Trophic State of The Lubuk Siam Lake, Based on Nygaard Index

By

Fella Ferdiana[1], Madju Siagian[2], Tengku Dahril[2]
Email: FellaFerdiana@yahoo.com

ABSTRACT

Nygaard Index can be used to determine the trophic state of waters. Calculation of this index is based on the number of phytoplankton species in these following groups, namely Desmidiaceae, Myxophyceae, Chlorococcales, Centric diatom, Pennate diatom and Euglenophyceae. To understand the trophic state of the Lubuk Siam lake, a research has been conducted in February - March 2017. There were three sampling stations, namely station 1 (inlet area), station 2 (the middle of the lake) and station 3 (outlet area). In each station there were three sampling points, in the surface, 2 *secchi* depth, and 3 *secchi* depth. Sampling were conducted 3 times, once/week. Water quality parameters measured were phytoplankton (species and abundance), transparency, temperature, pH, nitrate, phosphate, Dissolved oxygen and free carbon dioxide. Results shown that there are 53 species of phytoplankton present, namely Desmidiaceae class (11 species), Myxophyceae class (6 species), Chlorococcales ordo (23 species), Centric diatom ordo (6 species), Pennate diatom (5 species) and Euglenophyceae division (2 species). The water quality parameters were as follows: transparency 63-89 cm, temperature 28.5-30.53 ^{0}C, pH 6.83-7.27, nitrate 0.7-0.17 mg/L, phosphate 0.12-0.16 mg/L, Dissolve oxygen 4.10-7.84 mg/L, *free carbon dioxide* 5.29-15.98 mg/L. Nygaard Index value of the Lubuk Siam Lake was 2.1 – 2.83, and it can be categorized as mesotrophic to eutrophic.

Keywords: *Lubuk Siam lake, Nygaard Index, phytoplankton, trophic state*

1). Student of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University
2). Lecture of the Fiaheries and Marine Science Faculty, Riau University

PENDAHULUAN

Kabupaten Kampar adalah salah satu kabupaten yang terdapat di Provinsi Riau dan memiliki perairan yang cukup luas dibanding daerah lain. Perairan tersebut terdiri dari sungai dan danau. Salah satu tipe danau yang dijumpai adalah danau mati atau *Oxbow lake*. Danau Lubuk Siam merupakan salah satu danau *Oxbow* tepatnya di Kecamatan Siak Hulu dengan luas permukaan ± 60.300 m^2. Danau ini berasal dari Sungai Kampar Kanan (sungai induk) dan volume air Danau Lubuk Siam ini tidak selalu tetap setiap

tahun, tergantung pada kondisi banjir yang memasukinya (Kasry, 2006).

Danau Lubuk Siam merupakan salah satu masukan dari Sungai Kampar yang telah lama dimanfaatkan oleh sebagian besar penduduk yang tinggal di sekitar danau yaitu berupa aktivitas perikanan (penangkapan ikan dan keramba tancap). Di sekitar danau tersebut terdapat aktivitas perkebunan kelapa sawit, karet, dan perairan danau dimanfaatkan sebagai mandi cuci dan kakus (MCK). Berbagai aktivitas baik yang berasal dari dalam (*autocthonous*) maupun yang berasal dari luar danau (*allocthonous*) dapat mempengaruhi kualitas perairan. Sisa pakan dari aktivitas perikanan dan sisa pupuk dari aktivitas perkebunan yang masuk ke danau akan mempengaruhi konsentrasi unsur hara di perairan. Jika kosentarsi unsur hara meningkat maka jenis dan kelimpahan fitoplankton juga akan meningkat.

Menurut Jones-Lee *dalam* Muchtar (2012), bahwa N dan P merupakan dua parameter yang sangat berpengaruh dalam kehidupan fitoplankton. Kehadiran fitoplankton dapat mengukur tingkat kesuburan suatu perairan, produktivitas primer yang tinggi umumnya ditandai dengan tingginya kelimpahan fitoplankton.

Berdasarkan penelitian Sihombing *et al.,* (2013) di Danau Pinang Luar status trofik danau tersebut adalah mesotrofik dilihat dari kelimpahan fitoplankton. Danau Lubuk Siam dan Danau Pinang Luar merupakan danau yang terbentuknya akibat terputusnya aliran sungai Kampar, sehingga diduga status trofik Danau Lubuk Siam tidak jauh berbeda dengan Danau Pinang Luar. Dari uraian tersebut penulis tertarik mengetahui status trofik perairan Danau Lubuk Siam dengan menggunakan (Indeks Nygaard), dimana indeks ini menggunakan parameter biologi yaitu komposisi jenis fitoplankton di perairan. Hal ini dilakukan karena penelitian terdahulu melihat status trofik dari kelimpahan fitoplankton.

Status kesuburan perairan dapat dilihat melalui beberapa pendekatan antara lain *Tropic State Index* (TSI), *Trophic Index* (TRIX) dan Indeks Nygaard (*In*). Penentuan status trofik dengan Indeks Nygaard ini mempunyai kelebihan karena

mencari rasio jumlah jenis fitoplankton lebih permanen dibandingkan indeks yang lain, dan nilai yang didapatkan lebih presentatif atau tetap. Kekurangan dari Indeks Nygaard ini adalah pada saat identifikasi dituntut pengetahuan mengenai klasifikasi, karena masing-masing jenis yang ditemukan harus ditetapkan berdasarkan takson yang tepat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2017 di Danau Lubuk Siam Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Pengukuran kualitas air seperti suhu, kecerahan, kedalaman, pH, karbondioksida (CO_2) bebas dan oksigen terlarut dilakukan di lapangan, sedangkan pengukuran nitrat, fosfat dan pengamatan fitoplankton dilakukan di Laboratorium Produktivitas Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey, dimana perairan Danau Lubuk Siam dijadikan sebagai lokasi penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari data lapangan berupa data kualitas air, ada yang diamati di lapangan maupun dianalisis di Laboratorium. Data sekunder yang diperoleh dari pemerintah setempat yang ada kaitannya dengan penelitian ini.

Prosedur Pengambilan Sampel Air dan Fitoplankton

Untuk pengambilan sampel air dan fitoplankton ditentukan 3 stasiun yang telah ditetapkan yaitu terletak di daerah saluran air masuk, daerah tengah danau, dan daerah ujung danau. Pada masing-masing stasiun pengambilan sampel di lakukan secara vertikal dengan tiga titik sampling berdasarkan kedalaman *Secchi*. Dalam penelitian ini parameter kecerahan pada Stasiun 1 dijadikan sebagai acuan, yaitu permukaan (50 cm), kedalaman 2 *Secchi* (126 cm) kedalaman 3 *Secchi* (189 cm).

Pengambilan dan Pengukuran Sampel Air dan Fitoplankton.

Pengambilan sampel fitoplankton dan air sampel untuk parameter fisika, kimia dan biologi dilakukan secara bersamaan. Pengambilan sampel dilakukan tiga kali dengan interval waktu satu

minggu. Waktu pengambilan air sampel dan sampel fitoplankton serta pengukuran kualitas air dimulai pada jam 08:00-12:00 WIB. Parameter yang diamati adalah parameter lingkungan perairan yaitu suhu, kecerahan, kedalaman, oksigen terlarut, karbondioksida (CO_2) bebas, pH, nitrat dan fosfat. Pengambilan sampel air untuk oksigen terlarut dan karbondioksida (CO_2) bebas di permukaan diambil secara langsung menggunakan botol BOD, dan bersamaan dengan itu dilakukan pengambilan sampel nitrat dan fosfat. Pada kedalaman (126 cm) dan kedalaman (189 cm) pengambilan sampel dengan menggunakan *water sampler* dengan volume 3 liter. Kualitas air seperti kecerahan, kedalaman, oksigen terlarut, karbondioksida (CO_2) bebas dan pH diukur langsung di lapangan, sedangkan nitrat dan fosfat dianalisi di laboraturium.

Pengambilan sampel fitoplankton di permukaan menggunakan ember volume 10 liter. Volume air yang disaring sebanyak 24 liter. Pada kedalaman (126 cm) dan di kedalaman (189 cm) pengambilan sampel fitoplankton menggunakan *water sampler* yang volumenya 3 liter. Air sampel disaring dengan menggunakan alat plankton net No. 25. Kemudian air sampel yang sudah tersaring dimasukkan ke dalam botol sampel yang berukuran 150 ml, ditambahkan larutan lugol 1%, sampai berwarna kuning teh. Setiap botol diberi keterangan sesuai stasiun yang diamati dan sampel dibawa ke Laboratorium Produktifitas Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau untuk diindentifikasi dan dihitung kelimpahannya. Buku identifikasi yang digunakan adalah Yunfang, (1995), Prescott (1970), Vuuren *et al.*, (2006).

Penentuan Status Trofik Indeks Nygaard

Untuk mengetahui tingkat kesuburan Danau Lubuk Siam digunakan Indeks Nygaard Rawson (1956). Perhitungan Indeks Nygaard (In) tersebut didasarkan pada komposisi jumlah jenis fitoplankton. Komposisi jenis fitoplankton yang diamati dalam perhitungan Indeks Nygaard adalah jumlah jenis dari kelas Myxophyceae, ordo Chlorococcales, ordo Centric diatom,

divisi Euglenophyceae, dan kelas Desmidiaceae.

Rumus Indeks Nygaard sebagai berikut:

$$In = \frac{\text{Jumlah jenis Myxophyceae + Chlorococcales + Centric diatom + Euglenophyta}}{\text{Jumlah jenis Desmidiacea}}$$

Kriteria penentuan status trofik menurut Nygaard dilihat dari nilai indeks gabungan yaitu sebagai berikut:

In<1 : oligotrofik

1≤ In≤ 2,5 : mesotrofik atau eutrofik ringan.

In >2,5 : eutrofik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Oxbow yang cukup besar di Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar yaitu Danau Lubuk Siam luasnya kurang lebih 60.300 m^2yang terdapat di Desa Lubuk Siam. Secara administratif Desa Lubuk Siam sebelah Utara berbatasan dengan Desa Baru, sebelah Selatan dengan Desa Kepau Jaya, sebelah Barat dengan Desa Tanjung Balam dan sebelah Timur berbatasan dengan Desa Teratak Buluh (Monografi Desa Lubuk Siam, 2006).

Kondisi permukaan Danau Lubuk Siam relatif tenang dan memiliki wilayah perairan yang landai dan dasar perairan berlumpur. Danau Lubuk Siam mempunyai bentuk memanjang dan melengkung pada kedua ujung-ujungnya, memiliki panjang 4 km dan lebar 50 m. Danau Lubuk Siam memiliki kedalaman rata-rata 3,4 m, namun pada musim hujan biasanya permukaan air meluap sehingga kedalaman rata-rata bisa mencapai 5,6 m. Hal ini disebabkan pada musim hujan air dari Sungai Kampar masuk ke danau tersebut.

Danau Lubuk Siam dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk penangkapan ikan dan untuk keperluan budidaya ikan dengan sistem keramba tancap. Budidaya ikan dengan sistem keramba tancap bertujuan untuk pembesaran ikan sebelum dipasarkan. Jenis-jenis ikan yang dibudidayakan adalah ikan patin (*Pangasius pangasius*) dan nila (*Oreochromis niloticus*). Alat tangkap yang biasa digunakan oleh masyarakat untuk menangkap ikan adalah jaring dan lukah. Jenis-jenis ikan yang tertangkap adalah ikan Tambakan (*Helostoma temminckii*), Motan Kepala Besar (*Thynnichthys thynnoides*), Selais Ompok (*Ompok*

hypophthalmus), Subahan (*Puntius bulu*).

Status Trofik Danau Lubuk Siam

Status kesuburan perairan Danau Lubuk Siam yang ditentukan dengan menggunakan metode Indeks Nygaard *(in)* dengan cara mencari rasio jumlah jenis fitoplankton. Komposisi jenis fitoplankton yang dijadikan penentu dalam Indeks Nygaard (*in*) adalah kelas Myxophyceae, kelas Desmidicea, ordo Chrococcales, ordo Centric diatom, devisi Euglenophyta. Berdasarkan komposisi jenis yang didapat dalam penelitian ini. Nilai Indeks Nygaard di Danau Lubuk Siam berkisar dari 2,1 – 2,83 (Gambar 1). Berdasarkan kriteria nilai Indeks Nygaard (*in*) di perairan Danau Lubuk Siam tergolong pada kesuburan mesotrofik hingga eutrofik.

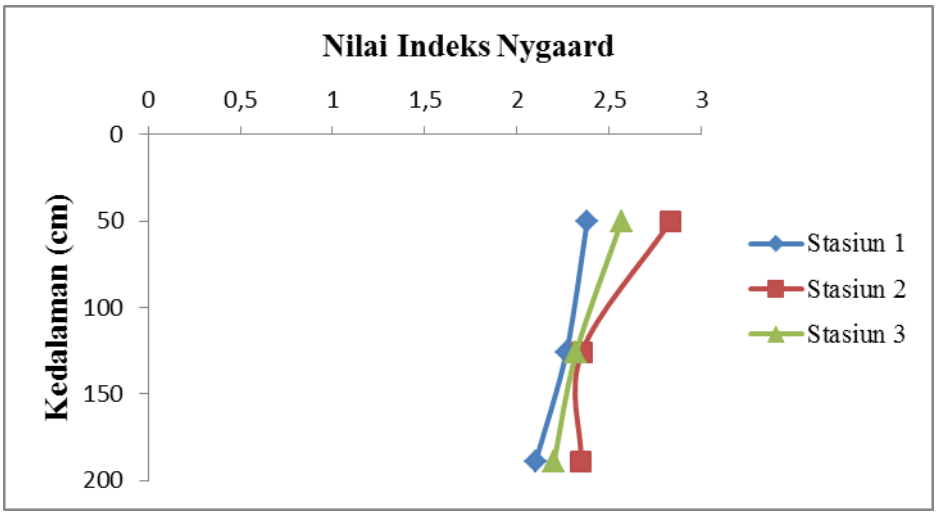
Nilai Indeks Nygaard yang dikaitan dengan kedalaman menunjukkan semakin bertambah kedalaman perairan nilai Indeks Nygaardnya semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambah kedalaman maka status trofik Danau Lubuk Siam semakin menurun. Selanjutnya dapat dilihat bahwa Stasiun 1 nilai Indeks Nygaar berkisar 2,1 – 2,38 yaitu mesotrofik, Stasiun 2 berkisar 2,34 – 2,83 yaitu mesotrofik-eutrofik, Stasiun 3 berkisar 2,2 – 2,56 yaitu mesotrofik-eutrofik. Adanya perbedaan nilai Indeks Nygaard atau status trofik Danau Lubuk Siam dikaitkan pada kedalaman dan stasiun yang berbeda ada kaitanya dengan kosentrasi nitrat, fosfat, dan kecerahan (Gambar 1 b,c,dan Gambar 1 d).

Tingginnya nilai Indeks Nygaard di Stasiun 2 yaitu berkisar 2,34 – 2,83 atau status trofik mesotrofik-eutrofik. Nilai Indeks Nygaard di permukaan lebih tinggi yaitu 2,83 (eutrofik). Hal ini dapat dilihat dari nilai nitrat dan fosfat, Konsentrasi nitrat (0,05 mg/L) dan fosfat (0,12 mg/L) di Stasiun 2 permukaan, lebih kecil dibanding stasiun lain (Gambar 1), diduga karena nitrat sudah dimanfaatkan oleh fitoplankton. Tingginya nilai indeks Nygaard di stasiun ini karena adanya aktivitas budidaya ikan menggunakan keramba tancap, sehingga sisa pakan dari aktivitas perikanan di stasiun ini akan mempengaruhi konsentrasi unsur hara di perairan dan meningkatkan

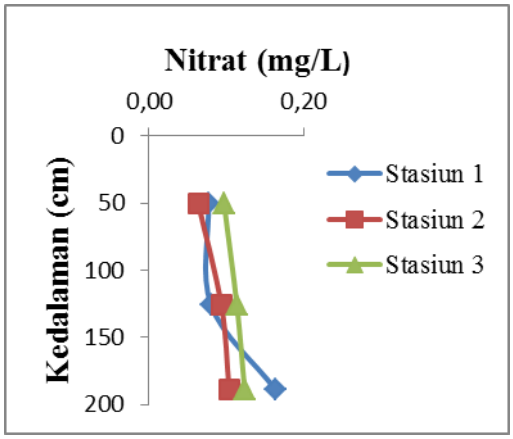
unsur hara tetapi pada stasiun ini jenis dan kelimpahan fitoplankton yang ditemukan banyak, maka unsur hara telah dimanfaatkan oleh fitoplankton. Hal ini sesuai dengan pendapat Wiryanto *et al.,* (2012) peningkatan aktivitas manusia seperti budidaya ikan menggunakan keramba akan meningkatkan beban masukan unsur hara ke dalam perairan dan berpengaruh juga terhadap peningkatan kesuburan perairan.

Selain hal tersebut tingginya nilai Indeks Nygaard di Stasiun 2 ini, sejalan dengan nilai kecerahan yang tinggi, sehingga tingginya intensitas cahaya matahari di permukaan lebih banyak dibanding kolom air dan karekteristik stasiun ini lebih terbuka sehingga proses fotosintesis fitoplankton lebih tinggi. Menurut Efendi (2000) bahwa kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan, dimana kelimpahan fitoplankton menurun sesuai dengan berkurangnya intensitas cahaya yang masuk.

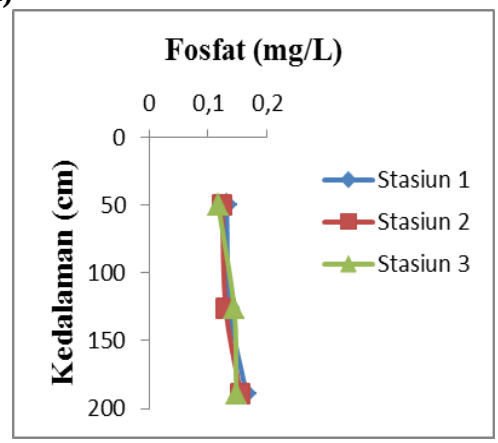
Pada Stasiun 2 di kedalaman (126 cm) dan kedalaman (189 cm) menunjukkan status trofik Danau Lubuk Siam semakin menurun, dengan status Indeks Nygaard yaitu mesotrofik. Hal ini disebabkan intensitas cahaya yang sampai di dasar sedikit dibandingkan di permukaan, sehingga meskipun secara umum konsentrasi nitrat dan fosfat di dasar lebih banyak dibanding permukaan tetapi karena intensitas cahaya yang kurang akibatnya jenis-jenis fitoplankton yang hidup semakin berkurang. Hal ini sesuai dengan pendapat Nybakken (1988) mengemukakan bahwa intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan menurun sejalan dengan bertambahnya kedalaman yang dapat mempengaruhi kehidupan fitoplankton. Kaitan nilai Indeks Nygaard dengan parameter kualitas air dapat dilihat pada Gambar 1.



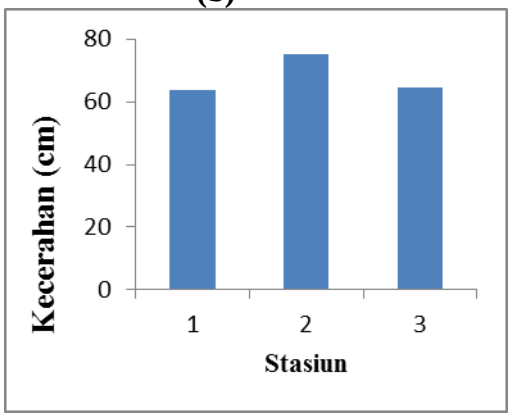
(a)



(b)



(c)



(c)

Gambar 1. Kaitan Nilai Indeks Nygaard Berdasarkan Kedalaman dengan Parameter Kualitas Air (a) Nilai Indeks Nygaard (b) Nitrat (c) Fosfat (d) Kecerahan.

Gambar 1 menunjukkan rendahnya nilai Indeks Nygaard di Stasiun 1 di permukaan (50 cm), kedalaman (126 cm), dan kedalaman (189 cm) berstatus mesotrofik. Hal ini dapat dilihat dari nilai nitrat dan fosfat , konsentrasi nitrat dan fosfat lebih tinggi dibandingkan stasiun yang lain. Tingginya konsentrasi nitrat dan fosfat di Stasiun 1 karena adanya aliran masuk dari Sungai Kampar yang diindikasikan membawa masukan-masukan unsur hara dari aktivitas kegiatan pertanian disepanjang sungai tersebut. Rendahnya kelimpahan fitoplankton (12.050 – 15.505 sel/L) yang didapat selama penelitian, diduga fitoplankton tidak teralu memanfaatkan nitrat dan fosfat. Hal ini disebabkan nilai kecerahan yang rendah pada Stasiun 1 ini dibandingkan pada stasiun yang lain. Rendahnya nilai kecerahan disebabkan sekitar lokasi terdapat perkebunan kelapa sawit dan berbagai pepohonan serta terdapat berbagai macam tumbuhan air seperti kangkung, sehingga penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan terhambat oleh pohon-pohon yang tumbuh di sekitar pinggiran danau, sehingga fitoplankton tidak dapat berfotosintesis dengan baik.

Menurut Effendi (2003), kecerahan merupakan salah satu parameter fisika yang menggambarkan ukuran transparansi dan sifat optik perairan terhadap transmisi cahaya. Pengukuran kecerahan perairan dapat ditunjukkan oleh *Secchi disk*, kedalaman *Secchi disk* berhubungan erat dengan intensitas sinar matahari yang masuk ke suatu perairan, rendahnya nilai kecerahan menyebabkan fotosintesis tidak dapat berlangsung secara maksimum. Tingkat kecerahan yang tinggi ini sangat berguna bagi fitoplankton untuk melakukan proses fotosintesis sehingga dapat berkembang dengan baik. Tingkat kecerahan yang rendah sangat mempengaruhi distribusi dan kelimpahan fitoplankton. Sedangkan berdasarkan jenis fitoplankton yang ditemukan di Stasiun 1 ini, jenis *Staurastum* yang lebih banyak dibanding jenis yang lain. Menurut Hutchinson (1996), jenis ini merupakan indikator pada perairan mesotrofik.

Selanjutnya jika nilai Indeks Nygaard selama penelitian

dihubungkan dengan Konsentrasi karbondioksida (CO_2) bebas selama penelitian berkisar dari 5,29-15,98 mg/L. Karbondioksida bebas tertinggi di Stasiun 1 dan terendah di Stasiun 2. Tingginya karbondioksida bebas di Stasiun 1 disebabkan pada stasiun tersebut fitoplankton yang ditemukan sedikit sehingga karbondioksida (CO_2) bebas lebih sedikit dimanfaatkan oleh fitoplankton. Rendahnya karbondioksida (CO_2) bebas di Stasiun 2 karena banyak dimanfaatkan oleh fitoplankton, dan tumbuhan air yang ada di stasiun tersebut.

Kadar karbondioksida di perairan dapat mengalami pengurangan, bahkan hilang, akibat proses fotosintesis, evavorasi, dan agitasi air. Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya mengandung kadar karbondioksida bebas < 5 mg/L. Kadar karbondioksida bebas sebesar 10 mg/L masih dapat ditolerir oleh organisme akuatik, asal disertai dengan oksigen yang cukup. Sebagian besar organisme akuatik masih dapat bertahan hidup hingga kadar karbondioksida mencapai 60 mg/L (Boyd, 1988). Berdasarkan hal tersebut maka kandungan karbondioksida bebas (CO_2*)* di Danau Lubuk Siam masih mendukung untuk organisme akuatik.

Konsentrasi oksigen terlarut yang diperoleh, menunjukkan tertinggi di Stasiun 2 dan terendah di Stasiun 1. Tingginya konsentrasi oksigen terlarut di Stasiun 2 ini disebabkan tingginya kelimpahan fitoplankton. Selanjutnya rendanya kosentrasi oksigen terlarut di Stasiun 1 ini karena kelimpahan fitoplankton lebih sedikit dibanding Stasiun 2. Menurut Andriani *dalam* Simon (2014) oksigen terlarut dalam air berasal dari hasil proses fotosintesis oleh fitoplankton atau tanaman air lainnya dan difusi dari udara.

Secara vertikal kelimpahan fitoplankton di Stasiun 1 berkisar 12.050 – 15.505 sel/L, di Stasiun 2 berkisar 13.905 – 18.120 sel/L dan di Stasiun 3 berkisar 13.140 – 16.865 sel/L. Kelimpahan fitoplankton pada semua stasiun penelitian tertinggi di permukaan dan terendah di dasar. Hal ini disebabkan fitoplankton sangat membutuhkan cahaya untuk proses fotosintesis sehingga

penyebaran fitoplankton secara vertikal sesuai dengan intensitas cahaya pada perairan yang menurun dengan pertambahan kedalaman. Menurut Efendi (2000) bahwa kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan, dimana kelimpahan menurun sesuai dengan berkurangnya intensitas cahaya yang masuk. Jadi kelimpahan fitoplankton pada permukaan lebih tinggi dibandingkan pada kedalaman (126 cm) dan kedalaman (189 cm).

Berdasarkan kelimpahan tersebut maka perairan Danau Lubuk Siam termasuk dalam kategori perairan yang tingkat kesuburannya mesotrofik – eutrofik, yaitu berkisar dari 12.050 – 18.120 sel/L. Hal ini sesuai dengan pendapat Rimper (2002) mengklasifikasikan tingkat kesuburan perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton terbagi atas 3 kelompok 1). Kelimpahan fitoplankton rendah <12.000 sel/L (Oligotrofik), 2). Kelimpahan sedang 12.500-17.000 sel/L (Mesotrofik), 3). Kelimpahan fitoplankton tinggi >17.000 sel/L (Eutrofik). Status trofik atau tingkat kesuburan berdasarkan kelimpahan fitoplankton dibandingkan dengan status trofik berdasarkan nilai Indek Nygaard menunjukkan bahwa status trofiknya sama yaitu mesotrofik-eutrofik.

Rata-rata kualitas air yang diamati selama penelitian antara lain: suhu, kedalaman, pH, oksigen, karbon dioksida masih dapat mendukung kehidupan organisme perairan.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian di perairan Danau Lubuk Siam Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar ditemukan 53 jenis fitoplankton yang terdiri dari kelas Desmidiaceae (11 jenis), kelas Myxophyceae (6 jenis), ordo Chlorococcales (23 jenis), ordo Centric diatom (6 jenis), Phenate diatom (5 jenis), divisi Euglenophyceae (2 jenis). Nilai Indeks Nygaard di Danau Lubuk Siam berkisar 2,1 – 2,83 yang menunjukkan bahwa status kesuburan perairan termasuk ke dalam tingkat kesuburan dari mesotrofik hingga eutrofik. Kualiatas air di Danau Lubuk Siam selama penelitian dapat mendukung kehidupan organisme fitoplankton.

Saran

Dari penelitian ini, penulis menyarankan perlu adanya penelitian lanjutan mengenai status trofik berdasarkan Indeks Nygaard di Danau Lubuk Siam dalam waktu yang lebih panjang dan saat tinggi muka air yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Boyd, C. E. 1979. Water Quality Management for Fish Pond Culture. Elseiver Scientifict Publishing Company. New York.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.

Hutchinson, G. E. 1967. A Treatise on Limnology. II. Introduction to Lake Biology and Limnoplankton. Jonh Wiley and Sons, Inc., New York. 1, 115.

Kasry, A dan N, E. Fajri, 2012. Manajemen Sumberdaya Perairan. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru (tidak diterbitkan).

Muchtar, M. 2012. Distribusi Zat Hara Fosfat, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Natuna. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 4 (2) : 304-317.

Nybakken, J. W. 1988. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis, Alih Bahasa: M. Ediman, Koesbiono, D. G, Begen dan M. Hutomo. Gramedia, Jakarta.

Prescott, G. W. 1970. How to Know the Freshwater Agae. WMC Brown Company Publisher, IOWA. 384.

Rawson, 1956. Alga Indicator of Trophic Lake Types. J. Fish Res. 1 (1): 18-25.

Rimper, J. 2002. Kelimpahan Fitoplankton dan Kondisi Hidroseanografi Perairan Teluk Manado. Makalah Pengantar Falsafah sains Program Pasca Sarjana S3, institut Pertanian Bogor. Bogor.

Sihombing, S. 2013. Profil Vertikal Fitoplankton di Danau Pinang Luar Desa Buluh Cina, Kecematan Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Skripsi. Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau (tidak diterbitkan).

Simon, 2014. Karakteristik Fosfat, Nitrat dan Oksigen Terlarut di Perairan Pulau Gangga dan Pulau Siladen, Sulawesi Utara. Jurnal Ilmiah Platax. 2 (2) : 74-84.

Vuren, S. J. V., J. Taylor., C. V. Ginkel dan A Gerber. 2006. Easy Identification Of The Most Common Freshwater Algae. A Guide for The Identification of Microscopic Algae in South African freshwaters. 0-621-35471-6.

Wiryanto, Totok G, Tandjung, SD, Sudibyakto. 2012. Kajian Kesuburan Perairan Waduk Gajah Mungkur Wonogiri Jurnal Ekosains 4(3): 1-10

Yuliana, E. M. Adiwilaga., E. Harris., dan N. T. M. Pratiwi. 2012. Hubungan Antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta. Jurnal Akuatik. III (2): 169-179.