

KUALITAS AIR SUNGAI ARBES AMBON BERDASARKAN NILAI KOLIFORM FECAL

Muhammad Rijal, S.Si., M.Si.

(Program Studi Pendidikan Biologi.IAIN AMBON)

Abstrak

Koliform fecal merupakan indikator adanya cemaran yang berasal dari tinja dan menentukan kualitas sampel yang diuji. Makanan ataupun minuman yang terindikasi mengandung cemaran koliform fecal tidak aman untuk dikonsumsi karena selain mengandung bakteri tersebut, juga terdapat jenis bakteri patogen lainnya yang bisa mempengaruhi kesehatan. Air sungai Arbes merupakan sumber baku air minum warga kota Ambon dan sekitarnya yang terindikasi mengandung cemaran koliform fecal. Dugaan ini bersumber dari perilaku masyarakat yang membuang limbah kotoran maupun popok bayi kesungai, dan hal ini didukung oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa nilai koliform fecal sampel air sungai Arbes pada 10 titik pencuplikan cukup tinggi dan dinyatakan bahwa pada titik 6 -10 air sungai tidak layak untuk dikonsumsi sebagai air minum.

Kata kunci: koliform fecal, arbes

A. Latar Belakang

Pengetahuan mengenai kondisi kualitas perairan danau yang dicerminkan oleh nilai konsentrasi beberapa parameter kualitas air, baik secara fisika, kimia maupun secara biologis sangat diperlukan dalam merancang pengelolaan dan pengendalian pencemaran perairan. Penilaian ini pada dasarnya dilakukan dengan membandingkan nilai parameter kualitas air dari hasil

pengukuran di lapangan dengan baku mutu perairan sesuai peruntukannya yang berlaku di Indonesia yakni mengacu pada PP RI No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Asdar, 2010).

Air merupakan unsur yang sangat penting dalam semua kehidupan, baik kehidupan manusia, hewan maupun tumbuhan. Hampir semua metabolisme zat gizi di dalam

tubuh memerlukan air. Air berfungsi untuk transportasi zat gizi, seperti protein, mineral, vitamin, dan zat gizi yang lainnya ke seluruh tubuh, bermanfaat untuk pengeluaran zat-zat racun atau sisa hasil pencernaan. Selain itu juga berfungsi untuk keseimbangan fungsi tubuh dan mengatur suhu tubuh. Mengonsumsi air yang cukup dapat meningkatkan fungsi hormon, memperbaiki kemampuan hati, untuk memecah dan melepaskan lemak serta mengurangi rasa haus dan lapar. Sebaliknya apabila kekurangan air dapat menyebabkan konstipasi, infeksi saluran kemih, terbentuknya batu ginjal, kelelahan dan masalah-masalah seputar kulit, rambut dan kuku (Achmad, 2004).

Kebutuhan akan air tidak dapat dipungkiri merupakan faktor yang sangat penting dalam kehidupan, seperti dikemukakan oleh Unus Suriawiria (2008), bahwa air merupakan komponen utama di dalam sel dan media baik sebagai sumber oksigen untuk bahan organik seldan respirasi ataupun sebagai pelarut dan sebagai alat pengangkut di dalam metabolisme. Air yang dibutuhkan oleh tubuh manusia harus bersih, baik dari sumbernya maupun dari air itu

sendiri. Air yang tidak bersih akan menyebabkan penurunan kualitas hidup organisme yang mengkonsumsinya karena di dalam air yang kurang bersih banyak mikroba ataupun zat-zat kimia terlarut yang membahayakan tubuh. Sumber air untuk keperluan hidup organisme pada umumnya berasal dari air sungai karena tingkat salinitasnya yang rendah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum.

Arbes merupakan sungai yang terdapat di Desa Kehena Ambon yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber air minum, bahkan dikelola oleh PDAM. Bagian hulu sungai ini masih terlihat bersih, namun pada waktu-waktu tertentu terlihat kotor yang disebabkan oleh sampah yang dibuang oleh para pengunjung wisata. Bagian tengah sungai sekitar 4 km dari bagian hulu, sungai nampak kotor yang disebabkan banyaknya sampah rumah tangga dan yang paling parah adalah adanya pipa septik tank yang masuk ke dalam sungai. Hampir semua rumah yang berada ditepi sungai memiliki pipa pembuangan tinja diarahkan masuk ke sungai sehingga mempengaruhi kualitas air sungai ditinjau dari beban cemaran koliform fecal.

Koliform fecal adalah bakteri yang bersumber dari tinja yang dapat menyebabkan berbagai macam penyakit, bahkan kematian. Air yang tercemar dengan bakteri koliform fecal, maka dapat diprediksikan bakteri patogen lainnya ada di dalam air. Air yang terkontaminasi oleh bakteri koliform fecal tidak layak untuk dikonsumsi karena mengandung bibit penyakit yang dapat menyebabkan diare, disentri, typhus, dan cholera (Atmojo, dkk, 2003). Pengujian kualitas air sangat penting, dan salah satu indikator pengujian air adalah harus bebas dari cemaran koliform fecal. Olehnya itu, untuk memastikan bahwa sumber baku air minum masyarakat Ambon yang diperoleh dari sungai Arbes bebas dari cemaran tinja, maka diperlukan pengujian intensif yang bertujuan untuk mengontrol kualitas air sungai Arbes.

B. Rumusan Masalah

Adapun masalah yang akan dirumuskan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana aktivitas masyarakat yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air di sungai Arbes Ambon?

2. Bagaimana kualitas mikrobiologi air di sungai Arbes Ambon?
3. Solusi apakah yang ditempuh untuk meminimalkan beban cemaran koliform fecal di sungai Arbes Ambon?

C. Tujuan Penelitian

Merujuk dari rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Aktivitas masyarakat yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air di sungai Arbes Ambon.
2. Kualitas mikrobiologi air di sungai Arbes Ambon.
3. Solusi yang ditempuh untuk meminimalkan beban cemaran koliform fecal di sungai Arbes Ambon

D. Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah

1. Bagi Dosen, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan masukan dan salah satu acuan bagi dosen dalam mengajarkan matakuliah ekologi pencemar dan pengetahuan lingkungan, khususnya praktikum yang berkenaan dengan pengujian kualitas air yang disebabkan oleh cemaran tinja.

2. Bagi Mahasiswa, penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber referensi terkait dengan agen fitoremediasi sehingga mahasiswa yang memiliki tugas akhir yang relevan dengan penelitian ini dapat dijadikan sebagai literatur pendukung, khususnya pada bagian metodologi penelitian.
3. Bagi Pihak Jurusan Pendidikan Biologi, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar pola pembinaan peningkatan profesionalisme Dosen dalam melakukan kajian yang relevan dengan hasil penelitian ini.
4. Bagi pemerintah yaitu BAPEDALDA, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan kebijakan pengolahan lingkungan tercemar melalui penyuluhan maupun dengan penggunaan agen fitoremediasi.
5. Merumuskan rekomendasi strategi pengendalian pencemaran air kepada Pemerintah dalam pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

E. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif metode kombinasi model atau desain

sequential explanatory yaitu penelitian yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif secara berurutan, dimana pada tahap pertama penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dan pada tahap kedua dilakukan dengan metode kualitatif (Sugiyono, 2012).

F. Obyek Penelitian

Obyek dalam penelitian ini adalah:

1. Kualitas mikrobiologi air sungai Arbes Ambon yaitu kandungan koliform fecal yang diuji dengan metode MPN
2. Masyarakat yang bermukim disekitar aliran sungai Arbes dengan teknik pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Responden masyarakat merupakan kepala keluarga atau ibu rumah tangga yang tinggal di daerah tangkapan DAS Arbes dan telah tinggal minimal selama 5 tahun.

G. Waktu Penelitian

Penelitian ini rencana dilaksanakan selama 2 minggu yang didahului dengan observasi lokasi penelitian dan dilanjutkan dengan penelitian lapangan untuk menjangkau data kualitas mikrobiologi air sungai akibat

cemaran tinja. Selain itu dilakukan survey kepada masyarakat yang bermukim di sekitar aliran sungai dan pihak pemerintah terkait dengan aktivitas yang menyebabkan menurunnya kualitas air sungai dan strategi pengolahannya.

H. Prosedur Penelitian

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: bottle sampling water, tali raffia, roll meter, incubator, tabung rekasi, tabung durham, bunsen, mikropipet, hot plate, autoclave, labu erlenmeyer, dan gelas ukur

2. Bahan

Aquadest steril, alcohol antiseptic, laktosa brooth, BGLB, dan kapas.

3. Prosedur Kerja

a. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengamati dan menganalisis kondisi wilayah penelitian yang meliputi aktivitas masyarakat dalam memanfaatkan sungai untuk keperluan mencuci, mandi, dan minum. Pengambilan sampel untuk pengukuran kualitas air sungai yang meliputi uji mikrobiologi. Pengambilan sampel air sungai dimasing-masing titik pengambilan sampel dilakukan secara *grab sample* (pengambilan sesaat)

dan diambil sampel duplikat lapangan (*field duplicate sampel*) sebagai sampel independen sebanyak 2 sampel. Menurut Hadi (2007) untuk jumlah sampel 5-10 sampel maka 1 (satu) sampel duplikat harus diambil. Sampel duplikat lapangan ini digunakan untuk mengecek presisi secara keseluruhan baik dalam proses pengambilan sampel maupun dalam analisa di laboratorium (Hadi, 2007). Selanjutnya sampel air dibawa ke laboratorium untuk dianalisa.

b. Wawancara Mendalam

Wawancara mendalam dilakukan kepada instansi terkait untuk memperoleh informasi mengenai permasalahan dan kebijakan pengendalian pencemaran air Sungai Arbes serta informasi lain yang tidak didapatkan dari data primer maupun sekunder. Informasi mengenai permasalahan dan kebijakan pengendalian ini digunakan sebagai dasar penyusunan kriteria dan alternatif strategi pengendalian pencemaran air.

I. Teknik Pengumpulan Data

1. Data kualitas air sungai arbes diperoleh dari hasil pengujian lapangan dan laboratorium

2. Data aktivitas masyarakat yang mempengaruhi kualitas air sungai Arbes diperoleh melalui kuesioner dan wawancara

J. Teknik Analisis Data

Analisis data adalah telaah atau pencarian makna dari data yang diperoleh untuk menemukan jawaban dari masalah penelitian. Analisis data disesuaikan dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Analisis data yang dilakukan meliputi analisis kualitas air Sungai Arbes dan analisis aktivitas masyarakat.

K. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Aktivitas Masyarakat yang Menyebabkan Pencemaran

Data tentang aktivitas masyarakat yang menyebabkan terjadinya pencemaran air di sungai Arbes Ambon diperoleh melalui hasil pengisian angket oleh 10 orang responden, yaitu 5 orang responden yang bermukim disekitar hulu sungai dan 5 orang responden yang bermukim disekitar badan (tengah) sungai. Umumnya aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat adalah mencuci, mandi, pertanian, buangr, membuang sampah plastik atau kaca kesungai, dan mengalirkan

tinja kesungai melalui pipa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut
Tabel 1. Aktivitas masyarakat yang menyebabkan pencemaran (10-12 Oktober 2013)

No	Indikator pertanyaan/pernyataan	Frekuensi		Persentase (100%)	
		Ya	Tdk	Ya	Tdk
1	Menggunakan untuk mandi	10	0	100	0
2	Menggunakan untuk mencuci pakaian	10	0	100	0
3	Membuang botol, kaleng, kaca kesungai	6	4	60	40
4	Buang hajat disungai	4	6	40	60
5	Berladang disekitar sungai	5	5	50	50
6	Tempat rekreasi	10	0	100	0
7	Memiliki septik tank	6	4	60	40
8	Membuang minyak bekas	3	7	30	70

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa ada banyak aktivitas masyarakat yang merupakan penyebab tercemarnya air sungai Arbes. Aktivitas yang paling besar dilakukan oleh masyarakat yang memberikan sumbangan pencemaran paling besar adalah mencuci, mandi, rekreasi, dan tinja yang berasal secara langsung maupun mengalir

dari rumah-rumah penduduk yang tidak memiliki septik tank.

1. Kualitas Mikrobiologi

Hasil pengukuran suhu air sungai Arbes dari titik 1 sampai titik 10 menunjukkan bahwa suhu air berkisar antara 30-33⁰C. Suhu tertinggi mencapai 33⁰C di titik 6-7 dan suhu terendah adalah 30⁰C di titik 1-5. Kondisi suhu tersebut masih berada dalam ambang batas baku mutu air menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, dimana baku mutu air kelas II mensyaratkan bahwa temperatur air sungai memiliki beda deviasi 3⁰C dari kondisi temperatur alamiah lingkungan sekitarnya. Suhu udara rata-rata DAS Arbes berkisar antara 29-30⁰C.

Tinggi rendah suhu air sungai dipengaruhi oleh suhu udara di sekitarnya. Disamping itu intensitas paparan sinar matahari yang masuk ke badan air serta kerapatan vegetasi di sekitar bantaran air juga akan mempengaruhi suhu air sungai. Intensitas sinar matahari dipengaruhi oleh penutupan awan, musim, serta waktu dalam hari. Semakin banyak intensitas sinar matahari yang mengenai badan air maka akan membuat suhu air sungai semakin tinggi. Begitu pula semakin banyak dan semakin rapat vegetasi di sekitar

bantaran air maka akan membuat suhu udara sekitar menjadi lebih rendah sehingga suhu air sungai juga semakin rendah. Pada titik 3, 6 dan 7 suhu air yang tinggi disebabkan oleh intensitas sinar matahari yang masuk ke badan air cukup tinggi karena lokasi pengukuran sampel merupakan daerah terbuka yang terkena sinar matahari secara langsung. Pengukuran suhu dari mulai titik 1 sampai dengan titik 7 dilakukan pada siang hari pukul 10.55 – 13.15 WIB. Pada saat pengukuran suhu, cuaca sangat terik dan keadaan langit cerah tanpa awan sehingga intensitas matahari yang masuk ke badan air cukup tinggi.

Peningkatan suhu akan menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air sehingga mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba sehingga kadar BOD dalam air juga akan meningkat. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan berkisar 20⁰C – 30⁰C (Effendi, 2003). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi suhu air sungai Arbes dapat mengganggu pertumbuhan fitoplankton karena suhu

optimum untuk pertumbuhan telah terlampaui. Pemeriksaan koliform fecal sampel air dilakukan di laboratorium dan hasilnya menunjukkan bahwa semua sampel air yang diuji positif mengandung koliform fecal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Total coli pada 10 titik pengambilan sampel air (hulu dan tengah)

No	Lokasi	Total coli (kol/100 ml) X	Kriteria Mutu Air, Kelas (PP 82 Tahun 2001)				Kategori
			I	II	III	IV	
1	Titik 1	3	1000	5000	10.000	> 10.000	I
2	Titik 2	4					I
3	Titik 3	7					I
4	Titik 4	7					I
5	Titik 5	11					I
6	Titik 6	150					I V
7	Titik 6	201					I V
8	Titik 8	240					I V
9	Titik 9	460					I V
10	Titik	1100					I

0	k						v
	10						

(sumber: data primer 2013)

Hasil pengukuran bakteri total coliform air sungai Arbes menunjukkan bahwa jumlah bakteri total coliform per 100 ml air sungai berkisar antara 330-110.000 sel. Parameter bakteri total coliform di sungai Arbes di lokasi titik pengambilan sampel 6 - 10 telah melebihi kriteria mutu air kelas I dan tidak layak lagi untuk dikonsumsi sebagai air minum. Kondisi ini berkaitan dengan aktivitas masyarakat di wilayah tersebut yang menggunakan air sungai Arbes sebagai tempat mandi, cuci dan buang air besar terutama masyarakat yang tinggal di tepi sungai menggunakan pipa sebagai saluran pembuangan tinja masuk ke sungai. Tchobanoglous (1979) menyatakan bahwa limbah domestik mempunyai karakteristik antara lain kekeruhan, TSS, BOD, DO, COD, dan parameter Coliform. Selain itu, (Chapra, 1997) menyatakan bahwa kelompok bakteri coliform merupakan salah satu indikator adanya kontaminan limbah domestik dalam perairan.

2. Upaya Pengendalian

Setelah melalui survey terkait dengan aktivitas

masyarakat yang menyebabkan terjadinya pencemaran pada air sungai dan diperkuat dengan pengujian mikrobiologi air sungai, maka ada banyak solusi yang ditawarkan untuk meminimalkan dampak pencemaran yang lebih luas. Solusi yang ditawarkan ini merupakan upaya pengendalian pencemaran kepada tingkat yang lebih parah. Upaya yang telah dilakukan adalah:

1. Menyampaikan kepada masyarakat tentang kondisi air sungai Arbes yang sudah tercemar
2. Melakukan penyuluhan berbasis kekeluargaan dengan masyarakat yang bermukim disekitar aliran sungai Arbes yang memiliki kebiasaan membuang limbah rumah tangga kesungai, khususnya tinja.
3. Melakukan penyuluhan kepada masyarakat yang tidak memiliki septik tank agar membuatnya sebagai penampung tinja agar air sungai tidak tercemar oleh bakteri penyebab diare dan typhus
4. Menyusun modul pembelajaran tentang bahan pencemar air dan upaya untuk mengatasinya dengan harapan agar mahasiswa dapat melakukan aplikasi ilmu terkait bagaimana

meminimalkan pencemaran tinja di sungai Arbes Ambon.

L. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah:

1. Aktivitas masyarakat yang bermukim disekitar aliran sungai Arbes yang menyebabkan menurunnya kualitas air adalah: mencuci, mandi, membuang limbah plastik/kaca/kaleng, buang hajat, pembukaan lading, tidak adanya septik tank, sungai dijadikan sebagai tempat rekreasi, dan pembuangan minyak bekas kesungai.
2. Kualitas air sungai Arbes berdasarkan pengukuran mikrobiologi menunjukkan bahwa jumlah bakteri total coliform per 100 ml air sungai berkisar antara 330-110.000 sel. Parameter bakteri total coliform di sungai Arbes di lokasi titik pengambilan sampel 6 - 10 telah melebihi kriteria mutu air kelas I dan tidak layak lagi untuk dikonsumsi sebagai air minum.
3. Upaya yang dilakukan untuk menanggulangi dampak luas dari penurunan kualitas air sungai Arbes adalah dengan melakukan penyuluhan berbasis kekeluargaan

dengan harapan agar perilaku masyarakat terkait membuang limbah langsung kesungai bisa diminimalisir, sehingga beban pencemaran yang masuk kesungai lebih sedikit.

M. Saran

Saran yang dapat dikemukakan adalah:

1. Diharapkan untuk melakukan pengujian fisik-kimia air yang lain untuk memastikan tingkat pencemaran disungai Arbes yang meliputi: uji pengedapan lumpur, kadar sulfur, kadar nitrat, nitrit, kadar posfat, kadar minyak dan lemak, serta alkalinitas air.
2. Diharapkan untuk melakukan pengukuran kadar cemaran logam berat sebagai akibat dari bunagan limbah plastik, kaleng, minyak, atau limbah domestik lainnya yang berpeluang menyebabkan masuknya logam berat ke dalam sungai.
3. Diharapkan untuk melakukan pencarian agen biologi untuk mengurangi dampak pencemaran pada air sungai arbes, baik dari mikroba, tumbuhan, maupun dari hewan.

N. Daftar Pustaka

Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Penerbit Andi. Yogyakarta

Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta

Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajahmada University Press. Yogyakarta

Atmojo, T. Yuni. Bachtiar, T. Radjasa, O.K. Sabdono, A. 2003. Kandungan Koprostanol dan Bakteri Coliform pada Lingkungan Perairan Sungai, Muara dan Pantai di Banjir Kanal Timur, Semarang pada Monsun Timur. *Jurnal Ilmu Kelautan*, Vol 9, No. I, pp : 54-60

Baird, C. and M. Jennings. 1996. *Characterization of Nonpoint Sources and Loadings to the Corpus Christi Bay National Estuary Program Study Area*. CCBNEP-05

Canter, Larry. W. 1996. *Environmental Impact Assesment*. Mc-Graw Hill. Singapore

- Casali, J. R. Gimenez, J. Diez, J. Álvarez-Mozos, J. D.V. de Lersundi, M. Goni, M.A. Campo, Y. Chahor, R. Gastesi, J. Lopez. 2010. *Sediment production and water quality of watersheds with contrasting land use in Navarre (Spain). Agricultural Water Management* 97 pp. 1683–1694
- Chapra, S. C. 1997. *Surface Water Quality Modelling*, McGraw-Hill. Singapore
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit KANISIUS. Yogyakarta
- Hach, Clifford. C. R. L. Klein, Jr. C. R. Gibbs. 1997. *Introduction to Biochemical Oxygen demand*. Technival Information Series.No. 7. Hach Company. USA123
- Hadi, A. 2007. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Gramedia. Pustaka Utama. Jakarta
- Harsono, Eko. 2010. *Evaluasi Kemampuan Pulih Diri Oksigen Terlarut Air Sungai Citarum Hulu*. *Jurnal Limnotek*. Vol 17 No.1 Hal 17-36
- Hendrawan, Diana. 2005. *Kualitas air Sungai dan Situ di DKI Jakarta*. *Makara Teknologi*, Vol. 9. No. 1. pp 13-19
- Hendrasarie, N. dan Cahyarani. 2010. *Kemampuan Self Purification Kali Surabaya, ditinjau dari Parameter Organik, berdasarkan Model Matematis Kualitas Air*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, Vo.2. No. 1.
- Herlambang, Arie. 2006. *Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya*. *JAI*. Vol. 2, No. 1, pp 16-29
- Karyadi, Syafrudin, Sutrisnanto, D. 2011. *Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) sebagai Residu Pestisida Pada Lahan Pertanian*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 9 No 1. Hal 1-9
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

- Keputusan Menteri Negara lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air
- Keputusan Menteri Negara lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air
- Keraf, A. S. 2002. *Etika Lingkungan*. Kompas. Jakarta
- Marfai, M. A., D. Mardiatno, S. R, Giyarsih, Suyono, L. Halengkara, N. Rahmawati, Nur Ainun, H. J. Pulungan, S. Jatiningtyas, Saifudin, Z. Abdi, S. Ma'mun, S. Hasanati, L. L. Sitohang, I. A. Junaidi, B. W. Mutaqin, B. M. Muis, I. G. Dewangga, M. T. Firmina, T. Y. Kamsuri. T. S. Rahayu, A. P. Perdana, E. Poro, H. Prihatno, F. N. ekarsih, M. k. Pratiwi. 2011. *Potensi dan Permasalahan Lingkungan di daerah Aliran Sungai (DAS) dan Wilayah Pesisir*. Biro Penerbit Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta
- Metcalf and Eddy. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment Dan Reuse*. Fourth Edition. Mc.Graw Hill Company. Singapore
- Meynendonckx, J., G. Heuvelmans, B. Muys, and J. Feyen. 2006. *Effects of Watershed and Riparian Zone Characteristics on Nutrient Concentrations in The River Scheldt Basin*. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* Vol. 10 pp. 913-922
- Mulyanto, H. R. 2007. *Sungai, Fungsi dan sifat-Sifatnya*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai
- Priyambada, I. B. Oktiawan, W. Suprpto,R,P,E. 2008. *Analisa Pengaruh Perbedaan Fungsi Tata*

- Guna Lahan terhadap Beban Cemaran BOD Sungai (Studi Kasus Sungai Serayu Jawa Tengah).* *Jurnal Presipitasi.* Vol. 5.No. 2. pp 55-62
- quality in Ciliwung River, West Java-Indonesia.* *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan.* Vol. 20 No. 1
- Purnomo, A. R. 2010. *Kajian Kualitas Perairan Sungai Sengkarang dalam Upaya Pengelolaan Perairan Daerah Aliran Sungai di Kabupaten Pekalongan.* Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang
- Saaty, L. Thomas. 2008. *Decision Making With The Analytic Hierarchy Process.* *Int. J. Services Sciences,* Vol. 1.No. 1. pp 83-98
- Rahayu, Subekti., R. H. Widodo., M. van Noordwijk., I. Suryadi., B. Verbist. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai.* World Agroforestry Centre. Bogor125
- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan.* *Jurnal Oseana,* Volume XXX, Nomor 3, pp : 21-26
- Rahmawati, Deazy. 2011. *Pengaruh Aktivitas Industri terhadap kualitas air sungai Diwak Kabupaten Semarang dalam Upaya Pengendalian pencemaran Air Sungai.* Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang
- Setyowati, D. L., E. Suharini. 2011. *DAS Garang Hulu, Tata Air, Erosi dan Konservasi.* Penerbit Widya Karya. Semarang.
- Runtunuwu, E. Kondoh, A. Subagyono, K. 2010. *Effect of Land Use on spatial and seasonal variation of water*