



**KEANEKARAGAMAN PLANKTON DI KAWASAN CAGAR ALAM
TLOGO DRINGO DATARAN TINGGI DIENG, JAWA TENGAH**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Biologi

Program Studi Biologi

oleh

Anastasia Perwita Anggara

4411412070



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Keanekaragaman Plankton di Kawasan Cagar Alam Tlogo Dringo Dataran Tinggi Dieng, Jawa Tengah” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, 3 Oktober 2017

METERAI
TEMPEL
15327AAE5700145812
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Andi Asta Perwita Anggara
NIM. 4411412070

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul
Keanekaragaman Plankton di Kawasan Cagar Alam Tlogo Dringo, Dataran Tinggi
Dieng, Jawa Tengah
disusun oleh
Nama : Anastasia Perwita Anggara
NIM : 4411412070
telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Universitas
Negeri Semarang pada tanggal 10 Oktober 2017.



Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.
NIP. 196412231988031001

Panitia Ujian

Sekretaris

Dra. Ernah Penjati, M.Si.
NIP. 19651116 1991 03 2001

Ketua Penguji

Ir. Tyas Agung Pribadi, M.Sc.St.
NIP. 19521291 97803 1001

Anggota Penguji /
Dosen Pembimbing I

Drs. Nugroho Edi Kartijono, M.Si.
NIP. 1961 1213 1989 03 1001

Anggota Penguji /
Dosen Pembimbing II

Drs. F. Putut Martin H.B, M.Si.
NIP. 1961 0309 1999 03 1002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

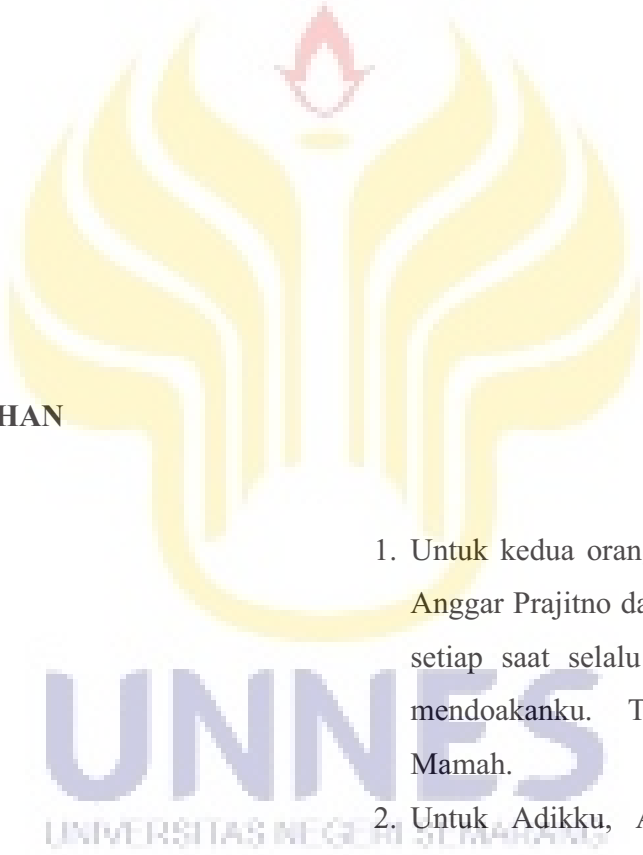
MOTTO

Your time is LIMITED, Don't waste it living someone else's life (Steve Jobs)

A person who never made a mistake, never tried everything new. (Albert Einstein)

Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku (Filipi 4:13)

PERSEMBAHAN

- 
1. Untuk kedua orang tuaku tercinta, D. Anggar Prajitno dan M.Y Puji H yang setiap saat selalu mendorongku dan mendoakanku. Terimakasih Papah Mamah.
 2. Untuk Adikku, A. Kristia dan G. Dennis.
 3. Untuk Teman Hidupku Dhimas Ilka
 4. Teman seperjuangan Biologi 2012
 5. Anda yang membaca skripsi saya

KATA PENGANTAR

Puji syukur Kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan berkat dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selama menyusun skripsi ini, penulis telah banyak menerima bantuan, kerjasama, dan sumbangan pikiran dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

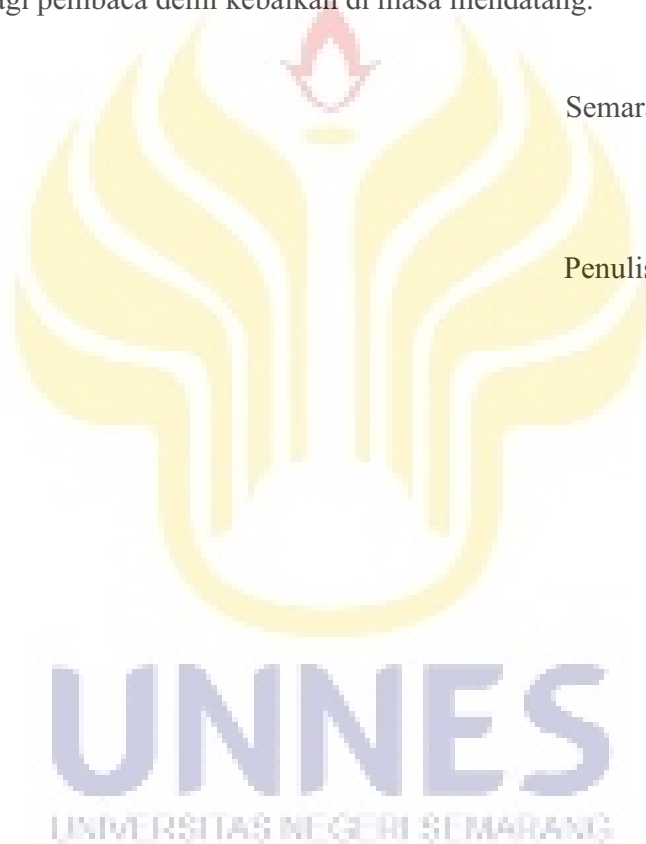
1. Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan untuk menempuh pendidikan di UNNES.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan izin penelitian.
3. Ketua Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang yang membantu kelancaran administrasi dalam penyelesaian skripsi.
4. Drs. Nugroho Edi Kartijono, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan masukan selama bimbingan pada penulis.
5. Drs. F. Putut Martin H.B, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dalam pelaksanaan skripsi ini.
6. Ir. Tyas Agung Pribadi, M.Sc.St. selaku dosen penguji utama yang telah memberikan masukan dalam pelaksanaan skripsi ini.
7. Andin Irsadi, S.Pd., M.Si. selaku dosen wali yang sangat perhatian dalam memberikan dorongan dan kelancaran selama penulis menjalani studi.
8. Kepala Balai Konservasi dan Sumber Daya Alam (BKSDA) Jawa Tengah yang telah memberikan izin dalam melaksanakan penelitian.
9. Kepala BKSDA Resort Wonosobo beserta anggota yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam melaksanakan penelitian.
10. Segenap Keluarga Besar Jurusan Biologi yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
11. Keluarga besar Biologi Rombel 2 angkatan 2012 yang saling memberi motivasi, dukungan dan kebersamaannya.

12. Sahabat-sahabatku yang selalu membantu dan mendukungku Itsna, Laila, Azizah, Darma, Yuli, Rara, dll.
13. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, baik kritik maupun saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penyusunan hasil karya selanjutnya. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca demi kebaikan di masa mendatang.

Semarang, 3 Oktober 2017

Penulis



ABSTRAK

Anggara, Anastasia Perwita. 2017. Keanekaragaman Plankton di Kawasan Cagar Alam Tlogo Dringo, Dataran Tinggi Dieng, Jawa Tengah. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Drs. Nugroho Edi K, M.Si. dan Drs. F Putut Martin H.B, M.Si.

Kawasan konservasi mempunyai peran yang sangat besar terhadap perlindungan keanekaragaman hayati. Pada kawasan Cagar Alam Tlogo Dringo sangat sedikit dijumpai keberadaan fauna karena tingginya aktifitas illegal seperti pemanfaatan air yang dilakukan masyarakat dengan menggunakan pompa air, memancing ikan, dan juga menyediakan perkemahan bagi wisatawan di sekitar kawasan Cagar Alam yang berakibat pada timbulnya sampah-sampah. Hal ini jika dibiarkan akan berakibat buruk terhadap keseimbangan ekosistem di sekitar kawasan Cagar Alam terutama ekosistem perairan Tlogo Dringo.

Penelitian ini merupakan penelitian observatif deskriptif atau non eksperimen. Pengambilan plankton menggunakan *plankton net 25* pada 9 stasiun pengamatan dengan metode komposit sampel dan metode variasi kedalaman (30 cm dan 6 m). Tahap-tahap penelitian meliputi pengambilan sampel plankton, pengukuran faktor fisika kimia perairan, dan analisis sampel di Laboratorium. Data yang diperoleh berupa analisis keanekaragaman jenis plankton, kelimpahan plankton, pengukuran parameter fisika kimia perairan. indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan indeks keseragaman plankton yang dianalisis secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan 24 jenis plankton ditemukan di Tlogo Dringo yaitu 17 jenis fitoplankton dan 7 jenis zooplankton dengan kelimpahan total plankton 69.906 ind/L. Pada pengukuran parameter fisika kimia menunjukkan kondisi perairan Tlogo Dringo yang mendukung untuk pertumbuhan plankton karena sesuai dengan kisaran toleransi. Indeks keanekaragaman 1,167 dalam kategori sedang, indeks dominansi 0,072 sehingga tidak ada jenis plankton yang mendominasi, dan indeks keseragaman 0,47 sehingga kesamaan jenis plankton sedang.

Katakunci: keanekaragaman, plankton, Tlogo Dringo

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Penegasan Istilah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Konservasi	7
2.2 Tlogo Dringo	9
2.3 Plankton	11

2.4	Keanekaragaman, Keseragaman, Dominansi, dan Kelimpahan Plankton	25
2.5	Kerangka Berpikir	28
BAB 3	METODE PENELITIAN	29
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	29
3.2	Populasi dan Sampel	30
3.3	Variabel Penelitian	31
3.4	Rancangan Penelitian	31
3.5	Prosedur Penelitian	37
3.6	Metode Pengumpulan Data	44
3.7	Analisis Data	45
BAB 4	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	48
4.1	Deskripsi Lokasi	48
4.2	Hasil Penelitian	50
4.3	Pembahasan	56
BAB 5	PENUTUP	65
5.1	Simpulan	65
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Pengelompokkan Zooplankton Berdasarkan Ukurannya	17
3.1 Hasil Penelitian Awal pada Pengamatan Plankton di Tlogo Dringo, Dieng	34
3.2 Koordinat Stasiun Lokasi Penelitian di Tlogo Dringo, Dieng	35
3.3 Lembar Kerja Hasil Pengamatan Parameter di Lapangan	41
3.4 Lembar Kerja Hasil Pengamatan Jenis dan Jumlah Plankton	43
3.5 Lembar Hasil Keanekaragaman Plankton di Tlogo Dringo, Dieng ..	44
3.6 Lembar Hasil Pengukuran Parameter Fisika Kimia Plankton di Tlogo Dringo, Dieng	44
3.7 Lembar H', C, dan E Plankton di Tlogo Dringo, Dieng	44
4.1 Keanekaragaman Jenis Plankton di Tlogo Dringo, Dieng	50
4.2 Kelimpahan Plankton di Tlogo Dringo, Dieng	52
4.3 Nilai H', C, dan E Plankton di Tlogo Dringo, Dieng	53
4.4 Hasil Pengukuran Parameter Fisika Kimia di Tlogo Dringo, Dieng	54
4.5 Hasil Pengukuran Kadar COD dan BOD di Tlogo Dringo, Dieng ...	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Pemanfaatan Air Cagar Alam Tlogo Dringo, Dieng	9
2.2 Kerangka Berpikir Tentang Keanekaragaman Plankton di Tlogo Dringo, Dieng.....	28
3.1 Peta Lokasi Wonosobo, Jawa Tengah	29
3.2 Peta Lokasi Tlogo Dringo, Dataran Tinggi Dieng	30
3.3 Lokasi Penelitian Awal di Tlogo Dringo Dieng	32
3.4 (A) Lokasi Pengambilan Plankton Secara Horizontal pada 9 Stasiun	36
3.4 (B) Lokasi Pengambilan Plankton Secara Vertikal dengan Metode Variasi Kedalaman yaitu X (30 cm) dan Y (6 m)	36
3.5 Alur Pengambilan Plankton Pada Metode Variasi Kedalaman 30 cm	38
3.6 Alur Pengambilan Plankton Pada Metode Variasi Kedalaman 6 m..	39
3.7 Alur Pengamatan Plankton di Laboratorium Biologi, UNNES	42
4.1 Diagram Persentase Keanekaragaman Jenis Tiap Kelas dari Fitoplankton dan Zooplankton	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Penetapan Dosen Pembimbing	72
2. Surat Izin Penelitian di BKSDA Jateng	73
3. Surat Izin Penelitian di BBTPI, Semarang	74
4. Surat Izin Penelitian di Laboratorium Kesehatan, Semarang	75
5. Surat Izin Penelitian di Laboratorium Biologi, UNNES	76
6. Data Keanekaragaman dan Kelimpahan Fitoplankton	77
7. Data Keanekaragaman dan Kelimpahan Zooplankton	78
8. Hasil Pengukuran Parameter Fisika Kimia di Tlogo Dringo	78
9. Data Perhitungan Kelimpahan, H', C, dan E	79
10. Dokumentasi Penelitian	83
11. Hasil Pengamatan Fitoplankton	87
12. Hasil Pengamatan Zooplankton	92



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konservasi merupakan upaya pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana dengan berpedoman pada asas pelestarian. Sumber daya alam adalah unsur-unsur hayati yang terdiri dari nabati (tumbuhan) dan hewani (satwa) dengan unsur non hayati di sekitarnya yang secara keseluruhan membentuk ekosistem (KEHATI, 2000). Sedangkan menurut *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga*, Konservasi Sumber Daya Alam adalah pengelolaan sumber daya alam (hayati) dengan pemanfaatannya secara bijaksana dan menjamin kesinambungan persediaan dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai dan keragamannya.

Kawasan konservasi mempunyai peran yang sangat besar terhadap perlindungan keanekaragaman hayati. Cagar Alam didefinisikan sebagai kawasan konservasi yaitu suaka alam dengan keadaan alamnya yang mempunyai kekhasan tumbuhan, satwa, dan ekosistem tertentu yang perlu dilindungi dan perkembangannya berlangsung secara alami. Pengertian Cagar Alam dalam Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tersebut sejalan dengan pengertian *Strict Nature Reserve* menurut IUCN. *Strict Nature Reserve* didefinisikan sebagai kawasan yang sangat protektif dengan tujuan untuk melindungi keanekaragaman hayati serta aspek geologis dan geomorfologis didalamnya, dimana tidak diperbolehkan campur tangan manusia dan terdapat kontrol yang sangat ketat

terhadap pemanfaatan dan pengaruh dari luar yang dapat mengganggu proses perkembangan alami yang ada di dalamnya.

Cagar Alam Tlogo Dringo terletak di Desa Pekasiran, Kecamatan Batur, Banjarnegara, Jawa Tengah. Tlogo Dringo merupakan bekas kepundan letusan gunung berapi (1786), yang berupa kawah mati dan membentuk cekungan sebagai tempat tadah air hujan serta munculnya mata air di sekitar telaga. Nama Dringo sendiri diambil dari nama tanaman Dringo (*Acorus calamus* L) yang banyak tumbuh secara alami. Kawasan Tlogo Dringo terletak pada ketinggian \pm 2000 mdpl memiliki potensi khas berupa telaga dengan luas \pm 10 ha yang tidak mengandung belerang.

Berdasarkan data inventarisasi dari BKSDA Jawa Tengah menyebutkan bahwa di kawasan Cagar Alam Tlogo Dringo sangat sedikit dijumpai keberadaan fauna dibandingkan telaga lain yang berada di Dataran Tinggi Dieng. Salah satu faktor yang menyebabkan hal tersebut yaitu aktivitas ilegal masyarakat di sekitar perairan Tlogo Dringo seperti pemanfaatan air telaga untuk irigasi perkebunan, memancing ikan, menyediakan perkemahan bagi wisatawan, dll. Pemompaan air telaga secara terus menerus jika dibiarkan akan mengancam kehidupan biota perairan sehingga keseimbangan ekosistem Tlogo Dringo akan semakin mengalami penurunan.

Menurut Handayani dan Patria (2005), plankton merupakan organisme yang sensitif terhadap perubahan lingkungan terutama cahaya karena mempengaruhi proses fotosintesis oleh fitoplankton yang merupakan salah satu produsen bagi ekosistem perairan. Aktivitas pemompaan air di sekitar Tlogo

Dringo dapat diprediksi dapat menyebabkan terancamnya keberadaan plankton di perairan tersebut. Kelimpahan, keanekaragaman, dan dominansi jenis plankton di perairan dapat digunakan untuk mengetahui kondisi perairan tersebut apakah masih dalam kondisi baik atau telah mengalami gangguan sebagai salah satu kawasan konservasi. Tinggi rendahnya tingkat keberadaan plankton di perairan dipengaruhi adanya faktor abiotik antara lain DO, BOD, pH, dan suhu (Oktavia N *et al.*, 2015). Hasil penelitian awal yang telah dilakukan di kawasan Tlogo Dringo menunjukkan dari 5 stasiun pengamatan ditemukan sebanyak 22 jenis plankton meliputi 14 jenis fitoplankton (plankton nabati) dan 8 jenis zooplankton (plankton hewani).

Sejalan dengan perkembangan kondisi ekologi suatu kawasan konservasi Cagar Alam di masa yang akan datang, maka akan terus terjadi perubahan seiring dengan berjalannya waktu. Perubahan komposisi biota perairan merupakan salah satu hal yang dapat terjadi. Hal ini akan mengakibatkan perubahan struktur dan fungsi perairan tersebut secara ekologis, karena itu penting sekali untuk mengetahui keberadaan plankton yang ada sebagai pendukung untuk mengetahui produktivitas suatu perairan. Selain itu perlu juga diketahui perbedaan dalam hal kelimpahan dan keanekaragaman plankton selama waktu tertentu. Dengan demikian diyakini akan terjadi perbedaan dalam hal komposisi dan dominansi. Tersediannya data keanekaragaman plankton, maka dapat diprediksi biota-biota yang mungkin berasosiasi sehingga dapat untuk mengelola dan menjaga wilayah konservasi tersebut secara lebih komprehensif (Muhammad, 2007).

Menyadari hal itu, dilakukan penelitian ini dengan tujuan memperoleh data dasar mengenai kondisi ekosistem perairan Cagar Alam Tlogo Dringo khususnya keanekaragaman plankton beserta lingkungan abiotiknya sebagai salah satu upaya untuk pengelolaan kawasan secara terpadu. Hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai referensi ilmiah dalam memantau perkembangan kondisi perairan Cagar Alam Tlogo Dringo dimasa mendatang khususnya bagi BKSDA Jawa Tengah dalam pengelolaan kawasan Cagar Alam sebagai upaya pelestarian kawasan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana keanekaragaman dan kelimpahan plankton di kawasan Tlogo Dringo, Dieng?
2. Bagaimana kondisi perairan Tlogo Dringo, Dieng berdasarkan faktor fisika-kimia yang diuji?

1.3 Penegasan Istilah

Untuk menghindari adanya perbedaan pengertian dalam penelitian ini maka perlu diberikan penjelasan tentang beberapa istilah sebagai berikut:

1. Keanekaragaman Plankton

Keanekaragaman merupakan suatu komposisi spesies dalam suatu ekosistem, yang dinyatakan dalam jumlah dan jenis organisme yang ada di dalamnya (Odum, 1993). Pada penelitian ini objek yang diamati meliputi fitoplankton dan zooplankton di kawasan Tlogo Dringo, Dieng yang dapat terjaring pada plankton net 25. Sebagai data pendukung, ditentukan kelimpahan plankton, Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominansi, dan Indeks Kemerataan serta kondisi faktor fisika kimia (suhu, pH, intensitas cahaya, DO, COD, dan BOD) di kawasan yang diteliti.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan plankton di Tlogo Dringo, Dieng.
2. Mengetahui kondisi perairan Tlogo Dringo, Dieng berdasarkan faktor fisika-kimia yang diuji.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi ilmiah mengenai kondisi perairan Cagar Alam Tlogo Dringo berdasarkan keanekaragaman dan kelimpahan plankton serta kondisi lingkungan abiotiknya. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai data dasar dalam memantau perkembangan ekosistem perairan Cagar Alam Tlogo Dringo sehingga dapat

dilakukan tindakan konservasi yang tepat sebagai upaya menjaga kelestarian perairan, salah satunya adalah kemungkinan terjadinya pencemaran akibat dari berbagai aktivitas di sekitar kawasan.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konservasi

Konservasi berasal dari kata “*conservation*” yang terdiri atas kata *con* (*together*) dan *servare* (*keep/save*) yang memiliki pengertian mengenai upaya memelihara apa yang kita punya (*keep/save what you have*), namun digunakan secara bijaksana (*wise use*) (Colchester M, 2009). Pemerintah Indonesia menerjemahkan definisi konservasi, sebagaimana yang tercantum dalam UU No. 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya. Pada undang-undang tersebut dijelaskan bahwa konservasi sumber daya alam hayati adalah pengelolaan sumber daya alam hayati yang pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana untuk menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya.

Tujuan konservasi yang tertuang dalam UU No. 5 tahun 1990 yaitu mengusahakan terwujudnya kelestarian sumber daya alam hayati serta keseimbangan ekosistemnya sehingga dapat lebih mendukung upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat dan mutu kehidupan manusia. Konservasi sumber daya alam dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: (1) Konservasi kawasan; (2) Konservasi jenis (*species*); baik tumbuhan maupun hewan, dan; (3) Konservasi genetik. Merujuk kategorisasi kawasan konservasi oleh IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), pengukuhan kawasan konservasi di Indonesia meliputi Kawasan Suaka Alam, Kawasan Pelestarian Alam, dan Taman Buru. Menurut UU No. 5 th 1990, Cagar Alam adalah kawasan suaka

alam yang karena keadaan alamnya mempunyai kekhasan tumbuhan, satwa, dan ekosistemnya atau ekosistem tertentu yang perlu dilindungi dan perkembangannya berlangsung secara alami. Hal ini menjelaskan bahwa kawasan tersebut mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan, satwa serta ekosistemnya yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan (Hardjasoemantri K, 1991)

Konservasi kawasan merupakan salah satu cara yang ditempuh pemerintah untuk melindungi keanekaragaman hayati dan ekosistemnya dari kepunahan. Pengelolaan kawasan konservasi di Indonesia dipandang oleh beberapa kalangan sebagai salah satu pengelolaan hutan yang “baik” dalam konteks menjaga keutuhan luasan kawasan dan keanekaragaman hayati yang terdapat di dalamnya. Kenyataan ini mengindikasikan bahwa keberadaan kawasan konservasi sebagai “kawasan terlarang” untuk aktivitas pembalakan sudah mendapatkan pengakuan dari berbagai pihak.

Sumber daya alam flora fauna dan ekosistemnya memiliki fungsi dan manfaat serta berperan penting sebagai unsur pembentuk lingkungan hidup yang kehadirannya tidak dapat digantikan. Tindakan tidak bertanggungjawab akan mengakibatkan kerusakan bahkan kepunahan flora, fauna, dan ekosistemnya. Kerusakan ini menimbulkan kerugian besar yang tidak dapat dinilai dengan materi, sementara itu pemulihannya tidak mungkin lagi. Menurut Kehati (2000), manfaat konservasi dapat diwujudkan salah satunya yaitu mampu memberikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan, dengan demikian sebagai salah satu upaya konservasi melalui pengawetan dan pelestarian flora fauna dan ekosistemnya. Salah satu tujuan dari konservasi adalah preservasi yang berarti proteksi/pemantauan secara berkala. Hal ini

tidak lain untuk mencegah kerusakan dari kegiatan-kegiatan manusia dalam memanfaatkannya yang tidak memikirkan dampak yang akan ditimbulkan dari kegiatan eksploitasi (Colchester M, 2009). Data ilmiah dan hasil pemantauan kawasan konservasi secara berkala diharapkan mampu menunjang kawasan konservasi dan sebagai sarana untuk pembelajaran.

2.2 Tlogo Dringo

Menurut Balai Konservasi dan Sumber Daya Alam Jawa Tengah (BKSDA), Tlogo Dringo merupakan kawasan yang ditunjuk sebagai kawasan Cagar Alam (*natuurmonument*) berdasarkan *Besluit* Gubernur Jenderal Hindia Belanda Nomor 26, *Staadblad* Nomor 376 tanggal 10 Juli 1940. Cagar Alam Tlogo Dringo secara geografis terletak pada 7°13'704" Lintang Selatan dan 109°49'40" Bujur Timur. Secara administrasi daerah CA ini terletak di Desa Pekasiran, Kecamatan Batur Kabupaten Banjarnegara yang berbatasan dengan Kabupaten Wonosobo. Kawasan ini berada di pegunungan Jimat yang merupakan bagian dari Dataran Tinggi Dieng.

Kawasan Cagar Alam Tlogo Dringo mempunyai luasan 28.628 ha, berbatasan langsung dengan Desa Pekasiran dan kawasan hutan Perum Perhutani KPH Pekalongan Timur. Kawasan ini terletak pada ketinggian \pm 2000 mdpl dengan topografi bergelombang dan berbukit bukit, karena berada di Dataran Tinggi Dieng. Berdasarkan klasifikasi iklim kawasan CA Dringo ini mempunyai tipe iklim B. Temperatur harian berkisar antara 18° – 32 °C. Kelembaban antara 4 - 5%, sedangkan curah hujan rata rata 1400 mm/th.



Gambar 2.1 Pemanfaatan Air Cagar Alam Tlogo Dringo Dataran Tinggi Dieng

Cagar Alam Tlogo Dringo ini mempunyai potensi khas berupa telaga tadah air hujan dengan luas ± 10 ha yang tidak mengandung belerang. Kecamatan Batur merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Banjarnegara yang tidak dijumpai adanya mata air, sehingga telaga mempunyai fungsi sangat penting bagi masyarakat yang sebagian besar hidupnya bergantung dari perkebunan (sebagian besar tanaman kentang dan jenis hortikultura lainnya). Masyarakat Cagar Alam Tlogo Dringo sampai saat ini mengandalkan sumber air dari Dringo untuk memenuhi kebutuhan pengairan perkebunan, terutama pada musim kemarau.

2.3 Plankton

Istilah plankton pertama kali digunakan oleh Victor Hensen pada tahun 1887, dan disempurnakan oleh Haeckel tahun 1890. Kata plankton berasal dari bahasa Yunani yang berarti mengembara. Definisi plankton telah banyak dikemukakan oleh para ahli dengan pendapat yang hampir sama yakni, seluruh kumpulan organisme, baik hewan maupun tumbuhan yang hidup terapung atau melayang di dalam air, tidak dapat bergerak atau dapat bergerak sedikit dan tidak dapat melawan arus. Individu plankton umumnya berukuran mikroskopis, meskipun demikian ada pula plankton yang berukuran besar yang dapat mencapai satu meter (Wardana, 2003). Keberadaan plankton dalam lingkungan perairan sangat penting karena perannya sebagai dasar rantai makanan yaitu sebagai produsen primer (fitoplankton) yang akan menghasilkan karbohidrat sehingga menjadi makanan bagi konsumen primer (Djumanto *et al.*, 2009).

Mempelajari suatu sistem perairan, perlu diawali dengan mengidentifikasi komponen-komponen penyusun perairan tersebut dan hubungan ekologis antara komponen-komponen penyusunnya. Plankton merupakan salah satu komponen penyusun perairan, yang hampir selalu hadir di setiap badan air. Kelompok ini biasa dibedakan antara fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton berperan sebagai produsen primer, sedangkan zooplankton berperan penting dalam memindahkan energi dari produsen primer yaitu fitoplankton (alga), ke tingkat konsumen yang lebih tinggi seperti serangga akuatik, larva ikan, dan ikan-ikan kecil (Susilowati A *et al.*, 2001).

Plankton berdasarkan lingkungan atau habitat asalnya dibagi 4, yaitu: Limnoplankton (plankton yang hidup di air tawar), Haloplankton (plankton yang hidup di laut), Hipalmyroplankton (plankton yang hidup di air payau) dan Heleoplankton (plankton yang hidup di kolam) (Basmi, 1995). Berdasarkan siklus hidupnya, maka

plankton dibedakan menjadi 2 yaitu, Holoplankton adalah biota plankton yang kehidupannya sebagai plankton dijumpai sepanjang siklus hidupnya; Meroplankton adalah biota plankton yang kehidupannya sebagai plankton hanya dalam waktu temporer tertentu, dibandingkan dengan keseluruhan siklus hidupnya, seperti telur dan atau stadia larva (Widianingsih dan Hadi, 2008).

Organisme di perairan dapat menyebar dengan tiga cara yaitu hanyut, bergerak aktif, dan menempel pada benda-benda bergerak. Umumnya plankton menyebar dengan cara hanyut dan mengikuti arus. Zooplankton bergerak secara vertikal dan horizontal. Pergerakan horizontal dipengaruhi oleh fenomena perairan, seperti pasang surut, gelombang dan arus. Pergerakan vertikal dipengaruhi oleh faktor pakan, predator, intensitas cahaya, dan kualitas perairan (Romimohtarto dan Juwana, 2001). Keberadaan plankton dalam suatu perairan dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang berpengaruh di antaranya adalah produsen yang merupakan sumber makanan bagi plankton dan adanya interaksi spesies serta pola siklus hidup pada setiap spesies dalam komunitas. Adapun faktor abiotik ialah fisika kimia air yang diantaranya suhu, kecepatan arus, kecerahan, pH, *Dissolved oxygen* (DO), karbondioksida, dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) (Hakim *et al.*, 2011 dalam Oktavia N *et al.*, 2015).

Plankton memiliki ukuran yang relatif sangat kecil $\pm 0,45$ mm yang sukar dilihat oleh mata telanjang (Nybakken, 1988). Sebenarnya plankton mempunyai alat gerak (misal Flagella dan Ciliata) sehingga secara terbatas akan melakukan gerakan-gerakan, tetapi gerakan tersebut tidak cukup mengimbangi gerakan air sekelilingnya, sehingga dikatakan bahwa gerakan plankton sangat dipengaruhi oleh gerakan air (Barus, 2004).

Kondisi plankton melayang dikarenakan pengaturan berat jenis tubuhnya relatif sama dengan berat jenis media (air), dengan cara menambah atau mengurangi jumlah vakuola, cadangan makanannya yaitu zat lemak atau minyak, atau dengan memperpanjang atau memperpendek *chaeta* (Nybakken, 1988).

Pengambilan sampel plankton harus dilakukan dengan alat yang dapat menyaring air sedemikian rupa sehingga plankton yang tersaring cukup jumlahnya untuk dianalisis. Untuk keperluan ini alat khusus yang biasa digunakan adalah jaring plankton atau *plankton net*. Setiap mata jaring yang digunakan ukurannya (*mesh-size*) harus berbeda, tergantung dari plankton yang akan dikumpulkan (Fachrul, 2007). Pengambilan sampel plankton di perairan dapat dilakukan secara tegak (vertikal), miring (*oblique*), dan mendatar (horizontal). Pengambilan sampel harus sesuai dengan pengambilan sampel air untuk analisa faktor fisika dan kimia air dengan beberapa kali ulangan. Pengambilan sampel plankton pada perairan lentik dilakukan dengan menyaring air sebanyak 100 liter dari lokasi sampling, dengan menggunakan *water sampler* (Fachrul, 2007).

Plankton sebagai produsen primer merupakan penentu produktivitas primer perairan yaitu jika kondisi plankton yang bagus maka akan meningkatkan pula produktivitas primer. Hal ini akan menyebabkan kehadiran biota-biota pada level trofik di atasnya, sehingga akan ditemukan beberapa hewan lain, seperti benthos, larva serangga, larva ikan, dan bahkan ikan. (Muhammad F dan Hidayat J, 2007). Sebagai dasar dari mata rantai pakan di perairan, kehadiran plankton di suatu perairan dapat menggambarkan karakteristik suatu perairan apakah berada dalam keadaan subur atau tidak. Kondisi kesuburan suatu perairan biasanya dilihat dari komposisi plankton yang

sangat banyak dan sebaliknya, pada kondisi perairan yang tidak subur atau tercemar biasanya komposisi plankton di tempat itu akan sangat sedikit (Sutaman, 1993 dalam Fathurrahman dan Aunurohim, 2014).

Manfaat pengamatan plankton adalah untuk mengetahui adanya pencemaran dengan mengetahui kelimpahan dan keanekaragaman jenis plankton (Tugiyono, 2004). Selain itu, dapat diketahui berdasarkan kepadatan plankton. Perairan dengan tingkat kesuburan rendah memiliki kepadatan plankton kurang dari 10^4 ind/L, kesuburan sedang lebih tinggi dari 10^4 ind/L, dan kesuburan sangat tinggi di atas 10^7 ind/L. Plankton dengan tingkat kepadatan di atas 10^7 ind/L disebut *blooming* (Veronica *et al.*, 2014 dalam Fathurrahman dan Aunurohim, 2014).

2.3.1 Fitoplankton

Fitoplankton adalah tumbuhan renik bersel tunggal yang hidup terapung atau melayang di permukaan atau kolom air. Fitoplankton dapat hidup di seluruh massa air dengan berbagai kedalaman, asalkan masih terdapat cahaya matahari dan nutrient sehingga memungkinkan terjadinya fotosintesis. Sifat khas fitoplankton adalah mampu berkembang biak secara berlipat ganda dalam waktu yang relatif singkat, tumbuh dengan kerapatan tinggi, melimpah dan terhampar luas (Fachrul, 2007). Pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton berkaitan dengan ketersediaan unsur hara, fitoplankton akan tumbuh dan berkembang dengan baik apabila unsur yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah yang mencukupi (Hutabarat S & M. Evans, 2000).

Fitoplankton bersel tunggal yang mempunyai ukuran jauh lebih kecil. Fitoplankton dapat ditemukan dalam bentuk uniseluler, multiseluler, filament, atau seperti pita, hidup secara individual, koloni, atau epifit pada tumbuhan air, batuan dan

substrat lain (Rosyidi, 1998 dalam Susilowati A *et al.*, 2001). Kerapatan klorofil pada fitoplankton juga diketahui lebih tinggi. Hal tersebut memungkinkan laju fotosintesis pada fitoplankton lebih tinggi dibandingkan dengan organisme autotrof yang lebih tinggi tingkatannya. Fitoplankton memiliki daur hidup yang lebih pendek sehingga mampu berkembang biak dalam waktu singkat (Alim Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Fitoplankton membutuhkan energi cahaya untuk fotosintesis dan pertumbuhannya. Namun pada intensitas cahaya yang sangat tinggi fotosintesis justru akan terhambat (Brotowidjoyo *et al.*, 1995). Kelimpahan dan komposisi jenis fitoplankton dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan, karena fitoplankton memiliki pigment yang mempunyai kemampuan menyerap intensitas cahaya yang berbeda. Hubungan antara komunitas fitoplankton dengan produktivitas perairan adalah positif. Bila kelimpahan fitoplankton di suatu perairan tinggi, maka dapat juga diduga perairan tersebut memiliki produktivitas perairan yang tinggi.

Fitoplankton ada yang dapat tertangkap dengan jaring plankton tetapi lebih banyak lagi yang sangat halus, lolos tak tertangkap. Fitoplankton yang bisa tertangkap dengan jaring plankton net 25 umumnya tergolong dalam tiga kelompok utama yakni diatom, dinoflagellata dan alga biru. Diatom paling sering ditemukan, baru kemudian dinoflagellata. Alga biru jarang dijumpai tetapi sering kali muncul dalam populasi besar (Nontji, 1993). Menurut Barus, 2004, kelompok fitoplankton yang mendominasi perairan tawar umumnya terdiri dari chlorophyta, diatom dan cyanophyta. Menurut Suthers & Rissik, 2009 menjelaskan fitoplankton atau algae mikroskopik di air tawar

ada 8 divisi, yaitu Cyanophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Crysophyta, Dinopyhta, Euglenophyta, Chryptophyta dan Chlorophyta.

2.3.2 Zooplankton

Zooplankton adalah plankton hewani yang merupakan biota heterotrof, yang berarti tidak mampu membentuk bahan organik dari lingkungan sekitarnya, sehingga mereka hidup dari produsen primer (Endrawati *et al.*, 2014). Ukurannya lebih besar dibandingkan dengan fitoplankton, bahkan ada pula yang melebihi 1 meter. Zooplankton terdiri dari bermacam larva dan bentuk dewasa yang mewakili hampir seluruh filum hewan (Nybakken, 1988). Zooplankton merupakan biota yang berperan penting terhadap produktivitas sekunder, karena sebagai penghubung produsen primer dengan konsumen yang lebih tinggi (Arinardi *et al.*, 1997). Zooplankton merupakan konsumen pertama dalam perairan yang memanfaatkan produsen primer yaitu fitoplankton.

Zooplankton dalam rantai makanan akan dimanfaatkan oleh larva ikan, udang, dan Crustacea lainnya sebagai sumber makanan. Selanjutnya larva ikan dan udang akan dimakan oleh ikan yang lebih besar dan seterusnya (Soedarsono *et al.*, 2002). Menurut Barus, 2004, umumnya zooplankton banyak ditemukan pada perairan yang memiliki kecepatan arus rendah serta kekeruhan air yang rendah. Zooplankton dijumpai hampir di seluruh habitat akuatik, tetapi kelimpahan dan komposisinya bervariasi tergantung kepada keadaan lingkungan dan biasanya terkait erat dengan perubahan musim.

Tabel 2.1 Pengelompokan Zooplankton Berdasarkan Ukurannya.

No	Kelompok	Ukuran	Organisme Utama
----	----------	--------	-----------------

1	Mikroplankton	20 - 200 μ m	Ciliata, Foraminifera, Nauplius, Rotifera, Copepoda
2	Mesoplankton	200 μ m – 2mm	Cladocera, Copepoda, Larvacea, Chaetognatha
3	Makroplankton	2 – 20mm	Pteropoda, Copepoda, Euphasid, Chaetognatha
4	Mikronekton	20 – 200mm	Chepalopoda, Euphasid, Sargestid, Myctophid
5	Megaloplankton	>20mm	Scyphozoa, Thaliacea

Sumber: Arinardi *et al.*, (1997)

Zooplankton sering melakukan gerakan naik turun pada perairan yang disebut dengan migrasi vertikal. Gerakan tersebut dimaksudkan untuk mencari makanan yaitu fitoplankton yang melakukan gerakan naik ke permukaan, dan biasanya dilakukan pada malam hari, sedang gerakan ke dasar perairan dilakukan siang hari. Gerakan pada malam hari lebih banyak dilakukan karena adanya variasi makanan yaitu fitoplankton lebih banyak, selain itu dimungkinkan karena zooplankton menghindari sinar matahari langsung (Nontji, 1993). Meadows dan Campbell (1993) menyatakan bahwa zooplankton akan melakukan migrasi secara vertikal dalam kolom air sebelum matahari terbit dan kembali ke permukaan setelah matahari terbenam. Menurut Davis (1995), rangsangan yang menyebabkan migrasi vertikal yang dilakukan zooplankton adalah cahaya. Cahaya menyebabkan respons negatif bagi zooplankton untuk melakukan migrasi, yang berarti apabila intensitas cahaya di permukaan meningkat maka zooplankton akan bergerak menjauhi permukaan dan apabila intensitas cahaya di permukaan menurun maka zooplankton akan bergerak mendekati permukaan dan mempunyai kemampuan untuk mengapung.

Kelimpahan atau jumlah total zooplankton merupakan parameter biologis penting di perairan. Hal tersebut berkaitan dengan perubahan harian dan fluktuasi musiman dimana kelimpahan dan distribusi zooplankton dapat digunakan pula untuk estimasi produksi sekunder, sehingga keberadaan zooplankton dapat digunakan sebagai indikator produktivitas perairan. Kelimpahan zooplankton mengalami kenaikan dan penurunan disebabkan oleh faktor dari masing-masing zooplankton itu sendiri, seperti: pertumbuhan, kematian, distribusi vertikal, migrasi yang berbeda, dan perubahan kualitas air dari waktu ke waktu. Adanya pemangsaan (*grazing*) dari zooplankton karnivora dan predator zooplankton lainnya diduga juga mempengaruhi kelimpahan zooplankton (Sumich, 1992 dalam Pranoto *et al.*, 2005).

2.3.3 Faktor-Faktor Fisika Telaga Yang Mempengaruhi Kehidupan Plankton

2.3.3.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan plankton. Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu, sirkulasi udara, penutupan awan, aliran air, dan kedalaman air. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya. Menurut Nybakken, 1988 menyatakan bahwa suhu air antara 20-30⁰C merupakan suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton.

Menurut Raymont dalam Simanjuntak M, 2009 menyatakan bahwa suhu dapat mempengaruhi fotosintesis secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh suhu secara langsung terhadap plankton adalah meningkatkan reaksi kimia sehingga laju fotosintesis meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Sedangkan pengaruh tidak

langsung adalah berkurangnya kelimpahan plankton akibat suhu semakin menurun dan kerapatan air semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan.

Rendahnya suhu suatu perairan menyebabkan turunnya aktivitas fotosintesis di perairan menyebabkan meningkatnya kecepatan metabolisme dan tingginya suhu perairan menyebabkan menurunnya jumlah oksigen terlarut dalam air sehingga menyebabkan kematian pada organisme perairan tersebut karena mengalami kesulitan untuk respirasi. Arinardi *et al.*, (1997) menjelaskan bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah $20^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu yang ideal untuk kehidupan zooplankton umumnya berkisar antara $20 - 30^{\circ}\text{C}$ (Nontji, 1993). Filum Chlorophyta dan Diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut $30 - 35^{\circ}\text{C}$ dan $20 - 30^{\circ}\text{C}$. Sedangkan Cyanophyta lebih dapat bertoleransi terhadap kondisi di luar toleransi.

2.3.3.2 Penetrasi cahaya

Menurut Effendie (2003), penetrasi cahaya dipengaruhi oleh intensitas dan sudut datang cahaya, kondisi permukaan air, dan bahan terlarut serta tersuspensi di dalam air. Hal tersebut juga mempengaruhi tingkah laku organisme. Kecerahan perairan adalah suatu kondisi yang menggambarkan kemampuan penetrasi cahaya matahari untuk menembus lapisan air sampai kedalaman tertentu. Menurut Arthington dalam Andriyani *et al.*, 2014 membagi kondisi perairan berdasarkan kecerahan menjadi: 1. Perairan Keruh ($0,25 - 1\text{ m}$); 2. Perairan Sedikit Keruh ($1 - 5\text{ m}$); 3. Perairan Jernih ($> 5\text{ m}$). Kekeruhan dapat disebabkan oleh kandungan unsur hara, lumpur, dan keberadaan fitoplankton yang tinggi.

Pada perairan, cahaya memiliki 2 fungsi utama yaitu untuk memanasi air sehingga terjadi perubahan suhu, berat jenis, dan menyebabkan terjadinya pencampuran massa dan kimia air. Selain itu cahaya merupakan sumber bagi proses fotosintesis algae dan tumbuhan air. Kekeruhan yang tinggi akan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari karena dapat membatasi proses fotosintesis sehingga produktivitas primer fitoplankton pada perairan cenderung akan berkurang dan berakibat pula pada pendangkalan (Nybakken, 1988).

2.3.4 Faktor-faktor Kimiawi Telaga Yang Mempengaruhi Kehidupan Plankton

2.3.4.1 Derajat Keasaman (pH)

pH pada perairan sangat dipengaruhi dengan penumpukan bahan organik dan bermacam macam dari aktivitas biologi. Kebanyakan perairan alami memiliki pH berkisar antara 6 - 9 (Effendie, 2003). Nilai pH yang berada pada ambang batas normalnya dapat menurunkan kecepatan tumbuh dari plankton. Menurut Tait (1981), bahwa pH optimal untuk pertumbuhan plankton berkisar 5.6 – 9.4. Salah satu fitoplankton yang paling dipengaruhi oleh nilai pH adalah chlorophyceae. Pada alga biru umumnya lebih menyukai pH netral sampai basa dan respon pertumbuhan negatif terhadap asam ($\text{pH} < 6$). Pada Chrysophyta, pH berkisar 4.5 - 8.5 dan pada diatom pada kisaran pH netral.

pH yang sangat rendah akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik semakin tinggi yang tentunya akan mengancam kelangsungan hidup organisme akuatik. Sementara pH yang tinggi akan menyebabkan keseimbangan antara ammonium dan amoniak dalam air akan terganggu, dimana

kenaikan pH di atas netral akan meningkat konsentrasi amoniak yang juga sangat toksik bagi organisme (Yazwar, 2008). Kegiatan fotosintesis yang tinggi oleh alga atau fitoplankton dapat menyebabkan kenaikan pH perairan.

2.3.4.2 DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2005).

Oksigen terlarut diperlukan oleh semua makhluk hidup, sebagian besar pertumbuhan pada pencahayaan yang cukup mampu menyediakan melalui proses fotosintesis (Romimohtarto dan Juwana, 2001). Terjadinya proses fotosintesis dalam suatu perairan pada kedalaman tertentu mengindikasikan banyaknya kandungan oksigen di lokasi tersebut. Disamping itu plankton juga memiliki peranan terhadap oksigen terlarut seperti menurunnya kadar oksigen terlarut pada malam hari karena oksigen terlarut digunakan untuk respirasi dan bertambahnya oksigen terlarut karena terjadinya proses fotosintesis pada siang hari (Simanjuntak M, 2009).

Penurunan kadar oksigen terlarut dalam jumlah yang sedang akan menurunkan kegiatan fisiologis makhluk hidup dalam air diantaranya terjadinya penurunan nafsu makan, pertumbuhan dan kecepatan bergerak (Simanjuntak M, 2009). Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Bertambahnya kedalaman akan

terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik. Menurut Effendi (2003) jumlah konsentrasi oksigen terlarut di setiap perairan berbeda tergantung dari variasi nilai beberapa parameter lingkungan. Semakin besar ketinggian (*latitude*) maka semakin kecil tekanan atmosfer dan akan menyebabkan kadar oksigen terlarut juga semakin kecil

Keperluan organisme terhadap oksigen relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktifitasnya. Menurut Pescod (1973) dalam Andriyani *et al.*, 2014 bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang aman bagi kehidupan perairan sebaiknya minimum > 2 mg/L dan tidak terdapat bahan lain yang bersifat racun sehingga cukup memadai untuk menunjang secara normal komunitas akuatik di perairan. Kelarutan maksimum oksigen di dalam air terdapat pada suhu 0°C , yaitu sebesar 14.16 mg/L O_2 . Konsentrasi menurun sejalan dengan meningkatnya suhu air. Peningkatan suhu menyebabkan konsentrasi oksigen menurun dan sebaliknya suhu yang semakin rendah meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut. Nilai DO yang berkisar diantara 5.45-7.00 mg/L cukup baik bagi proses kehidupan biota perairan. Nilai oksigen terlarut di perairan sebaiknya berkisar antara 6.3 mg/L, makin rendah nilai DO maka makin tinggi tingkat pencemaran suatu ekosistem perairan (Yazwar, 2008).

2.3.4.3 COD (Chemical Oxygen Demand)

COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik secara kimia. Angka COD yang tinggi mengindikasikan semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi. 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, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 20 mg/l (Ali A *et al.*, 2013)

Nilai COD menunjukkan jumlah oksigen total yang dibutuhkan di dalam perairan untuk mengoksidasi senyawa kimiawi yang masuk ke dalam perairan seperti minyak, logam berat, maupun bahan kimiawi lain. Besarnya nilai COD mengindikasikan banyaknya senyawa kimiawi yang ada di dalam perairan dan sebaliknya rendahnya nilai COD mengindikasikan rendahnya senyawa kimiawi yang ada di dalam perairan. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran bahwa kadar COD golongan III adalah sebesar 50 mg/l.

Umumnya nilai COD akan selalu lebih besar dibandingkan dengan nilai BOD, karena nilai BOD hanya terbatas terhadap bahan organik yang bisa diuraikan secara biologis saja, sementara nilai COD menggambarkan kebutuhan oksigen untuk total oksidasi, baik terhadap senyawa yang dapat diuraikan secara biologis maupun terhadap senyawa yang tidak dapat diuraikan secara biologis Baur dalam Barus 2004.

2.3.4.4 BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik, pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi. Penentuan BOD merupakan suatu prosedur *bioassay* yang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme selama organisme tersebut menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu perairan, pada kondisi yang hampir sama dengan kondisi yang ada di alam.

Selama pemeriksaan BOD, contoh yang diperiksa harus bebas dari udara luar untuk mencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas (Salmin, 2005). Secara teoritis, waktu yang diperlukan untuk proses oksidasi yang sempurna sehingga bahan organik terurai menjadi CO₂ dan H₂O adalah tidak terbatas. Dalam prakteknya di laboratorium, biasanya berlangsung selama 5 hari. Nilai BOD 5 hari merupakan 70% - 80% dari nilai BOD total (Salmin, 2005).

Rendahnya nilai BOD menunjukkan sedikitnya jumlah bahan organik yang dioksidasi dan semakin bersihnya perairan dari pencemaran limbah organik. Menurut Effendie, 2003 menjelaskan nilai BOD antara 0,5 – 7 mg/L belum mengalami pencemaran, sedangkan jika nilai BOD telah melebihi > 10 mg/L maka telah mengalami pencemaran.

2.4 Keanekaragaman, Keseragaman, Dominansi, dan Kelimpahan

Nilai pendekatan terhadap kualitas perairan pada lokasi dinyatakan dalam suatu indeks kualitas perairan. Indeks kualitas perairan (*water quality*) disusun berdasarkan perubahan parameter fisika dan kimia yang diduga merupakan parameter penentu terhadap perubahan kondisi perairan. Parameter fisika dan kimia menggambarkan perubahan lingkungan pada saat tertentu (temporer) sehingga untuk perairan dinamis kurang memberikan gambaran sesungguhnya. Indeks kualitas perairan digunakan untuk mengetahui tingkat ketergantungan atau hubungan suatu organisme dengan senyawa yang menjadi sumber nutrisinya sehingga dapat diketahui hubungan

kelimpahan, keanekaragaman dan keseragaman plankton (Dahuri, 1995). Keanekaragaman jenis adalah sifat komunitas yang memperlihatkan tingkat jumlah organisme yang ada di dalamnya. Untuk memperoleh keanekaragaman jenis cukup diperlukan kemampuan mengenal atau membedakan jenis meskipun tidak dapat mengidentifikasi jenis (Krebs, 1978).

2.4.1 Indeks Diversitas (Keanekaragaman)

Arinardi *et al.*, (1997) menjelaskan bahwa indeks keanekaragaman merupakan indeks yang menunjukkan tingkat keanekaragaman organisme yang ada dalam suatu komunitas. Sedangkan, menurut Odum (1993) indeks keanekaragaman menunjukkan jumlah spesies yang mampu beradaptasi dengan lingkungannya. Semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman, maka semakin banyak spesies yang mampu bertahan dalam lingkungan hidup tersebut. Tingginya nilai indeks keanekaragaman juga dipengaruhi oleh indeks keseragaman dan indeks dominansi.

Indeks keanekaragaman (H') dihitung dengan metode yang digunakan oleh Shannon-Weinner disebut Indeks Shannon-Weinner. Indeks ini merupakan metode perhitungan yang direkomendasikan untuk menghitung keanekaragaman (Hays G, 2005). Indeks keanekaragaman digunakan untuk mengetahui keanekaragaman hayati biota yang diteliti. Apabila nilai indeks keanekaragaman makin tinggi berarti komunitas biota di perairan itu makin beragam, tidak didominasi oleh satu atau dua jenis saja dan bernilai tinggi menunjukkan bahwa pada daerah tersebut memiliki ekosistem yang seimbang atau stabil dan memberikan peranan yang besar untuk menjaga keseimbangan terhadap kejadian yang merusak ekosistem (Roemimohtarto dan Juwana, 1998).

2.4.2 Indeks Keseragaman

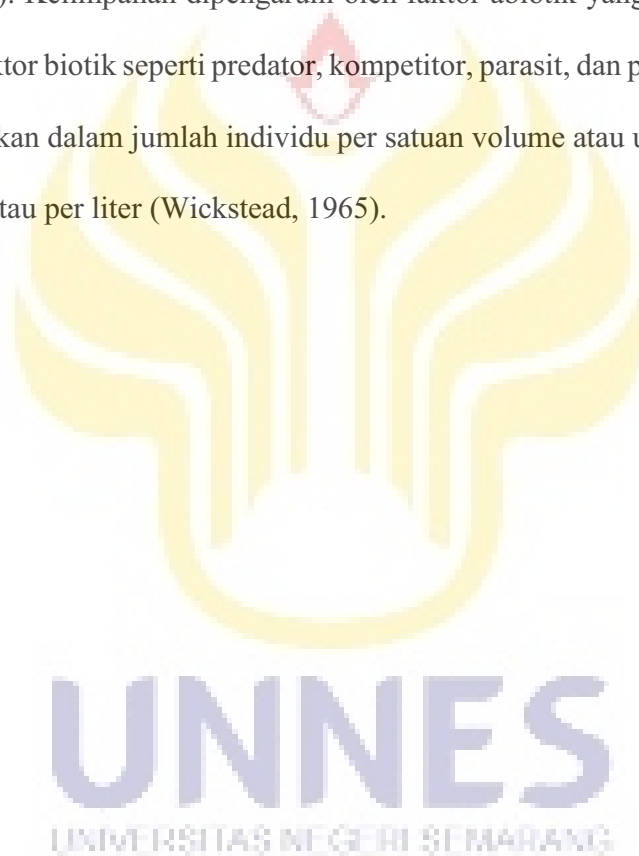
Menurut Arinardi *et al.*, (1997), Keseragaman adalah perbandingan antara keanekaragaman suatu genera dengan keanekaragaman maksimal dalam suatu komunitas. Indeks keseragaman merupakan indeks yang menunjukkan pola sebaran biota atau pemerataan dalam suatu perairan. Nilai keseragaman diukur jika keseragaman antar spesiesnya rendah, maka kekayaan individu yang dimiliki antar spesies sangat jauh berbeda, sedangkan jika keseragaman antar spesies tinggi maka kekayaan individu pada masing-masing spesies relatif sama, dengan kata lain tidak terlalu berbeda (Lind, 1989). Nilai indeks keseragaman berbanding terbalik dengan indeks dominansi, bila indeks keseragaman dan indeks keanekaragaman tinggi, maka nilai indeks dominansi rendah, begitu pula sebaliknya.

2.4.3 Indeks Dominansi

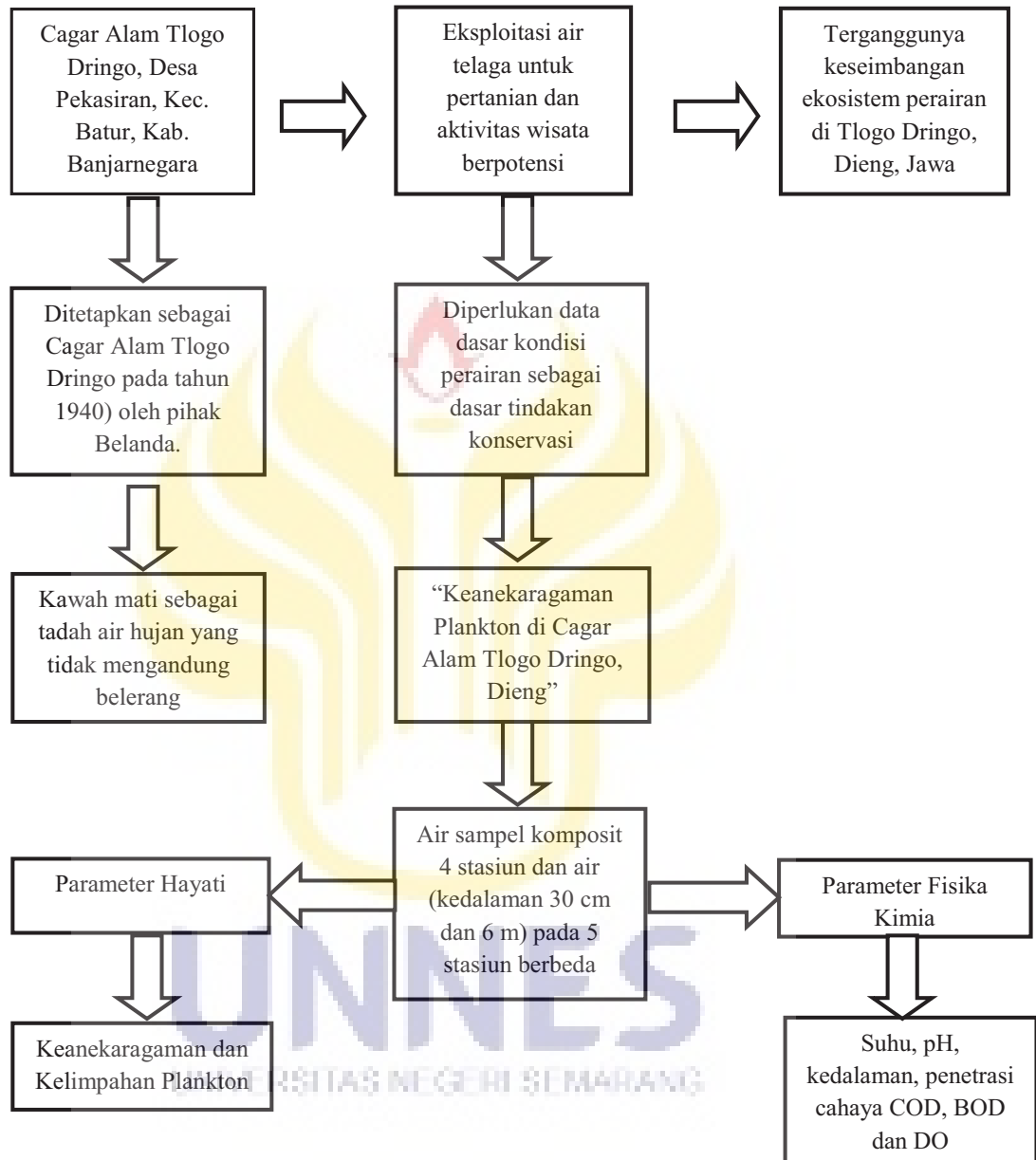
Indeks Dominansi adalah analisis yang menggambarkan komposisi jenis organisme dalam suatu komunitas. Semakin besar nilai dominansinya berarti semakin besar pula kecenderungan jenis tertentu yang mendominasi kelimpahannya. Nilai indeks dominansi berkisar antara 0 – 1. Jika nilai indeks dominansi mendekati nol, berarti tidak ada individu yang mendominasi dan nilai keseragaman kecil. Sebaliknya jika nilai indeks dominansi mendekati satu, maka ada individu yang mendominasi dan nilai keseragaman akan semakin besar (Odum, 1993).

2.4.4 Kelimpahan Plankton

Kelimpahan adalah jumlah organisme dalam suatu populasi tertentu. Kualitas suatu perairan berpengaruh terhadap kelimpahan plankton. Kelimpahan plankton pada suatu perairan berguna untuk mengetahui keberadaan organisme plankton pada perairan tersebut. Perhitungan nilai kelimpahan plankton bertujuan untuk melihat tingkat kesuburan suatu perairan yang ditinjau dari parameter biologis suatu perairan (Thoha, 2007). Kelimpahan dipengaruhi oleh faktor abiotik yang meliputi sifat fisika kimia, dan faktor biotik seperti predator, kompetitor, parasit, dan penyakit. Kelimpahan dapat dinyatakan dalam jumlah individu per satuan volume atau umumnya dinyatakan sel per mm^3 atau per liter (Wickstead, 1965).



2.5 Kerangka Berpikir



Gambar 2.2. Kerangka Berpikir Tentang Keanekaragaman Plankton di Kawasan Cagar Alam Tlogo Dringo Dataran Tinggi Dieng, Jawa Tengah.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan disimpulkan bahwa terdapat 24 genera plankton yang ditemukan meliputi 17 fitoplankton dan 7 zooplankton, dengan kelimpahan plankton termasuk dalam kategori perairan dengan kesuburan sedang.

Parameter fisika kimia perairan meliputi pH, penetrasi cahaya, DO, COD, dan BOD mengindikasikan perairan Tlogo Dringo relatif baik dalam menunjang kehidupan plankton. Sedangkan pada parameter suhu pada kawasan tertentu yaitu stasiun 9 menunjukkan bahwa lokasi tersebut berpotensi menghambat kehidupan plankton karena berada di bawah kisaran syarat hidup plankton.

5.2 Saran

Perlu dilakukan studi lebih lanjut sebagai upaya menjaga kawasan konservasi Cagar Alam Tlogo Dringo misalnya untuk mengetahui kandungan nutrient-nutrien pada perairan tersebut. Hal ini akan membantu pihak BKSDA, Jawa Tengah untuk memperoleh data dasar kondisi perairan sehingga dapat dilakukan pemantauan untuk mengetahui perkembangan Tlogo Dringo selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ain C., B. B. Jayanto & N. Latifah. 2015. Sebaran Spasial *Fishing Ground* Berdasarkan Kesuburan Perairan Pada Musim Timur Di Perairan Teluk Semarang. *Jurnal Sainstek Perikanan*. Vol 11 (1) : 7-10.
- Ali, A., Soemarno, & P. Mangku. 2013. Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai Metro di Kecamatan Sukun, Kota Malang. *Jurnal Bumi Lestari*. Vol 13(2): 265-274.
- Alim, I & Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton & Zooplankton*. Yogyakarta: Kanisius.
- Amanta R., Zahidah H & Rosidah. 2012. Struktur Komunitas Plankton Di Situ Patengan Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 3(3):193-200.
- Amelia, C. D., Zahidah H & Yuniar M. 2012. Distribusi Spasial Komunitas Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Situ Bagendit Kecamatan Banyuwangi, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 3(4):301-311.
- Andriyani, H., Endang W & Dwi S W. 2014. Kelimpahan Chlorophyta pada Media Budidaya Ikan Nila yang Diberi Pakan Fermentasi dengan Penambahan Tepung Kulit Ubi Kayu dan Probiotik. *Scripta Biologi*. Vol 1(1):49-54.
- Arinardi, O. H., A. B. Sutomo., S. A Yusuf., Trianingsih., Asnaryanti, dan S. H Riyono. 1997. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Kawasan Timur Indonesia. P3O LIPI. Jakarta. Hlm 5 – 24.
- Astuti, L. P., Andri W & Hendra S. 2009. Kualitas Air dan Kelimpahan Plankton di Danau Sentani, Kabupaten Jayapura. *Jurnal Perikanan*. Vol 11(1):66-77.
- Barus, T. A. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*. USU Press. Medan
- Basmi, J. 1995. *Planktonologi : Produksi Primer*. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Brotowidjoyo, M. D., T. Djoko, & M. Eko. 1995. *Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air*. Yogyakarta: Liberty.
- Colchester, M. 2009. *Menyelamatkan Alam: Penduduk Asli Kawasan Perlindungan dan Konservasi Keanekaragaman Hayati*. Denpasar: WGCop.

- Dahuri R. 1995. *Metode dan Pengukuran Kualitas Air Aspek Biologi*. Bogor: IPB.
- Davis, C. C. 1995. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press. USA. 599 pp.
- Djumanto, T. S. H. Pontororing & R. Leipary. 2009. Pola Sebaran Horizontal dan Kerapatan Plankton di Perairan Bawean. *Jurnal Perikanan*. Vol 11(1):115-122.
- Effendi, H, E. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Endrawati, H., Ria A. T. N & Ken S. 2014. Struktur Komunitas Zooplankton Secara Horizontal di Desa Mangunharjo, Kec Tugu, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol 3(1):20-24.
- Fachrul, M.F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Fathurrahman dan Aunurohim. 2014. Kajian Komposisi Fitoplankton dan Hubungannya dengan Lokasi Budidaya Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) di Perairan Sekotong, NTB. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol 3 No 2 ISSN : 2337-3539
- Grace Analytical Lab. 1994. *Standard Operating Procedure for Phytoplankton Sample Collection and Preservation*. Chicago: 536 South Clark Street 10th Floor.
- Handayani, S. & Patria. M. P. 2005. Komunitas Zooplankton di Perairan Waduk Krenceng, Cilegon, Banten. *Jurnal Makara Sains*, 9(2): 75-80.
- Handoko., M. Yusuf & Sri Y. W. 2013. Sebaran Nitrat dan Fosfat Dalam Kaitannya dengan Kelimpahan Fitoplankton di Kepulauan Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol 13(2):48-53.
- Haninuna, E. D. N., R. Gimin & L. R. M. Kaho. 2015. Pemanfaatan Fitoplankton Sebagai Bioindikator Berbagai Jenis Polutan di Perairan Intertidal Kota Kupang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 13(2): 72-85 ISSN: 1829-8907.
- Hardjasoemantri, K. 1991. *Hukum Perlindungan Lingkungan: Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hariyati, R., Erry W & Yunita K. A. 2009. Struktur Komunitas Plankton di Inlet dan Outlet Danau Rawa Pening. *BIOMA*. Vol 11(2):76-81.
- Hays, G. C. 2005. A Review of The Adaptive Significance and Ecosystem Consequences of Zooplankton Diel Vertical Migrations. *Hydrobiologia*, 503: 163-170

- Heip C. H. R., Peter M. J. H & Karline S. 1998. Indice of Diversity and Evenness. *Oceanis*. Vol 24(4):61-87.
- Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 1986. *Kunci Identifikasi Zooplankton*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Inventarisasi Potensi Kawasan CA Pringombo I dan II, CA Tlogo Dringo dan CA Tlogo Sumurup Kabupaten Banjarnegara*. 2014. Semarang: Balai Konservasi dan Sumber Daya Alam Jawa Tengah.
- Junda, M., Hasrah & Y.Hala. 2012. Identifikasi Genus Fitoplankton pada Salah Satu Tambak Udang di Desa Bontomate'ne Kecamatan Segeri Kabupaten Pangkep. *Jurnal Bionature*. Vol 13 No 2: 108- 115.
- KEHATI, 2000. *Materi Kursus Inventarisasi Flora dan Fauna Taman Nasional Meru Betiri*. Malang
- Krebs. 1978. *The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Third Edition. Harper and Row Distribution. New York
- Lind, O. T. 1989. *Handbook of Common Methods in Limnology*. The C. V Mosby Company. Saint Louis. Toronto. London. 199 pp.
- Maresi, S. R. P., Priyanti & E. Yunita. 2015. Fitoplankton Sebagai Bioindikator Saprobitas Perairan di Situ Bulakan Kota Tangerang. *Jurnal Biologi*. Vol 8(2):113-122.
- Meadows, P. S dan J. I. Campbell. 1993. *An Introduction to Marine Science*. Blackie Academic and Professional, Glasgow.
- Motoda & Sigeru. 1953. Observations On Diurnal Migration Of Plankton Crustaceans In Lakes Shikotsu, Hokaido And Tsugarujuni, Aomori And Some Experiments On Photo And Geotropism. *Memoirs Of The Faculty Of Fisheries*. Hokaido University, 1(1):1-56.
- Muhammad, F dan Hidayat, J. W. 2007. Eksplorasi Potensi Plankton dalam Upaya Konservasi pada Komunitas Hutan Mangrove di Pantai Surodadi, Demak. *Jurnal Bioma*. Vol 9 No1:7 – 11
- Mujiyanto & S.A. Ronny 2011. Pencemaran Perairan pada Lokasi Penempatan Modul Terumbu Karang Buatan di Pulau Kotok dan Pulau Harapan. Makalah disajikan pada Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumber Daya Ikan III, 18 Oktober 2011.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan.

- Nurfadhillah., A. Damar & E. M. Adiwilaga. 2012. Komunitas Fitoplankton di Perairan Danau Laut Tawar Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh. *Jurnal Depik*. Vol 1(2): 93-98 ISSN 2089-7790.
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar Dasar Ekologi*. Terjemahan Tjahjono Samingan, 1993. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Oktavia, N, Purnomo T & Lisdiana L. 2015. Keanekaragaman Plankton dan Kualitas Air Kali Surabaya. *Jurnal Lentera Bio*. Vol 4 No 1: 103-107.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam*. 2011. Jakarta
- Pranoto, B, Ambariyanto & M. Zainuri. 2005. Struktur Komunitas Zooplankton di Muara Sungai Serang, Jogjakarta. *Ilmu Kelautan*. Vol 10(2): 90-97.
- Pratama, B. B., Zahidah H & Herman H. 2012. Pola Migrasi Vertikal Diurnal Plankton di Pantai Santolo Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 3(1):81-89.
- Putra A. W., Zahidah & W. Lili. 2012. Struktur Komunitas Plankton di Sungai Citarum Hulu Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 3 No 4: 313 – 325.
- Romimohtarto, K dan S. Juwana. 2001. *Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan tentang Biologi Laut*. Djembatan. Jakarta. 483 hlm.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*. Vol 30 (3): 21-36.
- Simanjuntak, M. 2006. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia Fisika Terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan*. Vol XI(1): 31-45 ISSN 0853-6384.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163:688.
- Soedarsono, P., Subiyanto., Niniek., Sahala, H. 2002. Petunjuk Praktikum Planktonologi. Jurusan Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang.

- Soeprbowati, T. R & Sri W. A. S. 2011. Komunitas Fitoplankton Danau Rawapening. *Jurnal Sains dan Matematika*. Vol 19(1):19-30.
- Suryanto, A. M dan Herawati U. S. 2009. Pendugaan Status Trofik dengan Pendekatan Kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton di Waduk Sengguruh, Karangates, Lahor, Wlingi Raya dan Wonorejo Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol 1 No 1.
- Suthers, I. M & D. Rissik. 2009. *Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality*. CSIRO Publishing, Collingwood: xv + 273 hlm.
- Susilowati, A., Wiryanto & A. Rohimah. 2001. Kekayaan Fitoplankton dan Zooplankton pada Sungai-Sungai Kecil di Hutan Jobolarangan. *Biodiversitas*. Vol 2 No 2: 129-132.
- Tait, R. V. 1981. *Element of Marine Ecology*. Butterworths. London. 356 pp.
- Thoha dan A Rachman. 2013. Kelimpahan dan Distribusi Spasial Komunitas Plankton di Perairan Kepulauan Banggal. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol 5 (1): 145-161.
- Tugiyono. 2004. Studi Kualitas Air Way Seputih Berdasarkan Indeks Kepadatan dan Keanekaragaman Plankton Sebagai Indikator Biologi. *Jurnal Sains Teknologi*. Vol 10(2).
- Wardana, W. 2003. Penggolongan Plankton. Makalah disajikan pada Pelatihan Teknik Sampling dan Identifikasi Plankton, Jakarta 7-8 Mei 2003.
- Wickstead, J. H. 1965. *An Introduction The Tropical Plankton*. Hutchinson Tropical Monographs. London. 160 pp.
- Widianingsih & Hadi, E. 2008. *Planktonologi*. Semarang: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.
- Yazwar. 2009. Keragaman Plankton Dan Keterkaitannya Dengan Kualitas Air Di Danau Toba. USU e-Repository.