

**KORELASI INDEX DIATOM DENGAN PARAMETER FISIKA KIMIA AIR
MENGUNAKAN *PRINCIPAL COMPONENT ANALISIS* (PCA)
DI SUNGAI PRAFI, MANOKWARI PAPUA BARAT**

Sabarita Sinuraya

Departement of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Papua University, Manokwari

Co. Author : itasabarita@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan indeks Diatom dan parameter fisika dan kimia air dengan menggunakan *Principal Componen Analisis* (PCA) di Sungai Prafi di Manokwari, Papua Barat menggunakan index diatom dan beberapa parameter fisika kimia air. Pengambilan sampel berdasarkan metode *Purposive Random Sampling* dan dilakukan pada awal musim panas. Pengambilan sampel diatom menggunakan kuas dan botol plastik 600ml yang ujungnya dilobangi diambil pada substrat atau diatom yang melayang di perairan seperti batuan, batang tanaman, atau daun lalu disaring dengan plankton net berukuran 406 pori-pori per inci dan diameter 12 cm pada 8 lokasi dan diulang 3 kali.

Hasil TDI (*Trophic Diatom Index*) digolongkan kedalam dua kategori oligotrofik dan mesotrofik, untuk nilai PTV digolongkan kedalam kategori dua yaitu: TPO (Tidak Tercemar Organik), TPO (Terpengaruh Pencemaran Organik). Hasil penelitian parameter fisika dan kimia di semua lokasi penelitian sudah memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. no 82 tahun 2001 kelas I untuk pH, DO dan Nitrat dan kelas III untuk BOD₅.

Hasil analisis korelasi Index diatom (TD ,PTV dengan parameter fisika dan kimia air menggunakan PCA menunjukkan bahwa TDI berkorelasi tinggi terhadap suhu, pH dan nitrat, tetapi korelasi TDI terhadap BOD dan orthophosfat sedang .Hasil korelasi PTV dengan BOD dan orthophosfat tinggi sementara korelasi PTV dengan suhu, pH dan nitrat sedang.

Keyword: Diatom, kualitas air, PCA, Sungai Prafi, Papua Barat.

LATAR BELAKANG

Meningkatnya aktivitas manusia di sepanjang perairan Sungai Prafi seperti kebutuhan untuk air minum, memasak, mencuci, mandi, kakus, pertanian, perkebunan kelapa sawit, perikanan, peternakan, waduk untuk PLTA, waduk untuk irigasi dan tempat wisata. Seluruh aktivitas manusia disepanjang Sungai Prafi pada akhirnya akan membuang limbahnya ke badan perairan. Hal ini dapat memberi

pengaruh negatif terhadap ekosistem sungai yaitu perubahan struktur komunitas (Sing *et.al.*, 2013). Perubahan struktur komunitas diatom begitu erat terhadap lingkungan, ini terlihat bahwa bila terjadi perubahan lingkungan maka struktur komunitas didalamnya pun akan mengalami perubahan (Basmi, 2000) dengan kata lain mapannya eksistensi diatom pada suatu habitat adalah karena didukung oleh kondisi lingkungan yang serasi (Basmi, 2000).

Perubahan pada bagian hilir Sungai Prafi dapat dilihat akibat adanya penggunaan teodan dan *electric socker*

dalam pengambilan ikan yang tidak terkendali. Penggunaan teodan tersebut mengakibatkan keseimbangan ekosistem sangat terganggu, tangkapan ikan menurun, yang berdampak pada sumber ekonomi disebabkan buangan yang berbentuk cair dan gas (Fadli, 2015). Terjadinya perubahan secara morfologi pada lokasi aktivitas perkebunan kelapa sawit dan lokasi aktivitas bendungan karena terjadinya pendangkalan dan saat ini sungai tidak dapat dimanfaatkan untuk air mandi bagi masyarakat. Sementara itu pada saat musim kemarau sungai menjadi kering dan juga ditemukan pada cekungan tertentu warna air sungai didominasi diatom *Fragilaria* (Sinuraya, 2016). Onyema (2013) menyatakan organisme plankton *Fragillaria* merupakan indikator pengkayaan nutrisi dan senyawa organik yang tinggi di perairan, hal ini dapat menunjukkan adanya indikasi penurunan kualitas air, dengan demikian perlu melakukan pengelolaan yang tepat, berdasarkan atas adanya pemantauan kualitas air. Pemantauan dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dengan analisis fisika kimia dan biologi.

Analisis secara biologi dapat dilakukan dengan menggunakan index diatom yaitu *Tropic Diatom Index* (TDI) dan *Specific Pollution Tolerant value* (PTV) (Kelly and Whitton, 1998). Mengingat belum adanya penelitian Korelasi Index Diatom dengan

Parameter Fisika Kimia Air Menggunakan *Principal Componen Analisis* (PCA) di Sungai Prafi, Manokwari Papua Barat maka penelitian ini perlu dilakukan.

METODE

1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada 3 lokasi Lokasi ditentukan secara *Purposive Random Sampling* yaitu lokasi I bagian hulu (belum ada aktifitas manusia), lokasi II aktifitas perkebunan masyarakat, lokasi III bendungan, Setiap lokasi ditentukan tiga stasium pengambilan sampel (3 x ulangan). Pada setiap lokasi dilakukan analisis indeks diatom dan fisika kimia serta korelasi index diatom dan parameter fisika kimia air menggunakan analisis PCA (*Principal Componen Analisis*).

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah mikroskop binokuler, thermometer, DO meter, pH meter, gabus, meteran, *sechhi dish*, konduktiviti meter, AAS, botol gelap (botol *winkler* 250 ml), pipet tetes, botol sampel, plankton net, *cool box*, plastik, kuas besar, karet gelang, botol aquadest 600ml dan alat tulis.

Prosedur Kerja

Sampel diatom diambil dengan metode kuantitatif pada lokasi yang telah ditentukan. Sampel pada tiap-tiap lokasi diambil sebanyak tiga kali dengan jarak minimal 10 m antar ulangan. Benda yang

tenggelam di substrat atau melayang di perairan seperti batuan, batang tanaman, atau daun diambil dengan luas lingkaran botol aqua 600ml atau berat tertentu (daun yang terapun). Diatom dikumpulkan dengan melakukan penyisiran/digerus dengan kuas pada permukaan benda yang tenggelam tersebut lalu di saring menggunakan jaring plankton yang mempunyai ukuran 406 pori-pori per inci dan diameter 12 cm. Sampel diatom yang tersaring dijadikan 15 mL dan dimasukkan dalam botol flakon dan diawetkan dengan formalin 4 % untuk diidentifikasi dan dilakukan penghitungan jenis perifiton yang ada. Untuk menjaga agar klorofil diatom tidak mudah rusak maka pada setiap contoh air diberikan larutan CuSO₄ jenuh 3-4 tetes. Sampel yang telah diawetkan, diidentifikasi dihitung kelimpahannya per m³ dengan menggunakan *Sedgewick Rafter Counting Chamber* dibawah mikroskop binokular pembesaran 400x. Komposisi jenis diatom benthik diidentifikasi menggunakan buku identifikasi plankton menurut Edmondson (1963), Bold (1985), Streble *et al.* (1988), Suriawiria (1993) dan Basmi (2000).

Analisis Data

1. *Penilaian Tropic Diatom index (TDI)*. Indeks TDI ini berfungsi dalam mempertimbangkan status eutrofikasi perairan, dengan rumus

$$WMS = \frac{\sum_{i=1}^n (ai*si*vi)}{\sum_{i=1}^n (ai*vi)}$$

ai = perbandingan dari semua individu dalam sampel/lokasi sampai spesies i.

n = total jumlah dari spesies dalam sampel.

si = spesies sensitif pencemaran (1-5).

vi = spesies indikator (1-3).

Sehingga menjadi

$$TDI = (WMS*25) - 25 \text{ (Kelly et al., 1998).}$$

Tabel 1. Skala nilai TDI

No	Skala TDI	Keterangan
1	0-25	Status sangat baik /oligotrofik
2	25-50	Status baik /mesotrofik
3	50-75	Status sedang /eutrofik
4	75-100	Status buruk /hypertrofik

2. *Indeks PTV (Pollution Tollerant Value)*. Nilai PTV berfungsi dalam mempertimbangkan status pencemaran organik (Kelly *et al.*, 1998), dengan rumus

$$PTV(\%) = \frac{\text{Kelimpahan (n)}}{\text{Kelimpahan (total)}} \times 100\%$$

n : kelimpahan lima spesies pengontrol.

Kelimpahan Total : kelimpahan dari semua genus diatom.

Tabel 2. Skala nilai PTV

No	Skala PTV	Keterangan
1	<20%	Tidak tercemar Pencemaran Organik (<i>free of significant organic pollution</i>)

2	21-40%	Perairan Terpengaruh Pencemaran Organik (<i>some evidence of organic pollution</i>)
3	41-60%	Pencemaran Organik memberikan kontribusi terhadap eutrofikasi (<i>organic pollution likely to contribute significantly to eutrophication of site</i>)
4	>61%	Perairan tercemar berat pencemaran organik (<i>site is heavily contaminated with organic</i>)

Hasil dan Pembahasan

1. Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia
A.Nilai derajat keasaman (pH)

Nilai pH pada seluruh lokasi penelitian berkisar 7,80 sampai 8,2. Nilai tersebut memenuhi baku mutu kualitas air kelas I berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001 yang menetapkan nilai pH berkisar antara 6 sampai 9. Peningkatan deterjen pada badan perairan dapat meningkatkan nilai pH sampai pada pH basa yaitu berkisar 10 sampai 11 (Sastrawijaya, 2000). Pada pH basa 10 sampai 11, alga tidak akan memanfaatkan karbondioksida, karena pada pH ini karbondioksida bebas tidak dapat ditemukan. Kenaikan pH juga akan meningkatkan konsentrasi amoniak (NH₃) yang diketahui bersifat sangat toksik bagi organisme akuatik dan sebagian besar biota akuatik juga sensitif terhadap perubahan pH.

B. Nilai oksigen terlarut (DO)

Nilai oksigen terlarut (DO) pada seluruh lokasi penelitian berkisar antara 7,25 mg/L sampai 9,30 mg/L. Nilai ini

memenuhi baku mutu kualitas air kelas I berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001 yang menetapkan nilai DO lebih dari 6 mg/L. Oksigen diperlukan dalam proses dekomposisi senyawa-senyawa organik menjadi senyawa anorganik (Pujiastuti *et al.*, 2014). Pada ekosistem air tawar kelarutan oksigen dipengaruhi oleh suhu, pada suhu 0°C kelarutan oksigen sebesar 14,16 mg/L, konsentrasi ini menurun dengan meningkatnya suhu air. Kadar oksigen terlarut menurun jika BOD meningkat sehingga menurunkan penetrasi cahaya dan pH (Pujiastuti *et al.*, 2014). Oksigen terlarut dalam air bersumber terutama dari adanya kontak antara permukaan air dengan udara dan dari proses fotosintesis tumbuhan air (Firdaus *et al.*, 2013). Selanjutnya air kehilangan oksigen melalui pelepasan dari permukaan ke atmosfer dan melalui aktivitas respirasi dari semua organisme akuatik (Pujiastuti *et al.*, 2014).

C. Nilai Biochemical Oxygen Demand (BOD₅)

Nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD₅) di seluruh lokasi penelitian berkisar 0,53 mg/L sampai 5,52 mg/L. Nilai tersebut memenuhi baku mutu kualitas air kelas III berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001 yang menetapkan nilai BOD₅ <6 mg/L. Tingginya nilai BOD₅ dapat disebabkan berbagai aktivitas yang ada seperti pembuatan bendungan, pelebaran sungai,

pertanian, dan MCK sehingga mikroorganisme aerob membutuhkan oksigen lebih banyak dalam menguraikan senyawa organik yang dihasilkan dari aktivitas tersebut. Rendahnya nilai BOD₅ pada lokasi 1 karena belum adanya aktivitas manusia yang sangat memengaruhi sungai atau jauh dari pemukiman.

D. Konsentrasi nitrat

Konsentrasi nitrat di seluruh lokasi penelitian berkisar 0,06 mg/L sampai 0,07 mg/L. Nilai tersebut memenuhi baku mutu kualitas air kelas I berdasarkan PP. No. 82 tahun 2001 yang menetapkan konsentrasi nitrat < 10 mg/L.

Nitrat dihasilkan dari proses oksidasi ammonium, yang merupakan produk penguraian lemak dan protein. Keseimbangan amonium dan amoniak pada perairan sangat dipengaruhi oleh pH, kenaikan pH air meningkatkan konsentrasi amoniak. Bakteri *Nitrosomonas* mengoksidasi ammonium menjadi nitrit dan akhirnya menjadi nitrat, sehingga menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut berkurang (Verawati, 2011). Apabila tidak cukup tersedia oksigen terlarut dalam air maka nitrit tidak dapat diubah menjadi nitrat, sehingga nitrit menjadi berlimpah. Nitrat tidak bersifat toksik bagi organisme akuatik, namun jika kadarnya terlalu tinggi, maka dapat menyebabkan *blooming* alga (Sayekti & Ramelan, 2015). Hal ini ditandai dengan adanya penurunan kadar oksigen

terlarut, dan banyak biota air yang mati akibat racun yang dikeluarkan dari alga tersebut sehingga menurunkan diversitas (Mayer *et al.* 2006). Organisme akuatik terutama diatom memerlukan nitrat untuk mendukung pertumbuhannya.

E. Konsentrasi ortofosfat

Konsentrasi ortofosfat di seluruh lokasi penelitian berkisar 0,05 mg/L sampai 0,13 mg/L. Nilai ortofosfat tertinggi pada lokasi 1. Tingginya nilai orthofosfat dapat disebabkan berbagai aktivitas seperti aktivitas perkebunan, pertanian, MCK dan lain-lain. Salah satu sumber ortofosfat di perairan adalah dari pupuk pertanian yang dibawa oleh aliran air (Retnaningdyah & Arisoesilaningih, 2014). Kadar ortofosfat suatu perairan dapat direduksi dengan menanam vegetasi riparian yang mampu menyerap lebih dari 3 mg per hari (Haller & Sutton, 1973). Penurunan kadar ortofosfat juga dapat didukung dengan diversitas tanaman riparian yang ditanam seperti *Fimbristylis globulosa*, *Vetiveria zizanoides*, *Equisetum ramosissium*, *Typha angustifolia*, *Scirpus grossus*, *Limnocharis flava* dan *Ipomoea aquatica* Salah satu nutrisi yang ada di ekosistem perairan adalah fosfor (P). Fosfor digunakan oleh organisme air untuk pertumbuhannya dan pada perairan fosfor ini tersedia dalam bentuk fosfat. Ortofosfat merupakan senyawa fosfat yang bersifat larut air sehingga dapat dimanfaatkan oleh

organisme secara langsung sebagai penyubur tanah (Retnaningdyah & Arisoesilaningsih, 2014).

F. Nilai suhu air

Nilai suhu air di seluruh lokasi penelitian berkisar 19,13°C sampai 24,1°C Ferreira (2008) menyatakan berbagai faktor yang menyebabkan peningkatan suhu suatu perairan yaitu intensitas cahaya matahari yang langsung ke badan perairan. Hal ini disebabkan karena pengundulan DAS yang menyebabkan hilangnya perlindungan, sehingga badan air terkena cahaya matahari secara langsung dan pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya.

Pola suhu ekosistem perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya, faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di tepi, aktivitas manusia dan ketinggian geografis (Ferreira, 2008). Menurut Philminaq (2014) intensitas cahaya yang diserap oleh air dapat meningkatkan nilai suhu suatu perairan. Selain itu, suhu yang tinggi dapat menyebabkan tingkat oksigen menurun yang dapat mengakibatkan pertumbuhan dan pernafasan organisme terhambat. Keadaan suhu sangat berpengaruh terhadap lingkungan dan organisme yang hidup di dalamnya. Suhu lingkungan yang terlampau tinggi akan

menyebabkan kemampuan air mengikat oksigen menjadi menurun, sehingga kandungan oksigen dalam air menjadi berkurang, padahal kebutuhan organisme terhadap oksigen justru akan semakin meningkat (Efendi, 2003). Berdasarkan kisaran suhu yang diperoleh selama penelitian menunjukkan kisaran suhu yang optimal bagi pertumbuhan diatom bentik. Ini sesuai dengan pendapat Effendi (2003) yang menyatakan bahwa kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20-30°C.

Kualitas Air Berdasarkan index Diatom (TDI dan PTV)

TDI adalah indeks yang menggunakan kelompok diatom sebagai indikator kualitas perairan yang berkaitan dengan parameter konduktivitas dan kandungan organik (Badsy *et al.*, 2012). Berdasarkan nilai TDI tingkat kesuburan perairan dibagi menjadi empat yaitu oligotrofik (0-25) perairan yang rendah unsur hara. Perairan mesotrofik (25-50), adalah perairan dengan unsur hara sedang. Perairan eutrofik (50-75), adalah perairan dengan unsur hara tinggi. Perairan hypertrofik (75-100), adalah perairan dengan unsur hara sangat tinggi.

Nilai TDI di seluruh lokasi penelitian berkisar pada nilai (22,16- 33,46) dengan status oligotrofik sampai mesotrofik (Tabel 1). Pada lokasi 1 dan 3 mempunyai nilai yang sama pada kisaran oligotrofik,

kesamaan status perairan tersebut tidak selalu didukung oleh faktor yang sama. Pada lokasi 1 (*reference site*) yang berstatus oligotrofik mempunyai nilai TDI sebesar 24,8. Hal ini dapat disebabkan karena lokasi ini masih alami, belum ada penduduk yang tinggal di sepanjang sungai, belum adanya aktivitas manusia yang memengaruhi kesuburan perairan, walaupun pada lokasi ini ada sedikit pelebaran jalan dimana alat berat mengorek sungai untuk membuat jalan, dari aktivitas pemekaran kabupaten. Lokasi 3 dengan nilai TDI 22,16 yang disebabkan aktivitas pembuatan bendungan dan aktivitas rumah tangga oleh pekerja proyek. Pada lokasi 2 kisaran mesotrofik dengan nilai sebesar 33,46 disebabkan berbagai aktivitas yang ada di sepanjang sungai yang dapat menambah unsur hara pada perairan dengan status mesotrofik. Berbagai aktivitas pada lokasi ini yaitu perkebunan yang menggunakan pupuk nitrogen dan fosfor, aktivitas pelebaran sungai dan aktivitas rumah tangga.

Indeks PTV

Nilai PTV di seluruh lokasi penelitian berkisar antara 16,48% - 35,21% (Tabel 2). Nilai PTV pada lokasi 1 dan 3 menunjukkan lokasi ini termasuk dalam kategori terpengaruh pencemaran organik Hal ini sesuai dengan pernyataan Kelly et al (1998) skala PTV 21- 40% termasuk dalam kategori terpengaruh pencemaran organik, sedangkan pada lokasi 2 menunjukkan tidak

tercemar pencemaran organik karena skalanya <20% (kelly et al.,1998). Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai TDI dan PTV pada seluruh lokasi Penelitian

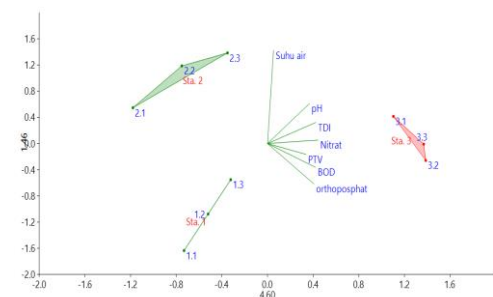
Lokasi	TDI	PTV
1	24,80/SB	29,63/TPO
2	33,46/B	16,48/TTO
3	22,16/SB	35,21/TPO

Ket: B=Baik, SB= Sangat baik, TPO= Terpengaruh Pencemaran Organik, TTO = Tidak Tercemar Organik,

Korelasi index Diatom (TDI,PTV) dengan parameter fisika kimia Air

Hasil analisis korelasi Index diatom (TD, PTV dengan parameter fisika dan kimia air menggunakan PCA menunjukkan bahwa TDI berkorelasi tinggi terhadap suhu,pH dan nitrat, tetapi korelasi TDI terhadap BOD dan orthophosfat sedang (Gambar 1).

Hasil korelasi PTV dengan BOD dan orthophosfat tinggi sementara korelasi PTV dengan suhu,pH dan nitrat sedang (Gambar 1).



Gambar 1. Korelasi indeks Diatom dengan Parameter fisika kimia Air.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Hasil penelitian parameter fisika dan kimia di semua lokasi penelitian sudah memenuhi standar baku mutu berdasarkan PP.no 82 tahun 2001 kelas I untuk pH, DO dan Nitrat dan kelas III untuk BOD₅
2. Hasil Nilai index diatom TDI dari seluruh lokasi penelitian berada pada kisaran oligotrofik sampai mesotrofik dan untuk nilai PTV kisaran tidak terpengaruh organik sampai terpengaruh pencemaran organik.
3. Hasil korelasi TDI dengan suhu, pH nitrat tinggi sementara dengan BOD dan orthofosfat sedang untuk PTV kebalikan dari TDI.

Saran

Hasil evaluasi kualitas air di Sungai Prafi ini diharapkan dapat digunakan oleh masyarakat dan Pemerintah Manokwari sebagai dasar pertimbangan dalam rangka pengelolaan ekosistem Sungai Prafi akibat aktivitas manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Badsi, H., Oul, A., Loudiki, M. 2012. Phytoplankton Diversity Community Composition along the salinity gradient in the mass estuary diversity. *Journal of Human Ecology*. Vol.43 (6): 58-64.
- Basmi, 2000. Planktonologi: Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. Fak. Perikanan. IPB. Bogor.
- Bold, H. C. & M. J. Wynne. 1985. *Introduction to The Algae: Structure & Reproduction*. 2nd edition, Prentice Hall Inc. New York.
- Dwiranti, F., S., Sinuraya & D., Matulage. 2014. *Upaya Peningkatan Pemahaman Preventif Penyakit Malaria dan Diabetes Melitus Pada Masyarakat di Manokwari*. Hibah Pengabdian. Kemenristek.Unipa. Manokwari.
- Edmoson, W.T. 1963. *Fresh Water Biology*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fadli, A. 2015. *Variasi Morfologi Udag Lar Macrobracium Lar (Fabricius, 1798) Dari Beberapa Sungai di Kabupaten Manokwari*. Skripsi. Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan. UNIPA. Manokwari.
- Ferreira. 2008. *Determining the influences of Landuse Patterns on The Diatom, Macroinvertebrata & Riparian Vegetation Integrity of the Lower Harts/Vaal River Systems*. Dissertation. University of Johannesburg.
- Firdaus, M., B., Irawan & N. Moehammadi. 2013. *Keanekaragaman Makroinvertebrata Air Pada Vegetasi Riparian Sungai Ordo Satu dan Sungai Ordo Dua di Sistem Sungai Maron Desa Seloliman, Mojokerto*. *Jurnal Ilmiah. Biologi*. (1): 51-60.
- Kelly, M.G., C.J., Penny & B.A., Whitton. 1998. *Comparative Performance of Benthic diatom Indices Used*

- to Assess River Water Quality. *Hidrobiologia* 302. 179- 188.
- Mayer, P.M.,S.K. Reynolds, M.D.Mc Cutchen and T.J. Canfield (2006). Riparian buffer width, vegetative cover and nitrogen removal effectiveness: A Review of current science and regulations. EPA/600/R-05/118. Cincinnati, OH,U.S. Environmental Protection Agency.
- Nontji, A. 2008. Plankton laut. LIPI Press. Jakarta. 331 hal.
- Nybakken, J.W. & M.D. Bertness, 2005. *Marine Biology, An Ecology Approach*. Benjamin Cummings. USA. 579 p.
- Onyema, I.C. 2013. Phytoplankton Bio-indicator of Water Quality Situations in The Iyagbe Lagoon, South- Western Nigeria. Departemen of Marine Scinces. University of Lagos.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PP RI). 2001. *Penelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Jakarta.
- Philminaq. 2014. *Water Quality & Criteria & Standart for freshwater & Marine Aquaculture*. Philiphine.
- Pujiastuti,P., Ismael, B., & Pranoto. 2014. Kualitas dan Beban Pencemaran Waduk Gajah Mungkur. Jawa Tengah. *Jurnal Ekosains*. 5(1), 59-75.
- Pratiwi, N, Krisanti, Nursiyamah, I. Maryanto, R. Ubaidillah & W. A. Noerdjito. 2004. *P&uan Pengukuran Kualitas Air Sungai*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Retnaningdiyah, C & E. Arisoesilaningsih. 2014. *Evaluasi Kualitas Ekosistem Mata Air di Sumber Jenon, Awan, Mlaten, Umbul dan Guno Berdasarkan Parameter Fisiko kimia dan Makroinvertebrata Bantik*. Laporan Hasil Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi Kepada Masyarakat. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA- Universitas Brawijaya, Malang.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka cipta. Jakarta.
- Sayekti, W. & A. H. Ramelan. 2015. Decolorination & microorganism degradation from biodrinking waste using flow system of photoelectrodegradation. *Journal of Chemical & Pharmaceutical Research*. Inorganic Material Research Faculty of Mathematics & Natural Sciences. Sebelas Maret University. Surakarta. 27(6):96-102.
- Singh, U. B., Ahluwalia, A.S., Sharma, C. R., Jidal & R.K., Thakur. 2013. *Planktonic Indicators: A Promising Tool For Monitoring Water Quality (Early- Warning Signals)*. Departemen of Botany. Panjab University. Chardigarh.
- Sinuraya, S. 2010. *Pengaruh Aktivitas Manusia Terhadap Keanekaragaman Fitoplankton di Sungai Un Kabupaten Manokwari*. Proseding Seminar Nasional Basic Science VII. Universitas Brawijaya. Malang.
- Streble, H., D., Krauter & F. Verlagsh&lung. 1988. *Das Leben Im Wassertropfen*. W. Stuttgart. Keller & Co. Gontingen.
- Suriawiria, U. 1993. *Mikrobiologi Air*. Penerbit Bandung. Bandung.
- Verawati, V. 2011. *Evaluasi Pengelolaan Wisata Berbasis Sumberdaya di Waduk Selorejo Kabupaten Malang*. Jawa Timur. Fakultas Perikanan dan Ilmu

Pengetahuan Kelautan. Institut
Pertanian Bogor. Bogor.
Skripsi.