



**PAPER – OPEN ACCESS**

# Status Kualitas Air dan Kesuburan Perairan Danau Kelapa Gading Kota Kisaran Provinsi Sumatera Utara

Author : Ahmad Muhtadi  
DOI : 10.32734/anr.v1i1.92  
Electronic ISSN : 2654-7023  
Print ISSN : 2654-7015

*Volume 1 Issue 2 – 2018 TALENTA Conference Series: Agricultural & Natural Resources (ANR)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Status Kualitas Air dan Kesuburan Perairan Danau Kelapa Gading Kota Kisaran Provinsi Sumatera Utara

Ahmad Muhtadi<sup>a\*</sup>, Hesty Wahyuningsih<sup>a</sup>, Natasya Zaharuddin<sup>a</sup>, Aniliza Sihaloho<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Fakultas Pertanian, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia*

ahmad.muhtadi@usu.ac.id, a\_m\_rangkuty@yahoo.co.id

## Abstrak

Danau Kelapa Gading (DKG) merupakan danau buatan yang terdapat di Kota Kisaran Provinsi Sumatera Utara. Danau ini berfungsi sebagai resapan air, tempat rekreasi, pemancingan dan pemeliharaan ikan baik di keramba maupun di dalam danau itu sendiri. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui a) kondisi kualitas air, b) mengetahui status mutu air, dan c) mengetahui tingkat kesuburan perairan DKG. Penelitian dilakukan pada Bulan Februari-April 2016. Metode yang digunakan untuk mengetahui kondisi kualitas air adalah mengukur parameter fisika-kimia dan dibandingkan dengan Baku Mutu PP No. 82 tahun 2001. Metode penentuan status mutu air adalah metode storet. Metode untuk penentuan kesuburan adalah membandingkan baku mutu status trofik berdasarkan PerMenLH No. 28 tahun 2009 dan metode *Trophic State Index*/TSI. Kondisi kualitas air DKG dari hasil pengukuran didapatkan bahwa telah terjadi pencemar organik dan kotoran manusia, seperti terlihat dari nilai BOD dan Total Coliform yang telah melewati baku mutu menurut PP No 82 tahun 2001 pada kelas III dan II. Bahkan pada kelas II parameter TSS dan Fosfat juga telah melewati baku mutu yang ditetapkan. Status mutu air DKG adalah tercemar sedang untuk kelas II (dengan skor rata-rata -29) dan tercemar ringan (skor rata-rata -10) untuk kelas III. Tingkat kesuburan perairan DKG termasuk eutrofik berat dengan nilai TSI 72,71 - 79,21.

*Kata Kunci:* Danau; kesuburan perairan; kualitas air; pencemaran

## 1. Pendahuluan

Danau Kelapa Gading (DKG) merupakan danau buatan yang terdapat di Kabupaten Asahan Provinsi Sumatera Utara. Luas danau ini hanya 1,19 ha dengan kedalaman rata-rata sebesar 1,38 m [21]. Walaupun demikian danau ini dimanfaatkan masyarakat sebagai area rekreasi, pemancingan, dan bahkan pemeliharaan ikan untuk kegiatan pemancingan. Selain itu, dapat pinggir danau ini banyak ditemukan pipa-pipa pembuangan dari masyarakat sekitar, sehingga di duga menjadi area pembungan limbah dari masyarakat sekitar.

Berbagai aktivitas masyarakat baik didalam danau maupun diluar danau dapat mempengaruhi kualitas air dan kuantitas air. Dalam jangka panjang danau tersebut akan mengalami pencemaran dan kerusakan ekosistem danau itu sendiri [18]. Cowx [5] menyebutkan terjadinya kerusakan ini disebabkan oleh pemanfaatan dan eksploitasi yang berlebihan. KLH [10] menyimpulkan setidaknya ada beberapa permasalahan yang terjadi di danau antara lain: pendangkalan dan penyempitan danau, pencemaran, kehilangan keanekaragamanhayati, pengayaan nutrien, perubahan fluktuasi muka air danau, yang disebabkan oleh kerusakan sempadan danau. Sedimentasi dan pencemaran merupakan masalah yang sering terjadi di perairan danau, seperti di Danau Limboto, Maninjau, Singkarak, Rawa Pening, Tempe, Kerinci, Rawa Taliwang, dan Danau Siombak [24][14][26][40][2][14].

Kementerian Lingkungan Hidup telah mengeluarkan Pedoman Pengelolaan Ekosistem Danau yang memuat parameter yang berpengaruh terhadap status/kualitas status ekosistem terestrial DTA, ekosistem sepadan danau dan ekosistem perairan danau. Ada beberapa hal penting yang dikemukakan pada pedoman tersebut diantaranya status mutu air dan status trofik danau. Penentuan status mutu air danau dan waduk dilakukan dengan Metode Storet dan Metode Indeks Pencemaran yang telah dibakukan dalam Pedoman Penentuan Status Mutu Air pada Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Penilaian kadar parameter kualitas air mengacu kepada Baku Mutu Air (BMA) yang berlaku untuk danau, atau menggunakan Kelas Air pada Lampiran PP No.82 tahun 2001.

Status trofik atau kesuburan perairan menunjukkan dampak adanya beban limbah unsur hara yang masuk air danau. Tingkat kesuburan perairan danau dan waduk dapat dihitung berdasarkan beberapa parameter yang sangat berpengaruh terhadap kesuburan danau sesuai dengan perhitungan Indeks Status Trofik atau Tropik Status Index (TSI) yaitu: total Phosphor, klorofil-a, dan kecerahan menggunakan pengukuran cakram sechi yang dikembangkan oleh Carlson [3]. Penggolongan status trofik meliputi hipertrofik, eutrofik, mesotrofik, oligotrofik serta distrofik [28][29][10]. Namun secara garis besar dikenal 3 kategori yaitu eutrofik, mesotrofik dan oligotrofik.

Penentuan status mutu air dan tingkat kesuburan perairan penting untuk pengelolaan danau. Status trofik berguna untuk memonitor kualitas air [14] melalui pemahaman terhadap siklus nutrien dan interaksinya dengan jejaring makanan dalam suatu ekosistem (Dodds, 2007). Pentingnya aspek tersebut melatar belakangi dilakukannya penelitian ini. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai staus mutu air dan gambaran tingkat kesuburan perairan DKG. Harapannya dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk perencanaan pembangunandan pengelolaan danau ini secara berkelanjutan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

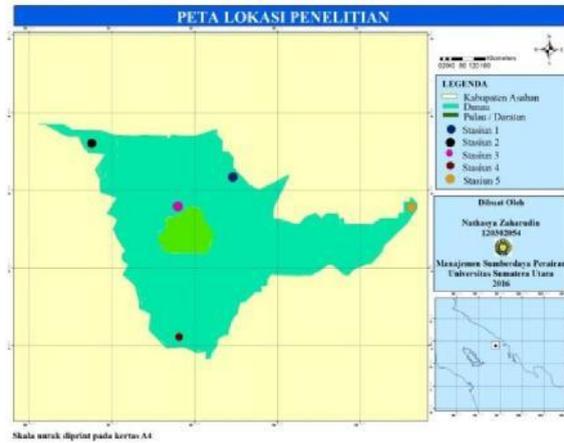
Penelitian ini akan di laksanakan pada bulan Februari-April 2016 di perairan Danau Kelapa Gading Kota Kisaran Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara. Sampel air yang diidentifikasi dilakukan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Kelas I Medan dan Riset dan Standardisasi Industri Medan.

### 2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah termometer, GPS (*Global positioning System*), pH meter, botol sampel air, *Secchi disk*, botolsampel BOD<sub>5</sub>, botol Winkler 250 ml, labu *Erlenmeyer*, pipet tetes, alat yang sejenis Van Dorn Water Sampler, kertas label, *coolbox*, alat tulis dankamera digital. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air danau Kelapa Gading dan bahan kimia untuk titrasi MnSO<sub>4</sub>, KOH-KI, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> danamilum.

### 2.3. Deskripsi Area

Ada 5 titik stasiun pengamatan (Gambar 1). Pembagian titik pengambilan contoh ini mewakili kegiatan yang ada disekitar danau. Stasiun I merupakan daerah yang dekat aktivitas keramba jaring apung. Stasiun II merupakan daerah *outlet* yang terdapat pada bagian timur danau. Stasiun III terdapat pada bagian ditengah danau. Stasiun IV ini merupakan daerah wisata. Stasiun V merupakan daerah yang dekat dengan perumahan.



Gambar. 1. Lokasi pengambilan data di DKG.

#### 2.4. Pengukuran kualitas air

Pengambilan sampel air dilakukan pada kedalaman 50 cm di bawah permukaan air menggunakan *Kemmerer water sampler*. Penentuan kondisi fisika dan kimia perairan mengikuti APHA (2012) seperti yang terlihat pada **Tabel 1**. Nilai parameter fisika dan kimia perairan yang diperoleh dibandingkan dengan kriteria baku mutu air dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Penentuan status mutu air DKG dengan Metode Storet (MS) yang mengacu pada PerMen LH No. 115 tahun 2003.

Tabel 1: Metode pengukuran dan alat pengambilan kualitas air DKG.

Parameter	Satuan	Baku Mutu		Metode/ alat	Tempat analisa
		II*	III**		
<b>Fisika</b>					
Suhu	°C	±3	±3	Thermometer	Insitu
TSS	mg/L	50	400	Gravimetric	Laboratorium
Kecerahan	Meter	-	-	<i>Secchi disc</i>	Insitu
Konduktifitas	µmhos/cm	-	-	SCT meter	Laboratorium
<b>Kimia</b>					
DO	mg/L	4	3	DO meter	Insitu
pH	-	6-9	6-9	pH meter	Insitu
BOD	mg/L	3	6	DO meter	Laboratorium
COD	mg/l	25	50	Reflux method	Laboratorium
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10	20	<i>brucine</i>	Laboratorium
Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/L	0.2	1	<i>Stannous chloride</i>	Laboratorium
<b>Biologi</b>					
Total Coliform	Total/100 ml	5000	10000	<i>Most Probable Number</i>	Laboratorium

Keterangan: \*baku mutu untuk bahan baku air minum dan kegiatan wisata; \*\* baku mutu untuk kegiatan perikanan

#### 2.5. Pengukuran Klorofil-a

Pengukuran konsentrasi klorofil-a dilakukan di Balai Teknis Kesehatan Lingkungan. Metode kerja pengukuran konsentrasi klorofil-a yaitu diambil 1000 ml sampel air, disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman CNM

0, 45  $\mu\text{m}$ , Selanjutnya dimasukkan ekstrak dengan 10 ml larutan aseton, diaduk sampai campuran berwarna hijau, diukur absorbansi klorofil-a dengan *Spektrofotometer* pada  $\lambda = 664, 647$  dan  $630 \text{ nm}$ .

## 2.6. Pengukuran kesuburan perairan

Trofik suatu perairan dapat dihitung dengan rumus berikut [3]:

1. Trofik Perairan untuk Klorofil-a =  $9.81 \ln(\text{Klorofil-a } (\mu\text{g/l})) + 30.6$
2. Trofik Perairan untuk Kedalaman =  $60 - 14.41 \ln(\text{kedalaman (Meters)})$
3. Trofik Perairan untuk Fosfat =  $14.42 \ln(\text{Total Fosfat } (\mu\text{g/L})) + 4.15$   

$$\frac{\text{Trofik fos fat} + \text{Trofik Klorofil} + \text{Trofik kedalaman}}{3}$$
4. Rata-rata Trofik Perairan =

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Kualitas air dan Status mutu air

Karakteristik fisika kimia dan biologi perairan di DKG selama penelitian cukup beragam (Tabel 2). Kondisi kualitas air DKG dari hasil pengukuran didapatkan bahwa secara umum masih di bawah baku mutu menurut PP No 82 tahun 2001 pada golongan kelas III, kecuali pada nilai BOD dan total Coli form (Tabel 2). Pada kelas II parameter kualitas air yang sudah melewati baku mutu juga Total Coli form, serta TSS, BOD, dan fosfat. Tingginya kandungan Total Coli form di duga dari adanya buangan pipa rumah tangga dari pemukiman yang mengandung kotoran manusia. Bakteri Coliform dapat digunakan sebagai indikator adanya pencemaran feces atau kotoran manusia dan hewan di dalam perairan. Golongan bakteri ini umumnya terdapat di dalam feces manusia dan hewan. Oleh sebab itu keberadaannya di dalam air tidak dikehendaki, baik ditinjau dari segi kesehatan, estetika, kebersihan maupun kemungkinan terjadinya infeksi yang berbahaya [20].

Tabel. 2. Data kualitas air hasil pengukuran di DKG.

Parameter	Baku Mutu		Satuan	Stasiun				
	II	III		1	2	3	4	5
Fisika								
Suhu	$\pm 3$	$\pm 3$	$^{\circ}\text{C}$	31	30,8	30,6	31,1	31
TSS	50	400	mg/L	71,6	51,6	78,3	61	54
Kecerahan	-	-	Meter	0,34	0,43	0,34	0,39	0,44
Konduktifitas	-	-	$\mu\text{mhos/cm}$	89,3	94,3	90,9	89,9	89,5
Kimia								
DO	4	3	mg/L	3,8	4,06	4,4	4,9	4,4
pH	6-9	6-9	-	7,68	7,55	7,68	7,63	7,73
BOD	3	6	mg/L	5,37	5,13	6,00	6,37	5,33
COD	25	50	mg/L	10,5	16,08	14,6	11,38	9,76
Nitrat( $\text{NO}_3\text{-N}$ )	10	20	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fosfat ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )	0,2	1	mg/L	0,108	0,097	0,2	0,15	0,096
Biologi								
Total Coliform	5000	10000	Jml/100 ml	3245	16000	6033	6467	2390
Klorofil-a	-	-	mg/ $\text{m}^3$	0,619	0,619	0,646	0,619	0,646

Demikian juga dengan TSS, BOD dan fosfat yang ditemukan cukup tinggi karena kemungkinan adanya beban masukan dari aktifitas rumah tangga. Selain itu ditambah juga aktivitas lainnya seperti wisata, KJA dan pemancingan. Dengan demikian secara umum perairan DKG telah mengalami pencemaran bahan organik dan total coliform.

Pencemaran organik merupakan masalah yang sering dialami perairan danau akibat banyaknya aktifitas manusia/ rumah tangga dan kegiatan perikanan. Penelitian yang dilakukan oleh Muhtadi [14] dan Pratiwi [20] menemukan hal yang sama yaitu telah terjadi pencemaran organik di Danau Siombak (Medan) dan di Situ Cilala (Bogor). Pencemaran total Coliform dilaporkan oleh Pujiastuti [20] dan Muhtadi [15] telah terjadi pencemaran Total Coliform di Waduk Gajah Mungkur (Wonogiri) dan Danau Pondok Lapan (Langkat).

Status mutu air DKG dengan menggunakan metode Storet untuk baku mutu kelas II dan III diperoleh hasil bahwa perairan tersebut termasuk tercemar sedang hingga berat. Pada stasiun 2 yang termasuk tercemar berat lebih dikarenakan tingginya kandungan Total Coliform di lokasi tersebut. Stasiun ini merupakan bagian outlet sebagai tempat menumpuknya bahan-bahan organik dan limbah rumah tangga yang amsuk ke perairan danau. Pada stasiun 2 limbah berasal dari kegiatan KJA. Sisa-sisa pakan dari KJA tersebut menjadi limbah bagi perairan danau. Berdasarkan metode indeks pencemaran didapatkan bahwa perairan DKG tercemar ringan (Tabel 3). Adanya perbedaan kondisi ini karena pada penentuan indeks pencemaran tidak hanya melakukan perbandingan terhadap baku mutu, melainkan dilakukan faktor koreksi dengan membagi dengan baku mutu. Pada metode storet hanya melihat apakah sudah melewati baku mutu atau tidak, jika telah melewati maka langsung dibuat skornya. Hal yang paling penting disini adalah bahwa DKG ini bagaimanapun sudah mengalami pencemaran dari kategori ringan (Indeks pencemaran), sedang (storet) sampai tercemar berat (storet pada stasiun 1, dan 2 kelas II).

Hasil penelitian penelitian Muhtadi [14] yang melakukan penelitian di Danau Siombak adalah tercemar ringan yang memiliki aktivitas wisata dan aktivitas rumah tangga (Domestik) sama halnya dengan danau kelapa gading sehingga dapat disimpulkan sumber bahan pencemar yang paling berpengaruh berasal dari limbah domestik. Sementara hasil penelitian lainnya oleh Muhtadi [15] di Danau Pondok Lapan didapatkan kondisinya Baik yang tidak memiliki aktivitas wisata dan aktivitas rumah tangga (Domestik) hal tersebut sangat berbeda dengan aktivitas yang ada di danau kelapa gading sehingga dapat disimpulkan aktivitas disekitar danau sangat berpengaruh terhadap masuknya pencemaran dan limbah ke perairan. Beberapa danau lain berdasarkan beberapa laporan bahwa Danau Limboto tergolong tercemar ringan [26], Waduk Sutami sudah tercemar dalam tingkat sedang hingga parah, baik itu di lokasi hulu waduk maupun hilir waduk [10], Waduk Selorejo pasca erupsi menunjukkan kondisi tercemar ringan [22].

Tabel.3. Status mutu air DKG dengan metode storet.

Kelas	Stasiun										Keseluruhan Danau	
	1		2		3		4		5		S	KA
	S	KA	S	KA	S	KA	S	KA	S	KA	S	KA
II	-36	TB	-34	TB	-30	TS	-18	TS	-28	TS	-29	TS
III	-2	TR	-20	TS	-5	TR	-11	TS	-2	TR	-10	TR

Keterangan : S = Skor, KA = Kualitas Air, TR = Tercemar Ringan dan TS = Tercemar Sedang, TB = tercemar berat

### 3.2. Tingkat Kesuburan Perairan

Berdasarkan hasil nilai trofik perairan DKG diperoleh rata-rata nilai trofik tertinggi di stasiun III yaitu 56,623 sedangkan nilai trofik terendah di stasiun I yaitu 50,117 (Tabel 4). Secara umum, berdasarkan nilai TSI yang diperoleh, kondisi kesuburan perairan DKG termasuk eutrofik berat [3] dengan kisaran angka 72,70 - 79,20. Kondisi eutrofik menurut Carlson [3] dapat memberikan dampak antara lain penurunan kecerahan air, zona hipolimnetik bersifat anoksik, terjadinya masalah tanaman air, hanya ikan-ikan yang mampu hidup di air hangat, serta didominasi oleh ganggang hijau biru. Menurut PerMen LH No 28 tahun 2009, Status trofik air danau dan waduk yang mengandung unsur hara berkadar tinggi. Status ini menunjukkan air telah tercemar oleh peningkatan kadar N dan P. Dengan demikian sejalan dengan status mutu air DKG tercemar ringan-sedang, bahwa DKG telah terjadi

pencemaran organik yang mengandung N dan P. Pengkayaan nutrisi ini nantinya secara langsung maupun tidak langsung merubah proses biologi yang memacu peledakan alga [14].

Kesuburan perairan DKG ini sangat dipengaruhi oleh nilai fosfat yang cukup tinggi di perairan. Beberapa penelitian menggambarkan bahwa fosfat merupakan unsur penting penyebab terjadinya eutrofikasi [8];[30]. Keberadaannya dihubungkan dengan pertumbuhan alga sebagaimana ditemukan pertama kali tahun 1968 [8]. Nilai fosfat yang lebih dari 0,1 mg/l (Tabel 2) oleh Effendi [7] dikategorikan sebagai perairan yang subur (eutrofik). Demikian juga nilai nitrat yang lebih dari 0,2 mg/l merupakan perairan yang termasuk eutrofik.

Tingkat kesuburan danau-danau lain di Indonesia dilaporkan cenderung masuk kategori eutrofik hingga hipereutrofik. Situ Cilala tergolong perairan yang eutrofik [19], Danau Singkarak dan Danau Batur di Pulau Bali yang sudah tergolong eutrofik [25], Danau Limboto tergolong perairan eutrofik sampai hipereutrofik [26], Waduk Sutami tergolong hipereutrofik [8], Perairan Danau Rawa Pening tergolong dalam perairan eutrofik hingga hyper-eutrofik [30], Waduk Sempor termasuk eutrofik ringan sampai eutrofik sedang [23], Waduk Selorejo tergolong eutrofik hingga hipereutrofik [22], Danau Siombak tergolong eutrofik [14].

Tabel 4: Nilai Trofik Perairan Danau Kelapa Gadin

Trofik Perairan	Stasiun				
	I	II	III	IV	V
Klorofil-a	93.662	93.663	94.079	93.673	94.081
Kecerahan	52,696	56,219	62,859	50,877	57,253
Fosfat	71,755	70,166	80,695	76,403	70,167
Rata-rata Trofik	72.705	73.349	79.211	73.651	73.834

#### 4. Kesimpulan

Kondisi kualitas air DKG dari hasil pengukuran didapatkan bahwa telah terjadi pencemaran organik dan kotoran manusia, seperti terlihat dari nilai BOD dan Total Coliform yang telah melewati baku mutu menurut PP No 82 tahun 2001 pada golongan kelas III dan II. Status mutu air DKG adalah tercemar sedang untuk kelas II (dengan skor rata-rata -29 ) serta tercemar ringan (skor rata-rata -10) untuk kelas III. Tingkat kesuburan perairan DKG termasuk eutrofik berat dengan nilai TSI 72,71 - 79,21.

## Referensi

- [1] APHA. 2012. *Standard method for the examination of water and wastewater*. 22nd Ed. American Public Health Association Inc. New York.
- [2] Anonim, 2011. Pengelolaan Danau dan Waduk di Indonesia, Balai Lingkungan Keairan (<http://www.pusair-pu.go.id/artikel/kesatu.pdf>). Diunduh pada tanggal 13 Agustus 2016 pukul 23.30 WIB.
- [3] Carlson, R. E. 1977. A trophic State Index for Lakes. *Limnology and Oceanography* 22 (2): 361-369.
- [4] Chrismadha, T., G. S. Haryani, M. Fakhrudin dan P. E. Hehanussa. 2011. aplikasi ekohidrologi dalam pengelolaan danau. *Prosiding Seminar Nasional Ekohidrologi*. p. 25-44.
- [5] Cowx I.G. 2002. Principles and Approaches to the Management of Lake and Reservoir Fisheries dalam buku *Management and Ecology of Lake and Reservoir Fisheries*, edited by I.G. Cowx. p. 376-393.
- [6] Doods, W. K., 2007. Trophic state, eutrophication and nutrient criteria in streams. *TRENDS in Ecology and Evolution* Vol.22 No.12. p. 669-676. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [7] Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- [8] Fried, S., B. Mackie, E. Nothwehr. 2003. *Nitrate and phosphate levels positively affect the growth of algae species found in Perry Pond*. Biology Department, Grinnell College, Grinnell, IA 50112, USA. p. 21-24.
- [9] Juantari, G.Y., R.W. Sayektidan D. Harisuseno. 2013. Status Trofik dan Tampung Beban Pencemaran Waduk Sutami. *Jurnal Teknik Pengairan*, 4 (1): 61–66
- [10] Jorgensen, S.E. 1980. *Lake Management, Water Development, Supply and Management, Developments in Hydrology*. Vol 14. Pergamon Press, Oxford, UK. 167 p
- [11] [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2008. Pedoman Pengelolaan Ekosistem Danau. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta
- [12] Leitão, P. C., 2012. Management of the trophic status in Portuguese reservoirs. 20 p. <http://swat.tamu.edu/media/56573/b4-3-leitao.pdf>.
- [13] Krismono, L. P. Astuti, & Y. Sugiyanti. 2009. Karakteristik kualitas air Danau Limboto, Provinsi Gorontalo. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 15 (1): 59-68.
- [14] Murthy GP, Shivalingaiah, Leelaja BC, Shankar PH. 2008. Trophic State Index in Conservation of Lake Ecosystem. *Proceeding of Taal 2007: The 12th World Lake Conference*: 840-843.
- [15] Muhtadi, A. Yunasfi, Rusdi Leidonald, Sarah D. Sandy, Adil Junaidy & Achmad T. Daulay. 2016a. Status Limnologis Danau Siombak, Medan, Sumatera Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 1(1): 39-55
- [16] Muhtadi, A. Yunasfi, M. Ma'rufi, A. Rizki. 2016b. Kajian Morfometri Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Danau Pondok Lapan, Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia (in press)*
- [17] [PerMen] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003. Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta
- [18] Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau waduk. Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- [19] [PP] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Sekretariat Negara RI. Jakarta.
- [19] Pratiwi, N. T. M., Adiwilaga, E. M., Basmi, J., Krisanti, M., Hadijah, O., and Wulandari, P.K, 2007. Status Limnologi Situ Cilala Mengacu Pada Kondisi Parameter Fisika, Kimia dan Biologi Perairan. *Jurnal Perikanan*, 9 (1) : 82—94.
- [20] Pujiastuti, P., Ismail, B., and Pranoto., 2013. Kualitas dan Beban Pencemaran Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Ekosains*, 5 (1) : 45-46.
- [21] Ridoan, R., A. Muhtadi, dan P. Patana. 2016. Morfometri Danau Kelapa Gading Kota Kisaran, Kabupaten Asahan Provinsi Sumatera Utara. *Depik*, 5 (2): 77-84
- [22] Sayekti, R.W., E. Yuliani, M. Bisri, P.T. Juwono, L. Prasetyorini, F. Sonia, A.P. Putri. 2015. Studi Evaluasi Kualitas Dan Status Trofik Air Waduk Selorejo Akibat Erupsi Gunung Kelud Untuk Budidaya Perikanan. *Jurnal Teknik Pengairan*, 6 (1): 133-145
- [23] Shaleh, F.R., K. Soewardi, S. Hariyadi. 2014. Kualitas Air dan Status Kesuburan Perairan Waduk Sempor, Kebumen. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 19 (3): 169-173
- [24] Soeprubowati, T.R., W.H. Rahmanto, Jafron W. Hidayat. 2005. Kajian Perubahan Lingkungan Ekosistem Lentik Danau Rawa Pening Menggunakan Diatom sebagai Bioindikator. Laporan akhir hasil penelitian hibah bersaing. Kerjasama Universitas Diponegoro–Ditjen Pendidikan Tinggi, Depdiknas. 12 p.
- [25] Suryono, T., S. Nomosatryodan E. Mulyana 2008. Tingkat kesuburan Danau-Danau di Sumatera Barat dan Bali. *Limnotek*, 15(2): 99 – 111
- [26] Suryono, Tri, Senny Sunanisari, Endang Mulyana Dan Rosidah. 2010. Tingkat Kesuburan Dan Pencemaran Danau Limboto, Gorontalo. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* (2010) 36(1): 49-61
- [27] Welcomme, R.L. 2001. *Inland Fisheries: Ecology and Management*. Renewable Resources Assessment Group, Imperial College of Science Technology and Medicine, London, UK. Published for: Food and Agriculture Organization of the United Nations by Blackwell Science. 358 p.
- [28] Wetzel, R. G. 1983. *Limnology*. Saunders Press. Philadelphia
- [29] Wetzel, R. G. 2001. *Limnology Lake and River Ecosystems*. Academic Press. California
- [30] Zulfia, N Dan Aisyah. 2013. Status Trofik Perairan Rawa Pening Ditinjau Dari Kandungan Unsur Hara (NO<sub>3</sub> Dan PO<sub>4</sub>) Serta Klorofil-a. *Bawal*, 5 (3): 189-199