

**Trophic State of The Lubuk Siam Lakes, Siak Hulu District, Kampar
Regency Based on The TSI (*Trophic State Index*)**

By:

**Rensi Adolina Damanik¹, Clemens Sihotang², Madju Siagian²
Email: rensiadolinadamanik@yahoo.com**

Abstract

TSI is one of methods used to determine the trophic state of waters. The TSI was calculated based on physical, chemical and biological parameters and it is more representative for analyzing the trophic state of waters. This research was conducted in February-March 2017 and it aims to understand the trophic state of the Lubuk Siam lake. There were three sampling stations namely Station 1 (inlet), Station 2 (pen cage area), and Station 3 (outlet). In each station, there were three sampling points, in the surface (50 cm), 2 *secchi* depth (150 cm) and 3 *secchi* depth (220 cm). Samplings were done once/week for 3 weeks period. Water quality parameter measured were chlorophyll-a, total phosphorus, transparency, temperature, pH, nitrate, and free carbondioxide. Trophic status was calculated based on Carlson's Trophic State Index (TSI). Result shown that the transparency was 63-89 cm, total phosphorus 0.01–0.23 mg/L, chlorophyll-a 10.27-72.52 µg/L, depth 300-700 cm, temperature 27.6-31.1 °C, pH 6.7-7.5 dissolved oxygen 4.098-8.264 mg/L, free carbondioxide 3.902 – 15.981 mg/L and nitrate 0.054-0.241 mg/L. Based on Carlson's TSI value, the Lubuk Siam Lake can be categorized as mesotrophic to light eutrophic.

Keywords : Lubuk Siam, Lakes, *Trophic State Index*, *Water Quality*

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

PENDAHULUAN

Danau merupakan salah satu contoh perairan lentik atau menggenang yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum untuk manusia, maka keberadaannya harus dilestarikan. Danau Lubuk Siam merupakan salah

satu oxbow di Kabupaten Kampar, tepatnya di Desa Lubuk Siam, Kecamatan Siak Hulu dengan luas permukaan ± 60.300 m² (Kasry, 2006). Danau Lubuk Siam memiliki potensi perikanan sehingga dimanfaatkan oleh masyarakat yang

tinggal di sekitar danau untuk menangkap ikan.

Danau Lubuk Siam ini memiliki peranan penting bagi masyarakat Lubuk Siam karena di danau ini terdapat aktivitas yang berkaitan dengan kehidupan masyarakat Lubuk Siam itu sendiri. Aktivitas yang terdapat di sekitar danau tersebut adalah perkebunan kelapa sawit. Di perairan danau tersebut terdapat kegiatan budidaya, dan kegiatan MCK (Mandi Cuci Kakus). Adanya aktivitas-aktivitas di sekitar danau dan dalam danau tersebut dapat memberi masukan-masukan berupa bahan anorganik dan organik yang dapat mempengaruhi kadar fosfat dan nitrat di Danau Lubuk Siam.

Peningkatan kadar fosfat dan nitrat menyebabkan kelimpahan fitoplankton meningkat sehingga kadar klorofil-*a* juga meningkat karena klorofil-*a* terdapat pada

fitoplankton yang dapat menyebabkan perubahan status trofik danau tersebut.

Berdasarkan penelitian Zaki (2014) di Danau Pinang Dalam, status trofik danau tersebut termasuk oligotrofik dilihat dari kadar nitrat. Danau Lubuk Siam dan Danau Pinang Dalam merupakan danau yang terbentuk akibat terputusnya aliran sungai Kampar, sehingga diduga status trofik Danau Lubuk Siam tidak jauh berbeda dengan danau Pinang Dalam. Peneliti-peneliti terdahulu menentukan Status Trofik suatu perairan hanya melihat dari parameter-parameter tertentu yaitu kecerahan, total P dan klorofil-*a*.

Status trofik berdasarkan *Tropic State Index* (TSI) ini merupakan penentuan yang menggabungkan beberapa parameter yaitu total P (zat penting bagi pertumbuhan

alga), konsentrasi klorofil-*a* (gambaran jumlah kehadiran alga di perairan) serta tingkat kecerahan air. Adanya penggabungan ketiga parameter tersebut diperoleh nilai status trofik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - Maret 2017 di Danau Lubuk Siam Desa Lubuk Siam Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar. Pengukuran kualitas air yaitu suhu, kecerahan, kedalaman, pH, karbondioksida bebas dan oksigen terlarut dilakukan di lapangan sedangkan pengukuran nitrat, klorofil-*a*, total P dilakukan di Laboratorium Produktivitas Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Sedangkan total P dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.

Alat yang digunakan adalah *Coolbox*, *water sampler*, meteran,

termometer, *Secchi disk*, botol sampel, *vacuum pump*, botol BOD, pH meter, pipet tetes, gelas ukur, corong, kertas whatman No. 42, kertas milipore, tabung reaksi, erlenmeyer, *sentrifuge*, penggerus, *tissue grinder*, *autoclave*, *reduktor cd-cu* dan alat tulis. Peralatan tambahan antara lain kamera digital untuk dokumentasi di lapangan maupun di laboratorium serta sampan/perahu untuk pengambilan sampel di lapangan dan GPS untuk penentuan titik koordinat stasiun.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain $MnSO_4$, NaOH-KI, H_2SO_4 pekat, Na-thiosulfat, amilum, indikator PP 0,2%, Na_2CO_3 , kertas Whatman No. 42, larutan EDTA 0.01M, Sulfanilamid, N-Naphthyl, kertas Milipore, aluminium foil, aseton 90%, aquades, H_2SO_4 , HNO_3 ,

NaOH, K(SbO) tartat, Ammonium molybdate, asam askorbat.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei, yaitu melakukan pengamatan dan pengambilan sampel langsung di Danau Lubuk Siam Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari data lapangan berupa data kualitas air yang diukur dan diamati di lapangan yaitu oksigen terlarut, pH, suhu, kecerahan sedangkan total Fosfat dan klorofil-a dan nitrat dianalisis di Laboratorium. Data sekunder berupa literatur yang mendukung penelitian.

Penentuan lokasi pengambilan sampel ditentukan 3 stasiun yaitu terletak di daerah saluran air masuk (*inlet*), daerah tengah danau, dan daerah ujung danau (*outlet*). Sampling masing-masing lokasi

dilakukan secara vertikal yang ditetapkan berdasarkan nilai kecerahan atau kedalaman *Secchi*. Menurut Asmika *et al.*, (2016) kedalaman penetrasi cahaya di perairan adalah 2-3 kali kedalaman *secchi*. Oleh karena itu maka dapat ditentukan nilai kecerahannya dan dari nilai kecerahan tersebut dapat ditentukan titik samplingnya yaitu permukaan (50 cm), 2 kedalaman *secchi* (126 cm) dan 3 kedalaman *secchi* (189 cm)

Metode Penentuan Status Trofik

Pendugaan status kesuburan dihitung menggunakan aplikasi TSI (*Trophic State Index*) oleh Carlson (1977). TSI menggunakan data beberapa parameter yaitu kecerahan, total P dan klorofil-a. Dari hasil pengukuran ketiga parameter tersebut ditentukan nilai TSI rata-rata dengan rumus berikut:

$$\text{TSI (SD)} = 60 - 14,41 \ln(\text{SD})$$

$$\text{TSI (TP)} = 4,15 + 14,42 \ln(\text{TP})$$

$$\text{TSI (CHL)} = 30,6 + 9,81 \ln(\text{CHL})$$

$$\text{TSI rerata} = \frac{\text{TSI(SD)} + \text{TSI(CHL)} + \text{TSI(TP)}}{3}$$

Keterangan:

SD = Secchi disk (m)

CHL = Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$)

TP = Total P ($\mu\text{g/L}$)

Carlson (1977) mengelompokkan status tropik berdasarkan nilai TSI yaitu : ultra oligotrofik (<30), oligotrofik (30 – 39), mesotrofik (40 – 49), eutrofik ringan (50 – 59), eutrofik sedang (60 – 69), eutrofik berat (70 – 79) dan hipereutrofik (>80).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Kampar sebagian besar merupakan daerah perbukitan yang berada di sepanjang Bukit Barisan. Danau tersebut terletak pada ketinggian 200 – 300 m di atas permukaan laut, beriklim tropis dengan suhu rata – rata 31 – 32⁰C. Danau Lubuk Siam luasnya \pm 28 ha (panjang 4 km, lebar 50 m), kedalaman rata-rata 3,4 m. Pada musim hujan biasanya permukaan air meluap sehingga kedalaman rata-rata bisa mencapai 5,6 m.

Danau Lubuk Siam memiliki potensi perikanan sehingga

dimanfaatkan oleh masyarakat yang tinggal di sekitar danau untuk budidaya ikan dan menangkap ikan. Budidaya ikan yang dilakukan di danau tersebut adalah Keramba Tancap.

Ikan-ikan yang dibudidayakan adalah ikan patin (*Pangasius pangasius*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan yang dibudidayakan tersebut dipelihara untuk pembesaran dan diperdagangkan di Pasar Teratak Buluh. Pada penangkapan ikan, alat tangkap yang digunakan di Danau Lubuk Siam ini adalah jaring dan lukah. Ikan-ikan yang tertangkap di danau tersebut ini yaitu Ingir-ingir (*Mystus nigriceps*), Subahan (*Puntius bulu*), Sipaku (*Cyclocheilichthys apogon*), Tambakan (*Helestoma temminckii*), Motan Biasa (*Labiobarbus ocellatus*), Selais Ompok (*Ompok hypophthalmus*),

Katung (*Pristolepis grooti*), dan Motan Kepala Besar (*Thynnichthys thynnoides*). Alat transportasi yang digunakan dalam penangkapan ikan adalah sampan. Air yang masuk ke Danau Lubuk Siam bersumber dari Sungai Kampar pada saat musim hujan. Hal ini dapat menyebabkan adanya perbedaan tinggi muka air pada musim yang berbeda.

Status Trofik Perairan Danau Lubuk Siam

Parameter yang diukur dalam menentukan Status trofik perairan

Danau Lubuk Siam menggunakan aplikasi TSI (*Trophic State Index*) Carlson (1977) adalah kecerahan, total P dan klorofil-*a*. Data pengukuran kecerahan, total P dan klorofil-*a* dapat dilihat pada Lampiran 4. Dari Lampiran 4 dapat diperoleh hasil rata-rata yang digunakan dalam TSI dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Rata-rata Masing-masing Parameter dalam TSI Selama Penelitian di Danau Lubuk Siam Berdasarkan Kedalaman

Stasiun	Titik Sampling(cm)	Parameter		
		Total P($\mu\text{g/L}$)	Klorofil- <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$)	Keccerahan (m)
1	Permukaan(50)	51,50	65,05	45,14
	2x <i>Secchi</i> (126)	54,71	60,84	
	3x <i>Secchi</i> (189)	47,35	55,57	
2	Permukaan(50)	66,73	67,91	45,27
	2x <i>Secchi</i> (126)	60,56	64,64	
	3x <i>Secchi</i> (189)	59,56	61,34	
3	Permukaan(50)	56,09	67,00	45,19
	2x <i>Secchi</i> (126)	57,52	62,29	
	3x <i>Secchi</i> (189)	59,56	57,32	

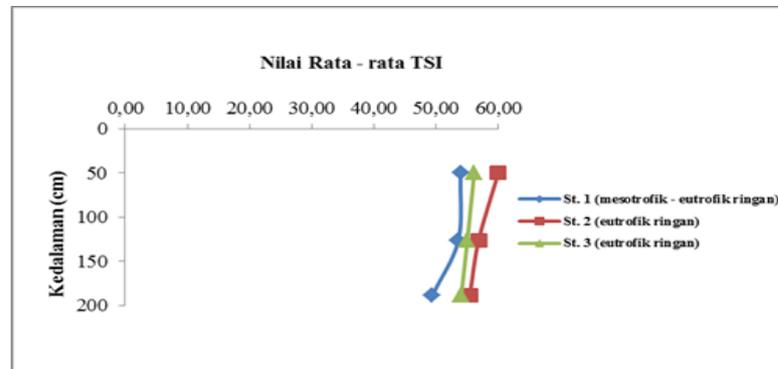
Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa total P dan klorofil-*a* semakin menurun seiring bertambahnya kedalaman kecuali pada Stasiun 3,

hal ini diduga karena Stasiun 3 ini merupakan *outlet*, dimana sumber total P ini berasal dari limbah antropogenik manusia. Secara umum Klorofil-*a* semakin bertambah kedalaman semakin rendah dan tinggi di permukaan. Tingginya konsentrasi klorofil-*a* di permukaan perairan dihubungkan dengan kelimpahan fitoplankton. Di permukaan konsentrasi nutrisi rendah karena dimanfaatkan oleh fitoplankton dalam proses fotosintesis sehingga nutrisi optimal untuk menghasilkan karbohidrat dan oksigen dalam perairan.

Nilai klorofil-*a* rata-rata tertinggi terdapat pada Stasiun 2. Hal ini disebabkan stasiun tersebut kondisinya adalah perairan terbuka sehingga cahaya menembus ke dalam perairan sehingga proses fotosintesis dapat berjalan dengan baik. Dilihat dari nilai kecerahan, Stasiun 1

memiliki tingkat rata-rata kecerahan terendah selama penelitian yaitu 45,14 cm (Tabel 4). Tingkat kecerahan pada stasiun ini rendah disebabkan karena banyaknya partikel tersuspensi dan keadaan cuaca saat sampling serta tumbuhan air di sekitar stasiun yang menghalangi penetrasi cahaya matahari masuk ke dalam perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003) bahwa kemampuan cahaya matahari sampai di perairan disebabkan oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran kecerahan. Dari ketiga parameter yang dihitung dalam TSI maka hasil pengukuran kualitas air dapat mempengaruhi status trofik perairan danau. Penentuan nilai status trofik berdasarkan TSI dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 5. Dari

Lampiran 5 dapat dilihat nilai TSI menunjukkan mesotrofik-eutrofik Danau Lubuk Siam berkisar antara ringan untuk lebih jelasnya dapat 49,36-59,97. Jadi status trofiknya dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Status Trofik Danau Lubuk Siam Selama Penelitian Berdasarkan Nilai TSI Berdasarkan Kedalaman

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai TSI semakin bertambah kedalaman semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambah kedalaman, maka status trofik Danau Lubuk Siam semakin menurun. Dari Lampiran 5 dapat dilihat bahwa Stasiun 1 nilai TSI berkisar 49,36-54,97 yaitu mesotrofik-eutrofik Ringan, Stasiun 2 berkisar 55,40-59,97 yaitu eutrofik ringan dan Stasiun 3 berkisar 54,02-56,10 yaitu eutrofik ringan. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan indeks TSI seluruh stasiun dengan 3 titik kedalamannya memiliki status trofik yang berbeda. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi dari ketiga parameter yang diukur dalam TSI. Ketiga parameter dalam TSI ini memiliki hubungan erat terhadap status trofik dan dijadikan sebagai

indikator penentu kesuburan perairan (Carlson, 1977).

Stasiun 2 lebih tinggi dari pada Stasiun lainnya. Status trofik pada Stasiun ini pada permukaan sangat tinggi yaitu 59,97 (eutrofik ringan) hal ini sesuai dengan nilai klorofil-*a*, total P (Tabel 5) dan oksigen terlarut (Lampiran 3) yang tinggi di permukaan. Konsentrasi total P yang tinggi pada Stasiun ini diduga karena adanya pengaruh dari aktivitas yang berada disekitar Stasiun 2 dan Stasiun 2 ini dekat dengan aktivitas budidaya keramba tancap yang menghasilkan masukan ke perairan berupa bahan organik dan anorganik seperti feses dan sisa pakan.

Stasiun 3 merupakan stasiun dengan nilai TSI tinggi dibandingkan dengan Stasiun 1 yaitu berkisar 54,02 - 56,09 berstatus eutrofik ringan. Nilai TSI tinggi terdapat di permukaan yaitu 56,09 (eutrofik

ringan) hal ini disebabkan karena konsentrasi klorofil-*a* dan konsentrasi oksigen terlarut yang tinggi di permukaan. Konsentrasi klorofil-*a* yang tinggi disebabkan karena kelimpahan fitoplankton yang tinggi pada setiap permukaan (Lampiran 6) dan tingginya konsentrasi oksigen terlarut (Lampiran 3) pada Stasiun ini karena proses fotosintesis dapat berlangsung dengan baik serta dengan rendahnya suhu perairan tersebut. Hal ini didukung oleh Henderson-Seller and Markland *dalam* Manurung (2014) oksigen terlarut berkurang dengan semakin meningkatnya suhu, bertambahnya kedalaman, dan berkurangnya tekanan atmosfer .

Stasiun 1 merupakan stasiun dengan nilai TSI terendah dibandingkan dengan stasiun lainnya yaitu berkisar 49,36-54,97 yang berstatus mesotrofik sampai eutrofik

ringan. Hal ini sejalan dengan konsentrasi klorofil-*a* dan total P yang rendah dibandingkan dengan Stasiun lainnya. Rendahnya konsentrasi total P disebabkan karena pada Stasiun 1 ini banyak dijumpai tumbuhan air yang memanfaatkan nutrisi. Selain hal tersebut, dapat disebabkan rendahnya kecerahan sehingga proses fotosintesis kurang efisien. Proses fotosintesis yang kurang efisien ini menyebabkan kelimpahan fitoplankton rendah. Hal ini sesuai dengan Nybakken *dalam* Fahmi (2010), menyatakan bahwa kecerahan merupakan faktor yang sangat menentukan tingkat produktivitas primer perairan. Berdasarkan konsentrasi klorofil-*a* yang diperoleh selama penelitian berkisar 12,75-44,85 µg/L (Lampiran 4). Ryding dan Rast *dalam* Manurung (2014) menyatakan, jika konsentrasi klorofil-*a* untuk perairan

oligotrofik adalah $<8,0 \mu\text{g/L}$, mesotrofik $8-25 \mu\text{g/L}$ dan eutrofik sebesar $25-75 \mu\text{g/L}$. Dengan demikian jika dilihat dari nilai Klorofil-*a*, Danau Lubuk Siam tergolong eutrofik. Berdasarkan konsentrasi total P yang diperoleh selama penelitian berkisar $0,02-0,08 \text{ mg/L}$ (Lampiran 4). Wetzel (2001) mengatakan bahwa nilai total P $<5 \text{ mg/L}$ berstatus ultra-oligotrofik, nilai total P $5-10 \text{ mg/L}$ tergolong oligotrofik-mesotrofik, nilai total P $10-30 \text{ mg/L}$ dikategorikan mesotrofik-eutrofik, jika $30-100 \text{ mg/L}$ eutrofik dan jika kandungan total P $>100 \text{ mg/L}$ dikategorikan hipertrofik. Apabila konsentrasi klorofil-*a* pada penelitian ini ($0,02-0,04 \text{ mg/L}$) dibandingkan dengan pendapat di atas maka perairan Danau Lubuk Siam dikategorikan ultra-oligotrofik. Berdasarkan TSI status trofik yang diperoleh adalah

mesotrofik – eutrofik ringan. Adanya perbedaan status kesuburan ini karena status trofik berdasarkan TSI ini sudah merupakan kombinasi dari beberapa parameter.

Parameter Kualitas Air Pendukung

Parameter kualitas air pendukung yang diukur di Danau Lubuk Siam yaitu kedalaman, suhu, pH, oksigen terlarut, CO_2 dan nitrat. Kedalaman berkisar $300-700 \text{ cm}$.

Rata-rata nilai Suhu perairan Danau Lubuk Siam selama penelitian berkisar $28,5 - 30,5^\circ\text{C}$. Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan suhu perairan pada waktu sampling di masing-masing stasiun dan kedalaman yang berbeda. Hal ini disebabkan pengaruh cuaca pada saat sampling dalam keadaan mendung sampai cerah. Selanjutnya berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa suhu semakin menurun seiring dengan bertambah kedalaman. Derajat keasaman perairan Danau Lubuk Siam dengan rata-rata berkisar $6,8-7,2$ (Lampiran 3) artinya perairan Danau Lubuk Siam bersifat asam hingga netral (Wu *et al.*, 2014).

Hasil rata-rata konsentrasi oksigen terlarut Danau Lubuk Siam di seluruh kolom air berkisar 4,09 – 7,83 mg/L (Lampiran 3). Konsentrasi oksigen terlarut di Danau Lubuk Siam tertinggi pada Stasiun 2 (7,83), disebabkan stasiun ini merupakan perairan terbuka dibandingkan dengan stasiun lainnya (Lampiran 2) sehingga penetrasi cahaya maksimal. konsentrasi karbondioksida bebas perairan Danau Lubuk Siam berkisar 5,29 – 15,98 mg/L (Lampiran 3).

Konsentrasi karbondioksida bebas di perairan Danau Lubuk Siam cukup tinggi dan semakin meningkat dengan bertambahnya kedalaman.

Konsentrasi nitrat Danau Lubuk Siam berkisar 0,06 – 0,16 mg/L. Rendahnya kandungan nitrat di Stasiun 2 dikaitkan dengan keberadaan fitoplankton, karena fitoplankton membutuhkan nitrat dan intensitas cahaya dalam proses fotosintesis. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurdin dalam Sihotang, (2013) yang menyatakan bahwa nitrat merupakan salah satu bentuk nitrogen yang diserap oleh mikroorganisme nabati yang kemudian diolah menjadi protein dan

selanjutnya menjadi makanan bagi organisme perairan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian status trofik menggunakan indeks TSI (*State Trophic Index*) Carlson (1977), secara keseluruhan Danau Lubuk Siam memiliki rata-rata nilai TSI 49,36-59,97 atau berstatus mesotrofik sampai dengan eutrofik ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlson, R. E. 1977. A Trophic State Index for Lakes. *Journal of Limnology and Oceanography*. Limnological Research Center. University of Minnesota, Minneapolis. 22 (2): 361-369.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fahmi B. 2010. *Kualitas Perairan Danau Buatan Limbungan di Sekitar Kegiatan Budidaya Ikan dalam Karamba Ditinjau dari Kelimpahan dan Indeks Diversitas Fitoplankton*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau, Pekanbaru (tidak diterbitkan).
- Kasry, A. 2006. *Manajemen Sumberdaya Perairan*. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas

- Riau.Pekanbaru (tidak diterbitkan).
- Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Budidaya Perairan*. 1(2) : 8-19.
- Linus, Y., Salwiyah, dan Irawati, N. 2016. Status kesuburan perairan berdasarkan kandungan klorofil-*a* di Perairan Bungkutoko Kota Kendari. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. 2(1): 101-111.
- Wu, Y., Y, Wen, J. Zhou dan Y. Wu. 2014. Phosphorus Release From Lake Sediment: Effect of pH, Temperature and Dissolved Oxygen. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 18(1) : 323 – 329.
- Manurung. A. F. R. 2014. Profil Vertikal Klorofil-*a* di Danau Pinang Dalam Desa Buluh Cina Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (tidak diterbitkan).
- Zaki,M. 2014. Profil Vertikal Nitrat di Danau Pinang Dalam Desa Buluh Cina Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.Pekanbaru (tidak diterbitkan).
- Prasad, A. G. D dan Siddaraju. 2012. Carlson's Trophic State Index For The Assessment of Trophic Status of Two Lakes In Mandya District. *Jurnal of Pelagia Research Library*. 3 (5) : 2992-2996.
- Zulfia N. Dan Aisyah, 2013. Status Trofik Perairan Rawa Pening Ditinjau Dari Kandungan Unsur Hara (NO₃ Dan PO₄) Serta Klorofil-*a*. *Jurnal Bawal*. 05.(3):189-199.
- Sihotang. C. 1990. *Limnologi*. I. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru (tidak diterbitkan).
- Shaleh F. R; K. Soewardi Dan S. Hariyadi. 2014. Kualitas Air Dan Status Kesuburan Perairan Waduk Sempor, Kebumen. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 19: 169-173.
- Tatangindatu, F, O. Kalesaran dan R.Rompas. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa