

**Komposisi Fitoplankton dan Status Kesuburan Perairan Danau Lido, Bogor-Jawa Barat Melalui Beberapa Pendekatan
(The Composition of Phytoplankton and Trophic States of Lake Lido, Bogor-West Jawa Based on Different Approach Methods)**

Niken TM Pratiwi, Sigid Hariyadi, Inna Puspa Ayu, Aliati Iswantari, & Fitri Junita Amalia

Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor
Email:

Memasukkan: Desember 2012, **Diterima:** Maret 2013

ABSTRACT

Lake Lido is used for many purposes, especially floating cage fish farming that could increase inorganic and organic matter to the aquatic ecosystem. The inputs will raise nutrients that will change the trophic states of waters. The research aimed to study the composition of phytoplankton and to assess the trophic states of Lake Lido with several methods, Nygaards Index with biological approach, TRIX with chemistry and biological approach, and TSI with combination of physical, chemistry, and biological approach. The result shows that composition of phytoplankton was relatively similar in area with floating cage activity and without floating cage activity. The highest densities and number of species was reached by Bacillariophyceae, especially *Melosira* sp. Trophic states based on the three methods shows similar criteria that Lake Lido was grouped as eutrophic lake. It also means that Nygaard Index is still relevant to apply in determining trophic states of an aquatic.

Key words: Lido lake, Nygaard Index, trophic status, TRIX, TSI

ABSTRAK

Danau Lido merupakan perairan yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia yang akan memberi masukan bahan organik dan anorganik ke perairan. Masukan tersebut dapat meningkatkan kandungan nutrisi perairan. Hal ini dapat menyebabkan berubahnya status kesuburan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi fitoplankton dan menduga status kesuburan perairan Danau Lido melalui beberapa pendekatan. Komposisi fitoplankton di stasiun KJA dan non-KJA relatif sama. Proporsi dan kelimpahan tertinggi berasal dari kelompok Bacillariophyceae, terutama dari genus *Melosira* sp. Status kesuburan berdasarkan parameter yang diolah dengan menggunakan pendekatan TSI, TRIX, dan Indeks Nygaard menunjukkan bahwa perairan Danau Lido memiliki status kesuburan eutrofik. Indeks Nygaard masih relevan dan dapat diterapkan dalam penentuan status kesuburan perairan.

Kata kunci: Danau Lido, Indeks Nygaard, status trofik, TRIX, TSI

PENDAHULUAN

Danau Lido terletak di Desa Tugujaya, Kecamatan Cigombong, Bogor, Jawa Barat. Air Danau Lido berasal dari aliran sungai Ciletuh dan sumber air lainnya yang berasal dari air permukaan dan air tanah dalam (*ground water*).

Danau Lido merupakan danau buatan yang dimanfaatkan untuk berbagai macam aktivitas manusia, antara lain kegiatan budidaya ikan

dengan sistem keramba jaring apung (KJA), pariwisata, hotel, dan pertanian. Selain itu, juga terdapat kegiatan masyarakat di sekitar Danau Lido yang semakin padat.

Aktivitas-aktivitas tersebut memberi masukan bahan organik dan anorganik ke perairan Danau Lido yang dapat menyebabkan perubahan kualitas air dan tingkat kesuburan perairan. Peningkatan kesuburan (eutrofikasi) akibat adanya masukan nutrisi ke perairan, terutama nitrogen

dan fosfat akan memicu pertumbuhan fitoplankton. Tingkat kesuburan perairan dapat ditentukan dari kelimpahan dan jenis fitoplankton serta kandungan unsur hara (Abel 1989; Harsono 2012).

Tulisan ini menyajikan hasil penelitian tentang pendugaan status kesuburan Danau Lido melalui beberapa pendekatan. Pendekatan pertama menggunakan indeks Nygaard yang hanya menggunakan informasi biologi. Pendekatan kedua menggunakan indeks TRIX yang menggunakan informasi kimia dan biologi. Pendekatan ketiga menggunakan indeks TSI yang mengkombinasikan informasi kimia, fisika, dan biologi namun dengan formulasi yang relatif sederhana. Di samping itu, juga dipelajari apakah indeks Nygaard sebagai salah satu indeks biologi yang konvensional masih dapat diterapkan untuk menduga status kesuburan perairan.

BAHAN DAN CARA KERJA

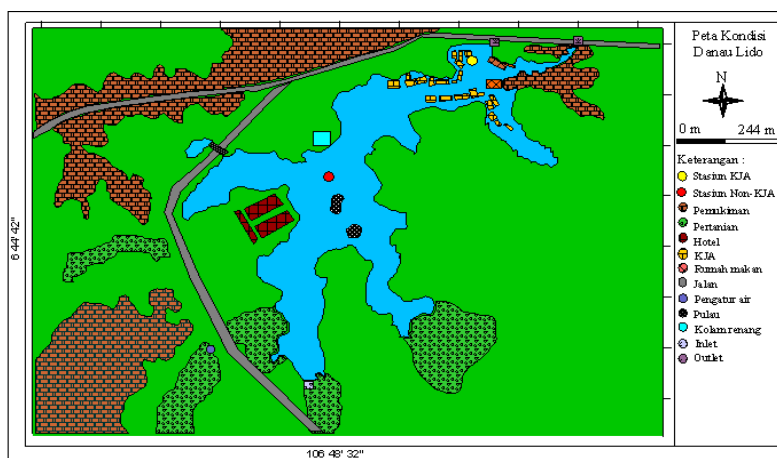
Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Agustus 2009 berlokasi di Danau Lido, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Danau Lido berada pada koordinat $106^{\circ} 48' 26''$ - $106^{\circ} 48' 50''$ BT dan $6^{\circ} 44' 30''$ - $6^{\circ} 44' 58''$ LS.

Kegiatan di lapangan meliputi penelitian

pendahuluan dan penelitian utama. Kegiatan di laboratorium meliputi analisis contoh air dan identifikasi fitoplankton. Analisis contoh air dilakukan di Laboratorium Fisika-Kimia, sementara identifikasi fitoplankton dilakukan di Laboratorium Biomikro I, Bagian Produktivitas Perairan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Lokasi stasiun pengamatan dan pengambilan contoh ditentukan dengan mempertimbangkan kegiatan di sekitar danau yang memiliki pengaruh terhadap kesuburan danau dan morfometri pada elevasi muka air danau saat penelitian dilakukan, yaitu dengan kedalaman maksimum 18 m dan kedalaman rata-rata 9,71 m. Lokasi stasiun disajikan dalam Gambar 1.

Pengambilan contoh dilakukan secara spasial, baik secara horizontal maupun vertikal. Pengambilan contoh secara horizontal dilakukan pada dua stasiun yang diduga mempunyai tingkat kesuburan berbeda. Stasiun pertama terletak pada $106^{\circ} 48' 43''$ BT- $6^{\circ} 44' 56''$ LS, yaitu lokasi kegiatan budidaya ikan dengan sistem KJA (Stasiun KJA). Stasiun kedua terletak pada koordinat $106^{\circ} 48' 33''$ BT- $6^{\circ} 44' 48''$ LS yang mewakili bagian perairan Danau Lido tanpa aktivitas budidaya ikan dengan sistem KJA (stasiun



Gambar 1. Peta situasi Danau Lido dan lokasi pengambilan contoh (Sumber: Survey awal, diolah 2009)

non-KJA). Pengambilan contoh dilakukan pada kedalaman permukaan, kedalaman Secchi *disc*, dan kedalaman kompensasi.

Pengambilan contoh air dan fitoplankton pada stasiun pengamatan dilakukan pada pukul 09.00-12.00 WIB sebanyak empat kali dengan selang waktu satu minggu. Parameter yang diukur dan dianalisis meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi, yaitu morfometri danau, suhu, kecerahan, kekeruhan, oksigen terlarut (DO), pH, padatan terlarut total (TDS), nitrat-nitrogen (NO₃-N), nitrit (NO₂-N), amonia (NH₃-N), ortofosfat, fosfat total, alkalinitas, klorofil-a, dan fitoplankton (APHA 1989; 2005).

Contoh air untuk analisis fitoplankton diambil menggunakan *van Dorn Water Sampler*, kemudian disaring menggunakan plankton-net dengan *mesh size* 35 µm. Pencacahan sel fitoplankton dilakukan menggunakan *Sedgwick-Rafter Counting Chamber* (SRC) berukuran 50x20x1 mm³ dengan metode strip (Wetzel & Likens 1991). Identifikasi fitoplankton dilakukan dengan menggunakan buku-buku kunci identifikasi yang terkait (Mizuno 1979; Prescott 1970).

Penentuan kedalaman kompensasi menggunakan rumus Beer-Lambert's Law (Sullivan *et al.* 2003), sebagai berikut.

$$Z_c = \frac{4,6}{K_d} \quad K_d = \frac{1,7}{z_s}$$

Keterangan :

- K_d= Koefisien peredupan cahaya matahari
- Z_c = Kedalaman kompensasi
- Z_s = Kedalaman Secchi *disc*

Pendugaan tingkat kesuburan Danau Lido dalam penelitian ini menggunakan Indeks Nygaard, Indeks status trofik (*Trophic state index*/ TSI), dan *Trophic index* (TRIX). Berdasarkan ketiga indeks tersebut, akan dapat dipelajari apakah indeks Nygaard sebagai salah satu indeks

biologi yang konvensional masih dapat diterapkan untuk menduga status kesuburan perairan. Apabila didapatkan gambaran kesuburan yang relatif sama, maka akan ditarik kesimpulan bahwa indeks Nygaard dapat memberikan gambaran yang sesuai dengan pendekatan lainnya dan masih relevan untuk digunakan saat ini.

Tingkat kesuburan Danau Lido dapat ditentukan berdasarkan nilai indeks Nygaard (Nygaard 1949 *in* Rawson 1956). Perhitungan indeks Nygaard (In) tersebut didasarkan pada rasio antara jumlah jenis fitoplankton (*Mycophyceae+Chlorococcales+Centric diatom+ Euglenophyta*) dengan jumlah jenis *Desmideacea*. Kriteria status kesuburan berdasarkan nilai indeks Nygaard disajikan pada Tabel 1.

Tingkat kesuburan perairan danau yang dihitung berdasarkan perhitungan *Trophic state index* (TSI) Carlson (1977) merupakan gabungan antara nilai TSI pada kedalaman *Secchi disc* (TSI-SD), TSI klorofil-a (TSI-Chl-a), dan TSI fosfat total (TSI-TP). Data hasil penghitungan indeks TSI Carlson dikelompokkan sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1.

$$TSI-SD = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right) \quad (m)$$

$$TSI-Chl-a = 10 \left(6 - \frac{2,04 - 0,68 \ln Chl - a}{\ln 2} \right) \quad (mg/m^3)$$

$$TSI-TP = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right) \quad (mg/m^3)$$

$$Rata-rata TSI = \frac{(TSI - P + TSI - Chl - a + TSI - SD)}{3}$$

Keterangan:

- TSI-SD = Nilai indeks status trofik untuk kedalaman Secchi *disc*
- TSI-Chl-a= Nilai indeks status trofik untuk klorofil-a
- TSI-P = Nilai indeks status trofik untuk fosfat total
- SD = Secchi *disc* (m)
- Chl-a = Klorofil-a (mg/m³)
- TP = Fosfat total (mg/m³)

Tingkat kesuburan danau dapat diformulasikan dengan *Trophic Index* (TRIX) yang didasarkan pada keberadaan klorofil-a, persentase oksigen terlarut jenuh (%DO) dan nutrisi (N dan P) dengan skala nilai 0-10. Nilai TRIX yang mendekati 10 mengindikasikan kondisi perairan yang cenderung eutrofik, sedangkan nilai TRIX yang mendekati 0 mengindikasikan perairan yang cenderung oligotrofik. TRIX dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesuburan perairan dalam jangka panjang (Vollenweider *et al.* 1998). Formula TRIX indeks disajikan sebagai berikut. Selanjutnya kriteria status kesuburan berdasarkan nilai indeks TRIX disajikan pada Tabel 1. Pengujian perbedaan tingkat kesuburan stasiun KJA dan non-KJA dilakukan menggunakan uji t.

$$TRIX = \frac{k}{n} \sum_i^n \frac{(\log M - \log L)}{(\log U - \log L)}$$

Keterangan :

- k = *scaling factor* (10)
- n = jumlah parameter (4)
- U = batas atas (rata-rata + 2Sd)
- L = batas bawah (rata-rata - 2Sd)
- M = nilai rata-rata parameter

HASIL

Fitoplankton

Selama penelitian ditemukan lima kelompok fitoplankton yaitu Chlorophyceae, Xanthophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae, dan Euglenophyceae. Komposisi genera pada bagian permukaan, kedalaman Secchi *disc*, dan kedalaman kompensasi disajikan pada Gambar 2a, b, dan c.

Gambar 2a, b, dan c, diketahui bahwa secara umum, komposisi jenis pada kedua stasiun relatif sama; jumlah genera Bacillariophyceae ditemukan dalam jumlah lebih banyak dari kelompok lainnya, di seluruh kolom perairan. Pada kedalaman permukaan (Gambar 2a), pada stasiun KJA tidak ditemukan genera dari kelompok Xanthophyceae.

Kelimpahan rata-rata fitoplankton pada kedua stasiun menunjukkan kelimpahan menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman (Gambar 3a, b, dan c). Pada ketiga gambar tersebut tampak bahwa kelimpahan fitoplankton di seluruh kolom pada kedua stasiun didominasi oleh Bacillariophyceae, yaitu *Melosira* sp. Kelimpahan pada stasiun KJA adalah 2.838-193.138, 5.600-118.550, dan 16.638-52.275 sel/L, secara

Tabel 1. Kategori status kesuburan berdasarkan indeks Nygaard*, TSI Carlson**, dan TRIX***

Indeks Nygaard Gabungan (In)				Status kesuburan
<1				Oligotrofik
1-2,5				Mesotrofik atau eutrofik ringan
>2,5				Eutrofik
TSI	Chl-a	P	SD	Status kesuburan
<30-40	0-2.6	0-12	>8-4	Oligotrof
40-50	2.6-7.3	12-24	4-2	Mesotrof
50-70	7.3-56	24-96	2-0.5	Eutrof
70-100+	56-155+	96-384+	0.5-<0.25	Hipereutrof
TRIX				Status kesuburan
< 2				Oligotrof
2 ≤ TRIX < 4				Mesotrof
4 ≤ TRIX < 6				Eutrof
TRIX ≥ 6				Hipereutrof

Komposisi Fitoplankton dan Status Kesuburan Perairan Danau Lido Bogor

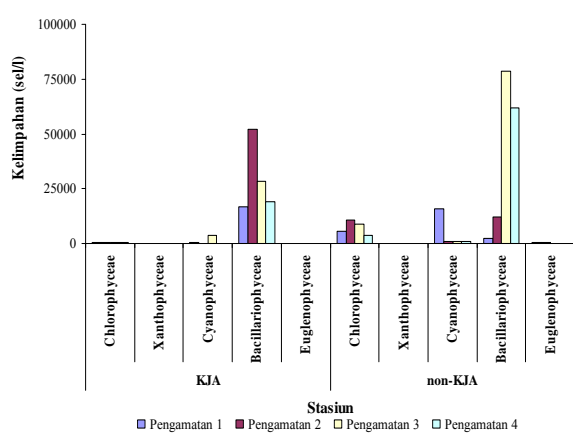
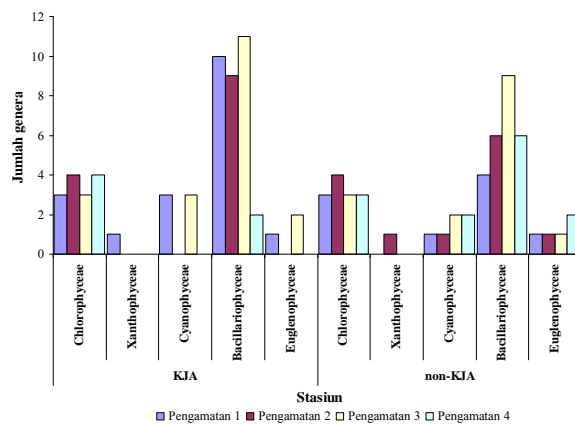
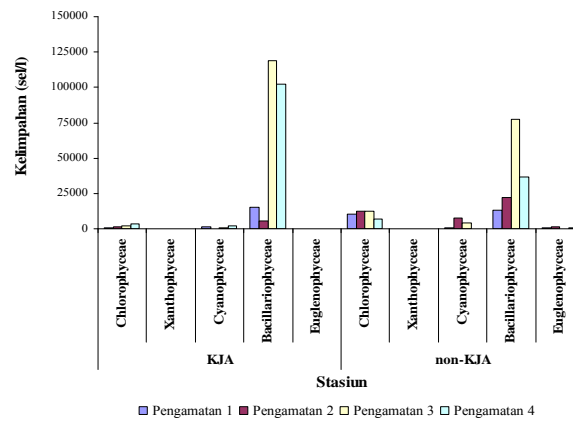
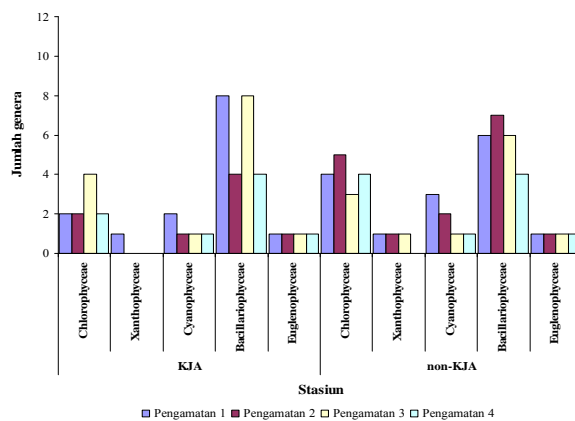
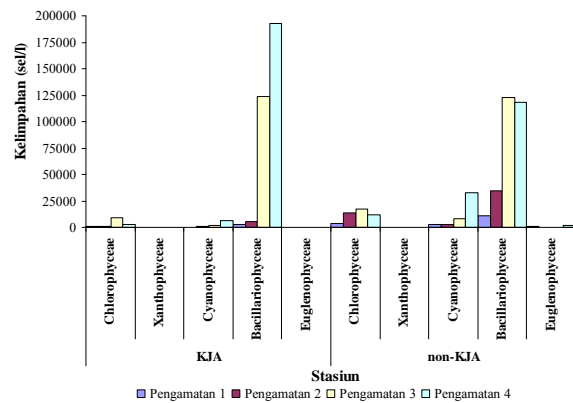
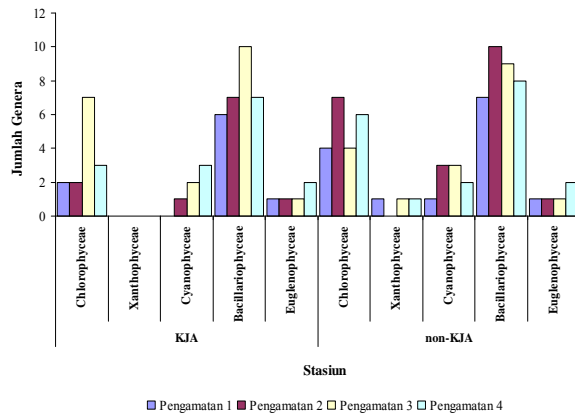
berturut-turut di bagian permukaan, kedalaman Secchi *disc*, dan kedalaman kompensasi, sedangkan di stasiun non-KJA adalah 11.130-122.750, 13.475-77.475, dan 2.200-78.813 sel/L.

Berdasarkan hasil uji *t*, diketahui bahwa kelimpahan dan jumlah jenis fitoplankton pada stasiun KJA dan non-KJA tidak berbeda nyata ($P(T \leq t) = 0,05$); dengan kelimpahan fitoplankton

($P(T \leq t) = 0,356$) dan jumlah jenis fitoplankton ($P(T \leq t) = 0,487$).

Kualitas Air

Hasil analisis contoh air di laboratorium disajikan pada Tabel 2. Melalui Tabel 2 dapat diketahui bahwa kandungan TDS, pH, nitrit, alkalinitas, dan klorofil-a di stasiun KJA tidak



Gambar 2. Komposisi genera fitoplankton di kedalaman permukaan (atas), Secchi *disc* (tengah) dan kompensasi (bawah)

Gambar 3. Kelimpahan fitoplankton di kedalaman permukaan (atas) Secchi *disc*, (tengah), dan kompensasi (bawah)

berbeda nyata dari stasiun non KJA ($p > 0,05$). Berdasarkan tabel tersebut juga diketahui bahwa kecerahan, amonia, dan ortofosfat di stasiun KJA lebih besar dari stasiun non KJA ($p < 0,05$). Suhu, kekeruhan, DO, fosfat total, dan nitrat di lokasi KJA kurang dari stasiun non KJA ($p < 0,05$).

Indeks status kesuburan

Berdasarkan kriteria tingkat kesuburan dengan metode indeks Nygaard, TSI, dan TRIX (Tabel 1), diketahui bahwa tingkat kesuburan Danau Lido yang dikaji menurut ketiga indeks tergolong dalam tingkat kesuburan eutrofik (Tabel 3). Berdasarkan hasil uji t diketahui bahwa nilai masing-masing indeks pada stasiun KJA dan non-KJA tidak berbeda nyata ($P(T \leq t) =$

$0,05$); dengan Nygaard ($P(T \leq t) = 0,395$), TSI ($P(T \leq t) = 0,144$), dan TRIX ($P(T \leq t) = 0,087$).

PEMBAHASAN

Danau Lido yang dimanfaatkan untuk kegiatan KJA dalam dua dekade terakhir telah menunjukkan dampak terhadap kualitas air. Kegiatan KJA yang intensif dapat menimbulkan dampak eutrofikasi yang disebabkan oleh pemberian pakan yang tidak efisien (Sudrajat *et al.* 2010). Secara umum, pakan mengandung protein, lemak, dan karbohidrat yang seluruhnya tersusun atas unsur nitrogen dan fosfat dengan komposisi 24-26% nitrogen dan 0,96% fosfat (Hussein 2012). Pada perairan yang secara intensif dimanfaatkan untuk kegiatan KJA konsentrasi

Tabel 2. Nilai rata-rata hasil pengukuran parameter fisika, kimia, dan biologi

Parameter	Stasiun		Permukaan		Secchi		Kompensasi	
	KJA	Non KJA	KJA	Non KJA	KJA	Non KJA	KJA	Non KJA
Fisika								
Suhu ($^{\circ}$ C)	26,98	28	26,85		27,61		26,23	26,7
Kecerahan (m)	2,29	2,04	2,29		2,04		2,29	2,04
Kekeruhan (NTU)	2,06	3,73	2,31		3,48		8,46	4,06
TDS (g/l)	0,154	0,117	0,122		0,156		0,156	0,157
Kimia								
Fosfat total (mg/L)	0,06	0,39	0,08		0,32		0,06	0,19
Ortofosfat (mg/L)	0,023	0,01	0,015		0,011		0,023	0,013
DO (mg/L)	4,19	7,94	4,37		6,7		2,06	5,51
pH	7	7,31	6,98		7,48		6,72	6,93
NO ₃ -N (mg/L)	0,317	0,423	0,305		0,37		0,155	0,438
NO ₂ -N (mg/L)	0,032	0,025	0,037		0,018		0,021	0,031
NH ₃ -N (mg/L)	0,354	0,182	0,325		0,189		0,706	0,235
Alkalinitas (mg/L)	32,91	34,23	35,74		35,36		39,63	37,37
Biologi								
Klorofil-a (mg/m ³)	43,25	11,25	39,29		56,84		28,88	67,51

Tabel 3. Indeks kesuburan Danau Lido

Indeks	Stasiun		Status Kesuburan
	KJA	non-KJA	
Nygaard	8,5	8	Eutrofik
TSI	58,37	61,51	Eutrofik
TRIX	4,62	5,38	Eutrofik

nitrogen dan fosfat cenderung mengalami peningkatan dari kondisi alami, terutama di sedimen (Gál *et al.* 2011). Peningkatan nitrogen dan fosfat disebabkan masukan bahan organik yang terutama berasal dari sisa pakan ikan dan hasil ekskresi ikan berupa urea.

Eutrofikasi adalah pengayaan nutrien, terutama fosfat dan nitrogen (Mason 1981). Ciri khas perairan yang mengalami eutrofikasi, di antaranya kandungan oksigen terlarut rendah dan produksi biomassa fitoplankton tinggi, yang dapat menurunkan nilai guna suatu perairan (Henderson-Sellers & Markland 1987). Dalam proses eutrofikasi terjadi peningkatan status kesuburan, dari oligotrof menjadi mesotrof, atau eutrof, bahkan hipereutrof.

Nitrogen dan fosfat hasil dekomposisi dapat menjadi penyebab terjadinya eutrofikasi serta akan memicu produktivitas fitoplankton (Moura *et al.* 2012). Secara absolut, konsentrasi nutrien atau pun kandungan klorofil-a dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat kesuburan suatu perairan (Tabel 4) (Henderson-Sellers & Markland 1987).

Status kesuburan tersebut dapat dilihat

dari beberapa aspek, salah satunya adalah komposisi fitoplankton. Berdasarkan hasil pengamatan di Danau Lido, stasiun KJA dan non-KJA pada masing-masing kedalaman memiliki komposisi genera yang mirip. Hal ini diduga disebabkan pada kedua stasiun memiliki karakteristik kondisi lingkungan yang hampir sama. Keberadaan area persawahan di sekitar stasiun non KJA serta adanya pengoperasian pemeliharaan ikan di stasiun KJA dapat memberikan gambaran yang dinamis dalam ekosistem perairan Danau Lido. Hal ini sejalan dengan uraian Klug (2002) bahwa masukan bahan organik ke dalam perairan dapat memberikan pengaruh positif atau pun negatif terhadap perkembangan suatu populasi fitoplankton. Oleh karena itu, komposisi fitoplankton di kedua stasiun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Komposisi genera yang terbanyak pada kedua stasiun dan di tiap kedalamannya berasal dari kelompok Bacillariophyceae. Selain itu, kelompok Bacillariophyceae merupakan kelompok fitoplankton yang memiliki laju pertumbuhan tinggi, toleransi yang tinggi, serta mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dan

Tabel 4. Tingkat kesuburan perairan berdasarkan kandungan total fosfat, klorofil-a dan kedalaman Secchi *disc* (OECD 1982 *in* Henderson-Sellers & Markland 1987)

Parameter	Satuan	Tingkat kesuburan	Nilai
Fosfat total	mg/L	Oligotrof	≤ 0,079
		Oligotrof-mesotrof	0,08 - 0,11
		Mesotrof	0,12 – 0,27
		Mesotro-eutrof	0,28-0,39
		Eutrof	> 0,40
Klorofil-a	mg/L	Oligotrof	< 0,02
		Oligotrof-mesotrof	0,021 – 0,029
		Mesotrof	0,030 – 0,069
		Mesotrof-eutrof	0,070 – 0,09
		Eutrof	> 0,1
Secchi <i>disc</i>	m	Oligotrof	> 4,5
		Oligotrof-mesotrof	4,5 – 3,8
		Mesotrof	3,7 – 2,4
		Mesotrof-eutrof	2,3 – 1,8
		Eutrof	< 1,7

mampu memanfaatkan nutrisi dengan baik. Bacillariophyceae merupakan algae yang sangat penting dalam rantai makanan (Goldman & Horne 1983).

Komposisi jenis Bacillariophyceae di Danau Lido jauh lebih beragam dibandingkan kelompok algae lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh rasio N:P yang tinggi yang mendukung perkembangan Bacillariophyceae. Berdasarkan keberadaan nutrisi yang terukur, terlihat bahwa rasio N:P perairan Danau Lido tergolong tinggi (N:P > 20:1). Pada kondisi demikian, pada umumnya Bacillariophyceae akan melimpah. Kelimpahan tertinggi dijumpai pada genus *Melosira* sp. Menurut Ryding & Rast (1989), *Melosira* sp. merupakan salah satu karakteristik jenis fitoplankton dari kelompok Bacillariophyceae yang dominan di perairan eutrofik.

Indeks Nygaard yang juga digunakan untuk menentukan status kesuburan dibangun dengan asumsi bahwa fitoplankton memberikan respon terhadap perubahan kondisi fisika dan kimia lingkungan perairan terutama penetrasi cahaya di kolom air dan konsentrasi nutrisi. Berdasarkan indeks Nygaard dapat diketahui komposisi jenis fitoplankton yang menjadi indikator kesuburan perairan. Namun dalam hal ini, dituntut pengetahuan mengenai klasifikasi taksonomi algae, karena masing-masing jenis yang ditemukan harus ditempatkan dalam takson yang tepat.

Indeks TSI menggunakan parameter kedalaman Secchi *disc*, fosfat total, dan klorofil-a. Oleh karena itu, di dalam aplikasinya, indeks tersebut lebih sederhana untuk digunakan dan hanya membutuhkan sedikit data. Ketiga parameter tersebut digunakan karena status kesuburan perairan merupakan parameter multidimensional karena penentuannya tidak hanya bergantung kepada satu parameter melainkan menggunakan parameter yang terkait satu dengan yang lainnya.

Penggunaan parameter tunggal akan menimbulkan estimasi yang sifatnya ambigu dan sangat sensitif jika terjadi perubahan. Nilai TSI diperoleh berdasarkan nilai rata-rata dari TSI-SD, TSI-TP, dan TSI-Chl (Carlson 1977).

Indeks TRIX, selain menggunakan konsentrasi fosfat total dan klorofil-a, juga memperhatikan konsentrasi total nitrogen anorganik, dan oksigen. Adanya penambahan parameter tersebut dapat lebih menggambarkan status kesuburan suatu perairan. TRIX memiliki beberapa kelebihan, di antaranya adalah dapat digunakan untuk menentukan tingkat kesuburan menggunakan data spasial dan temporal secara periodik sehingga bisa digunakan untuk melihat perubahan tingkat kesuburan perairan dari waktu ke waktu (Nasrollahzadeh *et al.* 2008)

Indeks Nygaard, TSI, dan TRIX yang digunakan dalam pendugaan status kesuburan tersebut memiliki perbedaan parameter yang digunakan, sehingga masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan sebagaimana telah dijelaskan pada uraian terdahulu. Berdasarkan nilai ketiga indeks tersebut, Danau Lido dikategorikan ke dalam tingkat kesuburan eutrofik. Hal ini juga menunjukkan bahwa indeks Nygaard masih relevan dan dapat diterapkan dalam penentuan status kesuburan perairan.

Pada tahun 1984, Danau Lido termasuk ke dalam tingkat kesuburan oligotrofik (Widjanarko 1984). Status kesuburan di Danau Lido yang meningkat hingga eutrofik diduga terjadi akibat tingginya pemanfaatan perairan, salah satunya adalah pengembangan KJA. Semakin tingginya aktivitas KJA, perhotelan, pariwisata, dan aktivitas masyarakat sekitar danau tersebut menyebabkan perubahan status kesuburan menjadi eutrofik.

Berdasarkan fenomena tersebut diperlukan suatu pengelolaan di Danau Lido untuk memperbaiki kondisi perairan hingga dicapai status kesuburan tertentu agar pemanfaatan di Danau

Lido dapat berlangsung secara berkelanjutan. Status kesuburan perairan yang tergolong baik bagi kegiatan perikanan adalah β -mesotrof. Pada status ini, produktivitas perairan mulai meningkat, diversitas komunitas biota akuatik tinggi, dengan kelimpahan populasi yang relatif seimbang. Hal ini berdampak pada tingginya kompleksitas fungsional ekologis di perairan.

Pengelolaan yang dapat dilakukan, antara lain pengurangan jumlah masukan nutrisi yang berasal dari aktivitas *non point sources* dan *point sources*, serta pencegahan terjadinya sedimentasi. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan tetap mempertahankan keberadaan tumbuhan air yang sudah ada, namun perlu pembatasan hingga luas penutupan tertentu. Pengaturan masukan nutrisi dari aktivitas *point sources* dengan mengendalikan sumber masukannya, di antaranya pengaturan kegiatan KJA, penegakan aturan untuk aktivitas hotel dan rumah makan yang disusun oleh pengelola Danau Lido, dan efisiensi pupuk untuk kegiatan pertanian.

Apabila keseluruhan hal tersebut dapat dilakukan, maka diharapkan dapat memperlambat laju peningkatan kesuburan di Danau Lido, sehingga tidak terjadi perubahan status kesuburan yang lebih tinggi lagi. Dengan demikian, ekosistem Danau Lido dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan daya gunanya.

KESIMPULAN

Status kesuburan Danau Lido berdasarkan perhitungan dengan indeks TSI, TRIX, dan Nygaard, termasuk ke dalam tingkat kesuburan eutrofik. Indeks Nygaard masih relevan dan dapat diterapkan dalam penentuan status kesuburan perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel PD. 1989. *Water pollution biology*. Ellis Horwood Limited. Chichester.
- APHA (American Public Health Association). 1989. *Standard methods for the examination of water and waste water*. 14th ed. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF). Washington DC. 1527 p
- _____. American Public Health Association. 2005. *Standard methods for the examination of water and waste water*. 21sted. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation. Washington DC.
- Carlson, RE. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22(2):361-369.
- Harsono, E. 2011. Hubungan fitoplankton dengan kecepatan arus air akibat operasi waduk Jatiluhur. *J. Biol. Indonesia*7(1):99-120
- Gál D, Kucska B, Kerepeczki É, Gyalog G. 2011. Feasibility of the sustainable freshwater cage culture in Hungary and Romania. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation Int. J. Bioflux Soc.* 4(5).
- Goldman, CR & Horne AJ. 1983. *Limnology*. McGraw-Hill Inc. United State of America. 464 p.
- Henderson-Sellers, B & HR. Markland. 1987. *Decaying lake the origin and control of cultural eutrophication*. Jhon Wiley & Sons ltd. Chichester. NY. 254 p.
- Hussein, MS. 2012. Effect of various feeding frequencies on growth performance and previously starved fingerlings and juveniles

- of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Egypt. J. Aquat. Biol. Fish.*, 16(2): 145-152 (2012) ISSN 1110 –1131. www.ejabf.eg.net
- Klug, JL. 2002. Positive and negative effect of allochthonous dissolved organic matter and inorganic nutrients on phytoplankton growth. *Can. J. Fish. Sci.* 59: 85-95. NRC Research Press Website at <http://cjfas.nrc.ca> on 22 January 2002. J16132
- Mason, CF. 1991. *Biology of freshwater pollution*, 2nd ed. Longman Singapore publisher. Singapore. 351 p.
- Mizuno, T. 1979. *Illustration of the fresh water plankton of Japan*. Revised edition. Hoikusha Publishing Co. Ltd. Osaka. Japan.
- Moura, A do N., EC. do Nascimento, EW. Dantas. 2012. Temporal and spatial dynamics of phytoplankton near farm fish in eutrophic reservoir in Pernambuco, Brazil. *Rev. biol. trop* 60 (2). San José jun. 2012
- Nasrollahzadeh, HS., ZB. Din, SY. Foong, & A. Makhloogh. 2008. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. Elsevier. 28: 1153-1165.
- Prescott, GW. 1970. *How to know freshwater algae*. Dubuque. Iowa. WM. C. Brown Company Publishers.
- Rawson, DS. 1956. Algal indicators of trophic lake types. *J. Fish Res.* 1(1):18-25.
- Ryding, SO & W. Rast. 1989. *The control of eutrophication of lakes and reservoir*. The Parthenon Publishing Group Inc. New Jersey, USA xxii+314 p.
- Sudrajat, A., H. Supriyadi, & A. Saputra. 2010. Evaluasi perairan Waduk Cirata sebagai kawasan budidaya ikan dalam mendukung peningkatan ketahanan pangan [Laporan kegiatan]. Badan Peneliti dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan., Pusat Peneliti dan Pengembangan Perikanan Budidaya. 22 hlm.
- Sullivan, AB., SA. Rounds, MA. Uhrich, & HM. Bragg. 2003. Modelling suspended sediment and water temperature in Detroit Lake, Oregon. Proceedings of the Eighth Federal Interagency Sedimentation Conference, Reno, Nevada, 2-6, April 2006: Subcommittee on Hydrology of the Interagency Advisory Committee on Water Information. Reno. Nevada.
- Vollenweider, RA., F. Giovanardi, G. Montanari, & A. Rinaldi. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water. *Environmetrics*. 9: 329-357.
- Wetzel, RG & GE. Likens. 1991. *Limnological analyses*. Springer-Verlag Inc. New York. 391 p.
- Widjanarko, P. 1984. The relationship between organic matter loading and oxygen consumption in Lake Lido West-Java. Requirement of Training Course an Ecology and Fish Productivity. SEAMEO BIO-TROP. Bogor. 23p.