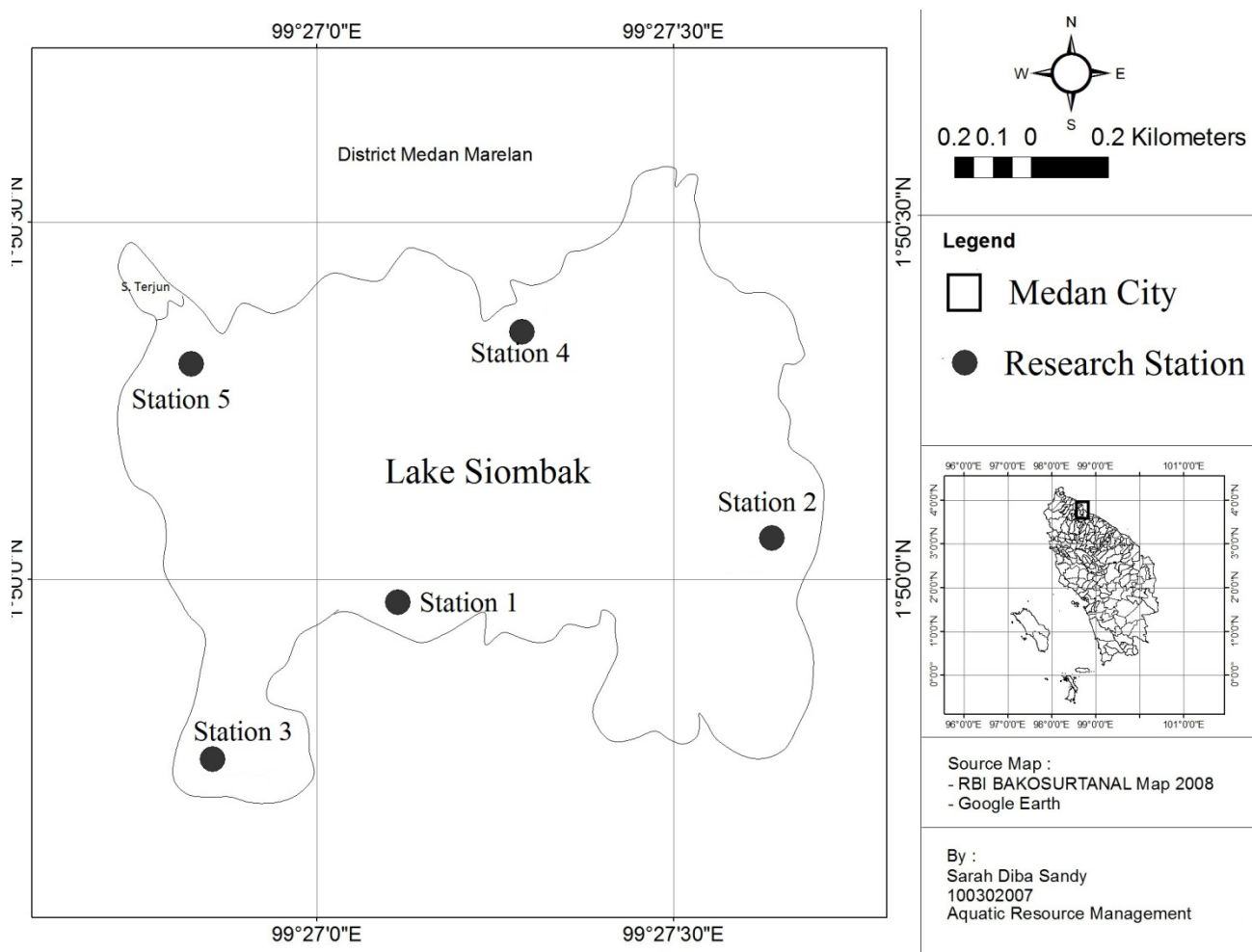
pengambilan data biologis dilaksanakan pada bulan Mei–Juli 2014 pada saat pasang dan surut. Pengambilan data kualitas air dan biologis perairan (makrozoobentos dan nekton) dilakukan di lima stasiun (Gambar 1). Penentuan stasiun dilakukan secara *purposive random sampling*. Stasiun 1 merupakan daerah yang di sekitarnya belum dijumpai aktivitas masyarakat dan terdapat vegetasi bakau. Di Stasiun 2 dan Stasiun 3 dijumpai berbagai aktivitas masyarakat seperti kegiatan permukiman penduduk, wisata, peternakan, dan perikanan tambak. Stasiun 4 merupakan daerah di tengah-tengah danau. Stasiun 5 merupakan area dekat dengan inlet sekaligus outlet danau yang berasal dari Sungai Terjun. Stasiun 5 ini merupakan saluran yang menghubungkan Danau Siombak dengan Sungai Terjun, sebagai pintu air masuk pada saat pasang dan air keluar saat surut.

Pengukuran Morfometris

Pengukuran dimensi permukaan dilakukan dengan cara mengelilingi pinggiran danau (*track*) dengan menggunakan alat *Global Positioning*

System (GPS) pada saat pasang. Pengukuran dimensi bawah permukaan dilakukan dengan cara mengukur kedalaman menggunakan *echosounder* dan GPS dibantu dengan kapal kecil pada saat pasang dan surut. Pemetaan dilakukan dengan membuat lintasan yang diharapkan mewakili seluruh perairan Danau Siombak. Pada lintasan ini data kedalaman direkam tiap jarak 5 m. Data hasil pengukuran kemudian disusun dalam bentuk tabel. Baris data berupa stasiun pengukuran, sedangkan kolom data berupa identitas data (ID), waktu pengambilan data, koordinat, altitud, dan kedalaman perairan. Kemudian, data tabel diubah menjadi bentuk spasial dan diolah dengan menggunakan program Sistem Informasi Geografi (SIG) Arcview 3.1 yang dilengkapi *extention 3D Analyst* (Soeprbowati, 2012). Peta dasar menggunakan Peta Rupa Bumi Indonesia tahun 2008 yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial tahun 2014, serta didukung oleh peta Google Earth tahun 2014.

Parameter pada pengukuran morfometris danau merupakan nilai-nilai dimensi permukaan dan dimensi bawah permukaan (Hakanson, 1981).



Gambar 1. Lokasi penelitian.
Figure 1. Location of study.

Nilai dimensi permukaan (Hakanson, 1981) meliputi:

1. Panjang maksimum (Lmax), dinyatakan dalam meter dan diperoleh dengan mengukur jarak terjauh antara dua stasiun di tepi danau.
2. Panjang maksimum efektif (Le), dinyatakan dalam meter dan diperoleh dengan mengukur jarak terjauh antara dua stasiun di tepi permukaan danau tanpa melewati pulau (jika ada).
3. Lebar maksimum (Wmax), dinyatakan dalam meter dan diperoleh dengan mengukur jarak dua stasiun terjauh di tepi permukaan danau yang ditarik tegak lurus terhadap Lmax.
4. Lebar maksimum efektif (We), dinyatakan dalam meter dan diperoleh dengan mengukur jarak dua stasiun terjauh di tepi permukaan danau yang ditarik tegak lurus terhadap Le.
5. Luas permukaan (Ao), dinyatakan dalam hektare, km² atau m² dan merupakan luas wilayah permukaan danau. Luas permukaan pada peta batimetri merupakan luas poligon dengan menggunakan program ArcView.
6. Panjang Garis Pantai (SL), dinyatakan dalam meter atau kilometer dan merupakan panjang garis keliling danau. SL diukur dari peta batimetri dengan menggunakan software ArcView.
7. Lebar rata-rata ($\bar{W}$), dinyatakan dalam meter dan merupakan rasio antara luas permukaan danau (Ao) dengan panjang maksimum.

$$\bar{W} = \frac{Ao}{L_{max}}$$

Keterangan:

$\bar{W}$ = Lebar rata-rata (m)

Ao = Luas permukaan danau (m²)

Lmax = Panjang maksimum (m)

8. Indeks perkembangan garis tepi (SDI), tanpa satuan dan menggambarkan hubungan antara SL dengan luas permukaan. Jika SDI > 1, maka bentuk badan perairan tidak beraturan. Jika SDI ≤ 1, maka bentuk badan perairan beraturan. SDI dihitung dengan persamaan:

$$SDI = \frac{SL}{\sqrt[2]{\frac{22}{7} \times Ao}}$$

Keterangan:

SDI = Indeks perkembangan garis tepi (tanpa satuan)

S = Panjang garis pantai (m)

Ao = Luas permukaan danau (m²)

Nilai dimensi bawah permukaan (Hakanson, 1981) meliputi:

1. Kedalaman rata-rata ($\bar{Z}$), dinyatakan dalam meter, yaitu volume (V) dibagi luas permukaan (Ao):

$$\bar{Z} = \frac{V}{Ao}$$

Keterangan:

$\bar{Z}$ = Kedalaman rata-rata (m)

V = Volume (m³)

Ao = Luas permukaan danau (m²)

2. Kedalaman maksimum (Zmax), dinyatakan dalam meter, merupakan kedalaman danau di stasiun terdalam. Pengukuran secara langsung dilakukan dengan *echosounder* dan secara tidak langsung dibaca pada kontur kedalaman peta batimetri.
3. Kedalaman relatif (Zr), dinyatakan dalam meter, yaitu rasio antara kedalaman maksimum (Zmax) dengan diameter rata-rata permukaan danau. Kedalaman relatif dihitung dengan persamaan:

$$Zr = Z_{max} \times 2 \times \frac{\sqrt{Ao}}{\sqrt{n}} \times 100\%$$

Keterangan:

Zr = Kedalaman relatif (m)

Zmax = kedalaman maksimum (m)

Ao = Luas permukaan danau (m²)

n = jumlah kontur

4. Kemiringan rata-rata ($\bar{S}$), dinyatakan dalam % dan menggambarkan luas tidaknya perairan yang dangkal:

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \times \left(\frac{1}{2} \times L_0 + L_1 + \dots + L_n - 1 + \frac{1}{2} \times L_n \right) \times \frac{Z_{max}}{Ao} \times 100$$

Keterangan:

$\bar{S}$ = Kemiringan rata-rata (%)

L = Panjang garis keliling masing-masing kontur (m)

n = Jumlah kontur dalam peta

Zmax = Kedalaman maksimum (m)

Ao = Luas permukaan danau (m²)

5. Perkembangan volume danau (*Volume Development/VD*), tanpa satuan, merupakan ukuran yang menggambarkan bentuk dasar danau secara umum. Perkembangan volume danau dihitung dengan persamaan:

$$VD = \frac{Ao \times \bar{Z}}{\frac{1}{3} \times (Z_{max} \times Ao)}$$

Keterangan :

Ao = Luas permukaan danau (m²)

$\bar{Z}$ = Kedalaman rata-rata (m)

Z_{max} = Kedalaman maksimum (m)

6. Volume total air danau (V), dinyatakan dalam m³, merupakan jumlah air yang ditampung oleh danau. Volume total dihitung dengan persamaan:

$$V = \frac{h}{3} \times \left[\sum_{i=1}^n \{ (A_i - 1 + A_i) + (\sqrt{(A_i - 1) \times A_i}) \} \right]$$

Keterangan:

V = Volume total (m³)

h = Interval kontur (m)

A = Luas per lapisan atau kontur (m²)

n = Jumlah kontur

7. Debit (Q), dinyatakan dalam m³/jam, merupakan volume air yang mengalir selama selang waktu tertentu. Debit dihitung dengan rumus Wetzel (2001):

$$Q = A \times V$$

Keterangan :

Q = Debit air (m³/jam)

A = Luas penampang saluran air (m²)

V = Kecepatan arus (m/jam)

8. *Retention time* (Rt), dinyatakan dalam hari, merupakan waktu tinggal air di danau. *Retention Time* dihitung menurut Efendi (2003):

$$Rt = \frac{V}{Q}$$

Keterangan :

Rt = waktu tinggal air (jam)

V = Volume total (m³)

Q = Debit air (m³/jam)

9. *Morpho Edaphic Index* (MEI), yaitu parameter yang umum dipakai untuk memprediksi potensi hasil suatu perairan dengan rumus Henderson & Welcomme (1974):

$$MEI = \frac{\text{Daya Hantar Listrik}}{\text{Kedalaman Rata-rata}}$$

Pengukuran Kualitas Air

Pengambilan sampel air dilakukan di kedalaman 50 cm menggunakan *Kemmerer water sampler*. Pengambilan data dilakukan pada saat pasang dan saat surut dengan selang waktu empat belas hari di tiap stasiun pengamatan selama 3 bulan. Debit air diukur di saluran inlet dan outlet (Stasiun 5). Penentuan kondisi fisika dan kimia perairan mengikuti APHA (2012) dan diperlihatkan dalam Tabel 1. Nilai parameter fisika dan kimia perairan yang diperoleh dibandingkan dengan kriteria baku mutu air dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001.

Status mutu air Danau Siombak ditentukan dengan metode Storet berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003. Pada prinsipnya, penentuan status mutu air dengan metode ini dilakukan dengan membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran ≤ nilai baku mutu), maka diberi skor 0. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > nilai baku mutu), maka diberi skor sesuai dengan yang diperlihatkan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Metode pengukuran kualitas air Danau Siombak.

Table 1. Methods of water quality analysis in Lake Siombak.

Parameter	Quality standard	Method/tool	Analysis
Temperature (°C)	± 3	Thermometer	in situ
Total Suspended Solid (mg/L)	400	Gravimetric	laboratory
Water clarity (m)	-	Secchi disc	in situ
Conductivity (µmhos/cm)	-	SCTmeter	laboratory
Salinity (‰)	-	Refractometer	in situ
Dissolved Oxygen (mg/L)	3	DOmeter	in situ
pH	6-9	pHmeter	in situ
BOD ₅ (mg/L)	6	DOmeter	laboratory
COD (mg/L)	50	Reflux method	laboratory
Nitrate (NO ₃ -N) (mg/L)	20	Brucine	laboratory
Phosphate (PO ₄ -P) (mg/L)	1	Stannous chloride	laboratory

Tabel 2. Sistem nilai untuk menentukan status mutu air.
Table 2. Grade system to determine the status of water quality.

Sample	Grade	Parameter		
		Physics	Chemical	Biological
< 10	Maximum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Average	-3	-6	-9
≥ 10	Maximum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Average	-6	-4	-18

Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai. Status mutu air ditentukan dengan menggunakan sistem nilai dari *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) yang dimuat dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 dengan klasifikasi sebagai berikut:

1. Skor 0 : memenuhi baku mutu
2. Skor -1 s.d. -10 : tercemar ringan
3. Skor = -11 s.d. -30 : tercemar sedang
4. Skor ≤ -31 : tercemar berat

Pengambilan Data Biologis Perairan

Pengambilan sampel dilakukan tiga kali dengan selang waktu empat belas hari di tiap stasiun pengamatan saat pasang dan saat surut. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan *Eckman grabb* sebanyak 3 kali ulangan di setiap stasiun pengamatan. Sampel disaring menggunakan *surbernet* berukuran 0,5 mm. Sampel yang didapat disortir menggunakan *hand sortir method*, lalu dibersihkan dengan air dan direndam dengan formalin 4% selama 1 hari. Sampel kemudian dicuci dengan akuades dan dikeringkan serta diawetkan dengan alkohol 70%. Sampel makrozoobentos diidentifikasi menggunakan buku acuan Gosner (1971), Kozloff (1987), dan de Bruyne (2004) di Laboratorium Terpadu Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Universitas Sumatera Utara.

Sampel nekton diambil sebanyak tiga kali dengan selang waktu empat belas hari di tiap stasiun pengamatan pada saat pasang dan saat surut menggunakan alat tangkap jala dengan ukuran mata jaring 1 inci. Nekton yang didapat kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik 5 kg dan diawetkan dalam formalin 10% untuk menghindari proses pembusukan. Sampel nekton diidentifikasi di Laboratorium Terpadu Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Universitas Sumatera Utara, menggunakan buku

identifikasi Needham & Needham (1992) dan Kottelat et al. (1993).

Analisis Data Biologis Perairan

Berdasarkan data biologis perairan yang diperoleh, selanjutnya ditentukan kepadatan populasi, indeks keragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C) dari kedua komunitas tersebut. Keberadaan biota perairan dianalisis secara deskriptif untuk melihat perbedaan komposisi dan kelimpahan, serta stabilitas ekosistem perairan. Kepadatan populasi merupakan jumlah individu suatu spesies yang terdapat dalam satu satuan luas atau volume. Penghitungan kepadatan populasi mengacu pada rumus Krebs (1989):

$$X_i = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{A}$$

Keterangan:

- X_i = kepadatan individu/m² spesies ke- i
 A = luas permukaan alat
 n_i = jumlah individu spesies ke- i

Indeks keanekaragaman (H') menggambarkan keanekaragaman spesies dalam populasi dengan menggunakan rumus Ludwig & Reynold (1988):

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

Keterangan :

- H' = Indeks keanekaragaman
 P_i = Proporsi tiap spesies = n_i/N
 n_i = jumlah individu spesies ke- i
 N = jumlah total individu

Untuk mengetahui keseimbangan komunitas digunakan indeks keseragaman, yaitu kesamaan jumlah individu antara spesies dalam suatu komunitas. Semakin merata penyebaran

jumlah individu antara spesies, maka semakin besar derajat keseimbangan komunitas yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus Odum (1996):

$$E = \frac{H'}{\log S}$$

Keterangan :

E = Keseragaman (*evenness*)

S = Jumlah spesies

H' = Keanekaragaman

Untuk mengetahui ada tidaknya spesies yang mendominasi, digunakan indeks dominansi Simpson (Odum, 1996):

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan :

C = Indeks Dominansi Simpson

n_i = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah individu semua spesies

Hasil

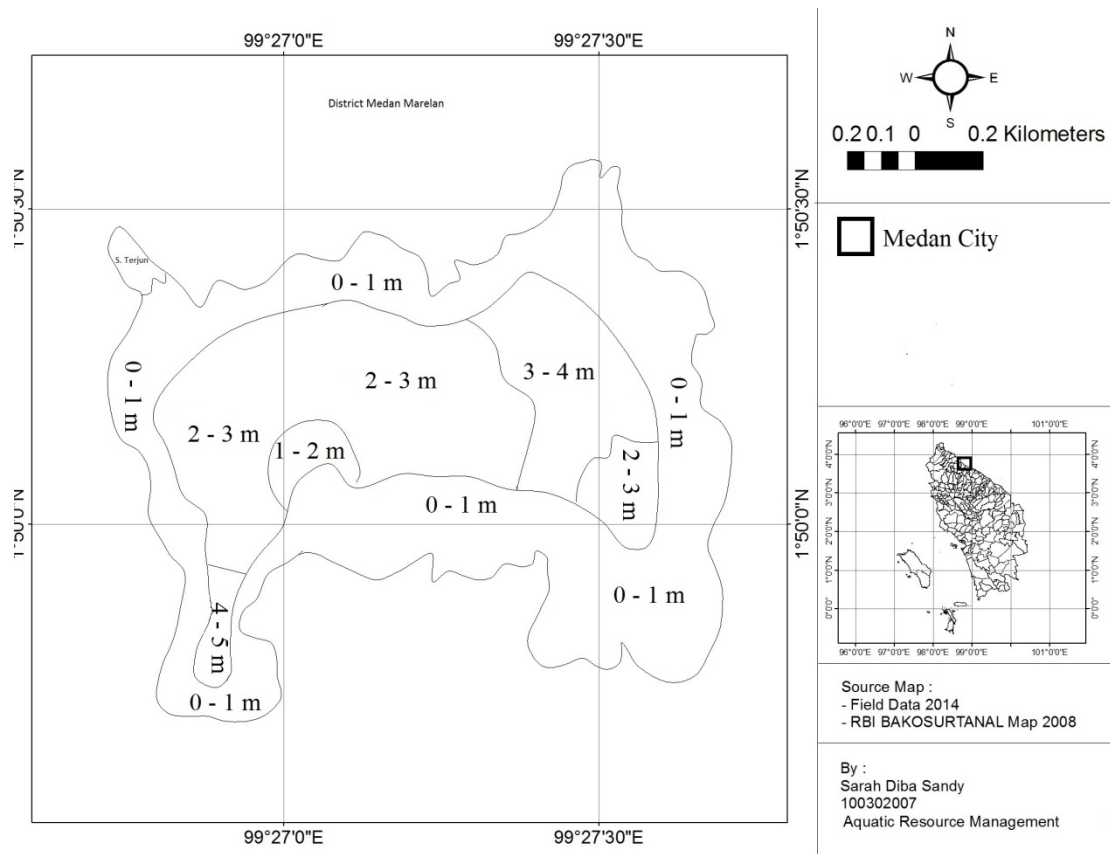
Hidromorfometri

Hasil pengukuran morfometri menunjukkan Danau Siombak memiliki Lmax dan Le sama besar, yaitu 740,33 m. Wmax dan We juga sama, yaitu 708,15 m. Danau Siombak memiliki luas 41,44 ha dengan panjang garis pantai mencapai 2,83 km. Kedalaman maksimum Danau Siombak mencapai 5 m saat pasang dan 4 m saat surut. Kedalaman rata-rata sebesar 1,42 m saat pasang dan 0,96 m saat surut. Volume Danau Siombak mencapai $5,8 \times 10^8 \text{ m}^3$ saat pasang dan $4,0 \times 10^8 \text{ m}^3$ saat surut. Debit (Q) Danau Siombak adalah $3,7 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{jam}$ saat pasang dan $3,0 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{jam}$ saat surut.

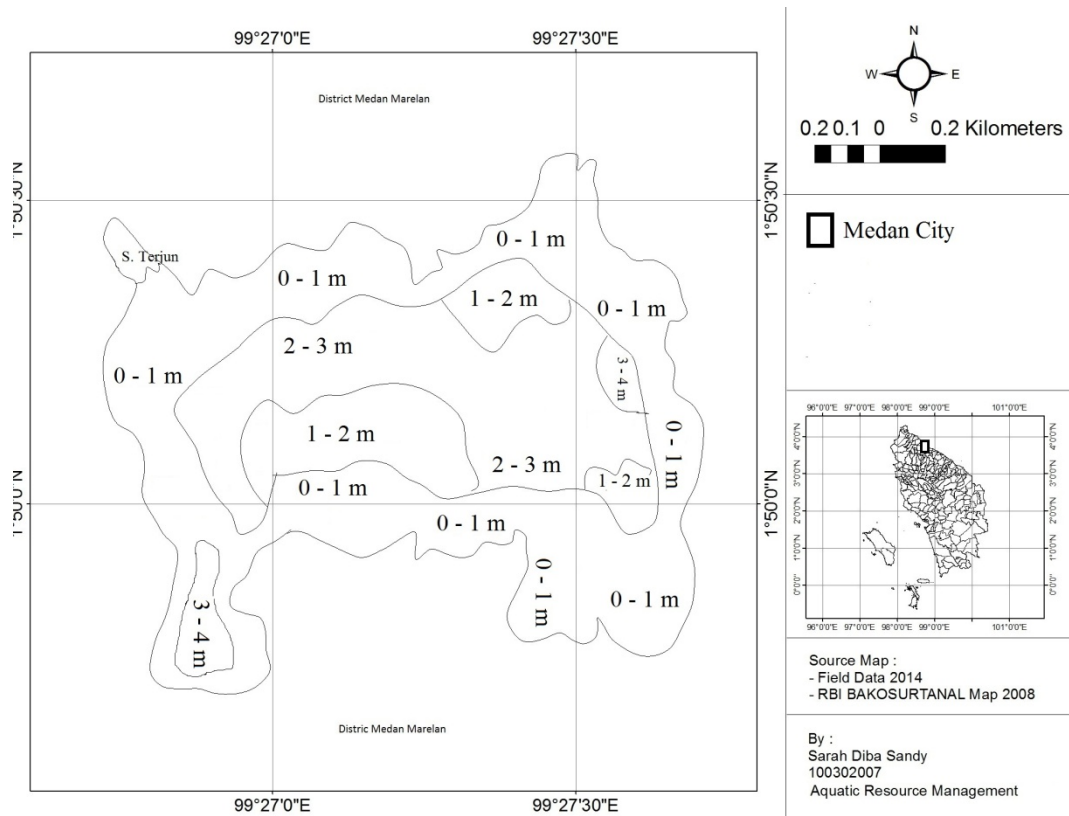
Pengukuran morfometri danau terdiri dari dimensi permukaan (*surface dimension*) dan dimensi bawah permukaan (*subsurface dimension*) yang diturunkan dari peta batimetri. Hasil pengukuran ditunjukkan dalam Tabel 3, sedangkan peta batimetri diperlihatkan dalam Gambar 2 dan Gambar 3.

Tabel 3. Aspek morfometris Danau Siombak.
Table 3. Morphometric aspects of Lake Siombak.

Parameter	Symbol	High tide	Low tide	Unit
Surface dimension				
Maximum length	Lmax	740.33	-	m
Maximum effective length	Le	740.33	-	m
Maximum width	Wmax	708.15	-	m
Maximum effective width	We	708.15	-	m
Surface area	A	41.44	-	ha
Mean width	$\bar{W}$	559.77	-	m
Shoreline development index	SDI	2.48	-	-
Shoreline length	SL	2.83	-	km
Subsurface dimension				
Maximum depth	Zmax	5	4	m
Mean depth	$\bar{Z}$	1.42	0.96	m
Relative depth	Zr	0.68	0.55	%
Slope	$\bar{S}$	1.46	3.05	%
Volume development	VD	0.85	0.72	-
Volume	V	5.8×10^8	4.0×10^8	m^3
Debit	Q	3.7×10^7	3.0×10^7	m^3/h
Retention time	Rt	15.65	15.65	h
Morpho Edhaptic Index	MEI	1851.34	2418.36	-



Gambar 2. Peta batimetri Danau Siombak pada saat pasang.
Figure 2. Bathymetric map of Lake Siombak at high tide.



Gambar 3. Peta batimetri Danau Siombak pada saat surut.
Figure 3. Bathymetric map of Lake Siombak at low tide.

Kualitas Air

Nilai rata-rata parameter fisika kimia perairan Danau Siombak diperlihatkan dalam Tabel 4. Berdasarkan penentuan status mutu air menurut metode Storet didapatkan perairan Danau Siombak termasuk perairan yang tercemar ringan (Tabel 5) dengan skor -6. Perairan dengan skor -1 s.d. -10 menurut Peraturan Menteri Lingkungan

Hidup No. 115 Tahun 2003 adalah tergolong perairan yang tercemar ringan. Danau lain di Indonesia seperti Danau Limboto juga tergolong tercemar ringan (Suryono et al., 2010), Waduk Sutami sudah tercemar dalam tingkat sedang hingga parah, baik itu di bagian hulu maupun hilir (Juantari et al., 2013). Suhu air di lima stasiun penelitian berkisar 28,6–31°C.

Tabel 4. Kualitas air Danau Siombak.

Table 4. Water quality of Lake Siombak.

Parameter	Time	Sta. 1	Sta. 2	Sta. 3	Sta. 4	Sta. 5	Standard *
Temperature (°C)	HT	29	29.3	29.6	29.6	28.6	30 ± 3
	LT	29.6	29	30	29	29	
Total Suspended Solid (mg/L)	HT	10.33	11	8.67	11.67	9.33	400
	LT	17.67	10.67	15.33	11.67	11.33	
Water clarity (cm)	HT	70	76.6	80	70	83.3	-
	LT	66.6	70	66.6	60	56.6	
Conductivity (µmhos/cm)	HT	1252.59	1286.06	1265.99	1269.46	1296.05	-
	LT	1386.05	1349.23	1292.67	1302.92	1326.06	
Salinity (‰)	HT	10	10.3	11	10	11	5–25
	LT	9.3	8.6	9.6	9.6	10.3	
pH	HT	7.1	7.1	7.1	6.9	6.7	6–9
	LT	7.1	6.9	7.2	6.9	7	
BOD ₅ (mg/L)	HT	3.4	3.4	3.2	3.4	3.4	6
	LT	3.3	3.5	3.4	3.4	3.3	
COD (mg/L)	HT	27.4	28.3	27.3	29	28.2	50
	LT	25.9	28.4	28.4	29.2	25	
DO (mg/L)	HT	7.3	6.8	7.1	7.3	7.1	3
	LT	6.7	6.6	6.7	6.9	6.8	
Nitrate (mg/L)	HT	2.7	2.4	2.6	2.8	2.4	20
	LT	2.7	2.6	2.7	3.3	1.5	
Phosphate (mg/L)	HT	1.31	1.37	1.43	1.35	1.51	1
	LT	1.12	1.28	1.18	1.35	1.17	

Note: HT = high tide; LT = Low Tide * PP No. 82 Tahun 2001

Tabel 5. Hasil penghitungan pencemaran menurut indeks Storet.

Table 5. Results of calculated pollution according to Storet index.

Parameter	unit	Water quality standard*	Score**				
			Sta. 1	Sta. 2	Sta. 3	Sta. 4	Sta. 5
Temperature	°C	30 ± 3	0	0	0	0	0
TSS	mg/L	400	0	0	0	0	0
pH		6–9	0	0	0	0	0
DO	mg/L	3	0	0	0	0	0
BOD	mg/L	6	0	0	0	0	0
COD	mg/L	50	0	0	0	0	0
Nitrate	mg/L	10	0	0	0	0	0
Phosphate	mg/L	1	-6	-6	-6	-6	-6
Total			-6	-6	-6	-6	-6

* Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001

** Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003

Makrozoobentos

Makrozoobentos yang ditemukan terdiri dari 3 kelas, dengan komposisi Bivalvia 81,62% saat pasang dan 57,77% saat surut, Gastropoda 18,29% saat pasang dan 42,14% saat surut, dan Oligochaeta 0,09% saat pasang dan surut (Tabel 6 dan Tabel 7). Bivalvia merupakan kelas makrozoobentos yang memiliki penyebaran sangat luas di dunia. Bivalvia juga dapat hidup di berbagai tipe substrat, seperti pasir, batu, dan lumpur (Gosling, 2003). Spesies makrozoobentos yang ditemukan di danau pada umumnya sangat sedikit. Anjani et al. (2012) menemukan 16 spesies bentos di Situ Bagendit (Jawa Barat) dan Rusmiati et al. (2014) menemukan 4 spesies di Danau Kelubi (Kalimantan Barat). Spesies yang ditemukan tersebut didominasi dari kelas Gastropoda.

Makrozoobentos yang didapat di setiap stasiun menunjukkan penyebaran yang tidak merata (Tabel 7). Riniatsih & Kushartono (2009) menyatakan bahwa jenis substrat dan jenis partikel merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap distribusi makrozoobentos karena masing-masing genus makrozoobentos mempunyai cara hidup yang berbeda atau disesuaikan dengan jenis substrat dasar habitatnya. Kepadatan populasi (K) makrozoobentos di setiap stasiun didominasi oleh Red-rimmed Melania (*Melanoides tuberculata*) saat pasang (57%) dan Blue Mussel (*Mytilus edulis*) saat surut (41,34%), kecuali Stasiun 5 (Tabel 7). Total nilai kepadatan populasi (K) tertinggi terdapat di Stasiun 5, yaitu 1.597 individu/m² pada saat pasang dan 308 individu/m² saat surut. Total nilai kepadatan populasi terendah terdapat di Stasiun 3, yaitu 56 individu/m² saat pasang dan 93 individu/m² saat surut.

Nekton

Nekton yang tertangkap di perairan Danau Siombak berupa ikan dan udang. Kelompok ikan meliputi 6 ordo, sedangkan kelompok udang hanya 1 ordo, yaitu Dekapoda. Nekton yang tertangkap di Danau Siombak selama penelitian didominasi oleh Blue Panchax (*Aplocheilichthys panchax*) sebesar 74,07% saat pasang dan 64,79% saat surut (Tabel 8). Penelitian Kimball et al. (2015) di Danau Calcasieu (Meksiko) yang dekat laut dan dipengaruhi pasang surut menemukan nekton sebanyak 36 spesies. Di Indonesia, untuk danau yang dipengaruhi oleh pasang surut penulis belum menemukan hasil penelitian nekton.

Jumlah ikan yang tertangkap selama penelitian adalah 229 individu, pada saat pasang tertangkap 158 individu (69,53%) dan pada saat surut tertangkap 71 individu (30,47%) (Tabel 9). Komposisi nekton yang ditemukan pada saat pasang lebih beragam dibandingkan dengan saat surut. Demikian pula halnya dengan jumlah spesies yang ditemukan pada saat pasang yang lebih besar dibandingkan pada saat surut (Tabel 9). Faktor utama penyebab terjadinya perbedaan keragaman ikan pada saat pasang dan surut adalah ketersediaan habitat/relung bagi komunitas nekton. Jenkins et al. (2010), Jenkins & Jupiter (2011), dan Simanjuntak (2012) menyebutkan ketersediaan habitat/relung akibat adanya perbedaan waktu dapat menyebabkan keragaman ikan berbeda, walaupun dalam lokasi yang sama.

Kang & King (2013) dan Kimbal et al. (2015) menyebutkan nekton-nekton yang terdapat di danau yang berhubungan langsung dengan laut akan mengalami perpindahan/pergerakan yang berbeda menurut tempat dan waktu.

Tabel 6. Klasifikasi dan komposisi makrozoobentos di Danau Siombak.

Table 6. Classification and composition of macrozoobenthos in Lake Siombak.

Class	Order	Family	Species	Composition (%)	
				HT	LT
Bivalva	Mytiloida	Mytilidae	<i>Branchiura sowerbyi</i>	0.26	0.44
	Caenogastropoda	Ampullariidae	<i>Melanoides tuberculata</i>	23.97	41.34
Gastropod		Planaxidae	<i>Mytilus edulis</i>	57.00	15.90
	Cycloneritimorpha	Neritidae	<i>Neripteron violacea</i>	0.39	0.09
	Littorinimorpha	Assimineidae	<i>Planaxis sulcatus</i>	2.25	6.45
	Mesogastropoda	Thiaridae	<i>Pomacea canaliculata</i>	0.09	-
			<i>Sermyla riqueti</i>	13.13	32.51
			<i>Sphaerassiminea miniata</i>	2.82	3.18
Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tarebia granifera</i>	0.09	0.09
Total			100.00	100.00	

Note: HT = high tide, LT = low tide,

Tabel 7. Rata-rata kepadatan populasi makrozoobentos (individu/m²) di Danau Siombak.
 Table 7. The average population density of macrozoobentos (individuals/m²) in Lake Siombak.

Species	Sta. 1		Sta. 2		Sta. 3		Sta. 4		Sta. 5	
	HT	LT	HT	LT	HT	LT	HT	LT	HT	LT
<i>Branchiura sowerbyi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5
<i>Melanoides tuberculata</i>	112	86	50	108	26	37	73	147	292	90
<i>Mytilus edulis</i>	53	18	67	4	17	5	40	12	1,138	141
<i>Neripteron violacea</i>	-	-	2	1	1	-	2	-	4	-
<i>Planaxis sulcatus</i>	-	3	10	19	5	35	5	9	32	7
<i>Pomacea canaliculata</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sermyla riqueti</i>	34	16	93	47	6	7	60	236	110	62
<i>Sphaerassiminea miniata</i>	8	15	30	7	-	10	13	1	14	3
<i>Tarebia granifera</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-
Total (ind/m²)	207	139	255	185	56	93	93	406	1,597	308
Diversity index (H')	0.48	0.51	0.66	0.49	0.55	0.57	0.42	0.39	0.39	0.54
Evenness index (E)	0.79	0.66	0.78	0.63	0.79	0.74	0.54	0.55	0.46	0.69
Dominance index (C)	0.94	0.79	0.92	0.76	0.94	0.89	0.66	0.71	0.61	0.88

Note: HT = high tide, LT = low tide,

Tabel 8. Klasifikasi dan komposisi nekton di Danau Siombak.
 Table 8. Classification and composition of nekton in Lake Siombak.

Order	Family	Species	Nekton composition (%)	
			HT	LT
Siluriformes	Bagridae	<i>Mystus gulio</i>	6.17	5.63
Beloniformes	Zenarchopteridae	<i>Dermogenys weberi</i>	0.62	-
	Scatophagidae	<i>Scatophagus argus</i>	4.94	-
Perciformes	Ambassidae	<i>Ambassis urotaenia</i>	4.94	15.49
	Channidae	<i>Channa striata</i>	0.62	-
	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	6.17	2.82
Cyprinodontiformes	Aplocheilidae	<i>Aplocheilus panchax</i>	74.07	64.79
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Valamugil seheli</i>	-	2.82
Decapoda	Penaeidae	<i>Fenneropenaeus indicus</i>	2.47	8.45
Total (%)			100,00	100,00

Adanya perbedaan kelimpahan pada saat pasang dan surut disebabkan pada waktu air pasang ikan banyak yang terbawa ke danau oleh arus pasang dan menghindari arus surut dengan berada di sisi perairan danau. Hal ini disebabkan di bagian danau yang merupakan daerah estuarin ikan-ikan tersebut menemukan tempat yang sesuai untuk pertumbuhan (Subianto et al., 2009).

Pembahasan

Hidromorfologi

Hasil pengukuran morfometri menunjukkan Danau Siombak memiliki Lmax dan Le yang sama. Hasil serupa didapatkan oleh Pratiwi et al.

(2007) di Situ Cilala (Bogor) bahwa Lmax dan Le serta Wmax dan We sama karena tidak ada pulau di danau tersebut. Panjang dan lebar Danau Siombak yang hampir sama menunjukkan adanya keleluasaan pergerakan angin di atas permukaan air yang akan memengaruhi pergerakan massa air serta mengindikasikan kontur dasar danau yang relatif datar (Gambar 2 dan Gambar 3). Hal ini didukung oleh lebar rata-rata Danau Siombak, yaitu sebesar 559,77 m.

Selisih nilai antara $\bar{W}$ dan Lmax dengan Wmax yang tidak berbeda jauh menandakan Danau Siombak adalah danau dengan kontur dasar yang relatif datar. Pendapat ini didukung oleh nilai kemiringan Danau Siombak yang hanya 1,46% saat pasang dan 3,05% saat surut. Nilai ini

Tabel 9. Jumlah nekton yang ditemukan di Danau Siombak selama penelitian.
Table 9. Number of nekton found in Lake Siombak during the study.

Species	Sta. 1		Sta. 2		Sta. 3		Sta. 4		Sta. 5	
	HT	LT	HT	LT	HT	LT	HT	LT	HT	LT
<i>Mystus gulio</i>	0	0	1	0	1	0	3	1	5	3
<i>Dermogenys weberi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scatophagus argus</i>	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0
<i>Oreochromis niloticus</i>	1	0	1	0	1	6	1	4	4	1
<i>Aplocheilichthys panchax</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Valamugil seheli</i>	0	0	9	0	0	0	0	0	1	2
<i>Ambassis urotaenia</i>	24	15	46	5	24	11	12	12	14	3
<i>Channa striata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Penaeus indicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6
Total of individuals	26	15	64	5	28	19	16	17	24	15
Diversity index (H')	0.20	0.00	0.43	0.00	0.37	0.40	0.46	0.33	0.59	0.47
Evenness index (E)	0.32	0.00	0.51	0.00	0.53	0.51	0.59	0.47	0.70	0.61
Dominance index (C)	0.86	1.00	0.55	1.00	0.74	0.45	0.60	0.56	0.32	0.26

Note: HT = high tide, LT = low tide.

menggambarkan perairan yang relatif datar dengan daerah litoral yang luas (Gambar 2 dan Gambar 3). Perairan dengan daerah litoral yang luas mempunyai potensi produktivitas biologi yang tinggi (Aldama et al., 2013). Hal ini disebabkan wilayah litoral memiliki (1) tumbuhan berakar yang memberi kontribusi terhadap bahan organik di dasar, (2) bahan organik yang terdekomposisi menjadi sumber nutrisi bagi fitoplankton dan tanaman air, dan (3) lapisan bahan organik di dasar perairan yang terakumulasi akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan bentos (Welch, 1952; Barroso et al., 2014).

SDI Danau Siombak adalah 2,48. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk badan perairan Danau Siombak tidak beraturan. Bentuk badan danau yang tidak beraturan memiliki potensi produktivitas yang tinggi (Wetzel, 2001). Pada umumnya, perairan danau baik alami maupun buatan memiliki SDI yang lebih besar dari 2, seperti Situ Cilala sebesar 2,55 (Pratiwi et al., 2007), dan Danau Toba sebesar 3,61 (Lukman & Ridwansyah, 2010).

Danau Siombak termasuk danau dangkal. Pujiastuti et al. (2013) dan Barroso et al. (2014) menyatakan bahwa perairan yang dangkal biasanya memiliki potensi produktivitas biologi yang tinggi karena lapisan epilimnionnya lebih tebal daripada lapisan hipolimnion. Hal ini didukung oleh nilai Zr Danau Siombak yang berada di bawah 2%, yaitu 0,6% pada saat pasang dan 0,5% pada saat surut. Nilai Z dan Zr yang rendah mengindikasikan bahwa Danau Siombak memiliki tingkat stabilitas stratifikasi yang rendah, sehingga mudah mengalami pengadukan.

Wetzel (2001) melaporkan bahwa massa air dengan Zr yang kurang dari 2% akan mudah mengalami pengadukan, sehingga lapisan air cenderung menjadi homogen dan nutrisi hasil dekomposisi dari zona dekomposisi akan terdistribusi ke lapisan epilimnion. Aldama et al. (2013) dan Barroso et al. (2014) menyatakan kedalaman danau berpengaruh sangat besar terhadap kualitas air. Hal ini terkait juga dengan adanya pengadukan di danau. Hasil pengukuran Zr di danau lain di Indonesia juga mendapatkan nilai yang kurang dari 2%, seperti Situ Cilala sebesar 1,39% (Pratiwi et al., 2007), Danau Poso sebesar 1,18% (Lukman & Ridwansyah, 2009), Danau Toba sebesar 1,34% (Lukman & Ridwansyah, 2010).

Nilai perkembangan volume (VD) Danau Siombak adalah 0,8 pada saat pasang dan 0,7 pada saat surut. Nilai masing-masing parameter dimensi bawah permukaan berbeda antara pasang dan surut. Hal ini menunjukkan bahwa pasang surut berpengaruh terhadap aspek fisik dimensi bawah permukaan, terutama pada kedalaman. Demikian juga dengan volume danau yang memang berubah sesuai dengan jumlah air masuk dan air keluar (Wetzel, 2001).

Waktu Tinggal Air

Debit air yang masuk ke Danau Siombak sangat dipengaruhi oleh pasang surut, sehingga masukan air ke Danau Siombak sangat bergantung pada pasang surut. Oleh karena itu, volume air akan bergantung pada kondisi pasang surut di perairan Belawan. Hal ini diketahui dari volume Danau Siombak yang sangat berbeda

antara pasang dan surut (Tabel 3). Waktu tinggal air (Rt) di Danau Siombak adalah 15,65 jam. Waktu tinggal air Danau Siombak lebih singkat dibanding Situ Cilala yang 8 hari (Pratiwi et al., 2007), dibanding Danau Poso dan Danau Toba yang masing-masing 7,21 dan 81,24 tahun (Lukman & Ridwansyah, 2009, 2010). Selain itu, Pratiwi et al. (2007) juga menyatakan bahwa semakin lama waktu tinggal air dalam suatu danau, kesempatan bahan organik atau nutrisi berada di danau tersebut akan semakin besar. Waktu tinggal air (Rt) Danau Siombak termasuk singkat karena dipengaruhi oleh pasang surut, sehingga kesempatan bahan organik berada di perairan Danau Siombak hanya selama 15,65 jam. Selain itu, waktu tinggal air (Rt) yang rendah juga akan menyebabkan kesempatan bahan tersuspensi di perairan untuk mengendap menjadi berkurang.

Morpho Edhaptic Index (MEI)

Perairan dengan kedalaman rata-rata yang rendah (<10 m) memiliki nilai MEI yang tinggi. Semakin tinggi nilai MEI, maka potensi produksi perikanan akan semakin tinggi pula (Pratiwi et al., 2007). Hal ini berkaitan dengan hasil penelitian ini bahwa Danau Siombak relatif dangkal, sehingga memiliki potensi produktivitas biologi yang tinggi. Nilai *Morpho Edhaptic Index* adalah 1.851,34 pada saat pasang di kedalaman 5 m dan 2.418,36 pada saat surut di kedalaman 4 m. Berdasarkan Henderson & Welcomme (1974), nilai MEI pada kisaran 1.851,34–2.418,36 setara dengan potensi perikanan tahunan sebesar 484.467–549.003 kg/ha. MEI Danau Siombak jauh lebih tinggi daripada Situ Cilala yang hanya 36,05 (Pratiwi et al., 2007), karena DHL Danau Siombak yang dipengaruhi oleh air laut.

Kualitas Air

Nilai ini masih berada dalam kisaran normal. Boyd (1990) menyatakan bahwa di perairan tropis ikan akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25–32°C. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, tentang baku mutu air golongan C (untuk kegiatan perikanan), maka nilai ini masih berada dalam kisaran yang ditetapkan.

Kadar salinitas yang terukur di Danau Siombak selama penelitian adalah berkisar 8,6–11‰ (Tabel 4). Hal yang khas dari Danau Siombak adalah danau ini memiliki kandungan garam yang mungkin jarang dijumpai di perairan danau di Indonesia. Seperti dikemukakan sebelumnya, danau ini mengandung garam karena debit airnya dipengaruhi oleh pasang surut dari air laut. DHL yang terukur di perairan Danau Siombak adalah 1.252,59–1.326,06 µmhos/cm. Oleh karena itu, kandungan bahan terlarut di

perairan Danau Siombak yang tinggi dipengaruhi oleh pasokan air laut. Sebagai perbandingan, nilai DHL Situ Cilala yang berada di Bogor hanya 70,0–79,7 µmhos/cm (Pratiwi et al., 2007).

Padatan tersuspensi yang berperan sebagai penentu nilai kejernihan air dapat memengaruhi kedalaman eufotik dan secara tidak langsung akan memengaruhi produktivitas perairan. TSS dapat menghambat penetrasi cahaya ke perairan, sehingga aktivitas fotosintesis akan turun. Jumlah penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan dinyatakan sebagai kejernihan air dan digambarkan sebagai nilai kedalaman Secchi. Kejernihan air yang terukur di Danau Siombak adalah berkisar 56,6–83,3 cm. Nilai kejernihan air ini termasuk rendah dan hanya mencapai 10–20% dari kedalaman. Kondisi ini didukung oleh nilai TSS yang mencapai 11,67 mg/L (Tabel 4). Nilai TSS yang tinggi disebabkan oleh massa air yang terbawa dari sungai atau laut yang banyak mengandung lumpur. Nilai kejernihan air yang rendah ini akan berdampak pada penetrasi cahaya yang masuk ke perairan, sehingga mengganggu proses fotosintesis (Effendi, 2003).

Derajat keasaman (pH) Danau Siombak tergolong netral, yaitu berkisar 6,7–7,2. Hal ini menunjukkan bahwa perairan Danau Siombak memiliki nilai pH yang masih termasuk dalam kisaran normal berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 dengan baku mutu 6–9. Kondisi perairan yang memiliki pH netral sangat baik bagi ekosistem air dan baik untuk pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan. Nilai DO yang terukur di Danau Siombak adalah berkisar 6,6–7,3 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan Danau Siombak masih sesuai bagi kehidupan organisme.

Nilai BOD₅ yang terukur di Danau Siombak sebesar 3,2–3,5 mg/L. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi perairan Danau Siombak masih di bawah ambang batas baku mutu air yang telah ditetapkan oleh PP No. 82 Tahun 2001, yaitu 6 mg/L. Konsentrasi BOD tersebut masih termasuk dalam kondisi perairan yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan. Nilai COD yang didapat di kelima stasiun berkisar 25,0–30,9 mg/L. Nilai tersebut masih di bawah ambang batas baku mutu air (Tabel 4).

Kandungan nitrat yang terukur di perairan Danau Siombak berkisar 1,4–3,6 mg/L. Nilai kandungan nitrat ini masih berada di bawah ambang batas baku mutu air (Tabel 4). Nitrat merupakan zat nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang (Pratiwi et al., 2007). Kandungan fosfat yang terukur di perairan Danau Siombak berkisar 1,05–

1,51 mg/L. Kandungan fosfat tersebut berada di atas ambang batas baku mutu air berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, yaitu 1 mg/L. Fosfat yang terdapat di danau ini bersumber dari daerah pertanian dan peternakan hewan seperti sapi dan kambing yang berada di sekitar danau. Perairan yang memiliki kandungan fosfat yang cukup tinggi akan mengakibatkan pencemaran dan menyebabkan eutrofikasi (Effendi, 2003).

Kondisi Biologis Perairan

Secara umum, perairan Danau Siombak memiliki keanekaragaman makrozoobentos yang rendah. Hal ini dikarenakan tekstur substrat di setiap stasiun penelitian berupa lempung berpasir, lempung liat berpasir, dan pasir berlempung. Tekstur substrat tersebut merupakan lingkungan hidup yang kurang baik bagi makrozoobentos, sehingga kepadatan dan keanekaragamannya rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Koesoebiono (1979) yang menyatakan bahwa dasar perairan yang berupa pasir dan sedimen halus merupakan lingkungan hidup yang kurang baik untuk hewan bentos.

Indeks diversitas Shannon-Wiener (H') rata-rata pada saat pasang surut berkisar 0,39–0,57 dan tidak ada perbedaan nyata, baik saat pasang maupun surut (Tabel 7). Secara umum, indeks keragaman makrozoobentos di Danau Siombak tergolong rendah. Hal ini diduga disebabkan Danau Siombak merupakan kawasan dengan berbagai aktivitas manusia yang dapat menimbulkan pencemaran. Hasil penelitian ini juga mendukung hasil penelitian Fitriana (2006), Takarina & Adiwibowo (2011), dan (Fadli et al., 2012). Fitriana (2006) menemukan keanekaragaman makrozoobentos yang rendah di Bali disebabkan oleh tekanan ekologis yang berat dan ekosistem yang tidak stabil di kawasan tersebut. Takarina & Adiwibowo (2011) menemukan keragaman bentos yang rendah di Teluk Jakarta, terutama di kawasan dengan tingkat pencemaran yang tinggi, demikian juga hasil penelitian Fadli et al. (2012) di Muara Gigieng, Aceh Besar.

Indeks keseragaman pada saat pasang dan surut berkisar 0,46–0,79. Nilai indeks keseragaman tertinggi dijumpai pada saat pasang, namun tidak berbeda nyata dari nilai indeks keseragaman pada saat surut. Secara umum, indeks keseragaman makrozoobentos di Danau Siombak tergolong sedang. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada organisme yang mendominasi Danau Siombak. Hasil ini juga sesuai dengan hasil pengamatan Fitriana (2006) dan Fadli et al. (2012) dan dari nilai indeks dominansi di Danau Siombak yang rendah, yaitu pada saat pasang dan surut yang berkisar 0,32–0,55.

Indeks diversitas Shannon-Wiener (H') nekton di Danau Siombak pada saat pasang surut berkisar 0,00–0,59. Nilai H' tertinggi terdapat di Stasiun 5, yaitu 0,59 saat pasang dan terendah di Sta. 1 dan Sta. 2, yaitu 0,00 saat surut. Secara umum, perairan Danau Siombak memiliki keanekaragaman nekton yang rendah. Hal ini dapat dilihat dari indeks diversitas yang rendah (Tabel 9).

Brower et al. (1990) menyatakan bahwa suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing-masing spesies relatif sama. Dengan kata lain, apabila suatu komunitas hanya terdiri dari sedikit spesies dengan jumlah individu yang tidak merata, maka komunitas tersebut mempunyai keanekaragaman yang rendah. Nilai H' akan mendekati maksimum jika semua spesies terdistribusi secara merata dalam komunitas. Odum (1996) menyebutkan ada dua hal penting dalam ruang lingkup keanekaragaman, yaitu jumlah spesies yang ada dalam suatu komunitas dan kelimpahan masing-masing spesies tersebut. Semakin kecil jumlah spesies dan variasi jumlah individu tiap spesies atau ada beberapa individu yang dominan, maka keanekaragaman suatu ekosistem akan mengecil. Legendre & Legendre (1982) menetapkan bahwa jika keanekaragaman (H') yang diukur bernilai 0, maka komunitas akan terdiri dari hanya satu spesies. Nilai H' akan mendekati maksimum jika semua spesies terdistribusi secara merata dalam komunitas.

Indeks keseragaman (E) nekton di Danau Siombak pada saat pasang dan surut berkisar 0,0–0,7. Nilai indeks keseragaman (E) tertinggi juga dijumpai pada saat pasang, yaitu 0,7 di Stasiun 5. Secara umum, indeks keseragaman (E) nekton di Danau Siombak tergolong rendah. Krebs (1989) menyatakan bahwa semakin kecil nilai indeks keseragaman suatu populasi, maka penyebaran jumlah individu tiap spesies tidak sama, serta ada kecenderungan suatu spesies mendominasi populasi tersebut. Nilai indeks dominansi (C) di Danau Siombak di tiap stasiun pengamatan berkisar 0,36–1,00. Nilai indeks dominansi ini tergolong tinggi, karena hanya ada satu spesies yang dominan, yaitu *Banded-tail Glassy Perchlet* (*Ambassis urotaenia*) di Stasiun 1 dan Stasiun 2 (Tabel 9).

Status Perairan Danau Siombak

Status trofik Danau Siombak tergolong eutrofik (Tabel 10). Wetzel (1983) menyebutkan penyebab utama eutrofikasi di perairan tawar adalah unsur fosfor yang berlebihan. Berdasarkan konsentrasi fosfat yang berkisar 1,12–1,51 mg/L

Tabel 10. Kriteria status trofik perairan Danau Siombak.

Table 10. Criteria of trophic status of Lake Siombak.

Parameter	Range	Criteria	Source
Water transparency (m)	0.57–0.83	Eutrophic	Wetzel (2001)
Nitrate (mg/L)	1.5–3.3	Eutrophic	Golman & Horne (1983)
Phosphate (mg/L)	1.12–1.51	Eutrophic	Wetzel (1983)

Danau Siombak termasuk kategori eutrofik. Dari hasil penelitian status perairan danau-danau di Indonesia didapatkan bahwa Situ Cilala tergolong perairan yang eutrofik (Pratiwi et al., 2007) dengan konsentrasi fosfat 0,027–0,042 mg/L. Danau Limboto tergolong perairan eutrofik sampai hipereutrofik dengan konsentrasi fosfat 0,032–0,709 mg/L. (Suryono et al., 2010). Waduk Sutami tergolong perairan yang eutrofik hingga hipereutrofik dengan konsentrasil fosfat 0,018–0,249 mg/L (Juantari et al., 2013). Hal ini mengindikasikan bahwa perairan danau dan waduk di Indonesia sudah berada dalam kategori eutrofik.

Kesimpulan

Berdasarkan aspek morfometri, parameter fisika, kimia, dan biologi perairan, Danau Siombak tergolong perairan terbuka yang dipengaruhi oleh pasang surut, bersifat asin dan berkadar oksigen tinggi, dengan waktu tinggal air 15,65 jam. Komunitas bentos dan nekton relatif tidak stabil. Komunitas bentos didominasi oleh *Blue Mussel* (*Mytilus edulis*) saat pasang (57%) dan *Red-rimmed Melania* (*Melanoides tuberculata*) saat surut (41,34%). Komunitas nekton didominasi oleh *Blue Panchax* (*Aplocheilichthys panchax*) baik pasang (74,07%) maupun surut (64,79%). Secara umum, perairan Danau Siombak tergolong eutrofik.

Persantunan

Terima kasih diucapkan kepada tim penelitian Danau Siombak yang telah membantu dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

Aldama GR, JT Ponce Palafox, LFG Cruz, DO Hernández, JA Díaz, JL Arredondo-Figueroa. 2013. Morphometric Characteristics of Tropical Shallow Reservoir Used for

- Aquaculture and Agriculture in the Mexican Plateau. *Revista Bio Ciencias*, 2(2): 83–88.
- Anjani A, Z Hasan & Rosidah. 2012. Kajian Penyuburan dengan Bioindikator Makrozoobentos dan Substrat di Situ Bagendit, Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3): 252–262.
- APHA. 2012. *Standard method for the examination of water and wastewater*. 22nd Ed. American Public Health Association Inc. New York.
- Astuti LP, A Warsa & H Satria. 2009. Kualitas Air dan Kelimpahan Plankton di Danau Sentani, Kabupaten Jayapura. *Jurnal Perikanan (J. Fish Sci.)*, 11(1): 66–77.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). 2014. *Data Pasang Surut Medan (Belawan)*. Medan. <http://www.bakosurtanal.go.id/>. Diakses 20 Maret 2014.
- Barroso GF, MA Gonçalves & FdC Garcia. 2014. The Morphometry of Lake Palmas, A Deep Natural Lake in Brazil. *PLoS ONE*, 9(11): e111469. DOI: 10.1371/journal.pone.0111469.
- Boyd CE. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. First Printing. Auburn University of Agriculture Experiment Station. Alabama. USA. 359 pp.
- Brower JE, JH Zar & CN von Ende. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 3rd Ed. WMC Brown Publisers, USA.
- de Bruyne RH. 2004. *The Complete Encyclopedia of Shells*. Rebo Publishers. Netherlands.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fadli N, I Setiawan & N Fadhilah. 2012. Keragaman makrozoobenthos di perairan Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar. *Depik*, 1(1): 45–52.
- Fitriana YR. 2006. Keanekaragaman dan Kemelimpahan Makrozoobentos di Hutan Mangrove Hasil Rehabilitasi Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Biodiversitas*, (7): 67–72.
- Gosling E. 2003. *Bivalve Molluscs. Biology, Ecology and Culture*. Fishing News Books, Blackwell Publishing. Great Britain. 455 pp.

- Gosner KL. 1971. *Guide to Identification of Marine and Estuarine Invertebrates*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Hakanson L. 1981. *A Manual of Lake-morphometry*. Springer-Verlag. Berlin. Heiderberg. 73 pp.
- Hakanson L. 2005. The Importance of Lake Morphometry and Catchment Characteristic in Limnology – Rangking Based on Statistical Analyses. *Hydrobiologia*, 541: 117–137. DOI 10.1007/s10750-004-5032-7.
- Henderson HF & RL Welcomme. 1974. The Relationship of Yield to Morpho-Edaphic Index and Numbers of Fishermen in African Inland Fisheries. CIFA Occasional Paper No. 1. Food and Agriculture Organization of The United Nations. <http://www.fao.org/docrep/008/e6645b/E6645B01.htm>. Diakses 05 Mei 2015.
- Jenkins AP & SD Jupiter. 2011. Spatial and seasonal patterns in freshwater ichthyofaunal communities of a tropical high island in Fiji. *Environmental Biology of Fishes*, 91: 261–274.
- Jenkins AP, SD Jupiter, I Qauqau & J Atherton. 2010. The importance of ecosystem-based management for conserving migratory pathways on tropical high islands: a case study from Fiji. *Aquatic Conservation*, 20: 224–238.
- Juantari GY, RW Sayekti & D Harisuseno. 2013. Status Trofik dan Tampung Beban Pencemaran Waduk Sutami. *Jurnal Teknik Pengairan*, 4(1): 61–66.
- Kang SR & SL King. 2013. Effects of Hydrologic Connectivity and Environmental Variables on Nekton Assemblage in a Coastal Marsh System. *Wetlands*, 33: 321–334.
- Kimball ME, LP Rozas, KM Boswell & JH Cowan Jr. 2015. Effects of Slotted Water Control Structures on Nekton Movement within Salt Marshes, Marine and Coastal Fisheries. *Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 7(1): 177–189.
- Koesoebiono. 1979. *Dasar-Dasar Ekologi Umum, Bagian IV (Ekologi Perairan)*. Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Lingkungan. IPB. Bogor.
- Kottelat MSN, Kartikasari, AJ Whitten & S Wirjoatmodjo. 1993. *Fresh Water Fishes of Westren Indonesia and Sulawesi-Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi*. (Edisi Dwi Bahasa). Periplus Edition Ltd. Hongkong. p. 377.
- Kozloff EN. 1987. *Marine Invertebrates of the Pacific Northwest*. University of Washington Press. USA.
- Krebs CJ. 1989. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper and Row Publisher. New York. 694 pp.
- Legendre L & P Legendre. 1982. *Numerical ecology*. Elsevier Scientific Publishing Company. Iowa. 199 pp.
- Ludwig JA & JF Reynold. 1988. *Statistical Ecology A Primer on Methods and Computing*. A Willey-Interscience Publication. Canada.
- Lukman & I Ridwansyah. 2009. Telaah Kondisi Fisik Danau Poso dan Prediksi Ciri Ekosistem Perairannya. *Limnotek*, 16(2): 64–73.
- Lukman & I Ridwansyah. 2010. Kajian Kondisi Morfometri dan Beberapa Parameter Stratifikasi Perairan Danau Toba. *Limnotek*, 17(2): 158–170.
- Needham GJ & RP Needham. 1992. *A Guide to the Study of Freshwater Biology*. Holden-day, Inc. San Fransisco.
- Odum EP. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Penerjemah: T Samingan. UGM Press. Yogyakarta.
- Pratiwi NTM, EM Adiwilaga, J Basmi, M Krisanti, O Hadijah & PK Wulandari. 2007. Status Limnologi Situ Cilala Mengacu pada Kondisi Parameter Fisika, Kimia, dan Biologi Perairan. *Jurnal Perikanan*, 9 (1): 82–94.
- Pujiastuti P, B Ismail & Pranoto. 2013. Kualitas dan Beban Pencemaran Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Ekosains*, 5(1): 45–46.
- Restu, Azhari & Budiarta. 2013. Pengembangan Situs Bersejarah Kota Cina dan Pemberdayaan Masyarakat Sekitarnya untuk Mendorong Usaha Ekonomi Kreatif dan Pengembangan Pariwisata di Kota Medan. *Jurnal Pembangunan Perkotaan*, 1(1): 31–61.
- Riniatsih & Kushartono. 2009. Substrat Dasar dan Parameter Oseanografi sebagai Penentu Keberadaan Gastropoda dan Bivalvia di Pantai Sluke, Kabupaten Rembang. *Jurnal Universitas Diponegoro*, 14(1): 50–59.
- Rusmiati, TR Setyawati & AH Yanti. 2014. Keanekaragaman Makrozoobentos di Perairan Danau Kelubi, Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau. *Protobiont*, 3(2): 141–148.
- Simanjuntak CPH. 2012. Keragaman dan distribusi spasio-temporal iktiofauna Sungai Asahan bagian hulu dan anak sungainya. Prosiding Seminar Nasional Ikan VII, Makassar. p. 43–60.
- Soeprbowati TR. 2012. Peta Batimetri Rawa Pening. *Bioma*, 14(2): 75–78.
- Suryono T, S Sunanisari., E Maulana & Rosidah. 2010. Tingkat Kesuburan dan Pencemaran Danau Limboto, Gorontalo. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36(1): 49–61.

- Takarina ND & A Adiwibowo. 2011. Impact of Heavy Metals Contamination on the Biodiversity of Marine Benthic Organism in Jakarta Bay. *Journal of Coastal Development*, 14(2): 168–171.
- Welch PS. 1952. *Limnology*. Second Edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 537 pp.
- Wetzel RG. 1983. *Limnology*. Saunders Press. Philadelphia.
- Wetzel RG. 2001. *Limnology Lake and River Ecosystems*. Academic Press. California.