

STRUKTUR KOMUNITAS PLANKTON DI PERAIRAN WADUK WADASLINTANG KABUPATEN WONOSOBO

PLANKTON COMMUNITY STRUCTURE IN THE RESERVOIR WADASLINTANG WONOSOBO DISTRICT

Oleh : Putu Wirabumi¹, Email: wirabumiputu@gmail.com

Sudarsono², M.Si, Dr. Ir. Suhartini², M.S

¹ Mahasiswa Biologi FMIPA UNY

² Dosen Biologi FMIPA UNY

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui kondisi lingkungan perairan berdasarkan parameter fisika kimia dan struktur komunitas plankton. Jenis penelitian adalah deskriptif dengan metode observasi. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan kondisi lingkungan perairan berdasarkan parameter fisika kimia berada pada golongan baik dengan kriteria air tidak tercemar. Komposisi jenis plankton terdiri dari 38 jenis yang terbagi menjadi 5 kelas kelompok fitoplankton dan 3 kelas kelompok zooplankton. Indeks keanekaragaman per zona dan keseluruhan berada pada tingkat keanekaragaman rendah sampai sedang dengan ekosistem terganggu, indeks dominansi per zona dan keseluruhan berada pada tingkat dominansi rendah, indeks pemerataan per zona dan keseluruhan berada pada tingkat pemerataan cukup sampai kurang merata dengan komunitas tertekan, indeks kesamaan per zona berada pada tingkat kesamaan sangat rendah sampai tinggi, dan indeks kekayaan per zona berada pada tingkat kekayaan rendah, namun secara keseluruhan berada pada tingkat kekayaan tinggi.

Kata kunci: Struktur komunitas, Plankton, Waduk Wadaslintang.

Abstract

This research aimed to determine the condition of the aquatic environment by chemical physical parameters and community structure of plankton. This type of research is descriptive and observational methods. The sampling is done by purposive sampling. Data were analyzed descriptively. The results showed the condition of the aquatic environment by chemical physical parameters are in a ideal category with the criteria of uncontaminated water. Plankton species composition consists of 38 species were divided into 5 groups classes of phytoplankton and 3 groups classes of zooplankton. Diversity index each zone and the whole is on the level of diversity low to moderate with the ecosystem is disturbed, dominance index each zone and the whole is on the low level of dominance, evenness index each zone and the whole is on the level of evenness quite up less evenly with community pressure, similarity index each zone are at very low levels to high similarity, and the richness index per zone is at a low level of rich, but as a whole are at high rich levels.

Keywords: Community structure, Plankton, Wadaslintang Reservoir.

PENDAHULUAN

Salah satu komponen biotik yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan kehidupan di perairan adalah plankton. Plankton merupakan mikroorganisme yang hidup melayang-layang di perairan, mempunyai kemampuan renang yang lemah sehingga gerakannya cenderung dipengaruhi oleh arus air (Odum, 1993:16). Plankton khususnya fitoplankton memiliki peranan penting di dalam suatu ekosistem perairan karena bersifat autotrof, yaitu dapat mengubah unsur hara anorganik menjadi bahan organik yang diperlukan makhluk hidup melalui proses fotosintesis.

Fitoplankton mampu berfotosintesis dan berperan sebagai produsen di lingkungan perairan, sedangkan zooplankton berperan sebagai konsumen pertama yang menghubungkan fitoplankton sebagai produsen dengan organisme yang lebih tinggi jenjang trofiknya. Zooplankton juga berperan sebagai bioindikator perubahan kondisi lingkungan. Keanekaragaman zooplankton yang tinggi menyebabkan rantai makanan di suatu perairan semakin kompleks. Kekayaan fitoplankton dan zooplankton dapat menggambarkan kesuburan suatu perairan dalam kaitannya dengan pemanfaatan potensi sumberdaya hayati di

perairan tersebut (Termala, 2001 dalam Hidayat, 2013:67).

BBWS-SO (Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak) menjelaskan fungsi utama Waduk Wadaslintang ialah untuk irigasi, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), pengendali banjir, penampung air, perikanan, dan pariwisata. Usaha perikanan yang ada berupa aktivitas penangkapan ikan dan budidaya keramba jaring apung (KJA). Luas waduk diperkirakan mencapai 2.626 Ha dengan kedalaman berdasarkan tinggi bendungan 116 m, lebar 10 m, dan panjang 650 m dengan volume air yang mampu menampung sebanyak 443 juta m³. Pemanfaatan tambahan dari waduk tersebut ialah mampu mensuplai kebutuhan irigasi bagi areal persawahan di Kabupaten Purworejo dan Kebumen seluas 30.345 Ha sepanjang tahun. Dampak langsung mampu memberikan tambahan hasil sekitar 210.000 ton beras per-tahun (www.kebumenkab.go.id).

Bahan organik yang masuk berupa limbah domestik atau pertanian yang akan menjadi sumber nutrisi bagi waduk. Budidaya KJA juga berpotensi menambah nutrisi bagi perairan waduk berkaitan dengan meningkatnya bahan organik yang berupa sisa-sisa pakan yang terbuang dari budidaya KJA yang intensif, baik oleh PT Aquafarm maupun petani setempat (Puji, 2010:2). Nutrisi akan dipergunakan organisme autotrof seperti fitoplankton untuk pertumbuhannya. Peningkatan konsentrasi nutrisi dalam badan air akan meningkatkan produktivitas perairan karena nutrisi yang larut dalam badan air langsung dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya sehingga populasinya meningkat. Kekayaan plankton di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa parameter lingkungan dan karakteristik fisiologisnya. Komposisi dan kekayaan plankton akan berubah pada berbagai tingkatan sebagai respons terhadap perubahan-perubahan kondisi lingkungan baik fisik, kimia, maupun biologi (Reynolds, 1984 dalam Pratiwi, 2015:3). Peningkatan nutrisi yang berkelanjutan dalam konsentrasi yang tinggi pada akhirnya akan menyebabkan badan air menjadi sangat subur atau eutrofik dan menimbulkan gangguan (dampak negatif) bagi badan air tersebut. Pendekatan ilmiah mengenai kajian dan aspek biologi perairan ditunjang dengan kajian fisik dan kimia sangat bermanfaat karena organisme tersebut mampu memperlihatkan adanya perubahan yang disebabkan oleh penurunan

kualitas suatu perairan berdasarkan situasi dan kondisi perairan.

Keberadaan plankton di suatu perairan sangat vital terutama di Waduk Wadaslintang jika dilihat dari berbagai aspek kegunaannya. Salah satunya ialah sebagai informasi untuk pengembangan budidaya ikan air tawar mengingat terdapat KJA di perairan waduk tersebut. Kelimpahan ikan dan biota lain tergantung pada sumber makanannya yaitu plankton. Selain itu, dengan mengetahui struktur komunitas plankton dapat menambah inventarisasi data biodiversitas plankton yang belum terungkap sepenuhnya. Keberadaan plankton yang dapat berperan sebagai indikator kondisi perairan di Waduk Wadaslintang Kabupaten Wonosobo dapat dijadikan objek penelitian. Untuk itu, penting adanya informasi secara ilmiah tentang studi penelitian struktur komunitas plankton di perairan Waduk Wadaslintang Kabupaten Wonosobo.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif eksploratif dengan metode observasi.

Populasi dan Sampel

1. Populasi : Seluruh jenis plankton di perairan Waduk Wadaslintang.
2. Sampel : Plankton yang tertangkap oleh plankton net no.25.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi zona pengamatan dan stasiun pengambilan sampel, struktur komunitas plankton yang meliputi komposisi jenis dan indeks biologi (indeks keanekaragaman, indeks dominansi, indeks kemerataan, indeks kesamaan, dan indeks kekayaan), parameter fisika perairan yang meliputi suhu, intensitas cahaya, kekeruhan, dan penetrasi cahaya. Parameter kimia perairan yang meliputi pH, DO, BOD, dan COD.

Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian:
 - a. Lokasi pengambilan sampel air dan pengukuran parameter fisika dilakukan di Waduk Wadaslintang, Kecamatan Wadaslintang, Kabupaten Wonosobo.
 - b. Lokasi pengujian parameter kimia perairan dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Yogyakarta.

c. Lokasi identifikasi dilakukan di Laboratorium Kebun Biologi Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

2. Waktu Penelitian : November 2016 – Februari 2017.

Teknik Pengumpulan Data

1. Instrumen Penelitian

Alat-alat yang digunakan meliputi kapal bermotor, pelampung air, plankton net nomor 25, botol sampel ukuran ± 30 ml dan botol sampel ukuran 1500 ml, termos es, termometer air, *luxmeter*, *turbidimeter portable*, *secchi disk*, opti lab, *object glass*, *cover glass*, pipet tetes, kamera digital, ember ukuran ± 5 liter, *GPS Handheld*, buku identifikasi *Freshwater Biology* yang disusun Edmonson tahun 1996 dan *Illustration of The Freshwater Plankton of Japan* yang disusun oleh Toshihiko Mizuno tahun 1964, peta rencana pengambilan sampel air di Waduk Wadaslintang.

Bahan-bahan yang digunakan meliputi *gel pack*, gliserin, sampel air yang tersaring oleh plankton net nomor 25 yang dimasukkan ke dalam botol sampel ukuran ± 30 ml dan sampel air pada botol sampel ukuran 1500 ml.

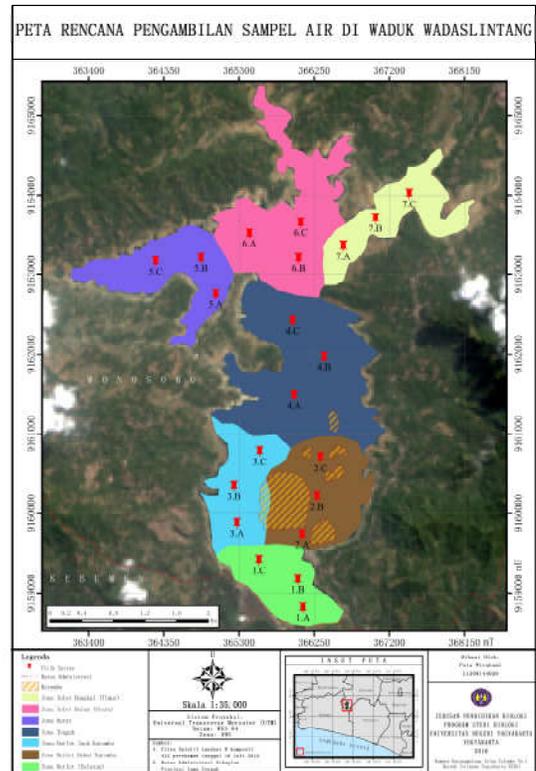
2. Prosedur Penelitian

a. Penentuan lokasi pengambilan sampel air

Pengambilan data sampel air di lapangan dilakukan hanya satu hari. Metode pengambilan sampel air menggunakan metode *purposive sampling* dan ditentukan 7 stasiun pengamatan yang direpresentasikan dalam bentuk zona.

Setiap zona dibagi menjadi 3 stasiun pengambilan sampel air, yaitu stasiun A, B, dan C. Dari setiap stasiun dilakukan 3 ulangan (A_1 , A_2 , A_3 ; B_1 , B_2 , B_3 ; C_1 , C_2 , C_3). Berikut pembagian stasiun atau zona pengambilan sampel air:

1. Zona I : daerah zona outlet waduk (selatan waduk)
2. Zona II : daerah zona outlet waduk dekat karamba
3. Zona III : daerah zona outlet waduk jauh karamba
4. Zona IV : daerah zona tengah waduk
5. Zona V : daerah zona barat waduk
6. Zona VI : daerah zona inlet dalam waduk (utara waduk)
7. Zona VII : daerah zona inlet dangkal waduk (timur waduk)



Gambar 1. Peta rencana pengambilan sampel air di Waduk Wadaslintang

b. Pengambilan data sampel air di lapangan
Sampel air yang tertangkap dengan menggunakan plankton net dimasukkan ke dalam botol sampel air ukuran ± 30 ml. Pengambilan data sampel air untuk uji parameter kimia dimasukkan ke dalam botol sampel air ukuran 1500 ml yang telah diberi warna hitam pada bagian luar botol secara menyeluruh.

c. Pengukuran parameter fisika dan kimia perairan di lapangan

Pengukuran parameter fisika dan pengambilan sampel air untuk uji parameter kimia perairan waduk dilakukan pada setiap stasiun pengambilan sampel air, yakni stasiun A, B, dan C kemudian dilakukan 3 ulangan. Adapun pengukuran untuk parameter fisika meliputi suhu air, intensitas cahaya, kekeruhan air, dan penetrasi cahaya. Sedangkan untuk uji parameter kimia meliputi pH, DO, BOD, COD.

d. Identifikasi data sampel air untuk Plankton

Identifikasi data sampel air untuk plankton dilakukan di Laboratorium Kebun Biologi Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Teknik Analisis Data

1. Komposisi Jenis

Teknik analisis berpedoman pada hasil identifikasi plankton sampai tingkat spesies yang diperoleh dan dikelompokkan atau berdasarkan tingkat kelas dari spesies fitoplankton dan zooplankton yang ditemukan sehingga didapat komposisi jenis.

2. Indeks Biologi

a. Indeks Keanekaragaman Jenis

Keanekaragaman jenis (H') dianalisis dengan menggunakan Indeks Diversitas Shannon-Wiener (Barus, 2002:121) dengan persamaan sebagai berikut:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i ; p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman (*diversity index*)

n_i = Jumlah individu spesies ke- i

N = Jumlah total individu dalam sampel

Kisaran nilai indeks keanekaragaman (H') berdasarkan rumus tersebut adalah (Wheater et al, 2011):

- $H' < 1$ = Keanekaragaman rendah
- $1 \leq H' \leq 3$ = Keanekaragaman sedang
- $H' > 3$ = Keanekaragaman tinggi

b. Indeks Dominansi

Indeks dominansi (C) dianalisis dengan menggunakan Indeks Dominansi Simpson (Odum, 1998:179) dengan persamaan sebagai berikut:

$$C = \sum p_i^2 ; p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

C = Indeks dominansi Simpson (*dominant index*)

n_i = Jumlah individu spesies ke- i

N = Jumlah total individu dalam sampel

Kisaran nilai indeks dominansi (C) berdasarkan rumus tersebut menurut Simpson (1949 dalam Odum, 1971) adalah:

- $0 < C \leq 0,5$ = Dominansi rendah
- $0,5 < C \leq 0,75$ = Dominansi sedang
- $0,75 < C \leq 1,00$ = Dominansi tinggi

c. Indeks Kemerataan

Indeks kemerataan (e) dianalisis dengan menggunakan Indeks Pielou (Odum, 1998:179) dengan rumus sebagai berikut:

$$e = \frac{H'}{H_{\max}} ; H_{\max} = \ln S$$

Keterangan:

e = Indeks kemerataan Pielou (*evenness index*)

H' = Indeks keanekaragaman

S = Jumlah spesies

Menurut Pielou (1977:308) kriteria berdasarkan indeks kemerataan sebagai berikut:

- $0,00 - 0,25$ = Tidak merata
- $0,26 - 0,50$ = Kurang merata
- $0,51 - 0,75$ = Cukup merata
- $0,76 - 0,95$ = Hampir merata
- $0,96 - 1,00$ = Merata

d. Indeks Kesamaan

Indeks kesamaan (S) dianalisis dengan menggunakan indeks kesamaan Sorensen (Barbour dkk, 1987) dengan persamaan sebagai berikut:

$$IS = \frac{2c}{2c + a + b} \times 100\%$$

Keterangan:

IS = Indeks kesamaan Sorensen (*similarity index*)

A = Jumlah jenis yang hanya ditemukan pada sampel A

B = Jumlah jenis yang hanya ditemukan pada sampel B

C = Jumlah jenis yang sama-sama ditemukan pada kedua sampel

Menurut Barbour dkk (1987) kriteria berdasarkan indeks kesamaan sebagai berikut:

- $0 < IS \leq 25\%$ = Sangat rendah
- $25\% < IS \leq 50\%$ = Rendah
- $50\% < IS \leq 75\%$ = Tinggi
- $75\% < IS \leq 100\%$ = Sangat tinggi

e. Indeks Kekayaan

Indeks kekayaan dianalisis dengan menggunakan indeks kekayaan Margalef dengan persamaan sebagai berikut (Margalef, 1958 dalam Santosa, 1995):

$$R = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Keterangan:

R = Indeks kekayaan Margalef (*richness index*)

S = Jumlah spesies

N = Jumlah total individu

Menurut Magurran (1998) kisaran kriteria berdasarkan indeks kekayaan (R) ialah sebagai berikut:

- $R < 3,5$ = Kekayaan rendah
- $3,5 < R < 5$ = Kekayaan sedang
- $R > 5$ = Kekayaan tinggi

3. Teknik analisis data menggunakan teknik analisis secara deskriptif

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Parameter fisika dan kimia perairan sangat mempengaruhi biota air yang ada, salah satunya adalah plankton. Hasil pengukuran untuk parameter fisika dan kimia perairan Waduk Wadaslintang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Data Fisik dan Kimia Perairan Waduk Wadaslintang

No	Parameter	Satuan	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
1	Suhu	(°C)	28,7	29,2	28,8	29,5	30	29,6	29,6
2	Intensitas Cahaya	Lux	2354	413	3182	5958	1764	3876	2693
3	Kekeruhan	(mg/L)	14,1	13,3	13,2	13,1	13,2	13	13,1
4	Penetrasi Cahaya	meter	1,39	1,31	1,48	1,31	1,51	1,48	1,63
	Hilang	meter	2,38	2,22	2,39	2,36	2,42	2,43	2,63
	Samar	meter	0,99	0,91	0,92	1,05	0,91	0,94	1
5	pH	-	7,63	7,73	7,6	7,6	7,65	7,64	7,69
6	DO	(mg/L)	8,02	7,76	7,35	7,98	7,54	7,67	7,55
7	COD	(mg/L)	17,77	15,39	17,05	13,03	18,00	14,21	15,39
8	BOD ₅	(mg/L)	1,56	1,49	1,08	1,39	0,95	0,9	1,31

Sumber: Analisis data primer pengukuran parameter fisika dan kimia

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu perairan Waduk Wadaslintang berkisar antara 28,7–30°C. Suhu perairan tertinggi terdapat pada zona 5, sedangkan suhu perairan paling rendah terdapat pada zona 1. Kisaran suhu perairan Waduk Wadaslintang tersebut apabila dihubungkan dengan kelangsungan hidup organisme air terutama plankton masih berada pada suhu optimum bagi pertumbuhannya, yakni 20°C–30°C. Secara tidak langsung suhu berperan dalam mengontrol ekosistem perairan yang akan mempengaruhi kehidupan plankton karena semua organisme akuatik seperti halnya plankton memiliki toleransi terhadap suhu. Peningkatan suhu air akan berbanding lurus dengan proses metabolisme dan respirasi organisme air serta konsumsi oksigen yang meningkat. Namun disisi lain akan mengakibatkan penurunan kelarutan gas, seperti O₂, CO₂, N₂, CH₄, dan sebagainya (Haslam, 1995 dalam Effendi, 2003:57).

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa intensitas cahaya matahari di perairan Waduk Wadaslintang berkisar antara 413 – 5958 lux. Intensitas cahaya matahari paling tinggi ialah pada zona 4 dan intensitas cahaya matahari paling rendah terdapat pada zona 2. Rendahnya intensitas cahaya matahari yang dihasilkan pada zona 2 yaitu hanya sebesar 413 lux disebabkan oleh tutupan awan dan cuaca pada saat pengukuran di zona 2 mengingat pengambilan data sampel dan pengukuran penelitian ini dilakukan pada awal musim penghujan sehingga pengukuran intensitas cahaya kurang maksimal. Cahaya matahari merupakan sumber cahaya

alami dalam ekosistem perairan. Peranan cahaya matahari sangat diperlukan bagi kelangsungan hidup organisme akuatik. Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi fitoplankton dan tumbuhan air untuk melakukan fotosintesis agar produktifitas primer di ekosistem perairan waduk tetap seimbang.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kekeruhan air di Waduk Wadaslintang berkisar antara 13–14,1 mg/l atau apabila berdasarkan satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) berkisar antara 14–16 NTU. Kekeruhan tertinggi terdapat pada zona 1, yaitu sebesar 14,1 mg/l. Kekeruhan paling rendah terdapat pada zona 6, yaitu sebesar 13 mg/l. Kekeruhan air terutama di perairan menggenang seperti waduk disebabkan oleh material yang tersuspensi atau terlarut di dalam perairan waduk. Terkadang dijumpai bahwa kekeruhan suatu perairan juga dapat disebabkan oleh organisme akuatik, yang mana dapat dijadikan bioindikator produktifitas suatu perairan (Odum, 1998:370). Kekeruhan air akan menghambat penetrasi cahaya matahari yang masuk ke badan perairan, apabila kekeruhan air tinggi akan menurunkan produktifitas primer fitoplankton akibat laju fotosintesis yang terganggu. Menurut Salwiyah (2010:54) kekeruhan optimum suatu perairan yaitu berkisar antara 5–30 NTU sehingga dapat dikatakan bahwa kekeruhan di perairan Waduk Wadaslintang masih dalam batas optimum.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa penetrasi cahaya di Waduk Wadaslintang berkisar antara 1,31–1,63 meter. Penetrasi cahaya terendah yakni 1,31 meter yang terdapat pada 2 zona, yaitu zona 2 dan zona 4 yang masing-masing merupakan zona outlet dekat keramba dan zona tengah perairan waduk. Sedangkan penetrasi cahaya tertinggi terdapat pada zona 7, yaitu 1,63 meter. Rendahnya penetrasi cahaya matahari yang masuk ke badan air tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yakni intensitas cahaya, kekeruhan air, tutupan awan, kondisi cuaca saat pengukuran, kondisi permukaan air, dan musim. Rendahnya penetrasi cahaya matahari yang masuk ke badan air menyebabkan organisme akuatik seperti plankton akan bermigrasi secara vertikal menuju permukaan air untuk mencari asupan cahaya yang cukup. Menurut Barus (2002:43) kedalaman penetrasi cahaya akan berbeda pada setiap ekosistem air yang berbeda. Keberadaan plankton optimal terdapat pada batas akhir penetrasi cahaya matahari dari suatu perairan.

Berdasarkan hasil pengukuran data kimia perairan pada Tabel 1 diketahui bahwa hasil pengukuran derajat keasaman (pH) di perairan Waduk Wadaslintang berkisar antara 7,6–7,73. pH tertinggi terdapat pada zona 2 yaitu pada daerah outlet dekat keramba, sedangkan pH paling rendah terdapat pada zona 3 dan zona 4 yang masing-masing termasuk ke dalam zona outlet jauh keramba dan zona tengah. Hasil pengukuran data kimia perairan berupa pH cenderung memiliki selisih yang tidak terlalu jauh. Perairan Waduk Wadaslintang masih berada pada kategori air yang tidak tercemar dimana pH yang dihasilkan masih berada pada rentang pH normal sekitar netral, yakni 6 – 8 (Kristanto, 2002:73). Sedangkan untuk kelangsungan hidup organisme akuatik seperti plankton di perairan Waduk Wadaslintang juga masih berada pada kategori yang ideal dimana nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air berkisar antara 7–8,5 (Barus, 2002:61).

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kandungan DO (oksigen terlarut) di perairan Waduk Wadaslintang berkisar antara 7,35–8,02 mg/l. Hasil pengukuran untuk kadar DO tertinggi terdapat pada zona 1, yaitu zona outlet waduk sebesar 8,02 mg/l. Sedangkan kadar DO paling rendah terdapat pada zona 3, yaitu zona outlet yang jauh dari keramba sebesar 7,35 mg/l. Kualitas air dan klasifikasi derajat pencemaran berdasarkan nilai DO, Waduk Wadaslintang termasuk golongan I dengan kriteria air tidak tercemar. Dengan kata lain, perairan Waduk Wadaslintang jika dilihat dari hasil pengukuran nilai DO termasuk dalam kondisi baik untuk kelangsungan hidup organisme akuatik.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa nilai COD (kandungan oksigen kimiawi) di perairan Waduk Wadaslintang berkisar antara 13,03–18,00 mg/l. Nilai COD tertinggi terdapat pada zona 5 yaitu sebesar 18,00 mg/l, sedangkan nilai COD paling rendah terdapat pada zona 4 yaitu sebesar 13,03 mg/l. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l (UNESCO/WHO/UNEP, 1992 dalam Effendi 2003:127). Berdasarkan kajian tersebut, keadaan perairan Waduk Wadaslintang jika dilihat dari kandungan nilai COD termasuk dalam kondisi baik atau tidak tercemar. Pemanfaatan budidaya keramba jaring apung dan pemanfaatan lahan disekitar waduk untuk kepentingan pertanian yang digarap

masyarakat setempat juga dalam kategori yang baik.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kandungan BOD (kebutuhan oksigen biokimiawi) di perairan Waduk Wadaslintang berkisar antara 0,9–1,56 mg/l. Nilai BOD tertinggi terdapat pada zona 1 yaitu sebesar 1,56 mg/l, sedangkan nilai BOD paling rendah terdapat pada zona 6 yaitu sebesar 0,9 mg/l. Kualitas air dan klasifikasi derajat pencemaran berdasarkan nilai BOD, Waduk Wadaslintang termasuk golongan I dengan kriteria air tidak tercemar. Dengan kata lain, perairan Waduk Wadaslintang jika dilihat dari hasil pengukuran nilai BOD termasuk dalam kondisi baik untuk kelangsungan hidup organisme akuatik seperti halnya plankton.

Struktur Komunitas Plankton Komposisi Jenis

Komposisi jenis menggambarkan distribusi relatif suatu spesies dalam suatu komunitas. Distribusi relatif suatu spesies di perairan dapat dipengaruhi oleh faktor fisika maupun kimia perairan, seperti suhu, intensitas cahaya, ph, kelarutan oksigen, dan sebagainya. Selain itu, keberadaan suatu spesies dalam komposisi jenis bergantung pada keadaan dan kondisi lingkungan. Apabila lingkungan mendukung bagi suatu spesies untuk tumbuh dan berkembang maka akan terjadi peningkatan jumlah spesies, sebaliknya apabila lingkungan tidak mendukung maka akan terjadi penurunan jumlah spesies.

Plankton yang ditemukan di perairan Waduk Wadaslintang terdiri dari 2 kelompok besar, yakni fitoplankton dan zooplankton dengan jumlah total individu berjumlah 1135. Berdasarkan Tabel 2 fitoplankton yang ditemukan di perairan Waduk Wadaslintang berjumlah 28 spesies dengan 6 divisi, yaitu Bacillariophyta, Chrysophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Cyanophyta, Schizophyta dan 5 kelas fitoplankton, yakni Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Conjugatophyceae, Trebouxiophyceae, Cyanophyceae. Kelas Bacillariophyceae terdiri dari 6 spesies, yaitu *Achnanthes sp*, *Navicula sp*, *Nitzschia closterium*, *Rhopalodia gibba*, *Cyclotella gamma*, dan *Pinnularia sp*. Kelas Chlorophyceae terdiri dari 11 spesies, yaitu *Actinastrum hantzschii*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorococcus sp*, *Closteriopsis longisima*, *Coelastrum reticulatum*, *Crucigenia rectangularis*, *Dispora crucigenioides*, *Gloeocystis gigas*, *Nephrocytium*

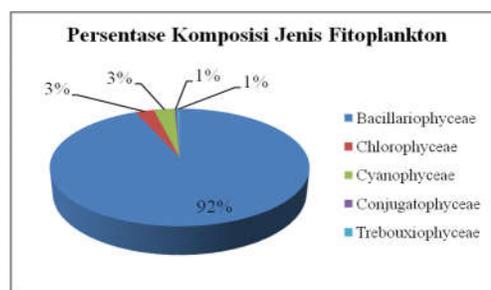
agardhianum, *Oedogonium borisianum*, dan *Sphaerocystis schroeteri*. Kelas Conjugatophyceae terdiri dari 2 spesies, yaitu *Staurastrum elegantissima* dan *Staurastrum tetracerum*. Kelas Trebouxiophyceae hanya terdiri dari 1 spesies, yaitu *Eremosphaera viridis*. Kelas Cyanophyceae terdiri dari 8 spesies, yaitu *Aphanizomenon flos-aquae*, *Aphanocapsa pulchira*, *Aphanocapsa rivularis*, *Chroococcus sp*, *Cylindrospermum sp*, *Nostoc sp*, *Anabaena sp*, dan *Gloeocapsa sp*.

Tabel 2. Plankton yang ditemukan di Perairan Waduk Wadaslintang

Fitoplankton				Jumlah Total		
No	Divisi	Class	Spesies			
1	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes sp</i>	623		
2			<i>Navicula sp</i>	5		
3			<i>Nitzschia closterium</i>	3		
4			<i>Rhopalodia gibba</i>	1		
5			Chrysophyta	<i>Cyclotella gamma</i>	5	
6				<i>Pinnularia sp</i>	382	
7	Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Actinastrum hantzschii</i>	1		
8			<i>Chlorella vulgaris</i>	6		
9			<i>Chlorococcus sp</i>	5		
10			<i>Closteriopsis longisima</i>	2		
11			<i>Coelastrum reticulatum</i>	1		
12			<i>Crucigenia rectangularis</i>	2		
13			<i>Dispora crucigenioides</i>	1		
14			<i>Gloeocystis gigas</i>	4		
15			<i>Nephroclytium agardhianum</i>	3		
16			<i>Oedogonium borisianum</i>	3		
17			<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	2		
18			Conjugatophyceae	<i>Staurastrum elegantissima</i>	2	
19				<i>Staurastrum tetracerum</i>	2	
20			Trebouxiophyceae	<i>Eremosphaera viridis</i>	4	
21			Cyanobacteria	Cyanophyceae	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	1
22					<i>Aphanocapsa pulchira</i>	2
23					<i>Aphanocapsa rivularis</i>	4
24		<i>Chroococcus sp</i>			9	
25		Cyanophyta	<i>Cylindrospermum sp</i>	2		
26	<i>Nostoc sp</i>		2			
27	Schizophyta	<i>Anabaena sp</i>	10			
28		<i>Gloeocapsa sp</i>	3			
Zooplankton				Jumlah Total		
No	Phylum	Class	Spesies			
29	Arthropoda	Crustaceae	<i>Diatomus sp</i>	3		
30		Maxillopoda	<i>Canthocamptus staphylinus</i>	1		
31			<i>Cyclops sp</i>	13		
32			<i>Nauplius sp</i>	13		
33	Rotifera	Monogononta	<i>Ascomorpha saltans</i>	1		
34			<i>Brachianus calyciflorus</i>	5		
35			<i>Keratella cochlearis</i>	1		
36			<i>Polyarthra vulgaris</i>	6		
37			<i>Pompholyx sulcata</i>	1		
38			<i>Trichocerca longiseta</i>	1		
Jumlah total individu				1135		

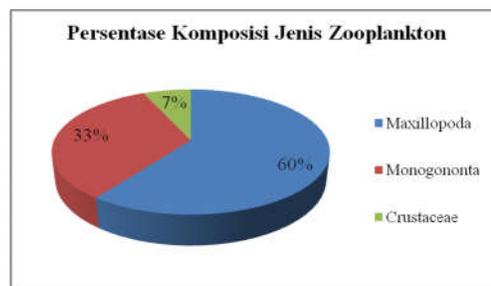
Sumber: Analisis data primer identifikasi plankton

Zooplankton yang ditemukan di perairan Waduk Wadaslintang berdasarkan Tabel 2 berjumlah 10 spesies dengan 2 divisi, yaitu Arthropoda dan Rotifera yang terdiri dari 3 kelas, yaitu Crustaceae, Maxillopoda, dan Monogonanta. Kelas Crustaceae hanya terdiri dari 1 spesies, yaitu *Diatomus sp*. Kelas Maxillopoda terdiri dari 3 spesies, yaitu *Canthocamptus staphylinus*, *Cyclops sp*, dan *Nauplius sp*. Kelas Monogonanta terdiri dari 6 spesies, yakni *Ascomorpha saltans*, *Brachianus calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *Polyarthra vulgaris*, *Pompholyx sulcata*, dan *Trichocerca longiseta*.



Gambar 2. Diagram Komposisi Jenis Fitoplankton Berdasarkan Kelas

Persentase komposisi jenis fitoplankton berdasarkan kelas dapat dilihat pada diagram Gambar 2. Persentase komposisi jenis fitoplankton berdasarkan kelas secara berurutan dari yang terbesar hingga terkecil ialah Bacillariophyceae 92%, Chlorophyceae 3%, Cyanophyceae 3%, Conjugatophyceae 1%, dan Trebouxiophyceae 1%. Berdasarkan diagram tersebut nampak spesies dari kelas Bacillariophyceae (Diatom) mayoritas mendominasi perairan di Waduk Wadaslintang hingga mencapai 92%. Menurut Nybakken (1988:37) fitoplankton yang berukuran besar dan biasanya tertangkap oleh jaring plankton net dari dua kelompok besar, yaitu Bacillariophyceae dan Dinoflagellata. Barus (2002:37) menambahkan bahwa kelompok fitoplankton yang mendominasi di perairan tawar umumnya adalah diatom, ganggang hijau, dan ganggang biru. Selain hal tersebut, melimpahnya spesies dari kelas Bacillariophyceae dimungkinkan dapat terjadi karena adanya usaha budidaya perikanan di perairan Waduk Wadaslintang, yakni budidaya perikanan berupa KJA (Keramba Jaring Apung). Limbah sisa pakan dan kotoran ikan keramba dimanfaatkan fitoplankton dalam pertumbuhannya sehingga fitoplankton yang mayoritas mendiami perairan tawar seperti kelas Bacillariophyceae akan menyebabkan *blooming*.



Gambar 3. Diagram Komposisi Jenis Zooplankton Berdasarkan Kelas

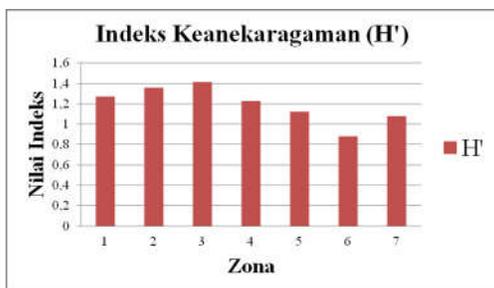
Persentase komposisi jenis zooplankton berdasarkan kelas dapat dilihat pada diagram Gambar 3. Persentase komposisi jenis

zooplankton berdasarkan kelas secara berurutan dari yang terbesar hingga terkecil ialah Maxillopoda 60%, Monogonanta 33%, dan Crustacea 7%. Kelas Maxillopoda yang mempunyai persentase komposisi jenis sebesar 60% termasuk ke dalam phylum Arthropoda. Sedangkan kelas Monogonanta yang mempunyai persentase komposisi jenis sebesar 33% termasuk ke dalam phylum Rotifera. Kelas Maxillopoda memiliki sub-kelas yaitu Copepoda. Menurut Nybakken (1988:41) golongan zooplankton yang memiliki peranan sangat penting ialah Copepoda. Copepoda merupakan zooplankton yang paling banyak ditemukan di perairan dan memegang peranan penting dalam rantai makanan. Selain itu, copepoda dapat dijadikan sebagai pakan alami untuk larva ikan mengingot di perairan waduk terdapat usaha budidaya perikanan KJA. Melimpahnya kelas Maxillopoda dimungkinkan karena secara bersamaan terjadi ledakan populasi fitoplankton khususnya Diatom di perairan Waduk Wadaslintang sehingga fitoplankton yang melimpah menjadi lumbung makanan bagi pertumbuhan zooplankton tidak terkecuali zooplankton dari kelas Monogonanta dan Crustacea.

Indeks Biologi

Indeks Keanekaragaman

Komposisi jenis plankton yang terdapat di perairan Waduk Wadaslintang bermacam-macam, menunjukkan adanya keanekaragaman jenis plankton. Besarnya nilai indeks keanekaragaman (H') di perairan Waduk Wadaslintang dapat ditunjukkan pada diagram Gambar 4 berikut ini:



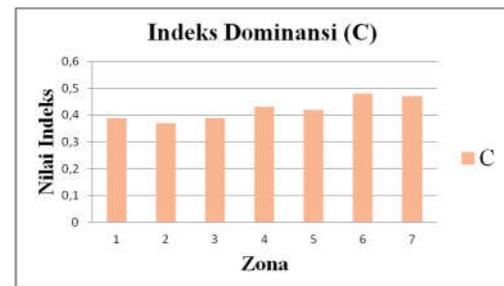
Gambar 4. Diagram Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Berdasarkan Gambar 4 mengenai diagram indeks keanekaragaman jenis di perairan Waduk Wadaslintang diketahui adanya perbedaan keanekaragaman jenis antar zona. Indeks keanekaragaman di perairan Waduk Wadaslintang berkisar antara 0,88 – 1,41. Menurut kriteria indeks keanekaragaman, perairan Waduk Wadaslintang termasuk ke

dalam kriteria dengan nilai indeks keanekaragaman rendah yang ditunjukkan pada zona 6 dan mayoritas perairan Waduk Wadaslintang memiliki keanekaragaman sedang yang ditunjukkan pada zona 1,2,3,4,5, dan 7. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu yang relatif merata. Dengan kata lain bahwa apabila suatu komunitas hanya terdiri dari sedikit spesies dengan jumlah individu yang tidak merata, maka komunitas tersebut mempunyai keanekaragaman yang rendah. Hal yang menyebabkan perairan Waduk Wadaslintang termasuk ke dalam kriteria keanekaragaman rendah sampai sedang adalah adanya ledakan populasi dari spesies kelas Bacillariophyceae, yaitu *Achnanthes sp* dan *Pinnularia sp* yang mendominasi seluruh zona di perairan Waduk Wadaslintang dalam jumlah yang banyak (*blooming*) yang menyebabkan persebaran jumlah individu di setiap zona tidak merata.

Indeks Dominansi

Indeks dominansi menggambarkan ada tidaknya suatu genus atau bahkan spesies yang dominan dalam menyusun suatu komunitas di dalam ekosistem. Besarnya nilai indeks dominansi (C) di perairan Waduk Wadaslintang dapat dilihat pada diagram Gambar 5 berikut ini:

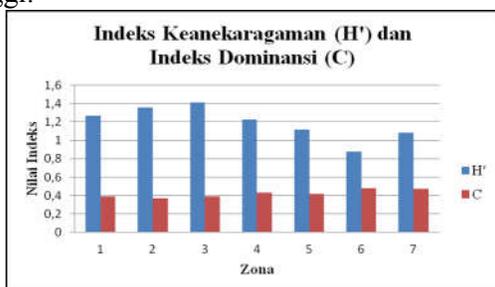


Gambar 5. Diagram Indeks Dominansi (C)

Berdasarkan Gambar 5 mengenai diagram indeks dominansi di perairan Waduk Wadaslintang diketahui adanya perbedaan nilai dominansi antar zona dengan kisaran nilai 0,37 – 0,48. Apabila dibandingkan dengan zona lain, zona 6 memiliki nilai indeks dominansi yang paling tinggi. Hal tersebut dapat dimungkinkan karena pada zona 6 spesies yang ditemukan hanya berjumlah 5 spesies, sedangkan jumlah individu setiap spesies di zona 6 memiliki perbedaan yang mencolok dimana terjadi dominasi spesies dari *Achnanthes sp* yang berjumlah 72 dan *Pinnularia sp* dengan jumlah 46. Kedua spesies tersebut termasuk ke dalam kelas Diatom yang mana mayoritas habitat

Diatom adalah perairan tawar. Sedangkan spesies yang lain seperti *Staurastrum elegantissima* hanya berjumlah 1, *Polyarthra vulgaris* berjumlah 2, dan *Cyclops sp* berjumlah 3.

Odum (1971:79) menjelaskan bahwa nilai indeks dominansi mempunyai hubungan yang erat dengan nilai indeks keanekaragaman, semakin tinggi nilai indeks dominansi maka semakin rendah nilai keanekaragaman begitupun juga dengan sebaliknya. Dari penjelasan tersebut nampak bahwa nilai indeks keanekaragaman yang ditunjukkan pada Gambar 6 di zona 6 memiliki nilai yang paling rendah, selanjutnya nilai indeks dominansi yang ditunjukkan pada Gambar 6 di zona 6 memiliki nilai yang paling tinggi.

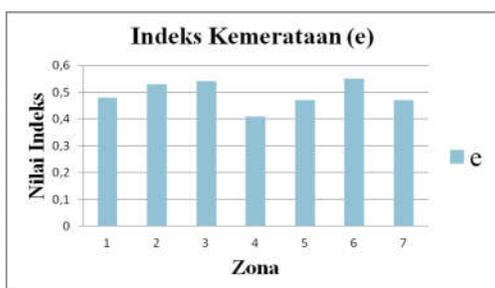


Gambar 6. Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi

Berdasarkan kriteria nilai indeks dominansi menurut Simpson, perairan Waduk Wadaslintang termasuk dalam kriteria dominansi rendah.

Indeks Kemerataan

Indeks kemerataan digunakan untuk mengetahui seberapa besar kestabilan suatu spesies dalam menjaga peluang untuk mempertahankan kelestarian jenisnya. Artinya, semakin tinggi nilai kemerataan maka keanekaragaman jenis dalam komunitas semakin stabil. Begitu juga dengan sebaliknya, apabila nilai kemerataan semakin rendah maka kestabilan keanekaragaman jenis dalam komunitas juga semakin rendah. Besarnya nilai indeks kemerataan (e) di perairan Waduk Wadaslintang dapat dilihat pada diagram Gambar 7 berikut ini:



Gambar 7. Diagram Indeks Kemerataan (e)

Berdasarkan Gambar 7 mengenai diagram indeks kemerataan di perairan Waduk Wadaslintang diketahui adanya perbedaan nilai dominansi antar zona dengan kisaran nilai 0,41 – 0,55. Berdasarkan kriteria nilai kemerataan menurut Pielou tersebut diketahui bahwa zona 6, zona 3, dan zona 2 termasuk ke dalam kriteria cukup merata, yakni masuk dalam rentang 0,51 – 0,75. Sedangkan zona 1,4,5, dan 7 termasuk ke dalam kriteria kurang merata, yakni masuk dalam rentang 0,26 – 0,50.

Menurut Krebs (1972) kriteria nilai indeks kemerataan apabila dikaji dari segi komunitas dikategorikan sebagai berikut: $0 < e \leq 0,5$ merupakan komunitas tertekan; $0,5 < e \leq 0,75$ merupakan komunitas labil; dan $0,75 < e \leq 1$ merupakan komunitas stabil. Dari kriteria mengenai kajian komunitas tersebut perairan Waduk Wadaslintang yang kemerataannya berada pada tingkat cukup merata dan kurang merata termasuk pada kriteria komunitas tertekan. Hal tersebut dimungkinkan karena tingkat kemerataan populasi yang tergolong kecil setiap spesiesnya dengan persebaran jumlah individu setiap spesies tidak sama sehingga ada kecenderungan satu atau dua jenis spesies yang mendominasi, seperti meledaknya populasi dari *Achnanthes sp* dan *Pinnularia sp* yang merata di seluruh zona perairan Waduk Wadaslintang dibanding dengan spesies lain di seluruh zona.

Indeks Kesamaan

Indeks kesamaan digunakan untuk mengetahui perbandingan tingkat kesamaan antar spesies dari berbagai zona dengan cara kombinasi menggunakan suatu rumus indeks kesamaan. Besarnya nilai indeks kesamaan antar zona di perairan Waduk Wadaslintang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Persentase Nilai Indeks Kesamaan di Perairan Waduk Wadaslintang

Zona	Indeks Similaritas (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
1		44	57	59	40	32	33
2			52	55	42	33	26
3				59	40	53	25
4					45	32	29
5						38	38
6							30
7							

Sumber: Analisis data primer indeks kesamaan Sorensen

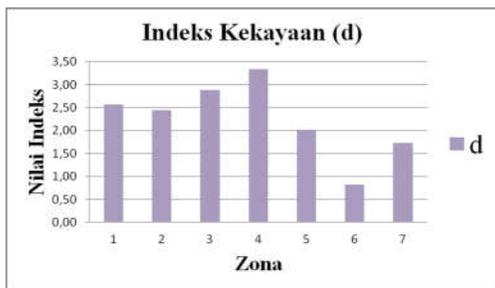
Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa indeks kesamaan berada pada kisaran 25% - 59% yang berada tingkat kesamaan sangat rendah sampai tinggi. Zona perairan di Waduk Wadaslintang yang mempunyai indeks kesamaan tinggi memberikan indikasi bahwa komposisi jenis spesies yang menyusun komunitas tersebut

relatif sama, meskipun tidak ada yang mencapai nilai $IS > 75\%$. Semakin kecil nilai indeks kesamaan untuk setiap kombinasi zona perairan di Waduk Wadaslintang maka semakin rendah pula tingkat kesamaannya. Hal tersebut dapat dimungkinkan karena adanya pengaruh dari kondisi lingkungan baik fisika, kimia, biologi sehingga spesies yang hidup di setiap zona bervariasi. Fenomena tersebut akan menjadi lain apabila kondisi lingkungan relatif homogen sehingga besar kemungkinan akan ditempati oleh spesies dengan jenis yang sama. Semakin dekat zona yang dikombinasikan maka akan memiliki tingkat kesamaan yang relatif tinggi. Sebaliknya, apabila semakin jauh zona yang dikombinasikan maka akan memiliki tingkat kesamaan yang relatif rendah pula.

Selain kondisi lingkungan, aktivitas manusia seperti budidaya keramba jaring apung dan tempat untuk memancing ikan yang dikembangkan di perairan Waduk Wadaslintang juga dapat berpengaruh terhadap kehadiran suatu spesies.

Indeks Kekayaan

Indeks kekayaan menggambarkan banyaknya keberadaan jenis spesies dalam suatu komunitas. Besarnya nilai indeks kekayaan (R) di perairan Waduk Wadaslintang dapat dilihat pada diagram Gambar 8 berikut ini:



Gambar 8. Diagram Indeks Kekayaan (R)

Berdasarkan Gambar 8 mengenai diagram indeks kekayaan diketahui adanya perbedaan nilai antar zona dengan kisaran nilai 0,83 – 3,33 dengan kriteria kekayaan rendah. Hal tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor, yakni persebaran spesies yang tidak merata dibarengi dengan jumlah individu yang tidak merata pula disetiap zona, keanekaragaman jenis yang rendah, adanya spesies yang mendominasi di perairan ditunjukkan dengan adanya perbandingan jumlah individu yang mencolok antara spesies satu dengan yang lainnya, dan faktor pembatas seperti kondisi lingkungan perairan yang kurang mendukung.

Indeks Biologi Seluruh Perairan Waduk

Hasil perhitungan mengenai indeks biologi seperti indeks keanekaragaman (H'), indeks dominansi (C), indeks pemerataan (e), dan indeks kekayaan (R) secara keseluruhan di perairan Waduk Wadaslintang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Indeks Biologi Seluruh Perairan Waduk

Nama Indeks	Hasil	Kriteria
Indeks Keanekaragaman (H')	1,32	Keanekaragaman sedang
Indeks Dominansi (C)	0,42	Dominansi rendah
Indeks Pemerataan (e)	0,36	Kurang merata
Indeks Kekayaan (R)	5,26	Kekayaan tinggi

Sumber: Analisis data primer indeks biologi seluruh perairan

Berdasarkan Tabel 4, apabila nilai indeks yang dihasilkan dari perhitungan per zona dibandingkan dengan nilai indeks yang dihasilkan dari perhitungan seluruh perairan Waduk Wadaslintang, maka secara umum hasil yang ditunjukkan memiliki kesamaan kriteria antar indeks. Hanya saja terdapat perbedaan hasil dari indeks kekayaan yang mana hasil perhitungan indeks kekayaan di seluruh zona perairan Waduk Wadaslintang berada pada tingkat kriteria kekayaan rendah, sedangkan perhitungan nilai indeks kekayaan seluruh perairan Waduk Wadaslintang berada pada tingkat kriteria kekayaan tinggi. Hal tersebut disebabkan karena perhitungan indeks kekayaan tersebut dihitung berdasarkan jumlah spesies dan jumlah total individu secara keseluruhan, sedangkan perhitungan untuk per zona hanya dihitung berdasarkan jumlah spesies dan jumlah total individu yang hanya terdapat pada zona tersebut. Dengan kata lain, jumlah spesies dan jumlah total individu mempengaruhi perhitungan dari indeks kekayaan tersebut sehingga hasil yang ditunjukkan berbeda.

Keterbatasan Penelitian

Pengambilan data dan pengukuran sampel air hanya dilakukan selama 1 hari dengan pengulangan sebanyak 3 ulangan dari setiap stasiun pengambilan sampel air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kondisi lingkungan perairan Waduk Wadaslintang berdasarkan parameter fisika dan kimiaperairan berada pada golongan baik dengan kriteria air tidak tercemar.

Struktur komunitas plankton di perairan Waduk Wadaslintang berdasarkan komposisi jenis plankton di perairan Waduk Wadaslintang terdiri dari 8 kelas, 5 kelas dari kelompok fitoplankton dengan 28 jenis dan 3 kelas dari

kelompok zooplankton dengan 10 jenis. Indeks keanekaragaman per zona dan keseluruhan berada pada tingkat keanekaragaman rendah sampai sedang dengan keseimbangan ekosistem terganggu, indeks dominansi per zona dan keseluruhan berada pada tingkat dominansi rendah, indeks pemerataan per zona dan keseluruhan berada pada tingkat pemerataan cukup merata sampai kurang merata dengan komunitas tertekan, indeks kesamaan per zona berada pada tingkat kesamaan sangat rendah sampai tinggi, dan indeks kekayaan per zona berada pada tingkat kekayaan rendah, namun secara keseluruhan berada pada tingkat kekayaan tinggi.

Saran

Perlu dilakukan penelitian pada musim kemarau di perairan Waduk Wadaslintang sehingga akan terlihat kondisi perairan dan struktur komunitas plankton secara periodik (karena pengambilan sampel air penelitian ini pada musim penghujan).

Perlu dilakukan penelitian mengenai kualitas perairan berkaitan dengan baku mutu air sesuai SNI di perairan Waduk Wadaslintang.

Perlu ditambahkan pengukuran mengenai kandungan nitrat, fosfat, amonia, dan sebagainya sebagai data pendukung.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbour, G.M., J.K. Burk and W.D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. New York: The Benyamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Barus, T.A. (2002). *Pengantar Limnologi*. Medan: USU Press.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hidayat, Muslich. (2013). Keanekaragaman Plankton di Waduk Keuliling Kecamatan Kuta Cot Glie Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Biotik, ISSN: 2337-9812 Vol.1, No.2 Edisi September 2013*.
- Krebs, C.J. (1972). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York: Harper & Row Publisher inc.
- Kristanto, P. (2002). *Ekologi Industri*. Yogyakarta: ANDI.
- Magurran, AE. 1998. *Ecological Diversity and Measurement*. London: Crom Helm Limited.

Nybakken, W. James. (1988). *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: PT Gramedia.

Odum, Eugene P. (1971). *Fundamental Of Ecology*. Georgia: University Of Georgia.

_____. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi*. Terjemahan Tjahjono Samingan. Edisi ketiga. Yogyakarta: UGM Press.

_____. (1998). *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga Cetakan Keempat*. Yogyakarta: UGM Press.

Pielou, M. (1977). *Mathematical Ecology*. Toronto: John Willey and Sons.

Pratiwi, dkk. (2015). Hubungan Kelimpahan Plankton terhadap Kualitas Air di Perairan Malang Rapat Kabupaten Bintan Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal. Tanjung Pinang: UMRAH*.

Puji Lestari, Endang Widyastuti, Christiani. (2010). Kelimpahan Cyanophyta di Perairan Waduk Wadaslintang Wonosobo. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Limnologi V tahun 2010*. Purwokerto: UNSOED.

Salwiyah. (2010). Kondisi Kualitas Air Sehubungan Dengan Kesuburan Perairan Sekitar PLTU Tanasa Kabupaten Konawi Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Wiptekl*. Universitas Haluoleo.

Santosa, Y. 1995. *Pelatihan Teknik Pengukuran dan Monitoring Biodiversity di Hutan Tropika Indonesia*. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan. Bogor: IPB.

Wheater, C. Phillip; Bell, James R.; Cook, Penny A. (2011). *Practical Field Ecology: A Project Guide*. UK: Wiley-Blackwell Publishing.

LAMAN PUSTAKA

<http://bbws-so.net> diakses pada 21 Juli 2016
www.kebumenkab.go.id diakses pada 17 Oktober 2016