

## HUBUNGAN ANTARA KANDUNGAN NITRAT, FOSFAT DAN KLOOROFIL- $\alpha$ DI SUNGAI KALIGARANG, SEMARANG

*The relationship between the content of Nitrate, Phosphate and Chlorophyll- $\alpha$  in Kaligarang River, Semarang*

**Julia Herlianti, Suryanti\*), Prijadi Soedarsono**

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/fax. +6224 747698  
(email: [herlianti\\_julia@yahoo.co.id](mailto:herlianti_julia@yahoo.co.id))

### ABSTRAK

Sungai adalah salah satu sumber daya alam yang bersifat mengalir (flowing resource), sehingga pemanfaatan di hulu dapat menurunkan kualitas air, pencemaran dan biaya sosial bagi pelestariannya. Sungai Kaligarang sebagai salah satu sungai besar di kota Semarang memegang peran penting dalam kualitas air di pesisir Semarang. Adanya kegiatan pertanian, pertambangan, industri dan aktifitas penduduk yang ada di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Kaligarang berperan penting dalam kualitas air DAS Kaligarang tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi lingkungan perairan berdasarkan kandungan nitrat, fosfat dan klorofil- $\alpha$  di perairan Sungai Kaligarang, dan Mengetahui kandungan nitrat, fosfat dan klorofil- $\alpha$  di perairan Sungai Kaligarang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus, yaitu suatu metode penelitian yang menelaah suatu masalah pada waktu tertentu dan hasil yang diperoleh belum tentu dapat berlaku di daerah lain, meskipun objek penelitiannya sama. Hasil penelitian yang diperoleh klorofil- $\alpha$  tertinggi terdapat pada stasiun I, sedangkan klorofil- $\alpha$  terendah terdapat pada stasiun III. Kandungan kadar nitrat tertinggi terdapat pada stasiun I dan kadar nitrat terendah terdapat pada stasiun III. Tingginya kandungan nitrat diduga dekat dengan lingkungan masyarakat yang mempengaruhi ekosistem sungai. Kandungan kadar fosfat tertinggi terdapat pada stasiun II dan kadar fosfat terendah terdapat pada stasiun III. Tingginya fosfat pada ekosistem sungai diduga akibat dari kegiatan industri yang membuang banyak limbah dari hasil industri tersebut ke daerah sekitar sungai.

**Kata Kunci** : Nitrat; Fosfat; Klorofil- $\alpha$ ; Sungai Kaligarang

### ABSTRACT

*The river is one of the natural resources that are flowing (flowing resource), so that the utilization of upstream can degrade water quality, pollution and social costs for preservation. Kaligarang river as one of the major rivers in the city of Semarang plays an important role in the quality of coastal water in Semarang. The activities of agriculture, mining, industry and population activity is around Watershed (DAS) Kaligarang play an important role in water quality of the watershed Kaligarang. The aim of this study was to determine the environmental condition of the waters by nitrate, phosphate and chlorophyll- $\alpha$  in the waters of the River Kaligarang, and Knowing the content of nitrates, phosphates and chlorophyll- $\alpha$  in the waters of the River Kaligarang. The method used in this research is a case study, is a research method that examines a problem at certain times and the results obtained can not necessarily apply in other areas, though the object of research together. The results obtained chlorophyll- $\alpha$  is highest in the first station, chlorophyll- $\alpha$  while the lowest was at station III. The content of nitrate concentration is highest at the first station and the lowest levels of nitrates found in station III. The high content of nitrates allegedly close to the community environment that affects the river ecosystem. The content of the highest phosphate levels found in the station II and phosphate levels are lowest at station III. The high phosphate on the ecosystem of the river thought to result from industrial activities were dumped from the results of the industry to the area around the river.*

**Keywords** : Nitrate; Phosphate; Chlorophyll- $\alpha$ ; Kaligarang river

\*) Penulis Penanggungjawab

## 1. PENDAHULUAN

Semarang sebagai kawasan pesisir seperti umumnya kota besar di Indonesia mendapat ancaman terhadap kualitas air dan daya dukung lingkungan. Hal ini disebabkan oleh banyaknya kegiatan yang berpotensi menurunkan kualitas air dan lingkungan, seperti limbah industri, limbah domestik, dan kegiatan lain yang terjadi di sekitar DAS pada sungai yang melintasi kota pesisir tersebut. Sungai adalah salah satu sumber daya alam yang bersifat mengalir (*flowing resource*), sehingga pemanfaatan di hulu dapat menurunkan kualitas air, pencemaran dan biaya sosial bagi pelestariannya (Azwir, 2006).

Kaligarang merupakan aliran sungai yang berada di wilayah Kota Semarang, dimana sungai ini masuk dalam kelas 1 yang dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum. Pesatnya laju pertumbuhan pembangunan terutama di bidang industri, pertanian dan sebagainya di DAS Garang yang ditunjang oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, memungkinkan manusia memanfaatkan berbagai jenis bahan kimia termasuk logam berat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Pembangunan pabrik-pabrik di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) dimana hampir seluruh pabrik-pabrik tersebut membuang limbahnya ke aliran sungai. tercatat ada sejumlah industri yang membuang sisa proses produksinya ke sungai Kaligarang; antara lain industri farmasi, keramik, tekstil dan besi. Industri-industri tersebut memanfaatkan sungai-sungai disekitarnya sebagai tempat buangan, yang pada akhirnya akan memberikan sumbangan penyebab menurunnya kualitas perairan pantai Semarang.

Lingkungan perairan sungai terdiri dari komponen abiotik dan biotik yang saling berinteraksi melalui arus energi dan daur hara. Bila interaksi keduanya terganggu maka akan terjadi perubahan yang menyebabkan ekosistem perairan itu menjadi tidak seimbang (Ferianita *et al.* 2008). Kegiatan rumah tangga, pertanian, industri bila tidak dikelola dengan baik akan berdampak negatif terhadap sumberdaya air, diantaranya adalah menurunnya kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada sumberdaya air (Wijaya, 2009).

Nutrien sebagai faktor penting bagi proses produksi fitoplankton dalam menghasilkan klorofil. Nutrien ini diperlukan dalam jumlah yang besar namun ada juga dalam jumlah yang kecil. Membagi nutrien yang dibutuhkan oleh tumbuhan menjadi makro dan mikro nutrien. Makronutrien terdiri dari unsur O, C, N, H, P, S, K, Mg dan Ca sedangkan yang masuk kelompok mikronutrien adalah Fe, Mn, Cu, Zn, B, Si, Mo, Cl, V, Co dan Na (Odum, 1971). Salah satu bagian dari siklus nitrogen yang merupakan ion-ion anorganik alami adalah nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ). Nitrogen organik mula-mula diurai menjadi ammonia, kemudian dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat. Hal ini terjadi karena nitrit dapat dengan mudah dioksidasi menjadi nitrat. Tingginya kadar nitrat dalam sumber air atau perairan dapat membahayakan kehidupan manusia, hewan dan ikan. Keperluan konsumsi sehari-hari nitrat dalam air tidak boleh lebih dari 10 mg/L. Sumber air untuk perikanan akan turun kualitasnya apabila kadar nitrat lebih dari 0,5 mg/l (Adams *et al.*, 1999).

Nitrat yang terdapat di dalam sumber air seperti air sumur dan sungai umumnya berasal dari pencemaran bahan-bahan kimia (pupuk urea, ZA dan lain-lain) di bagian hulu. Pencemaran ini disebabkan oleh tingkat kehilangan pupuk N yang tinggi, diantaranya melalui proses pencucian dan aliran permukaan (Ismunadji dan Roechan 1988). Konsentrasi nitrat yang tinggi di perairan akan menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan organisme di perairan apabila didukung oleh ketersediaan nutrien. Nitrat merupakan bentuk nitrogen utama di perairan alami. Nitrat adalah salah satu senyawa nutrient yang penting dalam sintesa protein tumbuhan dan hewan (Welch, 2001).

Di dalam perairan, kadar nitrit relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Kadar ammonia di perairan alami biasanya tidak lebih dari 0,1 mg/L. Amonia jarang ditemukan pada perairan yang mendapat cukup pasokan oksigen (McNeely *et al.*, 1979 dalam Effendi, 2003). Kadar ammonia yang tinggi merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpahan pupuk (*run off*) pupuk pertanian (Effendi, 2003).

Kandungan klorofil yang terdapat di suatu perairan dapat digunakan sebagai indikator akan potensi bahan organik di perairan (Nontji, 1974). Pengukuran kandungan klorofil- $\alpha$  juga merupakan salah satu alat pengukuran kesuburan suatu perairan yang dinyatakan dalam bentuk produktivitas primer (Uno, 1982; 1983). Selain itu dalam mata rantai makanan (*food chain*) di perairan, fitoplankton merupakan fungsi sebagai produsen primer (*primary productivity*), dimana organisme ini mampu mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis.

Suhu air juga berperan penting dalam menentukan kecepatan reaksi penguraian bahan organik maupun anorganik yang terlarut, mempengaruhi tingkat kelarutan garam-garam dan gas-gas dalam air terutama  $\text{O}_2$  yang berperan dalam proses metabolisme mikro maupun makroorganisme, serta gas  $\text{CO}_2$  sebagai salah satu komponen penting dalam proses fotosintesis yang menentukan produktivitas lingkungan perairan dan suplai oksigen terlarut. Pada lingkungan perairan, suhu merupakan faktor pembatas utama karena organisme akuatik sering memiliki toleransi yang sempit terhadap variasi suhu (Odum, 1993). Terhadap organisme perairan, suhu dapat mempengaruhi proses metabolisme dan fisiologis secara luas. Kenaikan suhu akan mengakibatkan penurunan jumlah oksigen terlarut didalam air, peningkatan kecepatan reaksi kimia, terganggunya kehidupan ikan dan

hewan air lainnya bahkan kematian ikan dan hewan air tersebut jika batas suhu yang mematikan terlampaui (Fardiaz, 1995).

Gambaran kualitatif tentang kekeruhan air dapat diketahui dengan pengukuran kecerahan. Kecerahan adalah ukuran transparansi yang diamati secara visual dengan menggunakan Secchi disk. Nilai kecerahan dipengaruhi oleh keadaan cuaca, warna perairan, waktu pengukuran, kekeruhan, padatan tersuspensi dan ketelitian orang yang melakukan pengukuran (Effendi, 2003). Biasanya kondisi air yang keruh kurang disukai oleh bentos. Pengendapan partikel tanah yang berlebihan menyebabkan penurunan hewan bentos di suatu perairan. Beberapa peneliti menyebutkan bahwa pengendapan partikel tanah yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan kelimpahan makrozoobentos di sungai sebesar 25% - 50%.

Nilai pH air yang normal adalah 6 – 8 (sekitar netral), sedangkan pH air yang terpolusi, misalnya air buangan, berbeda-beda tergantung dari jenis buangnya (Fardiaz, 1995). Pada industri-industri makanan, peningkatan keasaman air buangan pada umumnya mengandung asam mineral dalam jumlah tinggi sehingga keasamannya juga tinggi. Perubahan keasaman pada air buangan, baik ke arah alkali (pH naik) maupun ke arah masam (pH menurun), akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air disekitarnya.

Klorofil- $\alpha$  adalah pigmen penting yang diperlukan fitoplankton dalam melakukan proses fotosintesis. Fitoplankton berperan sebagai produsen primer dalam rantai kehidupan di laut, sehingga keberadaannya sangat penting sebagai dasar kehidupan bagi suatu perairan. Konsentrasi klorofil di suatu perairan dapat menggambarkan besarnya produktivitas primer di suatu perairan (Nontji, 2002).

Ketersediaan nutrien dan intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi konsentrasi klorofil- $\alpha$  suatu perairan. Perairan di daerah tropis umumnya memiliki konsentrasi klorofil yang rendah karena keterbatasan nutrien dan stratifikasi kolom perairan sebagai akibat pemanasan permukaan perairan yang terjadi sepanjang tahun (Nuriya *et al.*, 2010).

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi lingkungan perairan berdasarkan kandungan nitrat, fosfat dan klorofil- $\alpha$  di perairan Sungai Kaligarang.
2. Mengetahui kandungan nitrat, fosfat dan klorofil- $\alpha$  di perairan Sungai Kaligarang.

## 2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus, yaitu suatu metode penelitian yang menelaah suatu masalah pada waktu tertentu dan hasil yang diperoleh belum tentu dapat berlaku di daerah lain, meskipun objek penelitiannya sama. Metode studi kasus merupakan bagian dari penelitian deskriptif, yaitu suatu bentuk penelitian, yang ditujukan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, baik itu fenomena alamiah atau fenomena yang direkayasa manusia.

### 1. Uji Normalitas

Bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi, variabel terikat dan bebas keduanya mempunyai distribusi data normal atau mendekati normal. Model regresi yang baik memiliki distribusi normal atau mendekati normal. Salah satu cara untuk mengetahui normalitas dalam persamaan regresi adalah dengan melihat histogram yang membandingkan data observasi dengan distribusi yang mendekati distribusi normal. Pada prinsipnya normalitas dapat dideteksi dengan melihat penyebaran datanya yang berupa titik-titik pada sumbu diagonal dari grafik normal probability plot atau dengan melihat histogram dari residualnya.

### 2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui varian dari beberapa populasi sama atau tidak. Uji ini digunakan sebagai persyaratan dalam analisis independen sampel t tes, uji one sampel t test, anova. Asumsi yang mendasari dalam Analisis of varians (ANOVA) adalah bahwa varian dari beberapa populasi adalah sama.

Dasar pengambilan keputusan :

1. Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas  $< 0.05$ , maka dikatakan bahwa varian dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah tidak sama.
2. Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas  $> 0.05$ , maka dikatakan bahwa varian dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah sama.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sungai Kaligarang merupakan sungai utama dari DAS Kaligarang yang meliputi dua wilayah administratif, yakni Kabupaten Kendal dan Kabupaten Semarang di bagian hulu serta Kota Semarang di bagian tengah hingga hilir. DAS Sungai Kaligarang terdiri dari empat sub-DAS yang memiliki nama sesuai dengan sungai-sungai utamanya. Pertama, Sub DAS Kaligarang Hulu yang dilintasi oleh perhuluhan Sungai Kaligarang dimulai dari Kabupaten Semarang hingga Kecamatan Gajahmungkur Kota Semarang. Kedua, Sub DAS Kripik yang dilintasi oleh Sungai Kripik. Ketiga, Sub DAS Kreo yang dilintasi Sungai Kreo, dan Keempat Sub DAS Garang Hilir, yakni hilir Kaligarang dan Kanal Banjir Barat.

Sungai Kaligarang, merupakan sungai yang memiliki fungsi yang sangat strategis dan penting karena melalui wilayah kabupaten Semarang dan Kota Semarang. Di wilayah Kota Semarang, sungai Kaligarang memiliki arti penting karena selain melintasi wilayah kota Semarang, juga merupakan sumber utama sebagai bahan baku air minum, penggelontor air buangan, sarana transportasi dan pengendali banjir. Pada saat ini sungai Kaligarang dalam kondisi yang cukup mengkhawatirkan akibat pencemaran yang ditimbulkan oleh berbagai kegiatan yang dilakukan di sepanjang sungai Kaligarang.

Tabel 1. Hasil Kandungan Klorofil- $\alpha$  (mg/l) selama Penelitian

Minggu	1	2	3	4
<b>Ulangan</b>				
I	0,17046	0,15862	0,1375	0,21648
II	0,17939	0,188395	0,12087	0,0099225
III	0,16896	0,097445	0,097445	0,14927

Sumber : Hasil penelitian bulan November - Desember 2013

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh klorofil- $\alpha$  tertinggi terjadi pada stasiun I yakni berkisar antara 0,1375 – 0,21648 mg/l. Sedangkan klorofil- $\alpha$  terendah terdapat pada stasiun III yakni berkisar antara 0,097445 – 0,16896 mg/l. Hal ini diduga pada stasiun I terjadi penambahan nutrien secara langsung dari daratan.

Tabel 2. Hasil Kandungan Nitrat (mg/l) per minggu

Minggu	1	2	3	4
<b>Ulangan</b>				
I	1,45	1,15	1,25	1,65
II	1,5	1,55	1,45	1,15
III	1,4	1,1	1,05	1,2

Sumber : Hasil penelitian bulan November - Desember 2013

Kandungan kadar nitrat berkisar antara 1,05 – 1,65 mg/l. Kandungan kadar nitrat tertinggi terdapat pada stasiun I yakni berkisar antara 1,15 - 1,65 mg/l dan terendah terdapat pada stasiun III yakni berkisar antara 1,05 – 1,4 mg/l.

Tabel 3. Hasil Kandungan Fosfat (mg/l) per minggu

Minggu	1	2	3	4
<b>Ulangan</b>				
I	0,805	0,705	1,13	1,045
II	0,9	0,57	0,86	1,715
III	0,83	0,57	1,29	1,31

Sumber : Hasil penelitian bulan November - Desember 2013

Kandungan kadar fosfat berkisar antara 0,57 – 1,715 mg/l. Kandungan kadar fosfat tertinggi terdapat pada stasiun II di tanggal 10 Desember 2013 sebesar 1,715 mg/l dan terendah terdapat pada stasiun III di tanggal 26 November 2013 sebesar 0,57 mg/l.

Tabel 4. Hasil Suhu Air ( $^{\circ}$ C) selama Penelitian

Minggu	1	2	3	4
<b>Ulangan</b>				
I	28	28	28	28
II	29	28	29	28
III	28	28	28	28

Sumber : Hasil penelitian bulan November - Desember 2013

Tabel 5. Hasil DO (mg/l) selama Penelitian

Minggu	1	2	3	4
<b>Ulangan</b>				
I	8,615	8,065	8,385	8,565
II	7,58	8,135	7,88	8,095
III	5,63	8,215	5,915	7,51

Sumber : Hasil penelitian bulan November - Desember 2013

Tabel 6. Hasil Kecerahan (cm) selama Penelitian

Minggu	1	2	3	4
<b>Ulangan</b>				
I	20.67	25.25	24.085	23.58
II	13.67	15.915	12.585	14.25
III	11.5	13.08	17.415	22.75

Sumber : Hasil penelitian bulan November - Desember 2013

Tabel 7. Hasil Kecepatan Arus (m/s) selama Penelitian

Minggu	1	2	3	4
<b>Ulangan</b>				
I	2.47	2.515	2.505	2.405
II	3.86	3.76	3.86	3.685
III	3.86	3.85	4.055	3.79

Sumber : Hasil penelitian bulan November - Desember 2013

Tabel 8. Hasil Pengukuran Kedalaman (cm) selama Penelitian

Minggu	1	2	3	4
<b>Ulangan</b>				
I	44,7	51,85	44,7	45,35
II	49,85	50,7	49,5	49
III	49,8	52,35	49,35	47,5

Sumber : Hasil penelitian bulan November - Desember 2013

Rata-rata suhu tertinggi terdapat di stasiun II yaitu 31 °C. Sedangkan, rata-rata suhu terendah terdapat di stasiun III yaitu 27°C. Rata-rata nilai kecerahan selama pengamatan di lokasi penelitian relatif baik yaitu 8,5-47,5 meter. Kisaran nilai pH yang terukur pada tiga stasiun selama 18 kali pengamatan adalah 7. Kisaran nilai oksigen terlarut yang terukur pada tiga stasiun pengamatan berkisar antara 5,13– 9,2 mg/l air pada 18 kali pengamatan. Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa nilai rata-rata oksigen terlarut terendah pada stasiun III titik 1 dengan nilai 5,13 mg/l dan yang tertinggi terdapat pada stasiun I titik 3 yaitu 9,2 mg/l.

#### 4. KESIMPULAN

##### Kesimpulan

1. Hasil sebaran klorofil- $\alpha$  dan kualitas air menunjukkan bahwa perairan sekitar Sungai Kaligarang pada tingkat kesuburan yang rendah atau oligotrofik dilihat dari nilai baku mutu Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Baku.
2. Analisa anova regresi korelasi menunjukkan adanya hubungan yang kuat antar klorofil- $\alpha$  dengan nitrat dan fosfat di ekosistem sungai.

##### Saran

1. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengkaji kesuburan perairan melalui biomassa fitoplankton dan indeks saprobitas di perairan sekitar Sungai Kaligarang dengan memperluas areal penelitian dan menambah jumlah pengulangan pengambilan sampel.
2. Perlu adanya pemantauan lingkungan secara rutin terhadap lingkungan sekitar Sungai Kaligarang, serta perlu mendapat prioritas untuk dikelola.

##### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Dr. Ir. Djuwito, MS, Ir. Anhar Solichin, M.Si dan Dra. Niniek Widyorini, MS selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan kepada penulis dalam penulisan jurnal ini, kepada Dr. Ir. Pujiono W. Purnomo, MS selaku panitia ujian akhir program yang telah banyak memberikan masukan kepada penulis dalam penulisan jurnal ini.

##### DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M. W. 1999. *The Biochemical Diversity of Life Near and Above 100 Degrees C in Marine Environments. Appl. Microbiol*, 85: 108S-117S.
- Azwir. 2006. Degradasi Lingkungan Pesisir. Prosiding Hasil Workshop : Deteksi, Mitigasi dan Pencegahan Degradasi Lingkungan Pesisir dan Laut di Indonesia. IndoRepro. 259 hlm.

- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta. 187 hlm.
- Fardiaz, S. 1995. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta. 102 hlm.
- Ferianita, M., Fachrul, H, Haeruman. 2008. Komunitas Fitoplankton sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Universitas Trisakti. Jakarta. 228 hlm.
- Ismunadji, M., S. Roechan. 1988. Hara Mineral Tanaman Padi. *Dalam* Padi Buku 1. Puslitbangtan. Bogor. 251 hlm.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Cetakan ke-3. Penerbit Djambatan, Jakarta. 367 hlm.
- Nuriya, H., Z. Hidayah dan Wahyu, A. N. 2010. Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a dengan Pengolahan Citra Landsat-ETM 7 dan Uji Laboratorium di Perairan Selat Madura Bagian Barat. *Jurnal Pengolahan Citra Landsat-ETM 7 dan Uji Laboratorium di Perairan Selat Madura Bagian Barat*. 3 (1): 4-5.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 231 hlm.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-dasar Ekologi. Edisi Ketiga. Penerjemah Tjahjono Samingan. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta. 264 hlm.
- Suwondo., E, Febrita, Dessy dan M. Alpusari. 2004. Kualitas Biologi Perairan Sungai Senapelan, Sago dan Sail di Kota Pekanbaru Berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos. Universitas Riau. Pekanbaru. 98 hlm.
- Uno, S. 1982. *The Relation Between Phytoplankton Standing and Stock Water Temperature in the Antarctic Ocean. Proc. of The BIOMASS Colloquium*. 79 hlm.
- Uno, S. 1983. *Distribution and Standing Stock of Chlorophyll a in the Antarctic Ocean, from December 1980 to January 1981. Proc. of the Fifth Symp. of Antarctic Biology* 27.
- Welch, P. S. 2001. *Limnology*. Mc Graw Hill. New York. 538p.
- Wijaya, H. K. 2009. Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta Parameter Fisika-Kimia Perairan sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 128 hlm.