

Konsentrasi Logam Cd dan Pb Di Sungai Plumbon dan Kaitannya dengan Struktur Komunitas Fitoplankton

Ersan Noviansyah, Siti Rudiyaniti* dan Haeruddin

*Program studi MSP, FPIK, UNDIP

Abstrak

Sungai Plumbon merupakan aliran sungai yang melalui pemukiman warga dan dimanfaatkan untuk pertanian, peternakan, serta lalu lintas kapal nelayan sehingga berpotensi tercemar logam berat. Pencemaran logam berat dapat menyebabkan terjadinya degradasi kualitas air yang dapat mempengaruhi sifat fisika, kimia, dan biologi serta mempengaruhi ekosistem di sekitar perairan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi logam berat Cd dan Pb, mengetahui struktur komunitas fitoplankton dan menentukan hubungan konsentrasi logam Cd dan Pb dengan kelimpahan fitoplankton. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2015 - Juni 2015 di Sungai Plumbon, Kecamatan Mangkang, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Metode sampling yang digunakan yaitu metode *sistematik sampling*. Penelitian ini dilaksanakan pada tiga stasiun yang berbeda selama dua kali waktu sampling. Parameter pendukung dalam penelitian ini berupa pengukuran kecepatan arus, pH, temperatur, salinitas, kedalaman, dan kecerahan. Analisis data menggunakan aplikasi SPSS untuk mengetahui analisis korelasi dan regresi.

Hasil rata-rata konsentrasi logam Cd berkisar antara 0.013-0.029 mg/l pada sampling yang pertama, 0.015-0.020 mg/l pada sampling yang kedua, untuk hasil rata-rata konsentrasi logam Pb berkisar antara 0.028-0.056 mg/l pada sampling yang pertama, 0.031-0.055 mg/l pada sampling yang kedua. Nilai kelimpahan fitoplankton pada sampling pertama berkisar 509,56-806,79 dan sampling kedua berkisar 934,18-1953,29. Nilai keanekaragaman pada sampling pertama berkisar 0,15-1,00 dan pada sampling kedua berkisar 0,68-1,11. Nilai indeks dominansi pada sampling pertama berkisar 0,35-0,46 dan sampling kedua berkisar 0,22-0,61. Nilai indeks kesamaan stasiun I dengan stasiun II sebesar 13,33%, stasiun I dengan stasiun III sebesar 8,89 % dan stasiun II dengan stasiun III sebesar 9,09 %.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah logam Cd dan logam Pb sudah melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, kelimpahan fitoplankton dari ketiga stasiun tergolong rendah, keeratan hubungan logam Cd dan Pb dengan kelimpahan fitoplankton tergolong rendah.

Kata kunci: Logam Cd, Logam Pb, Fitoplankton, Sungai Plumbon

PENDAHULUAN

Sungai Plumbon merupakan aliran sungai yang melalui pemukiman warga dan dimanfaatkan untuk pertanian, peternakan, serta lalu lintas kapal nelayan sehingga berpotensi tercemar logam berat. Pencemaran logam berat dapat menyebabkan terjadinya degradasi kualitas air yang dapat mempengaruhi sifat fisika, kimia, dan biologi serta mempengaruhi ekosistem di sekitar perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui konsentrasi logam Cd dan Pb; Mengetahui struktur komunitas fitoplankton dan Menentukan hubungan konsentrasi Cd dan Pb dengan kelimpahan fitoplankton.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni 2015 di Sungai Plumbon, Kecamatan Mangkang, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini dilaksanakan pada tiga stasiun yang berbeda selama dua kali waktu sampling. Pengambilan sampel air dimasukkan ke dalam botol sampel (500ml) dan diawetkan menggunakan formalin 4%. Selanjutnya sampel air diidentifikasi di Laboratorium Wahana di Pawiyatan Luhur I, Bendhan Duwur, Semarang. Pengambilan fitoplankton menggunakan *plankton net*. Hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol volume 100 ml dan diawetkan dengan lugol. Selanjutnya sampel fitoplankton diidentifikasi di Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan dan Lingkungan, jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Tembalang, Semarang.

Perhitungan kelimpahan fitoplankton di perairan menggunakan rumus dari *American Public Health Association* (APHA, 1989 dalam Sumartini, *et al.*, 2013), yaitu:

$$N = \frac{T}{L} \times \frac{P}{p} \times \frac{V}{v} \times \frac{1}{w}$$

Dimana:

- N = Jumlah fitoplankton per liter
- T = Luas gelas penutup (mm²)
- L = Luas lapang pandang (mm²)
- P = Jumlah fitoplankton yang tercacah
- p = Jumlah lapang pandang yang diamati
- V = Volume sampel fitoplankton yang tersaring (ml)
- v = Volume fitoplankton di bawah gelas penutup
- w = Volume sampel fitoplankton yang tersaring (liter)

Perhitungan Indeks Keanekaragaman (H') dilakukan dengan menggunakan formulasi Shannon-Wiener (Odum, 1993), yaitu:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Dimana:

- H' = Indeks keanekaragaman
- P_i = Peluang spesies i dari total individu
- S = Jumlah spesies

Dengan kriteria H' yaitu:

- H' < 1 = Keanekaragaman rendah
- 1 ≤ H' ≤ 3 = Keanekaragaman sedang (moderat)

$H' > 3$ = Keanekaragaman tinggi

Untuk mengetahui berapa besar kesamaan penyebaran jumlah individu setiap spesies pada tingkatan komunitas, digunakan indeks keseragaman (Odum, 1993):

$$e = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dimana:

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

H'_{max} = $\ln S$ dimana S adalah jumlah spesies

Nilai indeks keseragaman berkisar antara 0 – 1. Bila nilai indeks keseragaman mendekati 0, menunjukkan bahwa jumlah individu setiap jenis cenderung tidak sama, artinya ada beberapa jenis biota yang memiliki jumlah individu yang relatif banyak, sementara beberapa jenis biota lainnya sedikit. Nilai indeks keseragaman yang semakin mendekati 1, menunjukkan indeks keseragaman pada suatu komunitas semakin tinggi, artinya jumlah individu setiap spesies sama atau setidaknya hampir sama.

Perhitungan Indeks Kesamaan, menurut Odum (1971), kesamaan dari komunitas dapat diketahui berdasarkan rumus:

$$S = \frac{2C}{A + B} \times 100\%$$

Keterangan :

S = Indeks kesamaan antar dua stasiun

C = Jumlah spesies yang sama pada dua stasiun

A = Jumlah spesies dalam stasiun 1

B = Jumlah spesies dalam stasiun 2

Kriteria :

Dimana jika $\geq 50\%$ maka komunitas mendektai sama

Jika $\leq 50\%$ maka komunitas berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Lokasi penelitian

Sungai Plumbon terletak di Kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Mangkang, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Aliran Sungai Plumbon disekitar pemukiman warga hingga ke muara sungai dimanfaatkan nelayan sebagai dermaga kapal. Pada penelitian ini terdapat 3 stasiun pengamatan dan pengambilan contoh air, yaitu: Stasiun I sungai Plumbon dekat dengan pemukiman penduduk. Titik koordinat stasiun I adalah $6^{\circ}57'19.15''$ Lintang Selatan sampai $110^{\circ}18'19.25''$ Bujur Timur. Stasiun II sungai Plumbon sebagai

sarana lalu lintas kapal nelayan sehari-hari. Titik koordinat pada stasiun II adalah 6°56'49.41" Lintang Selatan sampai 110°18'28.06" Bujur Timur. Stasiun III sungai Plumbon berada pada dekat muara sungai dan tanaman mangrove, serta menjadi lalu lintas kapal. Titik koordinat pada stasiun III adalah 6°56'29.24" Lintang Selatan sampai 110°18'42.25" Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. Parameter fisika-kimia perairan

Hasil pengukuran beberapa parameter kualitas air selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air

| No | Parameter | Sampling I | | | Sampling II | | |
|----|-----------------|------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| | | St. 1 | St. 2 | St. 3 | St. 1 | St. 2 | St. 3 |
| 1. | Kedalaman (cm) | 29 | 56,6 | 57,6 | 21,6 | 54,6 | 62 |
| 2. | Kecerahan (cm) | ~ | 20,6 | 23 | ~ | 21,6 | 26,3 |
| 3. | Arus (m/s) | 0,16 | 0,03 | 0,03 | 0,16 | 0,04 | 0,03 |
| 4. | Temperatur (°C) | 29 | 29 | 29,6 | 30 | 29 | 30 |
| 5. | pH | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 8 |
| 6. | Salinitas (‰) | 0 | 0 | 28,33 | 0 | 0 | 27 |
| 7. | DO (mg/l) | 5,5 | 4,8 | 3,4 | 5,5 | 4,6 | 3,2 |

Hasil pengukuran untuk parameter kedalaman sungai di tiga stasiun dalam dua waktu sampling. Kedalaman pada stasiun I yaitu 29 cm, stasiun II 56,6 cm dan stasiun III 57,6 cm untuk sampling yang pertama. Stasiun I 21,6 cm, stasiun II 54,6 cm dan stasiun III 62 cm untuk sampling yang kedua. Kedalaman suatu perairan dapat mempengaruhi kecerahan suatu perairan, didapatkan nilai parameter kecerahan untuk tiga stasiun. Pada

stasiun I bernilai tidak terhingga, stasiun II 20,6 cm dan stasiun III 23 cm dalam sampling yang pertama. Pada sampling kedua nilai kecerahan pada stasiun I tidak terhingga, stasiun II 21,6 cm dan stasiun III 26,3 cm. Pada stasiun I nilai kecerahan yang didapatkan yaitu tidak terhingga dikarenakan kedalaman perairan yang tidak dalam dan penetrasi cahaya dapat memasuki badan perairan hingga kedasar perairan. Pada stasiun II dan III cahaya matahari masih dapat masuk kedalam badan perairan. Berdasarkan kedalaman dan kecerahan pada stasiun I, II, dan III, fitoplankton dapat tumbuh dengan baik karena dapat memanfaatkan cahaya matahari untuk fotosintesis.

Nilai kisaran kecepatan arus yang didapatkan dari ketiga stasiun dalam dua kali sampling sebesar 0,03-0,16 m/s pada sampling pertama, 0,03-0,16 m/s pada sampling kedua. Odum (1996) dalam Johan dan Ediwarman (2011) mengatakan bahwa kecepatan arus di sungai tergantung pada kemiringan, kekasaran, kedalaman dan kelebaran dasar perairan. Selanjutnya Harahap (1999) dalam Johan dan Ediwarman (2011) menjelaskan bahwa kecepatan arus dapat dibagi menjadi empat katagori yaitu: (1) kecepatan arus 0,25 cm/detik berarus lambat, (2) kecepatan arus 25 – 50 cm/detik berarus sedang, (3) kecepatan arus 50 – 100 cm/detik berarus cepat dan kecepatan arus lebih besar dari 100 cm/detik berarus sangat cepat.

Hasil pengukuran temperatur air pada ketiga stasiun dalam dua kali waktu sampling berkisar antara 29-29,6 °C dalam sampling yang pertama, 29-30 °C pada sampling yang kedua. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20°C - 30°C (Effendi, 2003).

Nilai parameter pH selama dua kali waktu sampling, pada stasiun I nilai pH 8, stasiun II bernilai 8 dan stasiun III bernilai 8 pada sampling yang pertama. Untuk sampling kedua nilai pH pada stasiun I bernilai 7, stasiun II bernilai 7 dan stasiun III bernilai 8. Nilai pH yang didapatkan ketiga stasiun cukup untuk kehidupan fitoplankton. Menurut Prescott, (1973) dalam Sumartini *et al*, (2013), mengatakan bahwa batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi bergantung pada faktor fisika, kimia dan biologi. pH yang ideal untuk kehidupan fitoplankton berkisar antara 6,5-8,0.

Kandungan oksigen terlarut (DO) dalam perairan yang didapatkan pada stasiun I bernilai 5,5 mg/l, stasiun II 4,8 mg/l dan stasiun III bernilai 3,4 mg/l pada sampling pertama. Nilai DO sampling kedua pada stasiun I bernilai 5,5 mg/l, stasiun II bernilai 4,6 mg/l dan stasiun III bernilai 3,2 mg/l. Menurut Effendi, (2003), kadar oksigen terlarut juga

berfluktuasi harian (*diurnal*) dan musiman, tergantung pencampuran (*mixing*) dan pergerakan massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air.

3. Konsentrasi logam Cd dan logam Pb pada perairan

Hasil pengukuran logam Cd dan logam Pb pada perairan selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Logam Cd dan Pb

| No. | Logam berat | Sampling I | | | Sampling II | | |
|-----|----------------|------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| | | St. 1 | St. 2 | St. 3 | St. 1 | St. 2 | St. 3 |
| 1 | Cd (mg/l) | 0.013 | 0.024 | 0.029 | 0.019 | 0.015 | 0.020 |
| 2 | Pb (mg/l) | 0.056 | 0.028 | 0.043 | 0.031 | 0.055 | 0.050 |

Berdasarkan data hasil pengukuran logam berat Cd dan Pb didapatkan untuk nilai logam Cd 0.013-0.029 mg/l dalam sampling pertama, dan 0.015-0.020 mg/l dalam sampling kedua. Hasil pengukuran logam Pb 0.028-0.056 mg/l dalam sampling pertama, dan 0.031-0.055 mg/l dalam sampling kedua.

Nilai konsentrasi logam Cd pada ketiga stasiun melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 sebesar 0,01 mg/l. Hasil konsentrasi logam Pb melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, dimana baku mutu Pb yang diperuntukan sebesar 0,03.

4. Identifikasi Fitoplankton

Hasil identifikasi fitoplankton selengkapnya disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Identifikasi Fitoplankton Sampling 1

| Stasiun | Genus | Jumlah | D | E | H' | K (ind/l) |
|---------|----------------------|--------|------|------|------|-----------|
| 1 | <i>Nitzschia</i> | 5 | 0,46 | 0,93 | 0,15 | 594 |
| | <i>Closterium</i> | 4 | | | | |
| | <i>Ceratium</i> | 1 | | | | |
| | <i>Coscinodiscus</i> | 2 | | | | |
| | <i>Bacillaria</i> | 1 | | | | |
| | <i>Hyalotheca</i> | 1 | | | | |
| 2 | <i>Nitzschia</i> | 6 | 0.40 | 0,94 | 1,00 | 509 |
| | <i>Coscinodiscus</i> | 2 | | | | |
| | <i>Closterium</i> | 2 | | | | |
| | <i>Spirulina</i> | 1 | | | | |
| | <i>Oscillatoria</i> | 1 | | | | |
| 3 | <i>Chaetoceros</i> | 4 | 0,35 | 0,94 | 0,46 | 806 |
| | <i>Nitzschia</i> | 6 | | | | |

| | |
|----------------------|---|
| <i>Thalassiosira</i> | 4 |
| <i>Ceratium</i> | 4 |
| <i>Asterionela</i> | 1 |

Keterangan :

D = Indeks Dominansi K = Kelimpahan
 E = Indeks Keseragaman H' = Indeks Keanekaragaman

Tabel 5. Hasil Identifikasi Fitoplankton Sampling 2

| Stasiun | Genus | Jumlah | D | E | H' | K (ind/l) |
|---------|----------------------|--------|------|------|------|-----------|
| 1 | <i>Nitzschia</i> | 16 | 0,61 | 0,69 | 0,68 | 976 |
| | <i>Coscinodiscus</i> | 5 | | | | |
| | <i>Phacus</i> | 1 | | | | |
| | <i>Actinastrum</i> | 1 | | | | |
| 2 | <i>Coscinodiscus</i> | 4 | 0,22 | 0,96 | 1,58 | 934 |
| | <i>Nitzschia</i> | 7 | | | | |
| | <i>Closterium</i> | 3 | | | | |
| | <i>Phacus</i> | 3 | | | | |
| | <i>Oscillatoria</i> | 1 | | | | |
| | <i>Spirulina</i> | 2 | | | | |
| | <i>Spirugyra</i> | 2 | | | | |
| 3 | <i>Chaetoceros</i> | 14 | 0,36 | 0,85 | 1,11 | 1953 |
| | <i>Nitzschia</i> | 3 | | | | |
| | <i>Thalassiosira</i> | 23 | | | | |
| | <i>Bacteriastrum</i> | 3 | | | | |
| | <i>Ceratium</i> | 2 | | | | |
| | <i>Scenedermus</i> | 1 | | | | |

Keterangan :

D = Indeks Dominansi K = Kelimpahan
 E = Indeks Keseragaman H' = Indeks Keanekaragaman

Hasil pencacahan fitoplankton ditemukan 15 genus dari 7 kelas yaitu Bacillariophyceae (5 genus), Zygnemophyceae (3 genus), Dinoflagellata (1 genus), Coscinodiscaceae (2 genus), Cyanophyceae (2 genus), Euglenoidea (1 genus), Chlorophyceae (1 genus). Kelas Bacillariophyceae terdapat pada semua stasiun dan periode pengamatan. Hal ini menyebabkan kelas Bacillariophyceae memiliki penyebaran yang luas dibandingkan kelas lainnya. Fitoplankton dari kelas ini mampu beradaptasi dengan lingkungan tempat hidupnya dibandingkan dengan genera dari kelas lainnya (Nybakken, (2005) dalam Wulandari *et al.*, 2014).

Tabel 4 menunjukkan hasil sampling 1 pada kedua waktu sampling dengan indeks dominansi berkisar antara 0,35-0,46, indeks keseragaman berkisar antara 0,93-0,94, indeks keanekaragaman berkisar antara 0,15-1,00, untuk nilai kelimpahan berkisar antara 509,56-806,79.

Tabel 5 menunjukkan hasil sampling 2 pada kedua waktu sampling dengan indeks dominansi berkisar antara 0,22-0,61, indeks keseragaman berkisar antara 0,69-0,96, indeks keanekaragaman berkisar antara 0,68-1,58, untuk nilai kelimpahan berkisar antara 934,18-1953,29.

Nilai kelimpahan kisaran tersebut termasuk dalam kelimpahan yang rendah. Hal ini sesuai dengan Sugiyanto (1994), menyatakan bahwa kelimpahan dengan nilai < 1000 ind/l termasuk rendah, kelimpahan antara 1000-40000 ind/l tergolong sedang dan kelimpahan > 40000 ind/l tergolong tinggi.

Menurut Odum (1994), nilai indeks diversity (H') dikatakan rendah bila $H' < 1$, sedang bila $1 < H' < 3$, dan tinggi bila $H' > 3$, sehingga makin tinggi nilai H' berarti makin banyak organisme yang dapat hidup di perairan tersebut. Keragaman fitoplankton pada stasiun II dan stasiun III pada sampling kedua termasuk sedang, sedangkan stasiun I dan stasiun III sampling pertama termasuk kecil.

Nilai keseragaman pada sampling kedua stasiun I tergolong rendah, sedangkan stasiun I sampling pertama tergolong tinggi. Hasil nilai keseragaman stasiun II dan stasiun III pada kedua waktu sampling tergolong tinggi. Menurut Ali (1994), bila nilai $E > 0,75$ maka termasuk nilai keseragamannya tinggi atau baik sedangkan bila nilai $E < 0,75$ maka nilai keseragamannya rendah.

Nilai indeks kesamaan stasiun I dengan stasiun II sebesar 13,33%, stasiun I dengan stasiun III sebesar 8,89 % dan stasiun II dengan stasiun III sebesar 9,09 %. Nilai indeks kesamaan menunjukkan bahwa nilai kesamaan berbeda karena ≤ 50 %.

Hubungan antara konsentrasi logam berat Cd dalam air dengan kelimpahan fitoplankton membentuk persamaan $Y = -2962x + 1021$. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,001 mendekati nol, pengaruh konsentrasi logam Cd terhadap kelimpahan fitoplankton tergolong lemah.

Hubungan antara konsentrasi logam Pb terhadap kelimpahan fitoplankton membentuk persamaan $Y = 11606x + 453,7$. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,072, nilai R^2 menunjukkan pengaruh konsentrasi logam Pb terhadap kelimpahan fitoplankton tergolong rendah.

KESIMPULAN

1. Nilai logam Cd pada sampling pertama berkisar antara 0,013-0,029 mg/l, pada sampling kedua berkisar antara 0,015-0,020 mg/l dan nilai logam Pb pada sampling pertama berkisar antara 0,028-0,056 mg/l, pada sampling kedua berkisar antara 0,031-0,055 mg/l.
2. Nilai kelimpahan fitoplankton pada stasiun I 594,48-976,65 ind/l, stasiun II 509,56-934,18 ind/l dan stasiun III 806,79-1953,29 ind/l. Indeks keanekaragaman (H') yang didapatkan selama dua kali sampling termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang pada stasiun II dan rendah pada stasiun I. Indeks keseragaman (E) yang didapatkan selama dua kali sampling masuk dalam kategori berseragam tinggi. Sedangkan untuk nilai indeks dominansi (D) yang didapatkan selama dua kali sampling tidak ada jenis yang mendominasi. Nilai indeks kesamaan menunjukkan kesamaan yang berbeda.
3. Pengaruh konsentrasi logam Cd dan logam Pb dengan kelimpahan fitoplankton tergolong rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir. Siti Rudiyantri dan Dr. Ir. Haeruddin, Msc selaku pembimbing serta semua pihak yang telah membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, I.M. 1994. Struktur Komunitas Ikan dan Aspek Biologi Ikan-ikan Dominan di Danau Sidenreng, Sulawesi Selatan. Thesis Sarjana. Fakultas Perikanan. Institusi Pertanian Bogor. Bogor, 130 hlm.
- APHA. 1989. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. 17th edition. Washington D.C. 3464pp.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius : Yogyakarta.
- Johan, T.I dan Ediwarman. 2011. Dampak Penambangan Emas Terhadap Kualitas Air Sungai Singingi Di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. Universitas Islam Riau : Pekanbaru. ISSN 1978-5283.
- Nybakken, J.W. 2005. *Marine Biology: An ecological approach 6th ed.* Person education, San Francisco (US).
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. 3rd ed. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
- _____. 1993. Dasar-dasar Ekologi jilid 3. Terjemahan Tjahjono S. Yogyakarta: UGM Press.

- _____. 1996. Dasar-dasar Ekologi. Alih Bahasa. Cahyono,S. FMIPA IPB. Gadjah Mada University Press. 625p.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran.
- Prescott, G.W. 1973. *How to Know the Freshwater Algae*. W. Iowa: Mc Brown Co. Publ.
- Sugianto. 1994. Ekologi Kuantitatif Metode Analisis Populasi dan Komunitas. Airlangga University-Press. Surabaya.
- Sumartini, S.; Suryanti dan S. Rudyanti. 2013. Kualitas Perairan Sungai Seketak Semarang Berdasarkan Komposisi Dan Kelimpahan Fitoplankton. Universitas Diponegoro: Semarang. *Journal of Management of Aquatic Resources.*, 2 (2) 38-45.
- Wulandari, D.Y.; N.T.M. Pratiwi dan E.M. Adiwilaga. 2014. Distribusi Spasial Fitoplankton di Perairan Pesisir Tangerang. Institut Pertanian Bogor, Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia.*, 19(3) 156-162.