

KARAKTERISTIK HABITAT PERAIRAN DI TAMAN NASIONAL DANAU SENTARUM, KALIMANTAN BARAT

Siti Aisyah, M.S. Syawal, dan Riky Kurniawan
Puslit Limnologi LIPI

ABSTRAK

Perairan Taman Nasional Danau Sentarum (TNDS) merupakan perairan rawa banjir dan habitat ikan air tawar dengan jumlah jenis terbanyak di dunia. Perairan ini diketahui memiliki banyak hutan rawa dan termasuk dalam wilayah DAS Kapuas bagian hulu. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi karakteristik habitat di wilayah perairan TNDS berdasarkan kualitas air secara temporal, karakteristik sedimen dan mengidentifikasi jenis-jenis vegetasi di wilayah ini. Pengambilan sampel telah dilakukan sebanyak tiga kali pada tahun 2013, lima kali pada tahun 2016 dan satu kali pada tahun 2017. Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan tipe habitat yang berada di kawasan TNDS, Parameter yang diukur adalah kualitas air, karakteristik sedimen dan vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan kualitas lingkungan perairan di perairan Danau Sentarum pada umumnya masih layak bagi kehidupan ikan dan biota lainnya meski di beberapa lokasi seperti di daerah Seriang pada sungai dan danau nya ditemukan konsentrasi oksigen yang hampir mendekati nol pada dasar kolom air. Karakteristik sedimen di perairan ini didominasi oleh substrat liat (>50%) dengan kandungan C-organik dan N masing-masing rata-rata 3,32% dan 0,27%. Sebanyak 11 familia dan 13 Jenis vegetasi ditemukan di lokasi penelitian dengan tiga jenis diantaranya Croton sp., Ixora mentangis, dan Barringtonia acutangula yang mendominasi daerah penelitian.

Kata kunci: Karakteristik, habitat, Danau Sentarum

PENDAHULUAN

Taman Nasional Danau Sentarum (TNDS) terletak di hulu sungai kapuas (\pm 700 km dari muara sungai kapuas) Kabupaten Kapuas Hulu Propinsi Kalimantan Secara administrasi kawasan ini meliputi 7 (tujuh) kecamatan yaitu Kecamatan Batang Lupar, Badau, Embau, Bunut Hilir, Suhaid, Selimbau dan Kecamatan Semitau. Danau Sentarum dengan luas 80.000 ha merupakan Taman Nasional yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi lahan basah (*Ramsar site*) melalui konvensi UNESCO tahun 1994 (Anonymous, 2007). Kemudian berdasarkan Surat Keputusan (SK) Menteri Kehutanan dan Perkebunan No 34/Kpts-II/1999 tanggal 4 Pebruari 1999 maka luas TNDS ditetapkan menjadi 132.000 hektar.

Letak Danau Sentarum yang berada di DAS Kapuas bagian hulu, merupakan daerah konservasi dari PHPA. Sungai Kapuas merupakan sungai terpanjang di Indonesia dengan panjang 1080 km (Sutikno, 1981), memiliki karakteristik habitat yang kompleks mulai dari muara sampai ke hulu. Terdapat keanekaragaman hayati dengan tipe ekologi yang sangat kompleks (Utomo, *et al.*1991).

Sebagai danau dengan tipe rawa banjir, tingginya curah hujan sangat mempengaruhi kondisi kawasan TNDS. Dengan letak dan kondisinya yang berada di tengah-tengah jajaran pegunungan menjadikan kawasan ini sebagai daerah tangkapan air. Bila musim penghujan air tergenang menutupi seluruh permukaan Danau Sentarum Sedangkan pada musim kemarau panjang sebagian besar danau kering, berupa alur sungai dan hanya danau permanen yang masih terisi air. Ketinggian air danau pada saat musim hujan dan kemarau berfluktuasi antara 3-5 m.

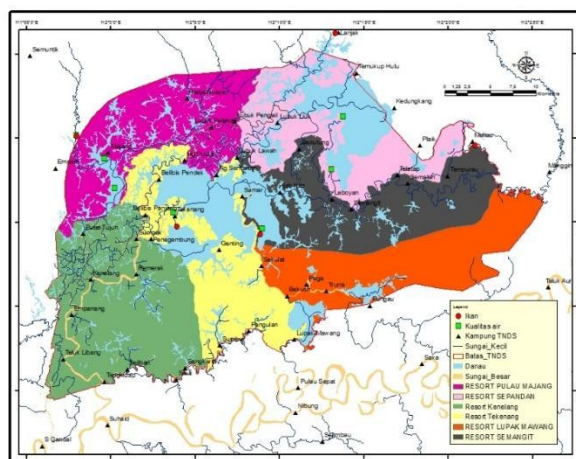
Danau Sentarum merupakan habitat ikan air tawar dengan jumlah jenis terbanyak di dunia, yaitu 218 jenis ikan dengan hasil tangkapan ikan setiap tahun mencapai 10.000 sampai 15.000 ton (Dudley, 1996). Hutan rawa di sungai Kapuas mempunyai peran yang penting bagi kelestarian sumberdaya perikanan yaitu sebagai daerah pemijahan, naungan dan tempat mencari makanan (Utomo & Asyari, 1999).

Kondisi kualitas air yang baik merupakan salah satu syarat bagi kelangsungan hidup aneka biota perairan. Sebagai perairan yang memiliki tipe rawa banjir, tentunya kualitas air sungai utama akan berpengaruh terhadap kondisi kualitas air Danau Sentarum.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik habitat di wilayah perairan TNDS berdasarkan kualitas air secara temporal, karakteristik sedimen dan mengidentifikasi jenis-jenis vegetasi di wilayah ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Danau Sentarum dengan beberapa lokasi yang mewakili tipe habitat. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali pada tahun 2013, lima kali pada tahun 2016 dan satu kali pada tahun 2017. Lokasi Pengambilan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling Kualitas Air, Sedimen dan Vegetasi

Sampel air diambil menggunakan *Van Dorn Water Sampler* pada strata permukaan dan dasar pada lokasi yang disajikan pada Tabel 1. Pengukuran kualitas air secara insitu dilakukan menggunakan alat *Water Quality Checker* U-52. Sedangkan pengukuran parameter lainnya dianalisis di laboratorium. Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan *Eckman Grab* dan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Pengambilan sampel vegetasi riparian dilakukan dengan metode *Line Transek* berukuran 50 x 20 meter dengan tiga kali pengulangan. Selanjutnya seluruh sampel diawetkan untuk dibawa dan dianalisis di Laboratorium dengan parameter seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode Pengukuran dan Analisis sampel

No.	Parameter	Metode
1.	Kualitas air	
	-pH	WQC U 52
	-Suhu	WQC U 52
	-Konduktivitas	WQC U 52
	-Oksigen terlarut (DO)	WQC U 52
	-Kecerahan	Secchi dish
	-Total P	APHA AWWA, 2012
	-Total N	APHA AWWA, 2012
	-Bahan organik total (TOM)	Analisis Kimia Kuantitatif, 1992
2.	Substrat sedimen	
	-Tekstur	Juknis Analisis Kimia Tanah, Balitan 2009
	-Total N	Juknis Analisis Kimia Tanah, Balitan 2009
	-Total P	Juknis Analisis Kimia Tanah, Balitan 2009
	-C-organik	Juknis Analisis Kimia Tanah, Balitan 2009
	-pH	Juknis Analisis Kimia Tanah, Balitan 2009
3.	Vegetasi	Line transek

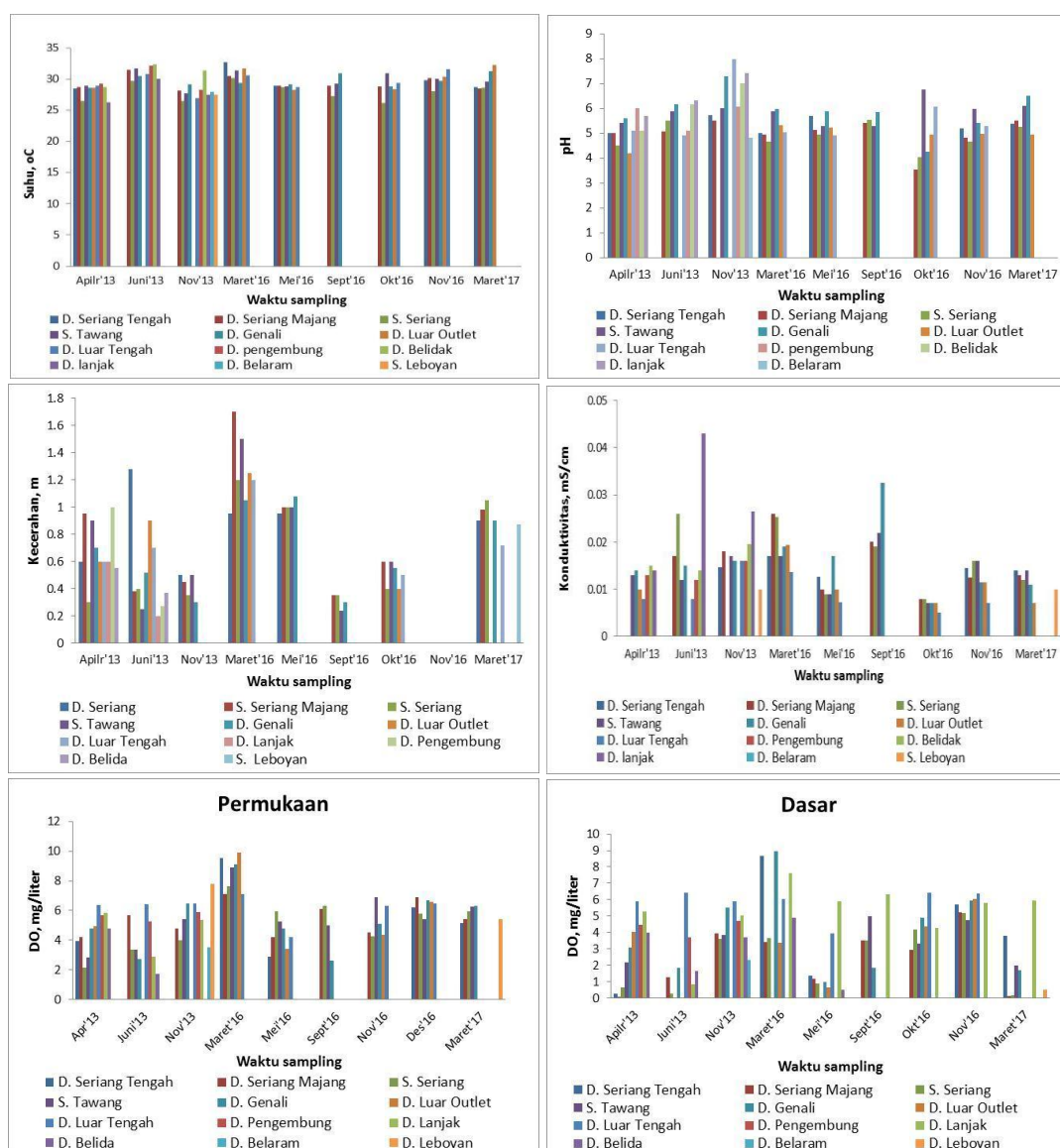
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air

Hasil analisis menunjukkan, kualitas air di perairan Danau Sentarum pada umumnya masih baik untuk kelangsungan hidup biota air. Suhu terendah 26,3 °C pada musim hujan dan tertinggi 32,7 °C pada musim kemarau. Pada musim kemarau panjang ditemukan banyak ikan yang mati terutama ikan-ikan kecil. Hal ini

kemungkinan disebabkan penurunan kandungan oksigen dalam air yang diakibatkan kenaikan suhu air. Peningkatan suhu 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10% (Brown, 1987 in Effendi, 2003). Hal ini terjadi karena proses dekomposisi terjadi pada kondisi udara yang lebih hangat. Peningkatan suhu sebesar 10% akan meningkatkan proses dekomposisi dan konsumsi oksigen menjadi dua kali lipat.

Nilai pH di perairan Danau Sentarum berkisar antara 5,3 – 7,9 dengan rata-rata 5,45. Ondara (1982) dalam Asyari (2006) mengatakan bahwa perairan-perairan Kalimantan umumnya mempunyai pH rendah, kadar kapur juga rendah dan banyak mengandung humus, kondisi seperti ini merupakan sifat-sifat perairan yang oligotroph (miskin hara). pH merupakan parameter yang berpengaruh dalam proses biokimiawi di perairan diantaranya mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia (Novotny & Olem, 1994).



Gambar 2. Hasil Pengukuran Parameter Insitu

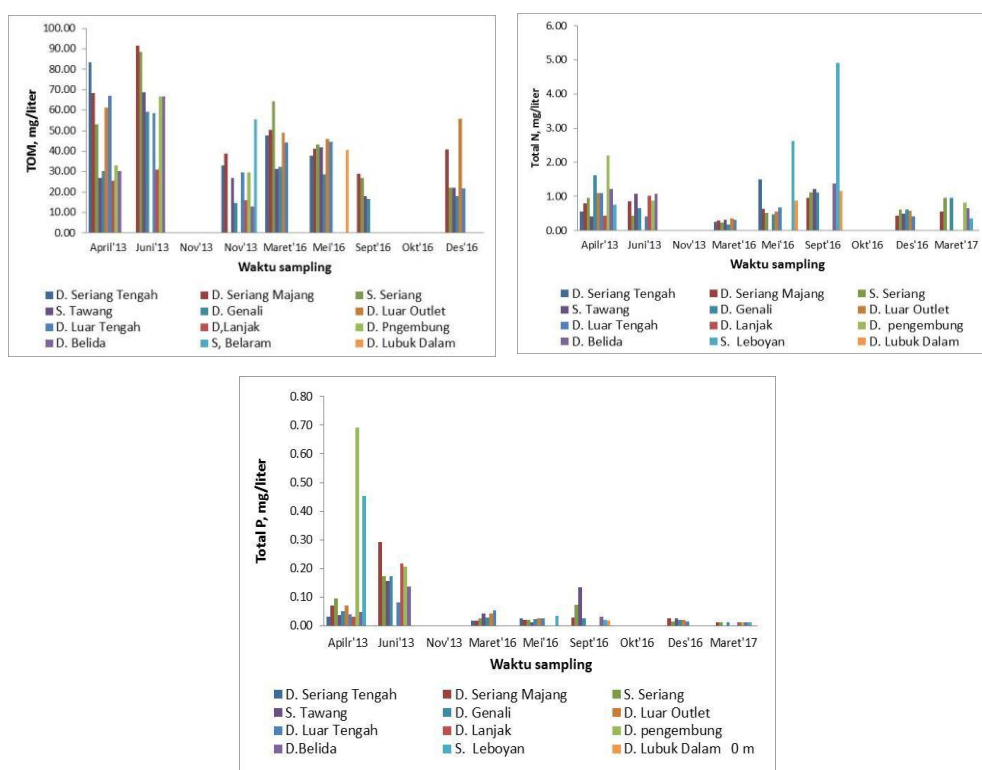
Nilai kecerahan berkisar antara 20 -170 cm. Nilai kecerahan tertinggi terjadi pada bulan Maret 2016 yang ditemukan di seluruh stasiun pengamatan. Kecerdahan lebih tinggi pada bulan Maret 2016 dimana pada saat itu air dalam kondisi pasang. Pada kondisi ini, air cenderung lebih jernih. Hal ini diperkirakan kenaikan volume air mengencerkan konsentrasi asam humat yang menjadikan air berwarna lebih gelap. Kecerdahan berkaitan dengan kekeruhan. Kekeruhan terjadi karena plankton, humus dan suspensi lumpur, atau bisa juga diakibatkan oleh suspensi hidroksida besi. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air semakin dangkal cahaya yang dapat menembus air (penetrasi cahaya) (Efendi, 2003).

Secara spasial, konsentrasi oksigen terlarut (DO) di lapisan permukaan berkisar antara 3 mg/L – 7 mg/L dan 2 mg/L – 5 mg/L di lapisan dasar. Sedangkan secara temporal berkisar antara 3 mg/L – 6 mg/L di

lapisan permukaan dan 1 mg/L – 6 mg/L di lapisan dasar. Nilai DO yang rendah di lapisan dasar terjadi pada musim air rendah (Maret 2016) dan pada stasiun-stasiun tertentu seperti di S. Tawang, Seriang dan Desa Majang. Nilai DO yang rendah di daerah tersebut diduga disebabkan oleh bahan pencemar organik dari perkebunan sawit yang berada di wilayah DAS Kapuas hulu dan masuk ke area TNDS. Di bagian hulu Sungai Kapuas banyak ditemui penambangan emas dan dampaknya diperkirakan masuk ke DAS Kapuas sampai ke Danau Sentarum. Di sekitar danau telah dibuka pula kebun kelapa sawit yang tentu limbahnya akan berdampak pada lingkungan Danau Sentarum (Dharyati, 2012).

Hasil analisis Total N dan Total P dalam air masing-masing berkisar antara 0,17 mg/L – 2,21 mg/L dan 0,02 mg/L – 0,69 mg/L. Nilai konsentrasi nutrisi N dan P ini tergolong cukup rendah. Berdasarkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 28 Th 2009 maka perairan di Danau Sentarum digolongkan perairan Oligotrofik.

Sumber nutrisi N di perairan Danau Sentarum diperkirakan berasal dari bahan organik dari sisa-sisa hewan dan tanaman yang mati baik berupa Alohtonus maupun Autochtonus. Karakternya sebagai paparan banjir yang berada di tengah-tengah jajaran pegunungan menjadikan kawasan ini sebagai daerah tangkapan air hujan. Pada musim hujan daerah kompleks Danau Sentarum akan terendam akibat aliran air dari pegunungan dan luapan air Sungai Kapuas. Pada saat tergenang bahan-bahan organik dari sisa-sisa tanaman dan hewan yang mati akan terlepas ke perairan dan meningkatkan kandungan nitrogen.



Gambar 3. Hasil Analisis Sampel Air di Laboratorium

Sumber P dalam air di perairan ini diperkirakan berasal dari limbah domestik yang masuk kedalam badan air. Masuknya P ke perairan berupa feses, urin, dan deterjen. Sumber utama unsur P diduga berasal dari limbah deterjen yang digunakan penduduk yang mendiami wilayah litoral di kawasan TNDS.

Keberadaan bahan organik di kawasan perairan Danau Sentarum cukup berpengaruh terhadap keangsuran hidup biota perairan di kawasan perairan Danau Sentarum. Hasil pengukuran konsentrasi bahan organik selama penelitian berkisar antara 12,9 mg/L – 88,6 mg/L. Nilai konsentrasi bahan organik ini layak untuk kehidupan biota perairan. Sumber bahan organik di perairan ini diperkirakan berasal dari hasil penguraian organisme mati oleh bakteri. Organisme yang mati pada saat air surut akan diuraikan oleh bakteri dan hasil proses penguraian akan dilepaskan kedalam perairan.

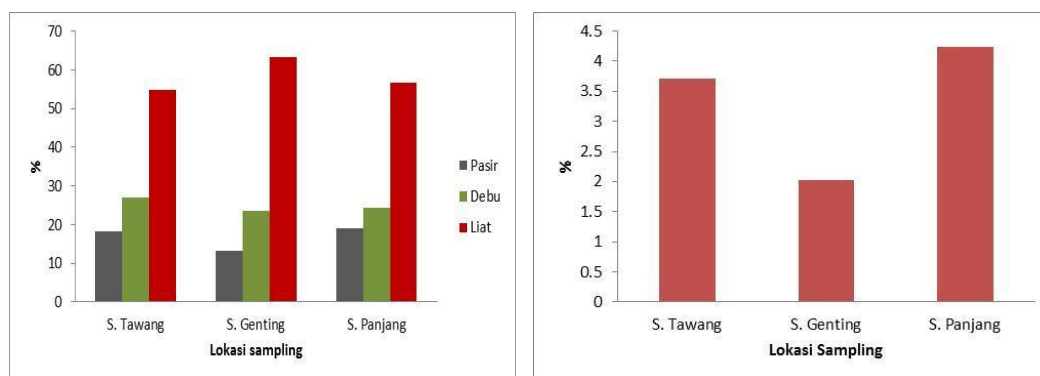
Substrat sedimen

Pengukuran karakteristik substrat sedimen dilakukan terhadap tiga lokasi yaitu S. Tawang, S. Genting dan S. Panjang pada saat air pasang. Karakteristik substrat sedimen hasil penelitian ini disajikan dalam Gambar 4. Hasil analisis tiga fraksi menunjukkan bahwa substrat sedimen di ketiga lokasi tersebut didominasi oleh

fraksi liat dengan kisaran 54,8 % - 63,3%. Semakin halus tekstur sedimen semakin besar kemampuan menjebak bahan organik (Nybakken, 1992). Semakin banyak bahan organik terjebak dalam sedimen sehingga semakin besar sumber makanan untuk ikan.

Tipe tanah pada kawasan TNDS dapat dibagi atas 2 kelompok besar, yaitu sedimen dan organosol pada daratan serta pasir dan lempung pada daerah perbukitan (Giesen, 1987 dalam Roslinda, 2013). Substrat dasar dataran banjir didominasi oleh lempung, yang mengandung pasir dan klorit. Tanah perbukitan terdiri dari pasir dan lempung serta mineral-mineral lempung. Sedimen terdiri dari kaolin dan liat serta batuan yang terdapat pada daerah terisolasi disekitar perbukitan. Batu pasir arkosik muncul membentuk formasi umum pada dan sekitar TNDS. Tanah gambut terdapat dalam lembah-lembah Kapuas, antara sungai dan kaki bukit dengan kondisi air tergenang dan dekomposisi material organik tertahan (Roslimda, 2013).

Dari hasil pengukuran pH terlihat bahwa nilai pH dalam substrat cenderung basa yaitu berkisar antara 7,4 – 7,5. Nilai pH seperti ini disukai oleh sebagian besar biota akuatik (Novotny & Olem, 1994). Odum (1971) dalam Efriyeldi (1999) menyatakan bahwa nilai pH substrat erat hubungannya dengan bahan organik substrat, jenis substrat dan kandungan oksigen.



Gambar 4. Komposisi Tekstur dan Konsentrasi C-organik Sedimen

Pengukuran C-organik sedimen berkisar antara 2,02% - 4,23%. Nilai C-organik ini relative sedang dan cenderung tinggi sesuai dengan kriteria Pusat Penelitian Tanah (1983) yang terdapat pada Tabel.2. C-organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme salah satunya adalah pertumbuhan fitoplankton sebagai sumber makanan ikan. Kandungan C-organik yang cenderung tinggi diperkirakan adanya pengaruh karakteristik perairan Danau Sentarum yang merupakan tipe perairan gambut.

Nilai Total N yang dianalisis dari sampel substrat sedimen berkisar antara 0,19% - 0,34%. Nilai Total N sedimen di perairan Danau Sentarum ini tergolong sedang. Hal ini berkaitan dengan tekstur sedimen yang didominasi tekstur liat yang halus dan tipe perairan gambut. Unsur hara N merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang besar. Menurut Radjaguguk (1997) dalam Hartatik *et al.*, (2011), bentuk N yang tersedia pada lahan gambut adalah N-organik. Dari perhitungan rasio C/N diperoleh nilai 10,63 – 12,44. Berdasarkan Tabel 2 nilai rasio C/N sedimen perairan Danau Sentarum ini tergolong sedang dan layak untuk habitat biota perairan.

Tabel 2. Kriteria Kandungan Zat Organik Tanah

Parameter	SR	R	S	T	ST
C/N	<5,0	5,0 – 10,0	11,0 – 15,0	16,0 – 25,0	>25,0
C-organik (%)	<0,1	1,0 – 2,0	2,01– 3,0	3,01 – 5,0	>5,0
Total N (%)	<0,1	0,1 – 0,2	0,21-0,5	0,51 – 0,75	>0,75

Sumber: Pusat Penelitian Tanah (1983)

SR= Sangat Rendah, R= Rendah, S= Sedang, T= Tinggi, ST= Sangat Tinggi

Hasil pengukuran konsentrasi Total fosfor (P) pada substrat sedimen dalam penelitian ini berkisar antara 19,14 mg/L – 27,27 mg/L. Sumber fosfor alami dalam air berasal dari pelepasan mineral-mineral dan biji-bijian (Sutedjo, 2008). Jumlah P-tersedia dalam tanah ditentukan oleh besarnya P dalam P-total yang mekanisme ketersediaannya diatur oleh pH dan jumlah bahan organik tanah (Winarso, 2005).

Unsur hara P merupakan salah satu unsur hara makro bagi tanaman, karena unsur P dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tanaman setelah N. Istomo (2006), menyatakan bahwa P dalam tanah dominan berasal dari pelapukan batuan, sedangkan P dalam tanah gambut berasal dari P-organik. Kriteria nilai kandungan P-tersedia dalam tanah di sajikan dalam Tabel 3 (Supangat & Aprianis, 2009).

Tabel 3. Kriteria Nilai Kandungan P-tersedia Tanah.

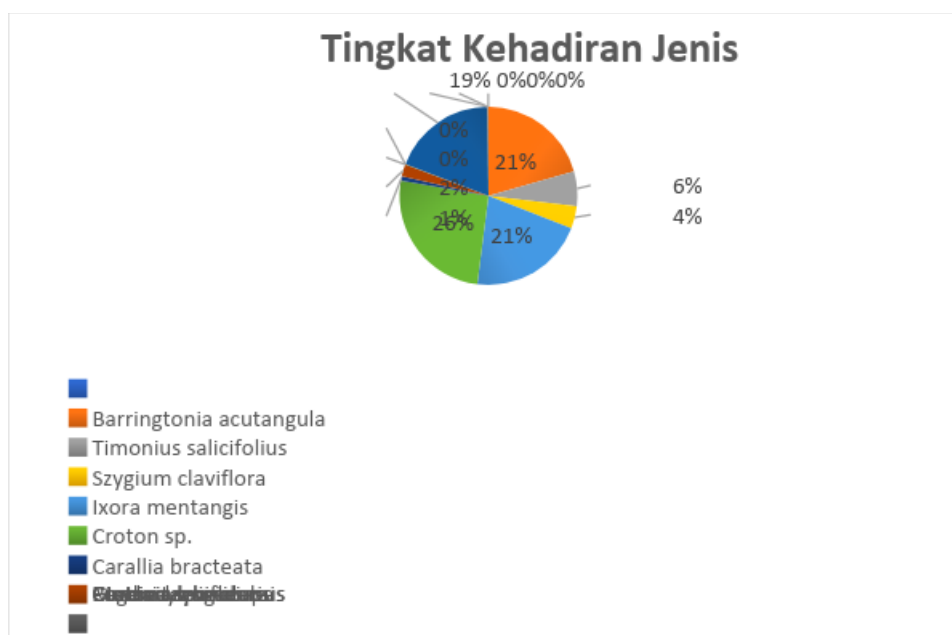
No.	P-tersedia (%)	Kategori
1	<4	Sangat rendah
2	5 - 7	Rendah
3	8 - 10	Sedang
4	11 -15	Tinggi
5	>15	Sangat tinggi

Sumber: Sulaeman et al (2005).

Vegetasi

Pengamatan vegetasi tumbuhan di lokasi penelitian dilakukan pada bulan September 2016. Berdasarkan hasil pengamatan, ditemukan sebanyak 11 familia dan 13 jenis. Jenis yang ditemukan antara lain *Barringtonia acutangula* (Putat), *Timonius salicifolius* (Temirit), *Szygium claviflora* (Masung), *Ixora mentangis* (Mentangis), *Croton sp.* (Melayak), *Carallia bracteata* (Kayu tahun), *Pandanus helicopus* (Rasau), *Eugenia sp.* (Kayu ubah), *Garcinia borneensis* (Empanak), *Memecylon edule* (Kebeusi), *Crudia teysmannia* (Timba tawang), *Croton laevifolius* (Belanti), dan *Crateva religiosa* (Punggu).

Berdasarkan hasil penelitian, tumbuhan jenis *Croton sp.*, *Ixora mentangis*, dan *Barringtonia acutangula* merupakan jenis yang paling dominan ditemukan. Selain itu, ketiga jenis tumbuhan ini juga ditemukan pada semua lokasi penelitian. Berdasarkan hasil penelitian Giesen (1995), TNDS memiliki 503 jenis tumbuhan dimana sebagian ada yang terendam air hampir sepanjang tahun (9-11 bulan), 4-8 bulan, 2-3 bulan dan ada yang tidak terendam air walaupun sedang musim penghujan/basah. Bila dalam kurun waktu satu tahun tergenang terus atau sebaliknya, maka tumbuhan tersebut akan mati. Kurniawan dan Ridwansyah (2016) juga melakukan penelitian mengenai vegetasi pada genangan permanen (lubuk dalam dan kerinan lubang) pada saat musim kering di Danau Sentarum, ditemukan sebanyak 9 jenis tumbuhan antara lain *Barringtonia acutangula*, *Shorea balangeran*, *Gluta reunghas*, *Croton laevifolius*, *Memecylon edule*, *Szygium inophyllum*, *Ixora mentangis*, *Elmerillia tsiampaca* dan *Szygium ducifolium*.



Gambar 5. Persentase tingkat kehadiran jenis tumbuhan di lokasi penelitian

Berdasarkan tingkat kehadiran jenis tumbuhan, persentase jenis tumbuhan *Croton sp.* didapatkan sebesar 25,72%, jenis tumbuhan *Ixora mentangis* sebesar 21,09% dan jenis tumbuhan *Barringtonia acutangula* sebesar 20,56%. Persentase ketiga jenis tumbuhan ini rata-rata di atas 20%, jauh bila dibandingkan dengan persentase jenis-jenis tumbuhan yang lainnya. Dapat dikatakan bahwa ketiga jenis tumbuhan ini sangat mendominasi keberadaannya pada lokasi penelitian.

Karakteristik habitat pada lokasi penelitian dicirikan antara lain ukuran pohon yang relatif kecil dengan tinggi rata-rata mencapai 5-8 meter, tanahnya bertekstur liat sampai sampai lempung berliat, dan pada saat banjir akan tergenang 5-6 meter sampai batas ranting dan daun selama sekitar 9-11 bulan. Namun, dilihat dari aspek sumber daya perikanan selama periode banjir lokasi ini memiliki peranan penting karena dapat menjadi habitat bagi ikan karena tumbuhan-tumbuhan yang terendam air lama ini dapat menjadi media tumbuh perifiton yang sangat banyak sebagai pakan alami ikan. Selain itu dapat pula menjadi tempat ikan bernaung dan berlindung (*shelter ground*), contohnya ikan buntal air tawar yang membuat sarang pada pohon *Syzygium claviflora* (Masung) dan *Croton sp.* (Melayak).

KESIMPULAN

Secara umum, karakteristik kualitas air di perairan Danau Sentarum masih baik dan layak bagi kelangsungan hidup ikan kecuali lokasi tertentu seperti S. Seriang sudah terindikasi adanya pencemaran limbah organik. Hal ini diperlihatkan dengan konsentrasi DO yang lebih rendah dan nilai TOM yang lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya

Bentuk substrat sedimen di perairan Danau Sentarum didominasi oleh fraksi liat. Tekstur liat memiliki kemampuan menjebak bahan organik yang dalam konsentrasi tertentu dapat menjadi sumber energy bagi pertumbuhan mikroorganisme (fitoplankton) sehingga dapat menjamin keberlangsungan hidup ikan.

Keberadaan vegetasi di perairan Danau Sentarum terutama selama periode banjir, memiliki peranan penting karena dapat menjadi habitat bagi ikan. Tumbuhan-tumbuhan yang terendam air lama dapat menjadi media tumbuh perifiton sebagai pakan alami dan tempat berlindung ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 2007. *Buku Informasi Taman Nasional Danau Sentarum*. Departemen Kehutanan.
- APHA, AWWA, WEF. 2012. *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 22nd ed. Washington: American Public Health Association, 1360 pp.
- Asyari, 2006. Karakteristik Habitat dan Jenis Ikan pada Beberapa Suaka Perikanan di Daerah Aliran Sungai Barito, Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, Desember 2006, Jilid 13, Nomor 2: 155-163
- Day, RA. Jr. dan Al Underwood, 1992. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi ke-6. Jakarta. Erlangga. 682 Hal.
- Dharyati, E. 2012. Hasil Tangkap Ikan dan Karakteristik Lingkungan Danau Sentarum DAS Kapuas Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI*: 269-286.
- Vinneras B. 2006. Faecal separation and urine diversion for nutrient management of household biodegradable waste and wastewater [thesis] Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences
- Dudley, R. G. 1996. *The Fisheries of the Danau Sentarum Wildlife Reserve, West Kalimantan Indonesia*. A. W. B. Bogor-Indonesia. 1-10.
- Effendi. H, 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. ISBN 979-21-0613-8. 258 hal.
- Efriyeldi, 1999. Sebaran Spasial Karakteristik Sedimen dan Kualitas Air Muara Sungai Bantan Tengah Bengkalis Kaitannya dengan Budidaya KJA. *Jurnal Natur Indonesia* 11(1): 85-92
- Hartatik, W. 2011. *Fosfat alam sumber pupuk P yang murah*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Istomo. 2006. Evaluasi dan Penyesuaian Sistem Silvikultur Hutan Rawa Gambut, Khususnya Jenis Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz.) di Indonesia. *Prosiding Workshop Nasional Alternatif Kebijakan dalam Pelestarian dan Pemanfaatan Ramin*. Bogor, 22 Februari 2006. Pusat Penelitian dan Evaluasi Sistem Silvikultur Hutan Rawa Gambut di Indonesia 77 Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam bekerjasama dengan ITTO PPD 87/03 Rev.2(F)
- Jonsson H. 1997. Assesment of Sanitation Systems and Reuse of Urine. Ecological Alternatives in Sanitation. *Proceedings from Sida Sanitation Workshop*. Publications on Water Resources No. 9; 1997 August 607; Balingsholm, Sweden; p. 11-22.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia, Jakarta. Penerjemah: Eidmann, dkk: 459 Hal.

Novotny & Olem

Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunders Company, London-Toronto. 574 pp.

Pusat Penelitian Tanah, 1983. *Kriteria Penilaian Data Sifat Analisis Kimia Tanah*. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.

Roslinda, 2013. *Pilihan Kebijakan Pengelolaan Taman Nasional Danau Sentarum Provinsi Kalimantan Barat*. Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Desertasi.

Sulaeman, Suoarto, dan Eviati, 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Diedit oleh Prasetyo, B.H., D. Santoso, dan I.R. Widowati. Balai Penelitian Tanah Bogor. 136 Hal.

Supangat A.B., dan Y. Aprianis. 2009. Status Kesuburan Tanah Gambut Pada Lahan Hutan Tanaman Acacia Crassiparva: Studi Kasus DiHPHTI PT. Arara Abadi, Riau. *Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian BPHPS Kuok*. Pekanbaru: 15 Juni 2009

Sutikno, 1981. Status Perikanan Perairan Umum Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Perairan Umum*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta. 107-114

Utomo, A. D., Z. Nasution, & M. F. Sukadi. 1991. Potensi Sumber Daya Perikanan Daerah Aliran Sungai Kapuas, Kalimantan Barat. *Prosiding Temu Karya Ilmiah Pengelolaan Sungai dan Perairan Umum Bagi Perikanan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta. Pros.Puslitbangkan/No.22/1992. 67-80.

Utomo, A. D. & Asyari. 1999. Peranan Ekosistem Hutan Rawa Air Tawar Bagi Kelestarian Sumber Daya Perikanan di Sungai Kapuas, Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Vol.V.No.3. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.

Vinneras B. 2006. Faecal Separation and Urine Diversion for Nutrient Management of Household Biodegradable Waste and wastewater [thesis]. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.

Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media, Yogyakarta.

Wardana, Wisnu Arya. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI Offset

Wijanarko, A., B.H. Purwanto., D. Shiddieq, D.Indradewa., 2012. Pengaruh Kualitas Bahan Organik dan Kesuburan Tanah terhadap Mineralisasi Nitrogen dan Serapan N oleh Tanaman Ubikayu di Ultisol. *Jurnal Perkebunan & Lahan Tropika*, Vol. 2, No. 2 Desember 2012