

JURNAL

**TINGKAT KESUBURAN DANAU PEKAK DESA BULUH NIPIS
KECAMATAN SIAK HULU KABUPATEN KAMPAR BERDASARKAN
*TROPHIC STATES INDEX***

OLEH

DIO M SILALAH



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2019**

Trophic State of the Pekak Lake, Siak Hulu District, Kampar Regency Based on Trophic State Index

By:
Dio M Silalahi¹⁾, Madju Siagian²⁾, Asmika Harnalin Simarmata²⁾
Email: diosilalahi14@gmail.com

ABSTRACT

Many activities in the Pekak Lake contribute the input of organic and anorganic matter that affects the water quality, especially nutrient concentration in waters. A research aims to understand the trophic state of the Pekak Lake based on TSI has been conducted in March-April 2018. There were 3 stations, namely in the inlet, middle part of the lake and the end area of the lake. In each station, there are 2 sampling points, in the surface (0.2 m) and 2 Secchi depth (0.75 m). Sampling were conducted 3 times, once/week. Water quality parameters measured were total phosphate, chlorophyll-a, transparency, dissolved oxygen, CO₂, pH and temperature. Results shown that the total phosphate was 0.152-0.508 mg/L, chlorophyll-a 7.061-11.186 µg/L, transparency: 0.69-0.77 m, dissolved oxygen: 5.36-5.96 mg/L, CO₂: 8.81-16 mg/L, pH: 5, temperature: 27-30°C and TSI (Trophic State Index) value: 64.559-70.465. Based on TSI, the Pekak Lake can be categorized as moderate eutrophic-hypereutrophic.

Keywords: Kampar River, Eutrophic-hypereutrophic, Oxbow Lake, TSI

1) Student of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

2) Lecturer of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

**Tingkat Kesuburan Danau Pekak Desa Buluh Nipis Kecamatan Siak Hulu
Kabupaten Kampar Berdasarkan *Trophic States Index***

Oleh :

**Dio M Silalahi¹⁾, Madju Siagian²⁾, Asmika Harnalin Simarmata²⁾
Email: diosilalahi14@gmail.com**

Abstrak

Terdapat banyak aktivitas di Danau Pekak yang memberi masukan berupa bahan organik dan anorganik yang akan mempengaruhi kualitas air, terkhususnya konsentrasi unsur hara di perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status trofik Danau Pekak berdasarkan TSI yang dilakukan pada Maret-April 2018. Terdapat 3 stasiun, bagian saluran masuknya air, bagian tengah danau dan bagian ujung danau. Pada masing-masing stasiun ditentukan dua titik sampling yaitu pada permukaan (0.2 m) dan kolom air (0.75 m). Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali dengan perhitungan satu kali seminggu. Parameter kualitas air yang diukur antara lain, fosfat, klorofil-*a*, kecerahan, oksigen terlarut, karbondioksida bebas, pH dan suhu. Berdasarkan hasil penelitian diketahui total fosfat berkisar: 0,152-0,508 mg/L, klorofil-*a* berkisar: 7,061-11,186 µg/L, kecerahan berkisar: 0,69-0,77 m, oksigen terlarut: 5,36-5,96 mg/L, karbondioksida bebas: 8,81-16 mg/L, pH: 5, suhu: 27-30°C dan nilai TSI (*Trophic States Index*) berkisar: 64,559-70,465 dan dapat disimpulkan bahwa Danau Pekak tergolong eutrofik sedang - eutrofik berat.

Kata kunci: Sungai Kampar, eutrofik sedang - eutrofik berat. Danau Oxbow, TSI

1) Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

2) Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

PENDAHULUAN

Sungai Kampar termasuk salah satu sungai penting yang terdapat di Kabupaten Kampar. Panjang sungai tersebut kurang lebih 413,5 km, kedalaman rata-rata 7,7 m dan lebar rata-rata 143 m. Sungai tersebut hulunya di Provinsi Sumatera Barat dan bermuara di Pantai Timur Pulau Sumatera.

Sepanjang aliran Sungai Kampar terdapat beberapa danau yang terbentuk akibat terputusnya aliran sungai yang disebut dengan danau mati atau *oxbow*. Salah satu dari *oxbow* tersebut adalah Danau Pekak yang terdapat di Desa Buluh Nipis.

Danau Pekak merupakan salah satu danau *oxbow* yang terletak di Desa Buluh Nipis sumber airnya berasal dari air hujan dan limpasan air Sungai Kampar. Danau Pekak terbentuk karena terputusnya aliran Sungai Kampar. Pada saat ini di sekitar Danau Pekak terdapat aktivitas antara lain, perkebunan kelapa sawit, pasar tradisional dan pemukiman masyarakat. Aktivitas perkebunan kelapa sawit akan memberikan masukan bahan organik dan anorganik diantaranya pupuk yang digunakan pada lahan perkebunan masuk ke perairan danau melalui limpasan pada saat hujan. Demikian juga aktivitas pasar tradisional yang memberikan masukan bahan organik dan anorganik ke perairan. Masukan tersebut akan meningkatkan unsur hara dan mempengaruhi status trofik danau.

Ada beberapa pendekatan yang digunakan untuk menentukan status trofik perairan antara lain pendekatan fisika, kimia maupun biologi. Apabila menggunakan salah satu pendekatan seringkali hasil

yang diperoleh berbeda. Hal ini karena penggabungan pendekatan fisika atau kimia cepat berubah atau tidak stabil (Rawson, 1956). Selanjutnya dikemukakan ada beberapa indeks yang menggunakan kombinasi pendekatan antara lain kombinasi pendekatan kimia dan biologi yaitu TRIx, atau kombinasi pendekatan fisika, kimia dan biologi yaitu TSI. TRIx umumnya digunakan pada perairan pesisir sedangkan TSI umumnya digunakan di perairan umum.

Penelitian yang sumber airnya sama dengan Danau Pekak yang telah diteliti antara lain di Danau Lubuk Siam telah dilakukan penelitian mengenai Status Trofik berdasarkan *Trophic State Index* dan menyimpulkan perairan tersebut mesotrofik (Damanik, 2017). Di Danau Pekak belum pernah dilakukan penelitian mengenai status trofik dan mengingat sumber air dari Danau Pekak sama dengan sumber air Danau Lubuk Siam yaitu dari Sungai Kampar sehingga status trofik kedua danau tersebut tidak jauh berbeda. Untuk mengetahui dugaan tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai Status Trofik berdasarkan *Trophic State Index* di Danau Pekak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2018 di Danau Pekak Desa Buluh Nipis, Kecamatan Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Kegiatan penelitian dibagi dalam dua tahap, yaitu: kegiatan di lapangan dan di Laboratorium Produktivitas Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei, yaitu

melakukan pengamatan dan pengambilan sampel langsung di Danau Pekak, Kabupaten Kampar. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

Prosedur Penelitian

Stasiun pengamatan ditentukan menggunakan 3 stasiun sampling.

Lokasi Pengambilan Sampel

Stasiun 1 : berada di bagian *inlet* danau yang merupakan bagian saluran masuk air yang menghubungkan Danau Pekak dengan Sungai Kampar kanan. Posisi geografis stasiun ini terletak pada titik kordinat $0^{\circ}18'17,4\text{LU}$ $101^{\circ}35'10,3\text{BT}$.

Stasiun 2 : berada pada bagian likukan, stasiun ini merupakan perairan terbuka, di sekitar stasiun ini terdapat pasar tradisional, perkebunan kelapa sawit dan pemukiman penduduk. Posisi geografis stasiun ini terletak pada $0^{\circ}18'14\text{LU}$ - $101^{\circ}35'13\text{BT}$.

Stasiun 3 : berada pada bagian ujung danau, di stasiun ini terdapat banyak nelayan yang melakukan penangkapan ikan. Posisi geografis stasiun ini terletak pada $0^{\circ}19,19\text{LU}$ - $101^{\circ}35'5\text{BT}$.

Dari ketiga stasiun di Danau Pekak Desa Buluh Nipis, diperoleh nilai parameter penentu status trofik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rata-rata Parameter Total P, Klorofil-*a* dan Kecerahan Danau Pekak Desa Buluh Nipis

Stasiun	Titik Sampling (cm)	Total P (mg/L)	Klorofil- <i>a</i> $\mu\text{g/L}$	Kecerahan (cm)
1	20	0,29	8,965	68,5
	75	0,307	7,615	68,5
2	20	0,484	11,186	76,83
	75	0,508	8,647	76,83
3	20	0,152	9,111	71,66
	75	0,179	7,061	71,66

Menurut Goldman dan Horne (1983) kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi total P dibagi atas lima tingkatan yaitu : 0,000-0,020 mg/L merupakan perairan yang tingkat kesuburan sangat rendah (ultra-oligotrofik), 0,021-0,050 mg/L tingkat kesuburan rendah (oligotrofik), 0,051-0,100 mg/L merupakan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik), 0,110-0,200 mg/L kesuburan tinggi (eutrofik) dan >0,200 mg/L tingkat kesuburan terlalu tinggi (hipertrofik). Dalam

penelitian ini konsentrasi total-P di Danau Pekak berkisar : 0,152-0,508 mg/L. Jika konsentrasi total-P dalam penelitian ini dibandingkan dengan pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa perairan danau pekak pada perairan eutrofik hingga hipertrofik.

Konsentrasi klorofil-*a* selama penelitian di Danau Pekak berkisar : 7,061-11,186 $\mu\text{g/L}$, dimana tertinggi di Stasiun 2 dan terendah di Stasiun 3. Tingginya konsentrasi klorofil-*a* di Stasiun 2 disebabkan kelimpahan fitoplankton yang tinggi. Ini sesuai

dengan pendapat Aripin (2009) bahwa kandungan klorofil-*a* pada fitoplankton di perairan menggambarkan jumlah fitoplankton dalam suatu perairan. Oleh karena itu jika kelimpahan fitoplankton tinggi, maka konsentrasi klorofil-*a* juga tinggi karena klorofil-*a* merupakan pigmen utama yang terdapat pada semua fitoplankton. Sedangkan rendahnya klorofil-*a* di Stasiun 3 disebabkan kelimpahan fitoplankton yang rendah (Tabel 1).

Konsentrasi klorofil-*a* yang diperoleh selama penelitian berkisar 7,060-11,186 µg/L maka perairan Danau Pekak Desa Buluh Nipis dikategorikan ke dalam perairan mesotrofik hingga eutrofik. Hal ini sesuai dengan pendapat OECD dalam Soeprbowowati dan Suedy (2010) menyatakan bahwa kriteria pembagian kondisi perairan didasarkan pada kandungan klorofil-

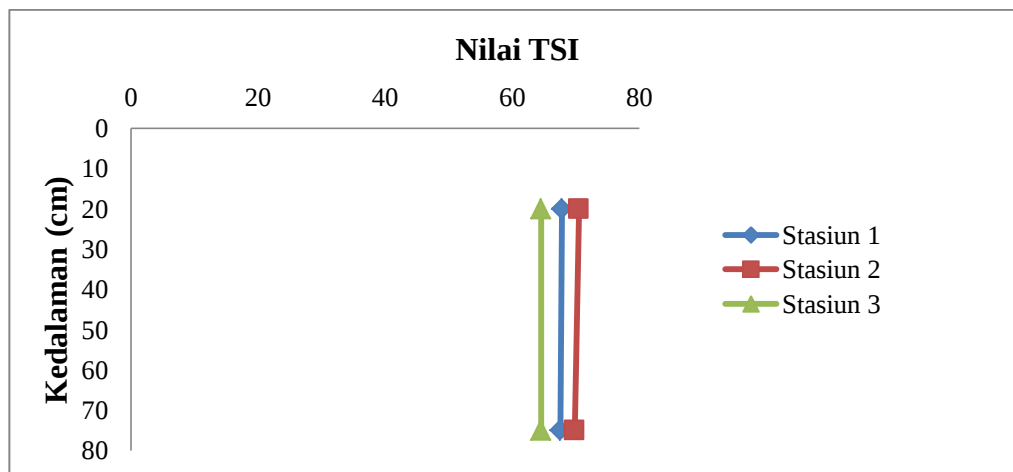
Status Trofik Danau Pekak Danau Buluh Nipis

Status trofik Danau Pekak Desa Buluh Nipis berdasarkan TSI (*Trophic State Indeks*) yang dikemukakan oleh Carlson (1977) berkisar 64,52-70,46 dimana terendah di Stasiun 1 dan tertinggi di Stasiun 2 (Gambar 1). Tingginya nilai TSI di Stasiun 2 karena tingginya konsentrasi total P, klorofil-*a* dan kecerahan baik di permukaan maupun kolom air (Tabel 1). Tingginya klorofil-*a* dan Total P di Stasiun 2 sehubungan

a adalah sebagai berikut : perairan dengan konsentrasi klorofil-*a* $0 \leq 2,5$ µg/L dikategorikan perairan oligotrofik, konsentrasi klorofil-*a* $2,5 \leq 8$ µg/L dikategorikan mesotrofik dan perairan dengan konsentrasi klorofil-*a* > 8 µg/L dikategorikan ke dalam perairan eutrofik.

Kecerahan selama penelitian berkisar 68,5-76,83 cm, dimana kecerahan tertinggi di Stasiun 2 dan terendah di Stasiun 1. Tingginya kecerahan di Stasiun 2 disebabkan stasiun ini pepohonan di pinggir danau relatif tidak ada, sehingga penetrasi cahaya tidak terhambat masuk ke perairan. Sedangkan rendahnya kecerahan di Stasiun 1 disebabkan adanya tubuhan air yang menghambat penetrasi cahaya ke perairan.

dengan posisi stasiun yang dekat dengan berbagai aktivitas seperti pemukiman dan pasar tradisional. Diduga ada masukan berupa limpasan dari aktivitas perkebunan sawit serta limbah dari pemukiman penduduk dan pasar tradisional yang mempengaruhi konsentrasi unsur hara di perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat Rawson (1956) dan Rosalina (2007) Tingginya unsur hara mempengaruhi kelimpahan fitoplankton sehingga berdampak pada meningkatnya konsentrasi klorofil-*a*.



Gambar 1. Nilai TSI Danau Pekak Desa Buluh Nipis

Stasiun 2 tidak terdapat tumbuhan air sehingga penetrasi cahaya yang masuk ke perairan tinggi. Cahaya mempengaruhi tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton karena dibutuhkan dalam proses fotosintesis (Sayekti *et al.*, 2015). Sedangkan nilai TSI terendah di Stasiun 3. Rendahnya nilai TSI di Stasiun 3 karena total P, klorofil-*a* dan kecerahan lebih rendah dari stasiun lain. Rendahnya konsentrasi klorofil-*a* dan Total P di stasiun ini disebabkan sedikitnya masukan bahan organik ke stasiun ini. Ini terlihat dari konsentrasi unsur hara yang relatif kecil di stasiun ini dibanding stasiun lain. Jika dibandingkan nilai TSI di permukaan dan kolom air, nilai TSI di permukaan relatif lebih besar dibanding dengan di kolom air. Hal ini karena parameter penentu TSI adalah kecerahan, konsentrasi klorofil-*a* dan total P, dimana nilai konsentrasi klorofil-*a* di permukaan relatif lebih besar dibanding kolom air (Tabel 1).

Nilai TSI dan kriteria status trofik dapat dilihat di Tabel 2 berikut. Jika dibandingkan antar stasiun, nilai TSI antar stasiun berbeda. Carlson (1977) menyatakan

nilai TSI berkisar 60-70 status eutofik sedang dan nilai TSI 70-80 status eutofik berat. Merujuk pada pendapat tersebut, maka kondisi perairan Danau Pekak selama penelitian eutofik sedang-berat (Tabel 2).

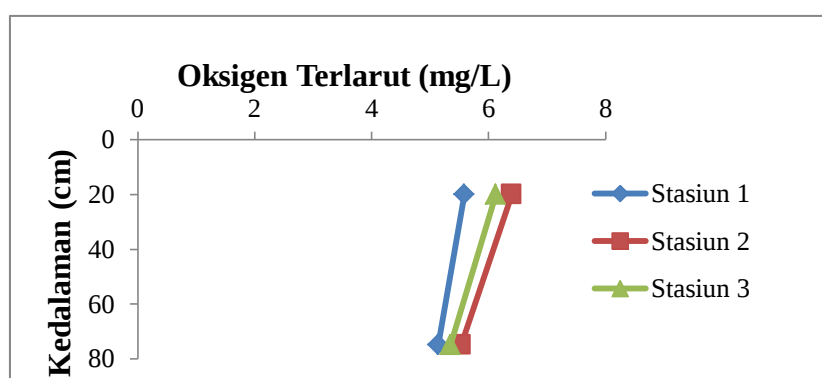
Jika dibandingkan dengan status trofik dapat dilihat bahwa status trofik Danau Pekak, hanya di Stasiun 2 permukaan yang eutofitk berat. Hal ini terjadi karena posisi Stasiun 2 yang dekat dengan berbagai aktivitas, akibatnya konsentrasi klorofil-*a* di stasiun paling tinggi dibanding stasiun lain. Berdasarkan data selama penelitian, yang menjadi penentu status kesuburan di Danau Pekak adalah konsentrasi klorofil-*a*.

Tabel 2. Nilai TSI (Carlson, 1977) dan Kriteria Status Trofik Danau Pekak

Kedalaman (cm)	Stasiun		
	1	2	3
20	67,83 (eutrofik sedang)	70,46 (eutrofik berat)	64,56 (eutrofik sedang)
75	67,56 (eutrofik sedang)	69,86(eutrofik sedang)	64,52 (eutrofik sedang)

Apabila nilai TSI selama penelitian dihubungkan dengan konsentrasi oksigen terlarut, terlihat bahwa pada saat nilai TSI tinggi di permukaan Stasiun 2, konsentrasi oksigen terlarut juga tinggi. Hal ini karena klorofil-*a* di Stasiun 2 tinggi kelimpahan fitoplankton tinggi akibatnya oksigen terlarut di stasiun ini tinggi (Gambar 2). Selanjutnya dari Gambar 2 menunjukkan semakin bertambah kedalaman konsentrasi oksigen terlarut semakin menurun. Hal ini terjadi karena semakin bertambah kedalaman intensitas cahaya matahari semakin berkurang sehingga proses fotosintesis oleh fitoplankton semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Siagian *et al.*, (2013) yang mengemukakan

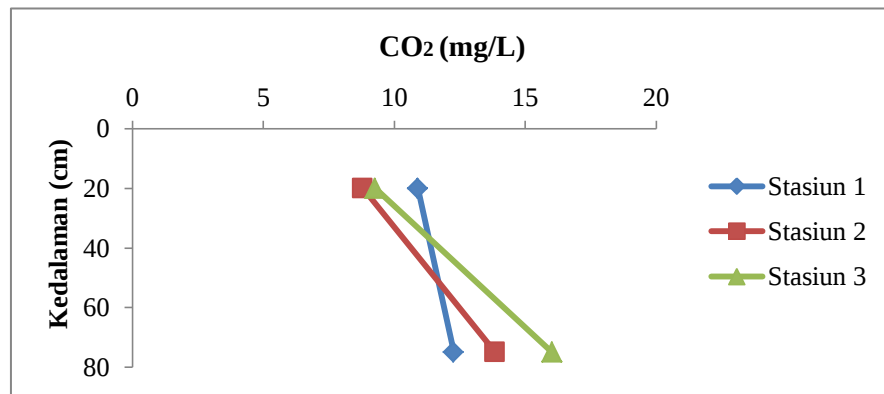
semakin bertambah kedalaman kelimpahan fitoplankton semakin menurun. Konsentrasi oksigen terlarut di Danau Pekak berkisar 5,36-5,96 mg/L. Konsentrasi tersebut masih mendukung kehidupan organisme akuatik di danau tersebut. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Wardoyo *dalam* Prakoso (2016) bahwa kisaran oksigen terlarut yang dapat mendukung kehidupan organisme perairan secara normal tidak kurang dari 4 mg/L.



Gambar 2. Rata-rata Oksigen Terlarut Danau Pekak

Apabila nilai TSI dihubungkan dengan karbondioksida bebas, terlihat bahwa pada saat nilai TSI tinggi di permukaan Stasiun 2, konsentrasi karbondioksida bebas rendah. Hal ini karena pada saat nilai

TSI tinggi, konsentrasi klorofil-*a* tinggi atau kelimpahan fitoplankton tinggi. Akibatnya pemanfaatan CO₂ akan meningkat dan konsentrasi CO₂ di perairan akan kecil (Gambar 3).



Gambar 3. Rata-rata Karbondioksida Bebas Danau Pekak

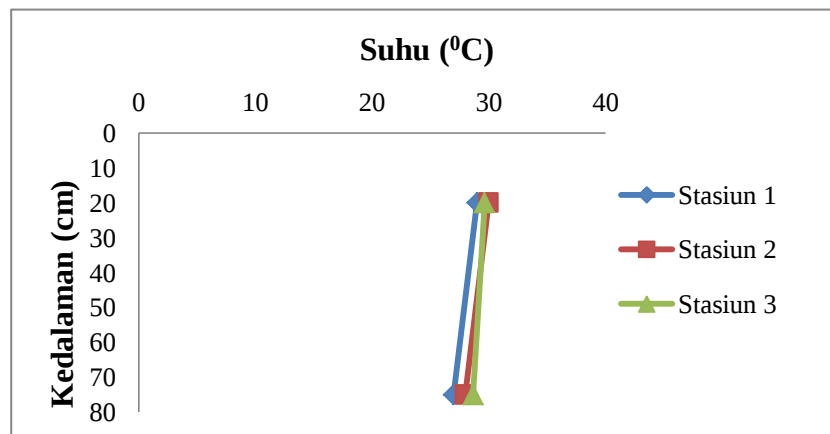
Konsentrasi rata-rata karbondioksida bebas selama penelitian di perairan Danau Pekak berkisar 8,81-16 mg/L. Bila dilihat profil vertikal karbondioksida bebas, dimana meningkat dengan semakin bertambah

kedalaman maka karbondioksida semakin tinggi. Hal ini karena respirasi terjadi disemua kolom air sedangkan fotosintesis berkurang dengan bertambahnya kedalaman.

Parameter Kualitas Air Pendukung Suhu

Suhu di perairan Danau Pekak Desa Buluh Nipis selama penelitian berkisar 27-30°C. Suhu permukaan selama penelitian berkisar 29-30°C dan pada kolom air suhu selama penelitian berkisar 27-28°C. Suhu permukaan lebih tinggi

dibandingkan suhu kolom air. Hal ini karena semakin bertambahnya kedalaman suatu perairan intensitas cahaya yang masuk akan semakin berkurang. Hal ini sesuai dengan pendapat Kordi *et al.*, (2010) yang menyatakan penetrasi cahaya matahari pada air yang dangkal lebih tinggi sehingga suhu perairan akan lebih tinggi.



Gambar 4. Rata-rata Suhu Danau Pekak

Danau Pekak tidak terjadi stratifikasi suhu yang menyebabkan

termoklin. Hal ini karena suhu perairan tropis relatif stabil

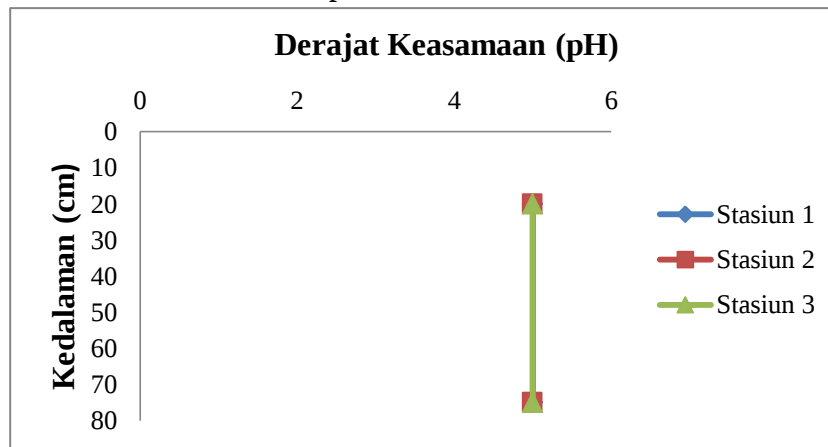
sepanjang tahun. Boyd *dalam* Purba (2014) menyatakan bahwa suhu perairan di daerah tropis berkisar 25-32°C masih layak untuk kehidupan organisme di perairan. Jika dikaitkan

dengan pendapat tersebut, maka berdasarkan suhu, perairan Danau Pekak masih mendukung kehidupan organisme akuatik perairan.

Derajat Keasamaan

Nilai derajat keasamaan (pH) yang didapatkan selama penelitian di Danau Pekak Desa Buluh Nipis

adalah 5. Derajat keasamaan (pH) Danau Pekak Desa Buluh Nipis selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rata-rata Derajat Keasamaan (pH) Danau Pekak

Rendahnya pH di Danau Pekak diduga karena Danau Pekak terletak di sekitar rawa gambut. Simarmata *et al.*, (2016) menyatakan bahwa perairan yang mendukung kehidupan organisme adalah perairan yang mempunyai nilai pH berkisar 5-9.

Nilai pH perairan pada penelitian adalah 5. Jika dibandingkan dengan pendapat di atas maka nilai pH di perairan Danau Pekak masih layak untuk kehidupan organisme.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian status trofik menggunakan Indeks TSI (*Trophic State Indeks*) di perairan Danau Pekak Desa Buluh Nipis Kabupaten Kampar bulan

April-Mei memiliki nilai TSI berkisar rata-rata 64,559-70,465 atau tergolong eutrofik sedang hingga eutrofik berat. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian (derajat keasamaan, oksigen terlarut, karbondioksida bebas dan suhu) dapat mendukung kehidupan organisme akuatik di perairan.

Saran

Bahan organik merupakan unsur hara yang mempengaruhi tingkat kesuburan perairan. Pada penelitian ini tidak diukur bahan organik yang masuk ke perairan. Maka disarankan untuk melakukan penelitian mengenai bahan organik yang masuk ke Danau Pekak.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, R. 2009. Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-*a*) dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas, Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor (Tidak Diterbitkan).
- Carlson, R.E. 1977. A Trophic State Index For Lakes Limnology and Oceanography. 22 (2): 361-369.
- Damanik, R. 2017. Keadaan Tropik Danau Lubuk Siam, Kecamatan Siak Hulu, Kabupaten Kampar Berdasarkan TSI. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak Diterbitkan).
- Goldman, C.R and A. J Horne. 1983. Limnology. Mc. Graw Hill International Book Company. New York.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Kordi, M.G.H dan A. B. Tancung. 2010. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan . Rineka Cipta. Jakarta.
- Prakoso, D. 2016. Kondisi Kualitas Air Danau Tajwid di Kecamatan Langgam Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak Diterbitkan).
- Purba, P. N. 2013. Pengantar Dinamika Oseanografi. Laboratorium Hidro-Oseanografi. Universitas Padjadjaran. Bandung. (Tidak diterbitkan).
- Rawson, D.S. 1956. Alga Indicators of Trophic Lake Types. Jurnal Fish Rex. 1(1): 18-25.
- Rosalina. 2007. Distribusi Nitrat Secara Vertikal di Danau Lubuk Siam Desa Lubuk Siam Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak diterbitkan).
- Sayekti, R. W.,E. Yuliani, M. Bisri, P.T.Juwono,L. Prasetyorini, F. Sonia dan A. P. Putri. 2015. Evaluasi Kualitas dan Status Trofik Air Waduk Selorejo Akibat Erupsi Gunung Kelud Untuk Budidaya Perikanan. Jurnal Pengairan. 6 (1) : 133-145.
- Siagian, M dan H, A., Simarmata. 2013. Profil Vertikal Oksigen Terlarut di Danau Oxbow Pinang Luar (*Oxbow Lake*), Kecamatan Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Jurnal Akuatika,VI. (1) : 87-94.
- Simarmata. A., H. C. Sihotang, dan M.Siagian. 2016. Buku Ajar

- Limnologi UR Press.
Pekanbaru.
- Soeprobawati, T. R dan S. W. A. Suedy. 2010. Status Trofik Danau Rawa Pening dan Solusi Pengelolaannya. Jurnal Sains dan Matematika (JSM). 18 (4).
- Tammi, T. 2015. Analisis Status Trofik di Teluk Pegametan Kabupaten Buleleng Bali. Thesis. Sekolah Pasca Sarjana. IPB. Bogor. (Tidak diterbitkan).