

STUDI KUALITAS AIR SUNGAI BONE DENGAN METODE

BIOMONITORING

(Suatu Penelitian Deskriptif yang Dilakukan di Sungai Bone)

Stevi Mardiani M. Maruru

NIM 811408109

Dian Saraswati, S.Pd, M.Kes

Ekawati Prasetya, S.Si, M.Kes

**JURUSAN KESEHATAN MASYARAKAT, FAKULTAS ILMU-ILMU
KESEHATAN DAN KEOLAHRAGAAN, UNIVERSITAS NEGERI
GORONTALO**

ABSTRAK

STEVI MARDIANI M. MARURU. 811408109. 2012. *Studi Kualitas Air Sungai Bone Dengan Metode Biomonitoring.* Skripsi. Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan, Universitas Negeri Gorontalo.

(Dibimbing oleh Dian Saraswati, S.pd.M.Kes dan Ekawaty Prasetya, S.Si,M.Kes).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi status kualitas air Sungai Bone dengan metode Biomonitoring dan makroinvertebrata sebagai bioindikatornya, yang didukung dengan pemeriksaan beberapa parameter fisik dan kimia, berupa suhu, kekeruhan, dan pH. Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan langsung dilokasi, dan pemeriksaan parameter fisik dan kimia dilakukan di laboratorium. Lokasi penelitian dilakukan di tiga stasiun, yaitu daerah Suwawa, daerah Kabilia, dan daerah Kota Gorontalo.

Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan pendekatan deskriptif yaitu memberi gambaran tentang kualitas air Sungai Bone dengan metode biomonitoring untuk setiap stasiun. Data hasil penelitian ini dianalisis secara kuantitatif menggunakan program Microsoft excel dalam penyajian tabel identifikasi makroinvertebrata, dan paduan dalam mengidentifikasi makroinvertebrata dan nilai indeksnya.

Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia, dimana nilai suhu untuk setiap stasiun berkisar antara 24-25°C, untuk nilai kekeruhan berkisar antara 12-80 NTU, serta nilai pH berkisar 7-8. Nilai kekeruhan pada stasiun 3 mengalami peningkatan, yaitu 80 NTU, dan melebihi ambang batas Permenkes 416 tahun 1990, tetapi untuk suhu dan pH masih berada dibawah batas Permenkes 416 tahun 1990. Sedangkan untuk hasil perhitungan BBI dan FBI didapatkan nilai untuk setiap stasiun, berurutan sebagai berikut FBI 5,82, 5,96, 6,07 dan BBI 4, 4, 4. Jenis makroinvertebrata yang paling banyak ditemukan pada setiap stasiun adalah famili *Thiaridae*, yang termasuk dalam makroinvertebrata tahan pencemaran. Dapat disimpulkan bahwa kualitas air Sungai Bone sudah menunjukkan kondisi yang agak buruk. Hal ini disebabkan karena adanya kegiatan penambangan sirtu, dan aktivitas masyarakat yang tinggal di sekitaran aliran Sungai Bone.

Disarankan perlu pemantauan kualitas air dengan metode biomonitoring berdasarkan perbedaan musim.

Kata kunci : Biomonitoring, Makroinvertebrata, Kualitas air, Sungai Bone

1.PENDAHULUAN

Air sungai mempunyai peranan yang sangat strategis dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Sungai memiliki sifat dinamis, maka dalam pemanfaatannya dapat berpotensi mengurangi nilai manfaat dari sungai itu sendiri dan dampak lainnya dapat membahayakan lingkungan secara luas.

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, 2008 dalam Pramitha, 2010).

Salah satu sungai terbesar di Provinsi Gorontalo adalah Sungai Bone. Sungai tersebut memiliki fungsi penting dalam berbagai aspek kehidupan yaitu sebagai sumber bahan baku air minum, mandi, pengairan, daerah wisata.

Status kualitas air adalah tingkat kondisi kualitas air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan (Daud,2011). Kualitas air permukaan dapat ditentukan dengan menggunakan kombinasi parameter fisik, kimia dan biologis.

Pada penelitian ini yang akan diukur untuk parameter fisik adalah suhu, dan kekeruhan, serta pH untuk pengukuran parameter kimia, sedangkan untuk parameter biologis dilakukan dengan metode biomonitoring.

Secara umum istilah biomonitoring dipakai sebagai alat atau cara yang penting dan merupakan metode baru untuk menilai suatu dampak pencemaran lingkungan (Mukono,2006). Biomonitoring adalah metode pemantauan kualitas air dengan menggunakan indikator biologis (Bioindikator). Bioindikator pada penelitian ini adalah makroinvertebrata.

Makroinvertebrata air merupakan komponen biotik pada ekosistem perairan yang dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisik, kimia dan biologi suatu perairan, sehingga digunakan sebagai indikator kualitas air sungai (Rahayu, 2009). Selain itu, makroinvertebrata air memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya, sehingga akan mempengaruhi komposisi dan kelimpahannya,
2. Ditemukan hampir di semua perairan,
3. Jenisnya cukup banyak dan memberikan respon yang berbeda akibat gangguan yang berbeda,
4. Pergerakannya terbatas, sehingga dapat sebagai penunjuk keadaan lingkungan setempat,
5. Tubuhnya dapat mengakumulasi racun, sehingga dapat sebagai petunjuk pencemaran,
6. Mudah dikumpulkan dan diidentifikasi paling tidak sampai tingkat famili,
7. Pengambilan contoh mudah dilakukan, karena memerlukan peralatan sederhana, murah dan tidak berpengaruh terhadap makhluk hidup lainnya.

Berikut adalah indeks biotik yang akan digunakan sebagai dasar dalam penentuan kualitas air dengan metode biomonitoring, adalah sebagai berikut:

Tabel 1.4.1
Interpretasi FBI Untuk Menilai Kualitas Air

FAMILI BIOTIK INDEKS	KUALITAS AIR	TINGKAT PENCEMARAN
0,00 – 3,75	Sangat baik	Tidak terpolusi bahan organik
3,76 – 4,25	Baik sekali	Sedikit terpolusi bahan organik
4,26 – 5,00	Baik	Terpolusi beberapa bahan organik
5,01 – 5,75	Cukup	Terpolusi agak banyak
5,76 – 6,50	Agak buruk	Terpolusi banyak
6,51 – 7,25	Buruk	Terpolusi sangat banyak
7,26 – 10,00	Buruk sekali	Terpolusi berat bahan organik

Sumber: Hilsenhoff (1987)

Tabel 1.4.2
Klasifikasi Kualitas Air Berdasarkan BISEL Biotik Indeks

KELAS	BIOTIK INDEKS	KODE WARNA	TINGKAT PENCEMARAN
I	10 – 9	Biru	Terpolusi ringan atau tidak terpolusi
II	8 – 7	Hijau	Sedikit terpolusi
III	6 – 5	Kuning	Terpolusi dalam jumlah sedang
IV	4 – 3	Jingga	Terpolusi berat
V	2 – 1	Merah	Terpolusi sangat berat
	0	Hitam	Mati secara biologi

Sumber : Biotic Index Manual For Secondary School, University Gent, Belgium(1999)

Kedua metode pendugaan kualitas air dengan makroinvertebrata telah dilakukan oleh ICRAF di DAS Way Besai, Sumberjaya, Lampung baik dengan BBI maupun dengan FBI (Rahayu,2009). Perhitungan indeks biotik ini sampai sekarang masih digunakan dan dapat dijadikan pendugaan awal terhadap status kualitas air sungai.

2. METODE PENELITIAN

Secara umum penelitian ini dilakukan di Sungai Bone, dengan mengambil lokasi penelitian pada 3 stasiun, yaitu Suwawa, Kabilia, dan Kota Gorontalo (jembatan Talumolo). Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan terhitung dari pertengahan bulan Maret sampai pada pertengahan bulan April.

Jenis penelitian ini adalah deskriptif, yaitu memberi gambaran tentang Kualitas Air Sungai Bone yang diteliti dengan menggunakan metode Biomonitoring. Pada penelitian ini terdapat beberapa hal yang akan diteliti, yaitu pengukuran dengan parameter pH, kekeruhan, dan suhu, dilanjutkan dengan melakukan pengambilan makroinvertebrata disetiap stasiun. Kemudian dilakukan identifikasi makroinvertebrata berdasarkan Famili Biotik Indeks (FBI) dan BISEL Biotik Inbeks (BBI).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengamatan Fisik dan Kimia

Hasil pengamatan dengan parameter fisik dan kimia, yaitu dengan mengukur suhu, pH, dan kekeruhan.

Tabel 3.1
Tabel Hasil Pengamatan Fisik dan Kimia

Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Standar kualitas Air Bersih Menurut PerMenKes RI No. 416/MenKes/PER/IX/ 1990
Date	24 Maret 2012	7 April 2012	14 April 2012	
Location	Suwawa	Kabila	Jembatan Talumolo (Kota Gorontalo)	
Turbidity (NTU)	12	13	80	25
Water Temperature (°C)	24	24	25	20-26
Ph	8,09	7,86	7,78	6,5-9,0

Sumber : Data Hasil Pengamatan di Lapangan

Apabila memperhatikan hasil pengamatan suhu dan pH, relatif kondisi Sungai Bone masih normal. Sungai Bone juga masih terlihat jernih, kecuali pada bagian hilir dimana kekeruhan meningkat menjadi 80 NTU, hal ini disebabkan aktivitas penambangan galian C, yang menyebabkan tingkat kekeruhan untuk stasiun meningkat dan melebihi batas PerMenKes.

Meskipun nilai pH, suhu, dan kekeruhan (kecuali stasiun 3), masih menunjukkan kondisi yang tidak melebihi batas PerMenKes 1990, tetapi aktivitas masyarakat disekitaran aliran Sungai Bone baik dari hulu maupun ke hilir, yang menjadi faktor penyebab hilangnya beberapa makroinvertebrata dan menurunnya kualitas air Sungai Bone.

3.2 Pengamatan Makroinvertebrata

Hasil pengamatan makroinvertebrata di lokasi penelitian, yaitu Sungai Bone untuk setiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.2.1
Hasil Pengamatan Makroinvertebrata Pada Stasiun 1
Berdasarkan Famili Biotik Indeks

NO	NAMA FAMILI	ORDO	JUMLAH (Xi)	NILAI TOLERANSI (ti)	Xi.ti
1	Nepidae	Hemiptera	8	8	64
2	Gerridae	Hemiptera	3	8	24
3	Parathelphusidae	Decapoda	3	6	18
4	Palaemonidae	Decapoda	8	6	48
5	Thiaridae	Gastropoda	230	6	1380
6	Viviparidae	Gastropoda	20	6	120
7	Libellulidae	Odonata	3	7	28
8	Aeshnidae	Odonata	27	3	81
JUMLAH			303		1763

Sumber : Data Hasil Pengamatan di Lapangan

Untuk nilai perhitungan Famili Biotik Indeks (FBI) stasiun 1 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{FBI} &= \frac{X_i * t_i}{n} \\
 &= \frac{1763}{303} = 5,82
 \end{aligned}$$

Jadi, untuk stasiun 1 termasuk dalam kategori agak buruk, dengan tingkat pencemaran terpolusi banyak.

Tabel 3.2.2.
Hasil Pengamatan Makroinvertebrata Pada Stasiun 1
Berdasarkan BISEL Biotik Indeks.

Kelompok Makroinvertebrata Indikator	Skor	Jumlah Taksa	Frekuensi Ditemukan	Nilai Biotik Indeks	Keterangan
Hemiptera	5	2	>2	3	Ditemukan 2 taksa famili Hemiptera lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Hemiptera memiliki nilai indeks 3
Decapoda	4	2	>2	4	Ditemukan 2 taksa famili Decapoda lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Decapoda memiliki nilai indeks 4
Gastropoda	4	2	>2	4	Ditemukan 2 taksa famili Gastropoda lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Gastropoda memiliki nilai indeks 4
Odonata	4	2	>2	4	Ditemukan 2 taksa famili Odonata lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Odonata memiliki nilai indeks 4

Sumber : Data Hasil Pengamatan di Lapangan

Berdasarkan tabel standar BBI, disimpulkan bahwa nilai biotik stasiun 1 yang didapatkan berkisar antara 3-4, kemudian diambil nilai maksimumnya, yaitu 4 dan termasuk dalam kategori terpolusi berat atau agak buruk.

Tabel 3.2.3.
Hasil Pengamatan Makroinvertebrat Pada Stasiun 2
Berdasarkan Famili Biotik Indeks.

NO	NAMA FAMILI	ORDO	JUMLAH (Xi)	NILAI TOLERANSI (ti)	Xi.ti
1	Gerridae	Hemiptera	17	8	136
2	Thiaridae	Gastropoda	200	6	1200
3	Viviparidae	Gastropoda	159	6	954
4	Sundathelpusidae	Decapoda	20	6	120
5	Aeshnidae	Odonata	14	3	42
6	Tipulidae	Diptera	1	3	3
7	Dytiscidae	Coleoptera	5	5	25
JUMLAH			416		2480

Sumber : Data Hasil Pengamatan di Lapangan

Untuk nilai perhitungan Famili Biotik Indeks (FBI) stasiun 2 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{FBI} &= \frac{X_i * t_i}{n} \\
 &= \frac{2480}{416} = 5,96
 \end{aligned}$$

jadi, untuk stasiun 2 termasuk dalam kategori agak buruk, dengan tingkat pencemaran terpolusi banyak.

Tabel 3.2.4.
Hasil Pengamatan Makroinvertebrata Pada Stasiun 2
Berdasarkan BISEL Biotik Indeks.

Kelompok Makroinvertebrata Indikator	Skor	Jumlah Taksa	Frekuensi Ditemukan	Nilai Biotik Indeks	Keterangan
Hemiptera	5	1	>2	3	Ditemukan 1 taksa famili Hemiptera lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Hemiptera memiliki nilai indeks 3
Decapoda	4	1	>2	4	Ditemukan 1 taksa famili Decapoda lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Decapoda memiliki nilai indeks 4
Gastropoda	4	2	>2	4	Ditemukan 2 taksa famili Gastropoda lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Gastropoda memiliki nilai indeks 4
Odonata	4	1	>2	4	Ditemukan 1 taksa famili Odonata lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Odonata memiliki nilai indeks 4
Coleoptera	5	1	>2	3	Ditemukan 1 taksa famili Coleoptera lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Coleoptera memiliki nilai indeks 3
Diptera	4	1	1	3	Ditemukan 1 taksa famili Diptera 1 kali selama pengamatan. Berarti Diptera memiliki nilai indeks 3

Sumber : Data Hasil Pengamatan di Lapangan

Berdasarkan tabel standar BBI, disimpulkan bahwa nilai biotik stasiun 2 yang didapatkan berkisar antara 3-4, kemudian diambil nilai maksimumnya, yaitu 4 dan termasuk dalam kategori terpolusi berat atau agak buruk.

Tabel 3.2.5
Hasil Pengamatan Makroinvertebrata Pada Stasiun 3
Berdasarkan Famili Biotik Indeks.

NO	NAMA FAMILI	ORDO	JUMLAH (Xi)	NILAI TOLERANSI (ti)	Xi.ti
1	Nepidae	Hemiptera	10	8	80
2	Scirtidae	Coleoptera	5	7	35
3	Sundathelpusidae	Decapoda	10	6	60
4	Palaemonidae	Decapoda	10	6	60
5	Thiaridae	Gastropoda	320	6	1920
6	Viviparidae	Gastropoda	12	6	72
7	Lymnaeidae	Gastropoda	5	6	30
JUMLAH			372		2257

Sumber : Data Hasil Pengamatan di Lapangan

Untuk nilai perhitungan Famili Biotik Indeks (FBI) stasiun 3 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{FBI} &= \frac{X_i * t_i}{n} \\
 &= \frac{2257}{372} = 6,07
 \end{aligned}$$

jadi, untuk stasiun 3 termasuk dalam kategori agak buruk, dengan tingkat pencemaran terpolusi banyak.

Tabel 3.2.6
Hasil Pengamatan Makroinvertebrata Pada Stasiun 3
Berdasarkan BISEL Biotik Indeks.

Kelompok Makroinvertebrata Indikator	Skor	Jumlah Taksa	Frekuensi Ditemukan	Nilai Biotik Indeks	Keterangan
Hemiptera	5	1	>2	3	Ditemukan 1 taksa famili Hemiptera lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Hemiptera memiliki nilai indeks 3
Decapoda	4	2	>2	4	Ditemukan 2 taksa famili Decapoda lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Decapoda memiliki nilai indeks 4
Gastropoda	4	3	>2	4	Ditemukan 3 taksa famili Gastropoda lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Gastropoda memiliki nilai indeks 4
Coleoptera	5	1	>2	3	Ditemukan 1 taksa famili Coleoptera lebih dari 2 kali selama pengamatan. Berarti Coleoptera memiliki nilai indeks 3

Sumber : Data Hasil Pengamatan di Lapangan

Berdasarkan tabel standar BBI, disimpulkan bahwa nilai biotik stasiun 3 yang didapatkan berkisar antara 3-4, kemudian diambil nilai maksimumnya, yaitu 4 dan termasuk dalam kategori terpolusi berat atau agak buruk.

Memperhatikan hasil pengamatan makroinvertebrata, terlihat bahwa makin ke hilir, kondisi kualitas air semakin menurun. Ini terlihat dari nilai FBI (*family biotic index*) lebih besar pada bagian hilir dibandingkan di hulu. Ini menandakan bahwa aktivitas di sepanjang aliran sungai semakin mempengaruhi kondisi kualitas air di hilir. Berdasarkan hasil pengamatan, keadaan aliran sungai di daerah hulu memang relatif lebih baik. Pemukiman yang berbatasan langsung dengan tepi sungai tidak sebanyak di hilir. Di hilir, selain pemukiman yang sangat dekat dengan badan air, aktivitas MCK dari penduduk dan pemukiman juga semakin padat, dan beragam.

Selain itu faktor lain yang mempengaruhi keberadaan makroinvertebrata, dan penurunan kualitas air Sungai Bone, adalah aliran air Sungai Bone yang banyak melewati daerah perkebunan dan pemukiman, sehingga hampir sebagian besar kegiatan masyarakat dan limbah yang dihasilkan berdampak pada Sungai Bone baik dampak yang secara langsung ataupun tidak langsung dari setiap kegiatan masyarakat disekitaran Sungai Bone.

Keberadaan dan jumlah dari setiap makroinvertebrata yang ditemukan, mempunyai tingkat kepekaan terhadap bahan pencemar, karena jenis-jenis tertentu sangat peka terhadap pencemaran. Apabila terdapat bahan pencemar dalam perairan, maka biota yang sangat peka akan hilang karena tidak mampu bertahan hidup. Sebaliknya biota yang sangat toleran, akan tetap dapat hidup pada kualitas air yang buruk. Semakin baik kualitas perairan, akan semakin tampak keanekaragaman hewan tersebut, sebaliknya penurunan kualitas perairan akan tampak jelas dominansi suatu jenis hewan makroinvertebrata yang ditemukan.

Selain berdampak pada keberadaan makroinvertebrata, penurunan kualitas air sungai juga dapat berdampak langsung maupun tidak langsung bagi kesehatan manusia. Selain itu dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan dan perlindungan sumber daya air secara saksama (Effendi, 2008). Sehingga dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat dan menurunkan tingkat kesakitan bahkan kematian.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan BBI dan FBI didapatkan nilai untuk FBI stasiun 1 adalah 5,82 dan BBI 4, untuk FBI stasiun 2 adalah 5,96 dan BBI 4, untuk FBI stasiun 3 adalah 6,07 dan BBI 4. Keberadaan kelompok famili *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Tricoptera*, sudah sangat sulit ditemukan. Dimana kelompok family ini merupakan kelompok yang sangat sensitif terhadap pencemaran, sehingga terlihat jelas, bahwa kondisi kualitas air Sungai Bone sudah mulai mengalami penurunan. Family *Thiaridae* banyak ditemukan di setiap stasiun pengamatan. Familli *Thiaridae* merupakan kelompok makroinvertebrata yang tahan bahan pencemaran.
2. Untuk hasil pemeriksaan fisik dan kimia, yaitu suhu, pH, dan kekeruhan (kecuali nilai kekeruhan pada stasiun 3), didapatkan nilai untuk setiap stasiun masih berada dibawah standar berdasarkan PerMenKes RI No. 416/MenKes/PER/IX/1990 tentang persyaratan kualitas air bersih. Sedangkan untuk nilai kekeruhan pada stasiun 3 setelah pengukuran didapatkan nilai kekeruhan yang melebihi standar PerMenKes 1990.
3. Hasil analisis dengan menggunakan Metode Biomonitoring berdasarkan Famili Biotik Indeks dan BISEL Biotik Indeks dan pengukuran parameter fisik dan kimia menunjukkan, bahwa status kualitas air Sungai Bone di setiap stasiun berada dalam kategori agak buruk. Akan tetapi, sampai saat ini Sungai Bone masih dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari.
4. Aktivitas masyarakat bantaran Sungai Bone dan kegiatan penambangan sirtu (pasir dan batu), merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya penurunan kualitas air Sungai Bone.

5. SARAN

Pemerintah dan masyarakat perlu menyadari betapa pentingnya suatu pemeliharaan kebersihan sungai. Kegiatan pemantauan dan pengelolaan haruslah

terus dilakukan guna mengetahui status kualitas air sungai apakah mengalami penurunan atau kenaikan. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk dapat melakukan penelitian pemantauan kualitas air dengan metode biomonitoring berdasarkan perbedaan musim.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Lingkungan Hidup, Riset, dan Teknologi Informasi. 2010. *Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai di Provinsi Gorontalo*. Gorontalo : BALIHRISTI
- Daud, Anwar. 2011. *Analisis Kualitas Lingkungan*. Yogyakarta: Ombak
- Effendi, Hefni. 2008. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius
- Mukono,H. 2006. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press
- Pramitha, Soraya. 2010. *Analisis Kualitas Air Sungai Aloo, Sidoarjo Berdasarkan Keanekaragaman Dan Komposisi Fitoplankton*. Skripsi. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November. (<http://Digilib.its.ac.id>, diakses 20 Januari 2012).
- Rahayu, Rudy, Meine, Indra, dan Bruno. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor : WAC