

## Kualitas Perairan Dan Keanekaragaman Mikro Alga di Danau Dendam untuk Menyusun Strategi Pengelolaan Kawasan TWA Danau Dendam

Adhika Putra Agra Wijnana<sup>a\*</sup>, Agus Martono<sup>b</sup>, Dede Hartono<sup>c</sup>, Agus Susatya<sup>a</sup> & Yansen<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Indonesia

<sup>b</sup>Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu, Jalan WR. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Indonesia

<sup>c</sup>Prodi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Jalan WR. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Indonesia

<sup>d</sup>Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Jalan WR. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Indonesia

\*Corresponding author: [awijnana@yahoo.com](mailto:awijnana@yahoo.com)

Submitted: 2022-10-22. Revised: 2022-11-03. Accepted: 2023-04-01

### ABSTRAK

Lake Dendam is never a loticwaters with lots of human activities around the area. The high human activity around the waters has an impact on the quality of the waters and the organisms in the vicinity. This observation was carried out to obtain an up-to-date picture of water quality and micro-algae biodiversity in Revenge Lake for developing sustainable management strategies. Tests were carried out on the chemical and physical quality of the waters, and the biodiversity of microalgae which were then processed into an area management strategy. The results of the water quality test showed slightly polluted conditions with values of dissolved oxygen (DO), chemical oxygen demand (COD), total suspended solid (TSS), and phosphate which were still outside the water quality standards. However, conditions that can still be tolerated are peat waters. The microalgae biodiversity test showed the dominance and diversity of microalgae genera in the waters. The dominant genus is *Nitzschia* sp. From these results obtained six sustainable management strategies for Revenge Lake.

**Keywords :** *Biodiversity, Dendam Lake, microalgae, water quality*

### PENDAHULUAN

Danau Dendam tak sudah merupakan perairan lotik yang terletak di kecamatan Singaran Pati, Bengkulu. Saat ini aktifitas manusia sudah banyak dibangun di sekitar perairan danau Dendam. Semakin meningkatnya kegiatan pembangunan dan banyaknya aktifitas manusia di sekitar kelurahan Dusun Besar yang berhimpitan langsung dengan TWA danau dendam maka kualitas perairan danau dendam akan terkena dampak pencemaran dari aktifitas manusia tersebut. Pencemaran tersebut berdampak kepada kualitas perairan danau Dendam dan kelestarian biota disekitarnya.

Akibat dari perubahan kondisi perairan tersebut akan berdampak kepada organisme dan lingkungan di sekitarnya. Mikroalga, sebagai organisme yang sangat umum dan mudah ditemukan dalam badan perairan akan terkena dampak perubahan kondisi perairan secara langsung. Rusaknya kualitas air sebagai akibat polutan akan berdampak pada pertumbuhan, keanekaragaman dan bentuk dominansi mikroalga. Kualitas air yang buruk juga akan berdampak pada keberlanjutan ekosistem tersebut. Adanya keterikatan kualitas perairan dan respond pemulihan alga terhadap kondisi lingkungan yang buruk akan berdampak pada kelainan bentuk dan karakteristik dari alga (Pandey & Bergey, 2018).

Kualitas perairan dan keanekaragaman menjadi faktor penting dalam keberlanjutan suatu ekosistem. Perlu adanya pengetahuan tentang kondisi kualitas air dan keanekaragaman mikro alga di perairan danau dendam untuk kemudian dikembangkan dalam strategi pengelolaan berkelanjutan kawasan TWA Danau dendam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran terkini tentang kualitas perairan dan biodiversitas mikro alga di danau dendam untuk penyusunan strategi pengelolaan berkelanjutan.

### MATERI DAN METODE

Penelitian bersifat deskriptif eksploratif dengan pendekatan kuantitatif. Pengamatan dilakukan pada kualitas air dan keanekaragaman mikroalga Uji kualitas air dibagi menjadi uji fisik dan uji kimia. Uji fisik meliputi suhu, kecerahan, *Total Suspended Solid* (TSS), dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Uji kimia meliputi pengujian kadar pH, Oksigen terlarut (DO), BOD, COD, Fosfat, dan Nitrat.

Biodiversitas dan kelimpahan mikro alga diambil dengan menggunakan plankton net. 10liter air diambil dari masing-masing titik sampling dan dilewatkan kedalam plankton net mesh size 45 (30-50)  $\mu$ m. Mikro alga yang tersaring dimasukkan kedalam botol vial 50ml, Sample

dimasukkan ke dalam botol dan diawetkan dengan lugol 4% dan disimpan dalam coolbox untuk kemudian dilakukan identifikasi dilaboratorium.

Keanekaragaman mikro alga diuji (1) kelimpahan, (2) indeks keanekaragaman, (3) indeks Dominansi, dan (4) Indeks Keseragaman. Mikro alga yang teramati dihitung dengan hand counter. Nilai kelimpahan mikroalga dihitung dengan rumus APHA (1989). Indeks

keanekaragaman mikro alga dihitung dari masing-masing titik sampling menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon (1948). Indeks dominansi jenis plankton tertentu dapat diketahui dengan menggunakan rumus Indeks dominansi Simpson (1949). Tingkat keseragaman jenis dari lokasi sampling perlu dilakukan dengan rumus indeks keseragaman jenis Sorensen (Brower 1990).



Gambar 1. Lokasi Sampling TWA Danau Dendam

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga April 2020 di Danau Dendam Tak Sudah, Kota Bengkulu. Pengambilan sample dilakukan pada enam titik lokasi sampling. Hasil analisis dan identifikasi keanekaragaman Mikro alga dan uji kualitas perairan danau dendam akan disusun sebuah strategi dalam pengelolaan lingkungan perairan danau dendam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kualitas Air TWA Danau Dendam

Perairan Danau Dendam Tak Sudah memiliki karakteristik perairan gambut yang dikarenakan perairan ini dikelilingi oleh rawa gambut. Dari hasil pengamatan luas perairan danau Dendam Tak Sudah adalah  $\pm 53$  ha atau 9,11 % dari luas kawasan CADDB. Lahan di sekitarnya merupakan daerah tangkapan air dan penyuplai air bagi Danau Dendam Tak Sudah. Secara tata letak perairan danau

dendam tak sudah berada di sekitar hutan gambut, jalan pariwisata dan aktifitas tangkat oleh nelayan.

Perairan danau dendam tak sudah yang dikelilingi oleh rawa dan gambut di beberapa sisi badan perairan menjadikan Danau Dendam sebagai danau dengan kondisi perairan gambut. Air gambut di perairan danau dendam memiliki parameter fisik dan kimia air yang cukup tercemar yang ditunjukkan oleh air berwarna coklat kehitaman, tingginya padatan terlarut, dan beberapa aspek lainnya.

Komposisi perairan mencerminkan perubahan perairan tergantung pada fisik (kedalaman, penetrasi cahaya), hidrologis (aliran), iklim (angin, suhu, dan insolasi), dan faktor biologis. Berdasarkan Tabel 1 perbedaan kondisi perairan dari masing-masing parameter menunjukkan aktifitas di masing-masing titik lokasi sampling. Perbedaan hasil ini memberikan gambaran bagaimana kondisi perairan danau dendam tak sudah secara keseluruhan.

Tabel 1. Kualitas perairan berdasarkan baku mutu air

Parameter	Hasil penelitian					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH	5,57	5,77	5,82	5,63	5,61	5,58
DO mg/l	4,8	3,3	2,9	3,4	4,09	3,09
BOD <sub>5</sub> mg/l	7,45	5,03			5,77	5,66
COD mg/l	10,54	31,62	31,62	21,08	42,15	42,15
Pospat mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrat ppm	0,58	0,524	0,628	0,54	0,616	0,574
Suhu	31	30	30	29	29	29
Penetrasi Cahaya	0,75	1	1	0,5	0,5	0,5
TSS mg/l	228	230	268	36	432	190
TDSmg/l	230	376	190	270	422	276

Suhu perairan di enam lokasi sampling di danau dendam tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara masing-masing lokasi sampling. Suhu perairan masih termasuk dalam katagori normal dan tidak berbahaya bagi manusia maupun lingkungan dengan suhu perairan berkisar antara 29 °C s.d 31 °C. Nilai penetrasi cahaya perairan akan berdampak diversitas tumbuhan air yang ada di perairan dan mempengaruhi tingginya aktivitas nitrifikasi perairan yang disebabkan oleh aktifitas non-fotosintesis yang terjadi di dasar perairan. Dari hasil pengamatan, penetrasi cah hanya kondisi perairan gambut. Air gambut di perairan danau dendam memiliki parameter fisik dan kimia air yang cukup tercemar yang ditunjukkan oleh air berwarna coklat kehitaman, menembus sampai 1 m dari permukaan perairan. Dari kondisi ini dapat diasumsikan bahwa akan lebih banyak aktifitas fotosintesis di kedalaman  $\pm 1$  hingga permukaan.

Padatan Terlarut Total (TDS) dan Padatan Tersuspensi Total (TSS) merupakan salah satu indikator air tercemar. Besarnya nilai TDS dapat di sebabkan oleh senyawa organik maupun non-organik, namun pada air gambut TDS berasal dari bahan organik yaitu gambut yang terkontaminasi air. Dari hasil pengamatan, nilai TDS perairan danau dendam lebih rendah dibandingka standar baku mutu dari Permenkes 32 tahun 2017. TDS memiliki ukuran kurang dari satu nanometer dengan satuan ppm atau mg/l. TDS dapat ditemukan di seluruh air tercemar seperti limbah aktivitas industri dan air gambut. Sedangkan TSS merupakan parameter air tercemar yang harus di hilangkan, upaya penyaringan menjadi salah satu cara dalam menurunkan kadar TSS pada air tercemar (Petala *et al.*, 2006). Nilai TSS perairan danau dendam di atas baku mutu yang di tetapkan dalam Permen LHK 68 tahun 2016. Jika dibandingkan dengan baku mutu dalam PP no 82 2001, kualitas air berdasarkan kadar TSS dan TDS menjadikan perairan danau dendam sebagai air Kelas II dan III. TSS dapat ditemukan pada seluruh air tercemar akibat industri (Irfan *et al.*, 2013) maupun yang diakibatkan oleh alam seperti air gambut.

Nilai pH air menunjukkan tingkat keasaman atau jumlah ion hidrogen yang berada dalam perairan yang akan memengaruhi kehidupan biologi didalamnya. Derajat keasaman air seharusnya netral, tidak boleh terlalu asam atau terlalu basa. Rentang pH baku mutu yaitu sekitar 6-9 menunjukkan pH netral. Selain itu, kondisi pH juga dapat memengaruhi tingkat toksisitas suatu senyawa kimia, proses biokimiawi perairan, dan proses metabolisme organisme air. Derajat keasaman merupakan faktor yang penting dalam proses pengolahan air untuk perbaikan kualitas air (Djoharam *et al.*, 2018).

Hasil analisis pH terhadap lokasi sampling perairan danau menunjukkan bahwa rerata pH perairan berada di bawah baku mutu air yang telah ditetapkan oleh PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016. Rendahnya pH perairan Danau dendam tak sudah disebabkan oleh dampak aktifitas biodegradasi yang terjadi di rawa gambut di sektiar perairan danau. Nilai pH air menunjukkan tingkat keasaman atau jumlah ion hidrogen yang berada dalam perairan yang akan memengaruhi kehidupan biologi didalamnya. Derajat keasaman air seharusnya netral, tidak boleh terlalu asam atau terlalu basa. Rentang pH baku mutu yaitu sekitar 6-9 menunjukkan pH netral. Selain itu, kondisi pH juga dapat memengaruhi tingkat toksisitas suatu senyawa kimia, proses biokimiawi perairan, dan proses metabolisme organisme air. Derajat keasaman merupakan faktor yang penting dalam proses pengolahan air untuk perbaikan kualitas air (Djoharam *et al.*, 2018).

Hasil analisis pH terhadap lokasi sampling perairan danau menunjukkan bahwa rerata pH perairan berada di bawah baku mutu air yang telah ditetapkan oleh PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016. Rendahnya pH perairan Danau dendam tak sudah disebabkan oleh dampak aktifitas biodegradasi yang terjadi di rawa gambut di sektiar perairan danau. Perairan danau dendam yang merupakan air gambut memiliki warna kecoklatan hingga hitam pekat yang disebabkan oleh material organik tumbuhan yang berubah menjadi gambut yang mengakibatkan nilai pH yang rendah (kurang dari tujuh). Hal ini disebabkan disebabkan oleh asam fulvat, humin, dan asam humat. Air dengan pH yang rendah menyebabkan air terasa asam. pH air gambut yang rendah.

Oksigen terlarut di perairan danau dendam tak sudah berada dalam kondisi tercemar sedang dengan nilai DO yang mayoritas berada do antara 2 s.d 4,4 mg/l yang menurut Lee *et al.* (1978) berada di kondisi tersemar sedang. Sedangkan titik T1 dalam kadar tercemar ringan. Rendahnya oksigen terlarut dapat disebabkan oleh kondisi perairan yang memang menggenang sehingga tidak terjadi pengadukan/pengikatan oksigen oleh badan air. Menurut Rivai (1983) pada umumnya kandungan oksigen sebesar 5 mg/l dengan suhu air berkisar antara 20-30 oC relatif masih baik untuk organisme perairan, bahkan apabila dalam perairan tidak terdapat senyawa-senyawa yang bersifat toksik (tidak tercemar) kandungan oksigen sebesar 2 mg/l sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan (Salmin, 2005).

Nilai BOD dari hasil sampling di perairan danau dendam tak sudah memiliki nilai yang jauh di bawah standar baku mutu menurut PERMEN LHK no 68 tahun 2016. Rendahnya konsentrasi BOD mengindikasikan bahwa bahan organik yang terkandung dalam air sebagian besar merupakan bahan organik yang bersifat biodegradable (dapat

terdegradasi secara biologis). Hal ini juga menunjukkan bahwa tidak banyak tumbuhan yang terdekomposisi dan berasosiasi dengan air.

Kadar COD perairan Danau Dendam Tak sudah berada pada konsentrasi yang jauh dibawah ambang batas batu mutu air yang ditetapkan oleh PERMEN LHK no 68 tahun 2016. Menurut Simon *et al.* (2015), kadar COD yang tinggi disebabkan oleh limbah buangan rumah tangga yang tidak di kelola dengan baik sebelum di buang ke perairan. Kadar COD yang tinggi dapat disebabkan oleh limbah deterjen dan bahan-bahan kimia yang digunakan pada aktivitas rumah tangga lainnya. Berdasarkan hasil penelitian, kadar COD yang diperoleh lebih rendah dibandingkan ambang batas dan dapat dipastikan bahwa aktifitas masusia di sekitar kawasan TWA Danau Dendam Tak Sudah masih belum berdampak buruk pada perairan Danau.

Kadar fosfat di perairan ini masih berada jauh di bawah standar baku mutu. Disebutkan bahwa baku mutu konsentrasi fosfat yang subur untuk kebutuhan hidup organisme perairan adalah 0,051 mg/l s.d 0,1 mg/l. Dari data yang diperoleh dari lapangan menunjukkan bahwa kadar fosfat di perairan berada di konsentrasi di kurang subur s.d cukup subur. Konsentrasi fosfat yang rendah ini bisa disebabkan oleh rendahnya difusi fosfat dari sedimen. Dengan rendahnya nilai fosfat akan berdampak pada pertumbuhan dan diverssitas tumbuhan air yang ada dalam perairan.

Nilai ambang batas nitrat menurut Lee *et al.* (1978) menunjukkan sebesar 0,9-3,5 ppm sebagai kadar nitrat yang optimum. Dengan demikian kadar nitrat di perairan Danau DendamTak Sudah masih berada di batas kurang dari optimum untuk batas aman kesuburan suatu perairan. Kondisi ini mungkin disebabkan kadar nitrat di lapisan permukaan lebih banyak dimanfaatkan atau dikonsumsi oleh fitoplankton. Nitrat dalam perairan terbentuk dari proses fiksasi nitrogen baik secara kimiawi maupun biologi. Menurut Seitzinger (1988), nitrat yang berada di dalam sedimen diproduksi dari biodegradasi bahan-bahan organik menjadi ammonia yang selanjutnya dioksidasi menjadi nitrat. Rendahnya kadar nitrat juga sebanding dengan rendahnya nilai COD di perairan tersebut.

### Biodiversitas Plankton Perairan Danau Dendam Tak Sudah

Keanekaragaman Plankton di perairan danau dendam memiliki nilai yang sangat rendah. Dari hasil pengamatan di peroleh 6 filum plankton dengan 3 genus yang diperoleh masuk dalam zoo-plankton. Genus yang banyak ditemukan merupakan kelompok Chlorophyta (alga hijau) akan tetapi kelimpahan terbesar diperoleh dari kelompok Ochrophyta (alga merah). Menurut Nwanko (2003) dan Silva (2005) beberapa spesies dari klompok dominan tersebut berdasarkan dari fleksibilitas fisiologis dan perilaku dari spesies ini dapat mendeteksi tekanan lingkungan yang lebih baik daripada kebanyakan spesies yang tumbuh cepat.

Dari total 10 titik sampling dengan 4 sampling kedalaman, diperoleh 9 lokasi sampling yang didominasi oleh genus Nitzschia. Nitzschia merupakan diatom yang tersebar luas dengan jumlah spesies yang banyak, beberapa di antaranya memiliki manfaat ekologis yang penting. Genus ini paling banyak ditemukan dalam berbagai jenis perairan pedalaman, pesisir dan laut (Trobajo *et al.*, 2004). Tingginya kelimpahan jenis ini diduga karena jenis ini dapat beradaptasi dengan faktor fisik dan kimia lingkungan yang ada di dalam perairan. Beberapa spesies Nitzschia adalah indikator yang baik untuk kontaminasi logam berat (Tlili *et al.*, 2011), eutrofik dan / atau kondisi organik (Martín *et al.*, 2010) dan salinitas (Rimet, 2009).

Kondisi keimpahan fitoplankton apabilia dibandingkan dengan kondisi plankton pada 2014 menunjukkan adanya penurunan dari jumlah spesies yang ditemukan. Diperoleh 24 spesies dengan 17 genus fitoplankton dari total 3 lokasi pengamatan. Jumlah ini lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah yang diperoleh pada tahun 2020 yang hanya memperoleh 14 genus fitoplankton.

Berdasarkan kelimpahan yang diperoleh dari semua lokasi pengamatan, diketahui bahwa adanya aktivitas manusia dan perubahan kondisi lingkungan akan mempengaruhi kelimpahann fitoplankton yang terdapat di dalam perairan danau

**Tabel 2.** Kelimpahan dan keanekaragaman mikroalga danau dendam

Phylum	Genus	Jumlah individu (dalam ribuan) / L										
		T1P	T2P	T2D	T3P	T3D	T4P	T5P	T5D	T6P	T6D	Danau
<b>Cercozoa</b>												
1	Trinema	-	-	-	-	4,4	-	2,2	-	-	2,2	8,8
<b>Chlorophyta</b>												
2	Cladophora	4,4	-	-	-	-	128,9	8,9	80	20	6,7	248,9
3	Staurasturm	-	-	-	-	2,2	-	-	-	-	-	2,2
4	Draparnaldia	2,2	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4
5	Tetraspora	-	-	-	2,2	-	-	2,2	13,3	-	-	17,7

6	Dictyosphaerium	-	-	-	-	6,7	-	-	20	-	-	26,7
7	Oedogonium	-	-	-	-	-	-	-	66,7	-	-	66,7
8	Spyrogyra	-	-	-	-	-	-	-	26,7	-	-	26,7
<b>Ochrophyta</b>												
9	Tabellaria	-	-	40	-	2,2	-	2,2	53,3	6,7	13,4	117,8
10	Nitzschia	235,5	108,9	200	306,7	64,4	-	113,3	2013,3	177,8	166,7	3386,6
<b>Ciliophora</b>												
11	Lacrymaria	2,2	-	-	-	2,2	-	2,2	-	-	-	6,6
12	Aspidisca	-	-	-	-	15,6	-	4,4	-	-	-	20
<b>Cyanobacteria</b>												
13	Polycystis	-	-	13,4	-	-	-	-	-	2,2	-	15,6
14	Oscillatoria	-	-	-	-	-	-	-	20	-	2,2	22,2
<b>Arthropoda</b>												
15	Cyclops	-	-	6,7	-	-	-	-	6,7	-	-	13,4
16	Diaphanosoma	-	-	-	-	2,2	-	-	-	-	-	2,2
17	Bernacle nauplius	-	-	-	-	2,2	-	-	-	-	-	2,2
<b>Total</b>		244	111	260	309	102	129	135	2300	207	191	3.989
<b>Indeks Keanekaragaman (H')</b>		0,193	0,097	0,737	0,042	1,305	0,000	0,707	0,604	0,515	0,526	0,716
<b>Indeks Dominansi (C)</b>		0,930	0,961	0,618	0,986	0,430	1,000	0,707	0,769	0,750	0,767	0,726
<b>Indeks Keseragaman (E)</b>		0,096	0,097	0,369	0,042	0,412	0,000	0,252	0,191	0,258	0,227	0,175

### Strategi Pengelolaan Kawasan TWA Danau Dendam

#### Tak Sudah

#### Strategi S-O

S2/O1,O4 Mengembangkan konsep technopark dengan memanfaatkan potensi mikroalga perairan untuk pariwisata.

Perairan danau dendam tak sudah memiliki potensi bioteknologi dari beberapa genus mikroalga, salah satu kelompok tersebut ialah Nitzschia sp. Menurut Mustafa *et al.* (2019) Nitzschia sp. memiliki potensi dalam produksi biodiesel melalui stres nutrisi dengan meningkatkan akumulasi lipid dengan profil asam lemak yang sesuai. Selain itu Nitzschia sp. juga berpotensi sebagai fucoxanthin dan produksi biodiesel (Mustafa *et al.*, 2019). Potensi tersebut dapat digunakan dalam bidang pendidikan dan penelitian dan dapat dikembangkan untuk kegiatan pariwisata untuk ekowisata minat khusus. Pengembangan kegiatan pariwisata dapat berupa bentuk tehcnopark dengan memanfaatkan potensi microalga tersebut. Penggunaan konsep technopark untuk pengembangan pariwisata dan bioteknologi mikroalga ini mengikuti technopark yang sudah ada di Nogotirto Algae Park yang sudah dilakukan oleh Fakultas biologi Universitas Gadjah Mada.

S1, S2/O2,O3 Memanfaatkan kondisi perairan dan potensi mikro alga sebagai sumber nutrien untuk budidaya yang berkelanjutan Pemanfaatan perairan danau dendaam untuk kegiatan budidaya sudah mulai banyak dilakukan. Dengan memanfaatkan kondisi nitrat untuk pertumbuhan mikroorganisme di perairan dapat digunakan untuk kegiatan budidaya juvenil/larva ikan di perairan danau dendam. Tercukupinya nilai Nitrat di perairan danau dendam untuk

pertumbuhan mikroorganisme perairan dapat dikembangkan untuk aktifitas budidaya perikanan. Kegiatan perikanan ini dapat dilakukan oleh masyarakat sekitar dalam upaya kegiatan perikanan yang berkelanjutan.

#### Strategi W-O

W3/O3 Meningkatkan kegiatan buiddaya yang berkelanjutan dengan memperhatikan keseimbangan biodiversitas. Meningkatkan kegiatan budidaya yang berkelanjutan dilakukan dengan memanfaatkan kelompok mikroalga yang mendominasi perairan danau dendam. Adanya dominansi oleh genus mikroalga tertentu dalam perairan dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrien untuk kegiatan budidaya perairan. Hal ini dapat mengembangkan aktifitas budidaya perikanan oleh masyarakat sekitar.

#### Strategi S-T

S2/T1, T2,T3 memanfaatkan dan mengembangkan mikroalga dalam pengelolaan IPAL. Pengelolaan IPAL dengan memanfaatkan mikro alga digunakan sebagai metode alternatif pengolahan limbah secara biologis sehingga ketika dibuang ke lingkungan tidak akan merusak lingkungan. Salah satu potensi dari mikro alga adalah sebagai agen biosorpsi dan sudah pernah dilakuskan penelitian dengan menguji beberapa kelompok Chlorophyta. Penelitian tersebut menguji biosorpsi sdari genus Cladophora terhadap timbal dan tembaga (Yalcin *et al.*, 2018). Beberapa penelitian lain juga menguji pemanfaatan limbah menggunakan mikroalga sebagai sumber bioenergi (Sibi, 2018; Fajri *et al.*, 2018). Pemanfaatan mikroalga dengan bioaktifitas tersebut dapat dimanfaatkan untuk mitigasi pencemaran yang diakibatkan

oleh limbah domestik, pariwisata dan budidaya yang akan berkembang didanau dendam.

#### Strategi W-T

W1/T1,T2,T3 Membangun IPAL sebagai perlakuan terhadap air limbah sebelum masuk ke kawasan. Untuk mengantisipasi terjadinya penurunan kualitas air diperlukan IPAL agar kualitas perairan tidak semakin menurun. Kualitas perairan danau dendam yang sudah agak tercemar perlu diberlakukan IPAL agar ancaman seperti limbah domestik, limbah pariwisata dan limbah kegiatan budidaya tidak semakin menambah buruk kualitas perairan danau.

W2/T1,T2,T3 Memperkenalkan spesies mikro alga dengan potensi bioaktifitas terhadap kualitas perairan Berdasarkan hasil penelitian, biodiversitas mikro alga perairan Danau Dendam memiliki nilai yang rendah. Untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan dengan pengenalan spesies mikro alga dari luar. Pengenalan spesies ini juga dengan tujuan mitigasi pencemaran perairan dari aktifitas yang ada disekitar perairan danau dendam tak sudah.

#### KESIMPULAN

Perairan danau dendam memiliki indeks keanekaragaman ('H) yang rendah dan indeks keseragaman ('E) yang rendah, dengan perairan yang didominasi ('C) oleh speises *Nitzschia* sp. Spesies yang ditemui lebih banyak berasal dari phylum Chlorophyta. Masih ada kemungkinan ditemukan spesies mikroalga yang lebih beragam dalam perairan Danau Dendam karena masih banyak bagian badan air dengan kondisi vegetasi yang berbeda. Kualitas perairan danau dendam sedikit tercemar oleh nilai DO yang agak rendah dan juga kadar TSS yang tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh aktifitas manusia di sekitar perairan dan juga kondisi vegetasinya. Dari hasil penelitian, menghasilkan 6 (enam) strategi dengan berdasarkan pendekatan kualitatif terhadap kondisi perairan dan keanekaragaman mikroalga terhadap keadaan danau dendam taksudah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Balai Konservasi Sumberdaya Alam (BKSDA).** 2018. Profil Kawasan Cagar Alam Danau Dendam Dusun Besar, Bengkulu.
- Brower, J.E., H.Z. Jerrold, I.N.V.E. Car.** 1990. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Third Edition. Wm.C. Brown Publisher, New York, USA.
- Dwivedi, B.K. & G.C. Pandey.** 2002. Physicochemical factors and algal diversity of two ponds (Girija Kund and Maqubara Pond), Faizabad, India. *Poll. Res.*, 21(3): 361- 369.
- Eddy.** 2008. Karakteristik limbah cair. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(2):20
- Ervina, M., Suheryanto, E. Fitrilia, & M. Risda.** 2018. Keterkaitan komunitas fitoplankton dengan kualitas air danau Sky Air Jakabaring Palembang. *Jurnal Biosains*, 4(2):108-122. DOI: <https://doi.org/10.24114/jbio.v4i2.10485>
- Fachrullah, M.R.** 2011. Laju pertumbuhan mikroalga penghasil biofuel jenis *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. yang dikultivasi menggunakan air limbah hasil penambangan timah di Pulau Bangka. Skripsi. Bogor: IPB.
- Fajri A., D.S. Angga, & K.P. Ditasya.** 2018. Evaluasi kinerja instalasi pengolahan air limbah MCK (IPAL-MCK) berbasis biofilm mikroalga skala rumah tangga. *Jurnal Sumberdaya alam dan Lingkungan*, (5)3: 21-27. <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/291>
- Hanson, M. & M. Butler.** 1994. Responses to food web manipulation in a shallow waterfowl lake. *Hydrobiologia*, 279(280): 457-466. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00027877>
- Isnansetyo, A., & Kurniastuty.** 1995. Teknik Kultur Phytoplankton & Zooplanton, Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- John, D.M., B.A. Whitton, & A. Brook.** 2003. The Freshwater Algal Flora of The British Isles. An Identification Guide To Freshwater And Terrestrial Algae. Cambridge University Press
- Joubert, G.** 1980. A bioassay application for quantitative toxicity management using the green algae, *Selenastrum Capricornutum*. *Water Res.* 14: 1759-1763. DOI: 10.1016/0043-1354(80)901116
- Kendeigh, S.C.** 1980. Ecology with Special Reference to Animals and Man. Prentice hall of India, New Delhi.
- Lampert, W.** 1987. Laboratory studies on zooplankton-cyanobacteria interactions. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 21: 483-490. DOI: <https://doi.org/10.1080/00288330.1987.9516244>
- McCormick, P.V. & J.J. Cairns,** 1994. Algae as indicators of environmental change. *J Appl. Phycol.*, 6: 509-526. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02182405>
- Mustafa S. S., I. K. Mahammed, D. Zeliha, & C.D. Meltem.** 2019. Variation in growth, fucoxanthin, fatty acids profile and lipid content of marine diatoms *Nitzschia* sp. and *Nanofrustulum shiloi* in response to nitrogen and iron, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, (17) 390-398. DOI: 10.1016/j.bcab.2018.12.023
- Nicziporuk, B., Zambrzycka, & Zylkiewicz.** 2012. Phytohormones as regulators of heavy metal biosorption and toxicity in green algae *Chlorella vulgaris* (chlorophyceae). *Plant Physiology and Biochemistry*, 52: 52-65. DOI: 10.1016/j.plaphy.2011.11.009

- Nurul, M.N.** 2012. Keanekaragaman Jenis Fitoplankton di Danau Dendam Tak Sudah Kota Bengkulu. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Pandey, L.K. & E.A. Bergey.** 2018. Metal toxicity and recovery response of riverine periphytic algae. *Sci Total Environ.* 642: 1020-1031. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.06.069
- Ponmanickam P., T. Rajagopal, M.K. Rajan, S. Achiraman, & K. Palanivelu.** 2007. Assessment of drinking water quality of Vembakottai reservoir, Virudhunagar district, Tamil Nadu. *J. Exp. Zool. India*, 10(2): 485-488.
- Priyanka, S. & B. Nilima.** 2017. Algal biodiversity in some water bodies of Kota, Rajasthan, India. *International Research Journal of Biological Science.* 6(9): 7-14.
- Rex, L.L. & D.L. Gina.** 2006. Benthic stream algae: Distribution and structure. In: *Method in Stream Ecology.* Elsevier. pp16: 327-355.
- Sampaio, E. V., O. Rocha, T. Matsumura-Tundisi, & J.G. Tundisi.** 2002. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62: 525-545. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842002000300018>
- Shannon, C. E.** 1948. A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal.* 27 :379-423, 623-656.
- Sibi, G.** 2018. Bioenergy production from waste by microalgae as sustainable approach for waste management and to reduce resources depletion. *International Journal of Environmental Science & Natural Resources*, (13)3: 77-80. DOI: 10.19080/IJESNR.2018.13.555864
- Simpson, E.** 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688. DOI: <https://doi.org/10.1038/163688a0>
- Standar Nasional Indonesia (SNI).** 2005. SNI 06-6989.31-2005: Air dan air limbah-Bagian 31: Cara uji kadar fosfat dengan spektrofotometer secara asam askorbat.
- Standar Nasional Indonesia (SNI).** 2004. SNI 06-6989.9-2004: Air dan air limbah-Bagian 9: Cara uji nitrit (NO<sub>2</sub>-N) secara spektrofotometri
- Stevenson, R J & Y. Pan.** 1999. Assessing ecological conditions in rivers and streams with diatoms. Cambridge University Press, 11–40.
- Suhartono, E.** 2009. Identifikasi kualitas perairan pantai akibat limbah domestik pada monsun timur dengan metode indeks pencemaran (Studi kasus di Jakarta, Semarang, dan Jepara). *Wahana Teknik Sipil*, 14(1): 51-62.
- Sundstrom, D.W. & H.E. Klei.** 1979. *Wastewater Treatment.* Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Suriawiria, U.** 2003. *Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis.* PT. Alami, Bandung.
- Whitehead, P.G & G.M. Hornberger.** 1984. Modelling algal behaviour in the River Thames. *Water Research*, 18(8): 945–953. DOI: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(84\)90244-6](https://doi.org/10.1016/0043-1354(84)90244-6)
- Winkler, L.W.** 1889. Die Löslichkeit des Sauerstoffs in Wasser (The solubility of oxygen in water). *Ber. Dtsch. Chem. Ges.*, 22: 1764-1774
- Yalcin, E. & K. Çavuşoğlu, M. Maraş, & M. Bıyıkoğlu.** 2008. Biosorption of lead (II) and copper (II) metal ions on *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. (Chlorophyta) algae: Effect of algal surface modification. *Acta Chimica Slovenica*, 55. 228-232.
- Yazwar.** 2008. Keanekaragaman Plankton dan Keterkaitannya dengan Kualitas Air di Parapat Danau Toba. Thesis Sekolah Pascasarjana, USU, Medan.