

STRUKTUR KOMUNITAS FITOPLANKTON DI KAWASAN BUKIT CINTA DANAU RAWAPENING, KABUPATEN SEMARANG.

Siti Mudhakiroh¹⁾, Tri Retnaningsih Soeprbowati^{1,2)}, Fuad Muhammad¹⁾, Sri Utami¹⁾

¹⁾Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275, Jawa Tengah, Indonesia.

²⁾Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro. Semarang 50241, Jawa Tengah, Indonesia.

¹⁾*Siti.mudhakiroh@gmail.com ²⁾trsoeprbowati@live.undip.ac.id, ³⁾Fuad.muh@gmail.com

Abstrak

Bukit Cinta merupakan Sub Kawasan Danau Rawapening dan menjadi salah satu destinasi pariwisata yang sedang berkembang. Permasalahan di Bukit Cinta diantaranya sedimentasi dari daerah hulu, blooming tumbuhan air, dan cemaran ke perairan akibat aktivitas pariwisata. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui struktur komunitas fitoplankton dan gambaran kondisi lingkungan Bukit Cinta, melalui indeks saprobik. Pengambilan sampel di 4 titik dengan kedalaman 1-2m, 1-4m, 1-8m, 1-10m. Sampel air diambil menggunakan Van Dorn, kemudian disaring menggunakan plankton net. Identifikasi fitoplankton menggunakan SRCC, kemudian hasilnya dihitung dengan indeks kemelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dominasi, dan saprobik. Hasil pengamatan menunjukan di kawasan Bukit Cinta ditemukan 53 genus fitoplankton yang terbagi dalam 5 divisi yaitu, Bacillariophyta (24 genus), Chlorophyta (16 genus), Cyanophyta (6 genus), Euglenophyta (4 genus), Dinoflagellata (3 genus). Spesies yang mendominasi adalah *Synechococcus elongatus* Nageli (divisi Cyanophyta), *Aulacoseira granulata* dan *Synedra ulna* (Divisi Bacillariophyta). Berdasarkan indeks keanekaragaman, keseragaman, dominasi dan indeks saprobik stasiun dengan gangguan paling tinggi adalah St 4 dan stasiun dengan gangguan paling rendah St 3.

Kata kunci: Bukit Cinta, Struktur Komunitas, Fitoplankton, Saprobik

Abstract

Bukit Cinta is a sub-area in Rawapening Lake, is developed tourism destination. Bukit Cinta has problems such as degradation of water quality, the sediment of upstream, blooming of water plants, waters pollution due activity of tourism. The aim of this research is an overview of environmental conditions through phytoplankton community structure. Phytoplankton samples were taken in 4 points with depth in example: 1-2m, 1-4m, 1-8m, and 1-10m. The water sample was taken by using Van Dorn water sampler, then were filtered using plankton. SRCC was used through identification phytoplankton and later was continued by calculating of abundant, diversity, uniformity, domination, saprobic indices. The result of phytoplankton observation at Bukit Cinta is 53 genus of phytoplankton that divide to 5 division Bacillariophyta (24 genus), Chlorophyta (16 genus), Cyanophyta (6 genus), Euglenophyta (4 genus), Dinoflagellata (3 genus). Species that dominated is *Synechococcus elongatus* Nageli (division Cyanophyta), *Aulacoseira granulata* and *Synedra ulna* (division Bacillariophyta). Species that dominated is *Synechococcus elongatus* Nageli (divisi Cyanophyta), *Aulacoseira granulata* and *Synedra ulna* (division Bacillariophyta). Based on diversity, evenness, domination and saprobic indices, the area that is categorized as highly disturbed is St 4 (10m depth) and less disturbed is St 3 (8m depth). Meanwhile, based on Pollution Index, the area that is categorized as highly disturbed is St 2 (4m depth) and less disturbed is St 1 (2m depth).

Keywords: Bukit Cinta, Structure Community, Phytoplankton, Saprobic

PENDAHULUAN

Status ekologi dan kualitas perairan dapat dikaji melalui struktur komunitas, karena perubahan lingkungan akan berpengaruh pada tingkat spesies sebagai komponen terkecil penyusun populasi yang membentuk komunitas. Respon tingkat komunitas terhadap perubahan lingkungan

dapat berupa kekayaan taksa, jumlah genus dominan, jumlah total individu, kesamaan dan keanekaragaman komunitas (Nugroho, 2006).

Danau Rawapening sebagai ekosistem lenthik menerima 9 inlet dan hanya mempunyai 1 outlet yaitu Sungai Tuntang, sehingga dapat dikatakan sebagai ekosistem tertutup. Problem sedimentasi dari daerah hulu, *blooming* tumbuhan air dengan populasi yang sangat padat telah mengganggu fungsi ekologis danau sebagai reservoir air, karena problem tersebut telah berdampak mengurangi volume air danau, sehingga perikanan dan PLTA juga menjadi berkurang produksinya (Soeprbowati dkk., 2010).

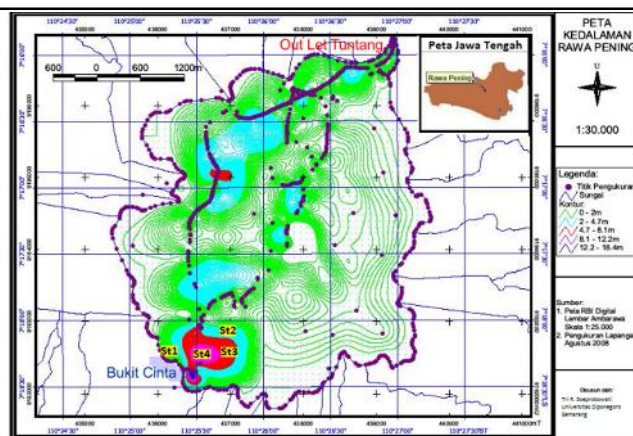
Bukit Cinta yang merupakan Sub Kawasan Rawapening merupakan salah satu destinasi pariwisata yang sedang dikembangkan. Sesuai dengan kebijaksanaan Pemerintah Daerah Propinsi Jawa Tengah, Rawapening akan dikembangkan sebagai Pusat Pariwisata Jawa Tengah, khususnya pengembangan pariwisata alam. Sehingga memerlukan monitoring kualitas lingkungan (Subanti, 2013).

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan pengkajian mengenai, struktur komunitas fitoplankton dan kondisi perairan di kawasan Bukit Cinta Danau Rawapening, Kabupaten Semarang. Sebagai upaya dasar dan reverensi manajemen perairan Danau Rawapening. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai reverensi sebagai upaya konservasi Bukit Cinta.

METODE PENELITIAN

Rangkaian penelitian dilaksanakan dari bulan Juni hingga Agustus 2016. Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan di kawasan Bukit Cinta Banyubiru Kabupaten Semarang. Pengambilan sampel dilakukan di empat lokasi, yaitu stasiun 1 dengan kedalaman 2m ($7^{\circ}18'25.2''S$ $110^{\circ}25'25.9''E$), stasiun 2 dengan kedalaman 4m ($7^{\circ}18'04.5''S$ $110^{\circ}25'38.2''E$), stasiun 3 dengan kedalaman 8m ($7^{\circ}18'24.2''S$ $110^{\circ}25'29.2''E$) dan stasiun 4 dengan kedalaman 10m ($7^{\circ}18'23.5''S$ $110^{\circ}25'35.9''E$), seperti yang terpetakan pada Gambar 1.

Gambar 1. Peta Pengambilan Sampel di Bukit Cinta Sub Danau Rawapening (Soeprbowati, 2011)



Parameter fisik *in-situ* yang diukur berupa: Suhu, Kekeruhan, pH, dengan menggunakan *Water Quality Checker*. Pengukuran DO dengan *Dissolved Oxygen Meter* dan pengukuran kecerahan dengan *Secchi disk*. Sampel fitoplankton diambil dengan menggunakan *Van Dorn water grabber* dengan volume 4 L. Pengambilan dilakukan 3 kali sehingga didapatkan air 12 L, kemudian disaring menggunakan plankton net hingga didapatkan sampel dengan volume 50 ml. Sampel kemudian difiksasi dengan menggunakan formalin. Identifikasi dan enumerasi fitoplankton dilakukan dengan menggunakan SRCC dengan bantuan mikroskop perbesaran 400 kali. Hasil identifikasi dan enumerasi kemudian dianalisa dengan menggunakan indek berupa:

a. Analisis Kelimpahan

Jumlah individu atau sel plankton dalam 1 ml air dihitung dengan menggunakan metode penyapuan sebanyak 3 kali ulangan yaitu sebagai berikut (Odum, 2005):

$$N = \frac{V}{V_d} \times \frac{t}{V_s} \times F$$

Dimana : N = Kelimpahan plankton individu / liter air
V = Volume air sampel (ml)
V_d = Volume air sampel yang disaring (L)
t = Volume air dalam objek gelas (ml)
V_s = Volume air pada Sedgewick-Rafter (ml)
F = Jumlah plankton yang tercacah (individu)

b. Analisis Keanekaragaman

Penghitungan indeks keanekaragaman fitoplankton dan zooplankton dilakukan dengan menggunakan Indeks Shannon-Wiener (Odum, 2005). yaitu :

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i; \text{ dengan } p_i = n_i/N$$

Dimana : H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (nits/individu)
n_i = Jumlah individu jenis ke-i
N = Jumlah total individu

Indeks keanekaragaman jenis akan ditafsirkan dengan tolak ukur sebagai berikut:

H' < 1 = komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat
1 < H' < 3 = komunitas biota kurang stabil atau kualitas air tercemar sedang
H' > 3 = komunitas biota stabil atau kualitas air bersih (Odum, 2005)

c. Analisis Keseragaman

Analisis indeks keseragaman fitoplankton menggunakan rumus sebagai berikut (Odum, 2005):

$$E = H' / H_{maks}$$

Dimana : E = Indeks Keseragaman
H' = Indeks Keanekaragaman
S = Jumlah Spesies
H_{maks} = ln S

d. Analisis Dominansi

Perhitungan indeks dominansi untuk fitoplankton menggunakan rumus indeks dominansi Simpson sebagai berikut (Odum, 2005):

$$C = \sum_{i=1}^s [ni/N]^2$$

Dimana : C = Indeks dominansi Simpson N = Jumlah total individu
 ni = Jumlah individu ke-i s = Jumlah jenis

e. Koefisien Saprobik

Sistem saprobik ini hanya untuk melihat kelompok organisme yang dominan saja dan banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran dengan persamaan Dresscher dan Van Der Mark (Marganof, 2008).

$$X = \frac{C+3D-B-3A}{A+B+C+D}$$

Dimana : X = Koefisien saprobik (-3 sampai dengan 3)
 A = Kelompok organisme Cyanophyta
 B = Kelompok organisme Dinophyta dan Euglenophyta
 C = Kelompok organisme Chlorophyta
 D = Kelompok organisme Chrysophyta

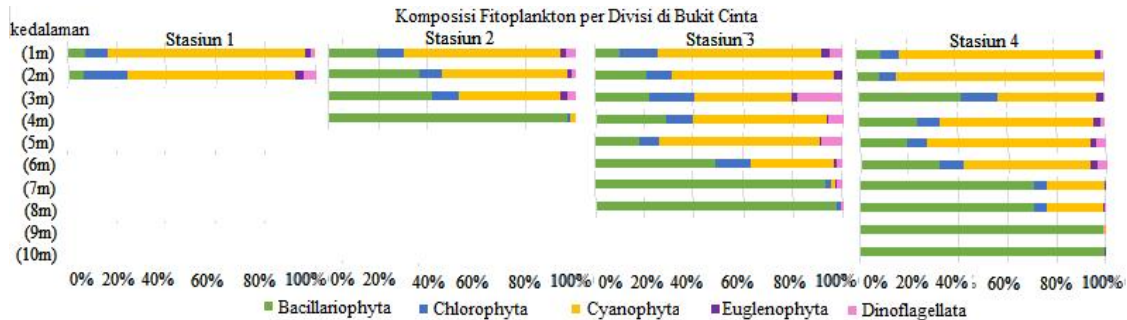
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan di kawasan Bukit Cinta dijumpai 53 genus fitoplankton yang terbagi dalam 5 divisi yaitu, Bacillariophyta (24 genus), Chlorophyta (16 genus), Cyanophyta (6 genus), Euglenophyta (4 genus), Dinoflagellata (3 genus). Jumlah genus yang ditemukan di Danau Rawapening pada penelitian Samudra dkk. (2013) mencapai 37 genus yang terbagi dalam 6 Divisi. Menurut Brown *et al* (2007), jumlah taksa dipengaruhi oleh faktor spasial, kompetisi, faktor lingkungan, dan variasi temporal. Tingginya keanekaragaman Bacillariophyta di kawasan Bukit Cinta karena taksa divisi ini memiliki kemampuan hidup pada kondisi ekstrim dan kecepatan pertumbuhan yang tinggi, sehingga menjadikan divisi ini mampu bertahan bahkan cenderung mendominasi perairan. Menurut Soeprbowati *et al* (2012), diatom berkontribusi 20-25% produksi primer pada sistem dan memegang peran penting dalam daur karbon dan silika. Jenis taksa yang berbeda memiliki level toleransi lingkungan yang berbeda.

Penambahan terus-menerus nutrisi berupa nitrat dan fosfat ke dalam badan perairan, menyebabkan naiknya populasi Cyanophyta (Gambar 2). Hal ini sesuai dengan pernyataan Zubcov *et al* (2009) bahwa, pertumbuhan Cyanophyta di perairan dipengaruhi oleh masuknya kandungan nutrisi untuk pertumbuhan fitoplankton seperti, nitrat, fosfor dan bahan organik. Sumber nitrat dan fosfat di kawasan Bukit Cinta diantaranya adalah dekomposisi sisa-sisa material organik tumbuhan yang berada di kawasan tersebut seperti Eceng Gondok maupun Hydrilla, dan hasil erosi dari kawasan hulu. Perairan Bukit Cinta berwarna kehijauan dari atas permukaan air. Menurut Fonge

(2012), melimpahnya ganggang biru-hijau akan mengakibatkan kenampakan air berwarna hijau gelap pada perairan.

Kelimpahan Bacillariophyta di dasar perairan disebabkan struktur cangkang yang terbuat dari silika sehingga cenderung berat dan mengendap di perairan, dan bertahan bahkan selama ratusan tahun.



Gambar 2. Komposisi per-divisi Fitoplankton per-kedalaman di kawasan Bukit

Kelimpahan Bacillariophyta di dasar perairan Bukit Cinta didominasi oleh *Aulacoseira granulata* (77%), St 4 10m *Synedra ulna* (16%). Soprobowati *et al* (2016) menerangkan bahwa *Aulacoseira granulata* mengindikasikan kondisi yang alkali dari Danau Rawapening. Sel *Aulacoseira* berbentuk memanjang seperti kapsul dan silinder, *valve* berbentuk bundar, termasuk diatom bertipe sentrik. *Aulacoseira* umumnya planktonik atau menempel pada bebatuan dan tanaman air (bentik) pada perairan eutrofik dengan arus pelan (Janse *et al*, 2006).

Penelitian Amalia (2016) juga menunjukkan adanya kelimpahan jenis *Aulacoseira* di area *out let* Danau Rawapening. Hal ini menunjukkan spesies ini mendominasi kawasan Rawapening bahkan hingga di *out let* nya. Dominasi *Aulacoseira granulata* menurut Soeprobowati (2011), mengindikasikan kondisi eutrofik danau. Menurut Samudra dkk. (2013) *Aulacoseira* merupakan jenis diatom yang mengindikasikan suatu perairan cenderung hipereutrofik.

Hasil penghitungan indeks keanekaragaman pada Tabel 2 menunjukkan kawasan Bukit Cinta secara umum memiliki nilai indeks keanekaragaman dalam kisaran sedang. Menurut Odum (2005) nilai indeks keanekaragaman $1 < H < 3$ termasuk dalam kriteria sedang, artinya kawasan Bukit Cinta secara umum memiliki keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang. Nilai indeks keanekaragaman pada bagian dasar perairan di semua stasiun pengamatan cenderung menurun dibanding bagian permukaan air.

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (e), Dominasi (D) dan Saprobik (X) di Bukit Cinta setiap Stasiun pada kedalaman per meter

| Lokasi | Kedalaman | H' | e | D | X | | | |
|-----------|-----------|------|--------|------|---------------|------|--------|---------------------|
| kedalaman | 1 m | 1,08 | sedang | 0,36 | Kurang merata | 0,62 | + -2,2 | Polisaprobik |
| 2m (St1) | 2 m | 1,65 | sedang | 0,56 | Cukup merata | 0,39 | - -1,7 | Poli/ -mesosaprobik |

| | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|--------|------|---------------|------|---|------|---------------------|
| Kedalaman 4m (St2) | 1 m | 1,57 | sedang | 0,48 | Kurang merata | 0,41 | - | -1,5 | -Meso/polisaprobik |
| | 2 m | 1,71 | sedang | 0,56 | Cukup merata | 0,31 | - | -1,0 | -Meso/polisaprobik |
| | 3 m | 1,94 | sedang | 0,63 | Cukup merata | 0,24 | - | -0,7 | -Mesosaprobik |
| | 4 m | 1,39 | sedang | 0,44 | Kurang merata | 0,37 | - | 0,9 | -Mesosaprobik |
| Kedalaman 8m (St3) | 1 m | 1,62 | sedang | 0,55 | Cukup merata | 0,42 | - | -1,6 | Poli/ -mesosaprobik |
| | 2 m | 1,49 | sedang | 0,53 | Cukup merata | 0,41 | - | -1,7 | Poli/ -mesosaprobik |
| | 3 m | 2,04 | sedang | 0,75 | Cukup merata | 0,19 | - | -0,3 | / -meso saprobik |
| | 4 m | 1,61 | sedang | 0,55 | Cukup merata | 0,33 | - | -1,1 | -Meso/polisaprobik |
| | 5 m | 1,40 | sedang | 0,52 | Cukup merata | 0,43 | - | -1,4 | -Meso/polisaprobik |
| | 6 m | 2,05 | sedang | 0,65 | Cukup merata | 0,22 | - | -0,3 | / -meso saprobik |
| | 7 m | 1,47 | sedang | 0,47 | Kurang merata | 0,38 | - | 1,0 | meso saprobik |
| | 8 m | 1,27 | sedang | 0,46 | Kurang merata | 0,51 | + | 1,0 | meso saprobik |
| Kedalaman 10m (St4) | 1 m | 1,12 | sedang | 0,37 | Kurang merata | 0,61 | + | -2,2 | Polisaprobik |
| | 2 m | 0,85 | rendah | 0,29 | Kurang merata | 0,69 | + | -2,3 | Polisaprobik |
| | 3 m | 1,66 | sedang | 0,65 | Cukup merata | 0,28 | - | -0,6 | -Meso/polisaprobik |
| | 4 m | 1,58 | sedang | 0,52 | Cukup merata | 0,39 | - | -1,5 | -Meso/polisaprobik |
| | 5 m | 1,34 | sedang | 0,54 | Cukup merata | 0,45 | - | -1,6 | Poli/ -mesosaprobik |
| | 6 m | 1,64 | sedang | 0,59 | Cukup merata | 0,31 | - | -1,0 | -Meso/polisaprobik |
| | 7 m | 1,73 | sedang | 0,62 | Cukup merata | 0,24 | - | 0,0 | / -meso saprobik |
| | 8 m | 1,61 | sedang | 0,53 | Cukup merata | 0,37 | - | 0,1 | meso saprobik |
| | 9 m | 0,90 | rendah | 0,30 | Kurang merata | 0,64 | + | 1,0 | meso saprobik |
| | 10 m | 0,76 | rendah | 0,35 | Kurang merata | 0,63 | + | 1,0 | meso saprobik |

Berdasarkan nilai indeks keseragaman dan indeks dominansi (Tabel 2) kawasan Bukit Cinta memiliki nilai keseragaman kurang hingga cukup merata (0,29 - 0,75) dan nilai indeks dominansi pada St1 1m, St3 8m, St4 1m, St4 2m, St4 9m, St4 10m yang menunjukkan nilai yang mendekati angka 1, nilai ini menunjukkan bahwa jumlah kelimpahan jenis fitoplankton menyebar dengan kisaran kurang merata hingga cukup merata dan ada spesies yang cukup mendominasi. Rentang nilai keseragaman demikian diakibatkan oleh kelimpahan jenis yang tidak seimbang, artinya struktur komunitas dalam keadaan kurang stabil dan kemungkinan ada spesies yang mendominasi lingkungan (Odum, 2005). Kondisi kurang merata di Bukit Cinta ditinjau dari nilai keseragaman pada Tabel 2 terdapat di permukaan perairan (St1 1m, St2 1m, St4 1-2m) dan dasar perairan (St2 4m, St3 7-8m, St4 9-10m). Hal demikian terjadi karena dominasi *Synechococcus elongates* (Cyanophyta) di permukaan perairan dan *Aulacoseira granulata*, *Synedra ulna* di dasar perairan yang mengindikasikan kondisi material organik yang tinggi.

Kondisi Bukit Cinta berdasarkan indeks saprobik

Dari hasil penghitungan pada Tabel 2 indeks saprobik kawasan perairan Bukit Cinta berkisar antara (-2,3) hingga yang tertinggi 1,0. Hal ini menunjukkan tingkat pencemaran yang terjadi dikawasan perairan Bukit Cinta bervariasi dari rendah hingga sangat tinggi, atau pada fase Polisaprobik hingga meso saprobik.

Penelitian Wijaya dan Haryati pada tahun 2009 Danau Rawapening berada pada fase oligo/ mesosaprobik atau tercemar ringan. Penurunan kualitas perairan Bukit Cinta dari fase tercemar ringan menjadi sedang hingga berat menunjukkan adanya peningkatan massa cemaran bahan organik dan bahan anorganik dari tahun 2009 hingga 2016. Hal ini dapat disebabkan oleh penambahan masukan

cemaran dan atau penumpukan cemaran dari tahun ke tahun, sehingga menyebabkan penurunan kualitas perairan di kawasan Bukit Cinta. Penelitian Yuningsih dkk. (2014) menerangkan bahwa komposisi bahan organik perairan Rawapening umumnya mempunyai nilai yang sangat tinggi yakni >55,4%, hal tersebut terjadi karena adanya pembusukan Enceng Gondok yang menumpuk, limbah pakan ikan dan rumah tangga yang masuk ke Danau Rawapening. Kondisi perairan Bukit Cinta berdasarkan indeks saprobik nilai pencemaran organik tertinggi terdapat pada St 4.

KESIMPULAN

Kawasan perairan Bukit Cinta dijumpai 53 jenis fitoplakton, 24 jenis Bacillariophyta, 16 jenis Chlorophyta, 6 jenis Cyanophyta, 4 jenis Euglenophyta, 3 jenis Dinoflagelata. Berdasarkan nilai Indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (e) dan dominasi (D) dan Saprobik (X) ekosistem kawasan perairan Bukit Cinta paling terganggu kestabilannya pada St 4 (Polisaprobik) dan Stasiun dengan gangguan terendah pada St 3 (meso saprobik). Perairan Bukit Cinta di dominasi divisi Cyanophyta *Synechococcus elongates*, dan divisi Bacillariophyta *Aulacoseira granulata* dan *Synedra ulna* yang mengindikasikan kondisi perairan eutofik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R.2016. Struktur Komunitas Fitoplankton di Outlet Danau Rawapening Secara Vertikal. *Skripsi*. Universitas Diponegoro Fakultas Sains dan Matematika Jurusan Biologi. Semarang.
- Brown R.L., L.A.Jacobs and R. K. Peet. 2007. Species Richness: Small Scale. *Encyclopedia Of Life Sciences* 82:32-39.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Fonge B, Tening A., Egbe E., Yinda G., Fongod and Achu R.2012 Phytoplankton diversity and abundance in N dop wetland plain, Cameroon. *African Journal of Environmental Science and Technology* 6 (6): 247-257.
- Janse V.S., Taylor J., Gerber A. and Ginkel C. (2006) Easy identification of the most common freshwater algae. A guide for the identification of microscopic algae in South African freshwaters. E-book.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air Menteri Negara Lingkungan Hidup,
- Marganof. 2008. Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nugroho, A. P. 2006. Bio-indikator Kualitas Air. Penerbit Universitas Trisakti Jakarta.
- Odum, E. P. 2005. Fundamentals of Ecology. 4rd ed. W. B. Saunders Co. Philadelphia.
- Pemerintah Kabupaten Semarang. 2000. Proyek Perencanaan Tata Lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS) Rawapening. PT. Comarindo Mahameru, Semarang.
- Peraturan Pemerintah nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Samudra, S. R., T.R. Soeprbowati dan M. Izzati. 2013. Komposisi, Kemelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang. *BIOMA* 15 (1) 6-13.

- Soeprbowati, T. R. dan S. A. W. Suedy. 2010. Status Trofik Danau Rawapening. *Jurnal Sains & Matematika* 18 (4) 158-169.
- _____ dan _____.2011. Komunitas Fitoplankton Danau Rawapening. *Jurnal Matematika dan Sains* 19 (1):19-30.
- Soeprbowati, T.R.2011. Variabilitas Keanekaragaman dan Distribusi Vertikal Diatom Danau Rawa Pening. *Jurnal Sains dan Matematika* 19 (3): 65-70.
- _____. 2012. Mitigasi Danau Eutrofik : Studi Kasus Danau Rawapening. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI.
- Soeprbowati, T.R., S.D. Tandjung., Sutikno, S. Hadisusanto, P. Gell., dan A. Zawadski. 2012. The Diatom Stratigraphy of Rawapening Lake, Implying Eutrophication History. *American Journal of Environmental Sciences* 8 (3): 334-344.
- Stickney, R.R., 2005. Aquaculture: An introductory text. CABI Publishing. USA..
- Subanti, S., S. Rara, W. Endang dan A. Rahman .2013. Aplikasi Utilitas Random Dalam Penghitungan Nilai Ekonomi Terhadap Perubahan Kualitas Pariwisata Di Obyek Wisata Bukit Cinta Kabupaten Semarang. *Prosiding SNST ke-4 Tahun 2013 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang*.
- Yuningsih, H. D., P. Soedarsono, dan S. Anggoro.2014. Hubungan Bahan Organik Dengan Produktivitas Perairan Pada Kawasan Tutupan Eceng Gondok, Perairan Terbuka Dan Keramba Jaring Apung Di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Diponegoro Journal Of Maquares* 3 (1):37-43.
- Wijaya, T.S. dan R. Hariyati. 2009. Struktur Komunitas Fitoplankton Sebagai Bio Indikator Kualitas Perairan Danau Rawapening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Matematika* 55-61.
- Zubcov, E., U. Laurentia, Antoaneta E., B. Nina and B. Natalia, (2009) Influence of nutrient substances on phytoplankton from Prut River, Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle II - *Mathematics, Physics, Theoretical Mechanics* 1 (32): 68–72.