

PENYUSUNAN PENUNTUN PRAKTIKUM PADA MATERI PENCEMARAN DI SMA BERDASARKAN UJI KUALITAS AIR SUNGAI KAPUAS

Neki Fahtomiaji, Syamswisna, Eka Arivati

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Untan

Email: nekyfahtomiaji@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air di daerah pemukiman penduduk, pasar dan rumah potong hewan disepanjang perairan Sungai Kapuas di Kota Pontianak berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologi. Bentuk penelitian ini adalah deskriptif dengan metode survey. Penelitian ini mengacu pada standar air kelas 2 berdasarkan PP 82 Tahun 2001. Hasil pengujian sampel dari ketiga stasiun pengamatan rata-rata menunjukkan bahwa pada pengukuran parameter fisika (TDS, TSS dan suhu) air layak digunakan, sedangkan untuk parameter kimia (DO, BOD, COD dan pH) dan biologi (*Total Coliform*) dari ketiga lokasi rata-rata menunjukkan bahwa air tidak layak untuk digunakan. Hasil penelitian kualitas air tersebut digunakan dalam penyusunan penuntun praktikum yang berjudul uji kandungan bakteri golongan *Coliform* sederhana pada air Sungai Kapuas pada materi Pencemaran Lingkungan di kelas X SMA. Validasi penuntun praktikum dilakukan oleh 7 orang validator dengan nilai total rata-rata validasi sebesar 3,5 atau layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran pada materi pencemaran lingkungan.

Kata kunci: kualitas air, sungai kapuas, penuntun praktikum

Abstract: This research has purpose to know water quality in residential districts, market, and butchery in the areas along Kapuas River in Pontianak based on parameter in physics, chemistry, and biology. Form of this research is descriptive with survey method. This research is based on second class water standard according to PP 82 in the year of 2001. The result of sample test in three observation locations shows that the water is worth to be used based on the physics parameter (TDS, TSS and temperature) meanwhile, based on parameter in chemistry (DO, BOD, COD, and pH) and biology (*Total Coliform*), the water from those locations is unworthy to be used. The result of the research on water quality used in arranging the guidance of the practicum entitled "Testing of the content of simple group of *Coliform* Bacteria in Kapuas River water on material for tenth grade students of senior high school about environmental contamination. Validation of the practicum guidance is done by 7 people as validator with average score of validation about 3,5 or it is worth being used for supporting the learning about environmental contamination material.

Keys: water quality, Kapuas River, practicum guidance

Air merupakan sumber daya alam yang mempunyai fungsi sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya serta sebagai modal dasar dalam pembangunan. Pemanfaatan air untuk menunjang seluruh kehidupan manusia jika tidak dibarengi dengan tindakan bijaksana dalam pengelolaannya akan mengakibatkan kerusakan pada sumberdaya air. Air permukaan yang ada seperti sungai dan danau banyak dimanfaatkan untuk keperluan manusia seperti tempat penampungan air, alat transportasi, mengairi sawah dan keperluan peternakan, keperluan industri, perumahan, sebagai daerah tangkapan air, pengendali banjir, ketersediaan air, irigasi, tempat memelihara ikan dan juga sebagai tempat rekreasi (Hendrawan, 2005).

Air permukaan dapat mengalami pencemaran. Pencemaran adalah suatu penyimpangan dari keadaan normalnya. Menurut tempat terjadinya, pencemaran dapat digolongkan menjadi pencemaran udara, air, dan tanah. Berdasarkan PP nomor 82 tahun 2001 pasal 1, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Air dikatakan tercemar dapat dilihat dari beberapa parameter yaitu, Fisika (temperatur, residu terlarut dan residu tersuspensi), Kimia (pH, DO, BOD, dan COD), dan Biologi (*Total coliform*) di mana masing masing parameter memiliki standar yang telah ditentukan sesuai dengan kelas air.

Sungai Kapuas adalah salah satu sungai utama di Kalimantan Barat yang merupakan sungai terpanjang di Indonesia (1.086 km) sepanjang 942 km dari keseluruhan panjang sungai dapat dilayari. Selain itu terdapat juga beberapa sungai besar, di antaranya Sungai Melawi (471 km), Sungai Pawan (197 km), Sungai Sambas (233 km) dan Sungai Landak (178 km) yang bermuara pada Sungai Kapuas. Menurut Studi Air Baku Kalimantan Barat oleh Kanwil PU Provinsi Kalimantan Barat tahun 1996, dari volume air sebesar 274.628.200 m³ pertahun, tingkat penggunaan air tersebut baru sekitar 22.312.325 m³ pertahun atau sekitar 8%. Sungai-sungai tersebut memiliki nilai dan fungsi strategis bagi masyarakat serta mempunyai peran yang sangat besar dalam era pembangunan di daerah Kalimantan Barat (Subandri, 2008).

Air Sungai Kapuas dapat digolongkan kedalam air kelas dua, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana / sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (PP No.82 Tahun 2001 Pasal 8). Hal ini sejalan dengan pernyataan Anonim, (2011) yang menyatakan Sungai Kapuas mempunyai peran multifungsi bagi masyarakat yang berada di sekitarnya, untuk air minum, mandi, cuci, kakus (MCK), irigasi, maupun transportasi. Dimana untuk pemanfaatan sebagai air minum, air Sungai Kapuas perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Sungai Kapuas merupakan sumber utama bagi perusahaan air minum di Kota Pontianak. Untuk itu ada persyaratan yang harus dipenuhi agar air Sungai Kapuas layak digunakan seperti yang telah dijelaskan diatas. Penyediaan air bersih (*public water supply*) pada dasarnya memerlukan air yang langsung dapat diminum. Air yang dimaksud harus aman, sehat dan bagus untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau dengan rasa yang segar. Air bersih harus mempunyai

kualitas tinggi secara fisik, kimiawi, maupun biologi untuk mencegah timbulnya penyakit (Suripin, 2002).

Menurut Wahyu (2008), hasil penelitian yang dilakukan di hulu Sungai Kapuas, Kabupaten Sintang dan Sekadau, tampak bahwa sungai dengan panjang 1.086 kilometer itu secara kimiawi dan biologis sudah tercemar. Hasil penelitian di Sekadau menemukan kandungan merkuri (Hg) mencapai 0,2 ppm (*parts per million*), dua kali lipat di atas ambang batas normal. Penelitian di Kabupaten Sintang menemukan kandungan Hg hingga 0,4 ppm. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lasmi Yulistiana (dalam Wahyu, 2008), air Sungai Kapuas di Kota Pontianak telah tercemar oleh polutan, berdasarkan parameter fisika dan kimia. Parameter ini jika dibandingkan dengan PP nomor 82 tahun 2001 tentang standar baku mutu air sungai, maka parameter fisika berupa residu terlarut ditemukan sebesar 1.223 mg/liter (lebih tinggi dari baku residu terlarut air sungai kelas II sebesar 1000 mg/liter menurut PP nomor 82 tahun 2001). Pada parameter kimia, pencemaran yang banyak ditemui adalah pencemaran limbah merkuri atau Hg merupakan logam yang mencemari Sungai Kapuas dan berbahaya bagi makhluk hidup di sungai tersebut. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Tim Bapedalda (dalam Wahyu, 2008) di depan kantor Walikota Pontianak dengan hasil keadaan air sudah tercemar secara kimia dengan parameter pH air sungai yaitu 4,68 yang seharusnya pH air tersebut adalah 6-9.

Dari penjelasan diatas serta keinginan untuk mengetahui kualitas air Sungai Kapuas di Kota Pontianak. Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih jauh mengenai kualitas air Sungai Kapuas dengan parameter Fisika (terdiri atas Residu Terlarut, Residu Tersuspensi dan Suhu), Kimia (terdiri atas pH, Oksigen terlarut, BOD dan COD) serta Biologi (*Total Coliform*) yang berpedoman pada PP nomor 82 tahun 2001 yaitu dengan golongan air kelas 2. Keunggulan penelitian ini adalah dapat mengetahui kualitas air Sungai Kapuas terkini pada beberapa lokasi yang berada di perairan Sungai Kapuas yang berada di Kota Pontianak dengan parameter Fisika, Kimia dan Biologi yang masing-masing parameter terdiri dari beberapa jenis pengukuran kualitas air. Lokasi penelitian terletak di kawasan pemukiman penduduk, kawasan pasar dan kawasan Rumah Potong Hewan (RPH) yang berada di sepanjang aliran Sungai Kapuas di Kota Pontianak. Alasan pemilihan lokasi penelitian adalah ingin melihat tingkat pencemaran yang terjadi dikawasan tersebut oleh limbah organik sebagai dampak dari aktifitas manusia.

Salah satu materi yang dipelajari di SMA yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan adalah materi Pencemaran Lingkungan pada mata pelajaran Biologi kelas X SMA. Salah satu bentuk pencemaran adalah pencemaran air yang diakibatkan oleh aktifitas manusia seperti aktifitas rumah tangga, pasar dan industri semisal rumah pematongan hewan serta membahas tentang parameter kualitas limbah tersebut dan uji kualitas air (Aryulina, 2007). Melalui praktikum pencemaran air, siswa mendapatkan pengetahuan dan pengalaman langsung mengenai pencemaran air yang terjadi disekitarnya. Sehingga penyampaian hasil penelitian ini akan dituangkan dalam bentuk penyusunan penuntun praktikum disesuaikan dengan indikator yang ada pada silabus. Penuntun praktikum yang disusun dalam penelitian ini ditujukan untuk mengukur parameter Biologi dengan mengamati ada tidaknya bakteri *E. coli* dalam air Sungai Kapuas. Pemilihan parameter Biologi didasarkan pada indikator yang terdapat di dalam silabus dan

penyesuaian waktu alat dan bahan yang tersedia di sekolah. Di silabus, materi pembelajaran yang dibahas yaitu tentang aktivitas manusia dan dampaknya terhadap lingkungan. Tujuan peneliti mensetting pembelajaran penuntun praktikum adalah untuk mencapai indikator pembelajaran yang terdapat di silabus. Adapun indikator yang akan dipelajari yaitu Mengidentifikasi berbagai dampak akibat aktifitas manusia. Dalam hal ini dampak yang diakibatkan dari aktifitas manusia berupa limbah organik berupa pengamatan kandungan bakteri *E.coli* dalam suatu sampel air.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan pada tanggal 6 dan 7 Juni 2011 dengan dua orang guru mata pelajaran Biologi di SMAN 7 dan SMA Mujahidin yang berada di Kota Pontianak, menyatakan bahwa pembelajaran tentang pencemaran lingkungan selama ini diajarkan dengan metode ceramah dan tidak pernah praktikum. Penggunaan perangkat pembelajaran berupa penuntun praktikum bertujuan agar tujuan pembelajaran pada materi pencemaran lingkungan dapat tercapai. Untuk itu sebelum melaksanakan pembelajaran guru harus mempersiapkan perangkat pembelajaran. Menurut Suhadi (dalam Rusdi, 2008), perangkat pembelajaran adalah sejumlah bahan, alat, media, petunjuk dan pedoman yang akan digunakan dalam proses pembelajaran.

Praktikum adalah praktek atau pengerjaan, yang dimaksud dalam hal ini ialah penghayatan dan pengalaman untuk memantapkan suatu konsep atau suatu pengetahuan. Dengan melakukan praktikum siswa dapat melihat sendiri apa yang diinginkan, sehingga kesan yang diperoleh akan lebih mendalam dan tidak mudah terlupakan. Oleh karena itu, dalam melakukan kegiatan praktikum harus dilengkapi dengan petunjuk praktikum. Petunjuk ini bertujuan untuk membimbing siswa untuk melaksanakan prosedur yang telah dirancang, guna menghasilkan suatu hasil tertentu, secara efektif dan efisien (Dwijoseputro, dkk, 1985).

Dari uraian diatas, peneliti tertarik untuk membuat perangkat pembelajaran berupa penuntun praktikum mengenai ada tidaknya kandungan bakteri *E.coli* pada sampel air Kapuas karena bakteri ini menjadi indikator biologi untuk pencemaran air dengan alokasi waktu 2 jam pelajaran. Sehingga siswa terlibat secara langsung dalam proses pembelajaran dan menjadikan pembelajaran lebih bermakna, sehingga tujuan pembelajaran pada materi pencemaran lingkungan dapat tercapai.

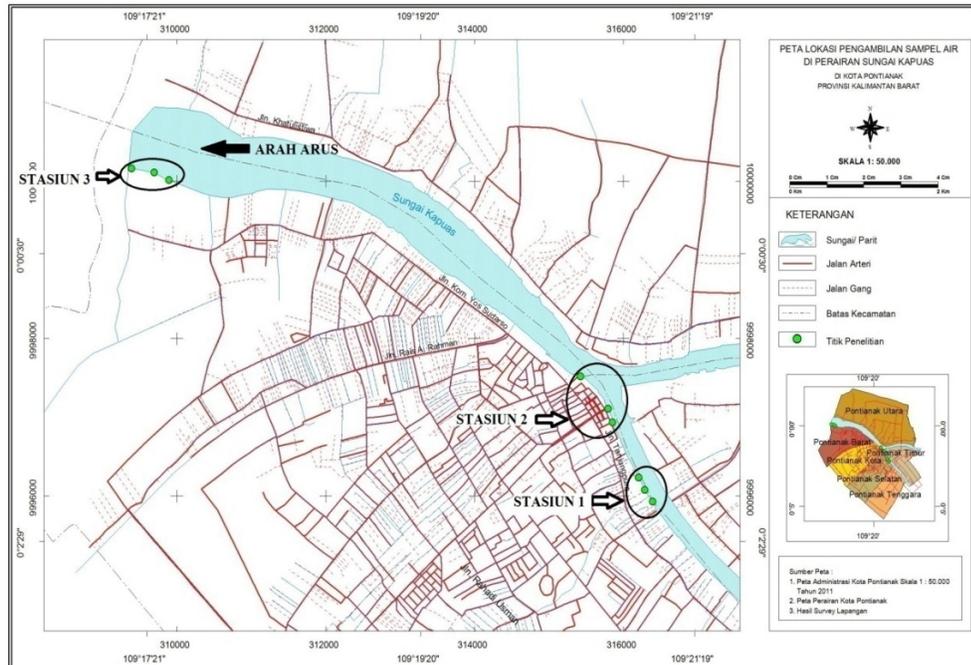
METODE

Penelitian ini menggunakan metode survey dengan bentuk penelitian deskriptif. Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama melakukan pengambilan sampel air dan pengukuran kualitas air berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologi pada 3 stasiun pengamatan yaitu didaerah pemukiman penduduk, pasar dan rumah potong hewan yang terdapat diperairan Sungai Kapuas di Kota Pontianak dan tahap kedua penyusunan dan memvalidasi penuntun praktikum dari hasil pengukuran kualitas air pada 3 stasiun pengamatan.

Pengambilan sampel dan pengukuran kualitas air di 3 lokasi pengamatan

Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling* (Budiarto, 2001). Penempatan titik pengambilan sampel didasarkan atas pertimbangan beban pencemar di Sungai Kapuas. Pengambilan sampel dilakukan

pada 3 stasiun, yaitu stasiun pertama pada daerah pemukiman Gang Kamboja di tepian Sungai Kapuas berupa limbah Rumah Tangga, stasiun ke 2 pada daerah pasar berupa limbah Pasar dan stasiun 3 pada daerah sekitar Rumah Potong Hewan (RPH) berupa limbah sisa aktifitas RPH. Masing-masing stasiun diambil sebanyak 3 titik pengambilan sampel dengan jarak tiap titik 50 meter. Jarak pengambilan sampel ini sesuai dengan pernyataan Michael, (1994) yang menyatakan bahwa titik pengambilan sampel pada lokasi air sejauh 50 meter. Pengecualian pada stasiun 2 ulangan 3 tidak memungkinkan untuk pengambilan sampel pada jarak 50 m karena padatnya aktivitas bongkar muat barang. Selanjutnya sampel yang diperoleh dibawa ke laboratorium untuk diamati.



Gambar 1 Denah Penelitian

Sampel air yang diperoleh dari 3 stasiun pengamatan dilakukan pada Laboratorium Biologi Fakultas MIPA dan Laboratorium Analisis Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura sebagai tempat pengujian sampel. Adapun metode pengujian sampel untuk parameter Fisika, Kimia dan Biologi disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1: Metode Pengambilan dan Pengujian Sampel

Parameter	Alat	Metode	Satuan
Fisika			
Temperatur	Termometer	-	°C
Residu Terlarut	Conductivity-meter	-	mg/l
Residu Tersuspensi	Alat penyaring milipore, oven	Gravimetrik	mg/l
Kimia			
pH	pH-meter	-	-
DO	Winkler-Azide	Titrimetrik	mg/l
BOD	Winkler-Azide	Titrimetrik	mg/l
COD	Gelas COD	Spektrofotometri	mg/l
Biologi			
Total Coliform	Inkubator	MPN	MPN/100ml

Penyusunan dan validasi penuntun praktikum

Hasil dari penelitian uji kualitas air pada Sungai Kapuas Kota Pontianak akan dituangkan dalam bentuk penuntun praktikum. Langkah pertama dalam penyusunan penuntun praktikum adalah dengan mencocokkan silabus di SMA, Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar dan indikator pembelajaran. Setelah mendapatkan indikator yang sesuai, langkah selanjutnya yaitu menyusun penuntun praktikum sederhana yang disesuaikan dengan tingkatan kognisi serta sesuai dengan pedoman pembuatan penuntun praktikum yang benar. Dalam penelitian ini, peneliti merujuk pada pedoman pembuatan penuntun praktikum menurut Santayasa. Adapun isi dari penuntun praktikum tersebut adalah panduan atau petunjuk pengujian sederhana mengenai ada tidaknya bakteri *E.coli* dalam suatu sampel air, terdiri dari permasalahan, tujuan, alat dan bahan, prosedur praktikum, dan evaluasi. Rencana pembelajaran akan dialokasikan selama 2 x 45 menit dengan metode praktikum. Dimana siswa melakukan pengujian sederhana mengenai ada tidaknya bakteri *E.coli* dalam suatu sampel air dengan bantuan penuntun praktikum.

Validasi penuntun praktikum dilakukan oleh 7 orang validator yang terdiri dari 2 orang dosen dan 5 orang guru biologi SMA. Perangkat pembelajaran dikatakan valid dan layak digunakan jika 5 dari 7 atau ketujuh validator menyatakan bahwa item media penuntun praktikum pada lembar validasi layak digunakan (Yamasari, 2010).

Menurut Khabibah (dalam Yamasari, 2010) tahapan yang dilakukan untuk menganalisis data hasil validasi adalah:

- a. Mencari rata-rata tiap kriteria dari validator.

$$K_i = \frac{\sum_{h=1}^n V_{hi}}{n}$$

Keterangan :

K_i = rata-rata kriteria ke-i

V_{hi} = skor hasil penilaian validator ke-h untuk kriteria ke-i

n = validator

- b. Mencari rata-rata kriteria untuk keempat aspek.

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n K_{ij}}{n}$$

Keterangan :

A_i = rata-rata aspek ke-i

K_{ij} = rata-rata untuk aspek ke-i kriteria ke-j

n = banyaknya kriteria

j = kriteria

ij = aspek ke-i dan kriteria ke-j

- c. Mencari rata-rata total validasi keempat aspek.

$$= \frac{\sum_{i=1}^4 A_i}{n}$$

Keterangan :

RTV = rata-rata total validasi

A_i = rata-rata aspek ke-i

n = aspek

- d. Mencocokkan rata-rata total dengan kriteria validasi:

$3 \leq$	≤ 4	: Valid
$2 \leq$	< 3	: Cukup Valid
$1 \leq$	< 2	: Tidak Valid

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

a. Pengukuran kualitas air

Dari penelitian yang telah dilaksanakan pada 3 lokasi penelitian yaitu daerah pemukiman, pasar dan daerah sekitar rumah potong hewan yang berada di daerah Kota Pontianak, diperoleh data tentang uji kualitas air berdasarkan parameter fisika (Residu terlarut, Residu tersuspensi dan Temperatur), parameter kimia (DO, BOD, COD dan pH) serta parameter biologi berupa hasil uji *total coliform*. Deskripsi data hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 2

TABEL 2 : Hasil Pengamatan dari Beberapa Parameter Uji Kualitas Air Sungai Kapuas

Lokasi	Waktu Pengambilan Sampel	Ulangan	Parameter							
			Fisika			Kimia				Biologi
			TDS	TSS	Suhu (°C)	DO	BOD	COD	pH	<i>E.Coli</i> (MPN)
1 (Pemukiman)	07.51	1	32,2	34	30	2,03	12,20	17,71	6,14	1,4x10 ⁴
	08.09	2	23,8	30	28	3,38	14,24	17,24	5,87	2x10 ³
	08.26	3	8,0	41	29	3,75	6,61	14,25	5,74	2x10 ³
Rata-rata			21,33	35	29	3,05	11,01	16,4	5,91	6x10⁴
2 (Pasar)	09.05	1	8,3	43	29	3,89	6,61	21,52	5,74	1,7x10 ⁵
	09.17	2	10,4	54	28	2,20	11,52	16,67	5,63	1,7x10 ⁵
	09.48	3	8,9	46	28	3,47	7,12	16,29	5,79	7,8x10 ³
Rata-rata			9,2	47,67	28,3	3,18	8,41	18,16	5,72	11,59x10⁴
3 (RPH)	10.35	1	117,6	37	30	3,05	20,84	58,09	6,27	5x10 ⁴
	10.43	2	27,6	35	32	3,38	18,98	55,05	5,52	3x10 ⁴
	11.05	3	33,4	36	29	1,35	20,34	26,47	5,85	2,8x10 ⁵
Rata-rata			59,53	36	30,33	2,59	20,05	46,53	5,88	12x10⁴
Standar PP No. 82 Tahun 2001 untuk air Kelas II			1000	50	Deviasi 3	4	3	25	6-9	5000

b. Validasi penuntun praktikum

Kelayakan penuntun praktikum sebagai media pembelajaran pada sub materi pencemaran lingkungan khususnya pokok bahasan pencemaran air dilihat dari hasil validasi penuntun yang dilakukan oleh validator yaitu 2 orang dosen pendidikan biologi dan 5 orang guru biologi SMA (SMAN 1 Pontianak, SMAN 9 Pontianak, SMA Mujahidin Pontianak, SMA Panca Bhakti Pontianak dan SMA Bina Utama Pontianak). Data analisis validasi penuntun praktikum dapat dilihat pada tabel 3.

TABEL 3 : Data Analisis Validasi Penuntun Praktikum

Bidang Penelaahan	Kriteria Penelaahan	Validator ke-							(Ki)	(Ai)
		1	2	3	4	5	6	7		
Materi	1. Tujuan penuntun Praktikum telah sesuai dengan indikator	4	2	4	3	4	3	4	3,4	3,5
	2. Materi sesuai dengan tingkatan kelas	4	3	4	4	4	3	4	3,7	
Konstruksi	1. Langkah langkah penuntun praktikum sudah jelas dan berurutan	4	2	3	4	4	3	4	3,4	3,3
	2. Alat yang digunakan mudah didapatkan	3	4	3	2	4	3	4	3,2	

	3. Bahan yang digunakan mudah didapatkan	4	3	3	2	4	3	4	3,2
	4. Kegiatan dalam isi penuntun praktikum melibatkan siswa secara aktif	4	3	4	4	3	3	4	3,5
Bahasa	1. Isi penuntun praktikum telah menggunakan bahasa yang baik dan benar	4	3	4	4	4	4	4	3,8
	2. Isi penuntun praktikum telah menggunakan bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami	4	3	4	4	4	4	4	3,8
RTV _{TK}									3,5

Pembahasan

a. Uji kualitas air Sungai Kapuas di Kota Pontianak

Hasil analisis pengamatan kualitas air pada lokasi 1 yaitu didaerah pemukiman ditepian Sungai Kapuas menunjukkan bahwa, pada parameter fisika yang terdiri dari suhu Residu Terlarut (TDS) dan Residu Tersuspensi (TSS) menunjukkan nilai berturut turut 29 °C, 21,33 Mg/L dan 35 Mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa untuk parameter fisika, nilai yang diperoleh berada dibawah ambang batas maksimal yang diizinkan oleh PP NO. 82 Tahun 2001 untuk air kelas 2 yaitu untuk suhu deviasi 3 (suhu tropis), Residu Terlarut (TDS) 1000 Mg/L dan Residu Tersuspensi (TSS) 50 Mg/L. Untuk parameter kimia terdapat nilai yang berada diluar ambang yang diizinkan yaitu nilai pH, Oksigen Terlarut (DO) dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dimana nilai tersebut berturut turut 5,91, 3,05 dan 11,01 Mg/L. Sedangkan nilai pH 6-9, Oksigen Terlarut (DO) minimum yang diperbolehkan yaitu sebesar 4 Mg/L dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) sebesar 3 untuk air kelas 2 menurut PP NO. 82 Tahun 2001.

Nilai Oksigen Terlarut (DO) yang rendah disebabkan oleh pembuangan limbah rumah tangga yang umumnya tergolong limbah organik sehingga kadar Oksigen Terlarut (DO) berkurang. Selain itu, kadar Oksigen Terlarut (DO) juga dipengaruhi oleh kadar keasaman air. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari M Ghufra H Kordi K dan Andi (2007) yang menyatakan jika pH air rendah (keasaman tinggi) kandungan Oksigen Terlarut akan berkurang yang berakibat konsumsi oksigen menurun. Jika dibandingkan dengan PP NO. 82 Tahun 2001 untuk air kelas 2 nilai Oksigen Terlarut (DO) minimum yang diperbolehkan yaitu sebesar 4 Mg/L. Sehingga nilai Oksigen Terlarut (DO) untuk lokasi 1 berada dibawah ambang minimum yang diperbolehkan. Untuk nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) pada lokasi 1 nilainya jauh diatas ambang yang diizinkan oleh PP No. 82 Tahun 2001 untuk air kelas 2 yaitu sebesar 3 Mg/L. Ini menandakan bahwa air pada lokasi ini mengandung zat organik yang tinggi yang diakibatkan pembuangan limbah domestik hasil kegiatan rumah tangga yang dibuang ke Sungai. Sedangkan untuk *Chemical Oxygen Demand* (COD) nilai yang diperoleh berada pada nilai yang diperbolehkan yaitu 16,4 Mg/L dimana pada PP NO. 82

Tahun 2001 untuk air kelas 2 nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) maksimal sebesar 25 Mg/L .

Untuk parameter Biologi yang diamati adalah *Total Coliform*. Hasil yang diperoleh untuk lokasi 1 menunjukkan angka 60000 jumlah bakteri / 100 mL air sampel yang menunjukkan bahwa nilainya berada jauh diatas ambang yang diperbolehkan oleh PP NO. 82 Tahun 2001 yaitu 5000 jumlah /100mL. Selain itu, hasil uji *Total Coliform* juga menunjukkan bahwa terdapat dua titik ulangan pengambilan sampel negatif. Hal ini menunjukkan tidak adanya koloni bakteri *E.Coli* pada titik tersebut namun tetap terdapat adanya jenis bakteri *Coliform* lain seperti *Aerobacter coli*. Hal ini sejalan dengan pernyataan Alaerts, G. dan Sri, S (1987) yang menyatakan hanya sebagian dari *Total Coliform* yang terdiri dari *E.Coli* yang berasal dari tinja dan yang lainnya berasal dari bakteri yang berasal dari tanah seperti *Aerobacter coli*. Jumlah *Total Coliform* yang diperoleh menunjukkan bahwa kawasan perairan pada lokasi 1 tercemar oleh bakteri *E.Coli* yang cukup tinggi. Hal ini diakibatkan masih tingginya aktivitas MCK (mandi, cuci, kakus) warga yang mengandalkan aliran Sungai Kapuas.

Pada stasiun 2 yaitu didaerah Pasar yang terletak ditepian Sungai Kapuas, menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan hasil yang ditunjukkan pada stasiun 1. Pada stasiun ini menunjukkan untuk parameter fisika yaitu Residu Tersuspensi (TSS) menunjukkan angka sebesar 47,67 Mg/L yang merupakan rata rata tertinggi untuk nilai Residu Tersuspensi (TSS). Ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan PP NO. 82 Tahun 2001 untuk air kelas 2 sebesar 50 Mg/L. Hal ini disebabkan oleh aktivitas manusia yang tinggi disekitaran stasiun pengambilan sampel berupa aktivitas bongkar muat barang, lalu lintas barang dan manusia serta pembuangan limbah yang sebagian besar berupa limbah organik.

Untuk parameter kimia pada stasiun 2 ada beberapa indikator yang berada diluar ambang batas yang diperbolehkan yaitu Oksigen Terlarut (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan pH. Nilai Oksigen Terlarut (DO) yang diperoleh yaitu sebesar 3,18 Mg/L berada dibawah batas minimum yang diperbolehkan PP NO. 82 Tahun 2001 yaitu 4 Mg/L. Hal ini menunjukkan adanya limbah organik yang dibuang disekitar kawasan tersebut seperti sisa sisa dari rumah tangga, restoran dan pasar. Limbah organik akan mengalami degradasi dan dekomposisi oleh bakteri aerob, sehingga lama kelamaan oksigen yang terlarut dalam air akan berkurang (Darmono, 2001). Sedangkan untuk nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) yang diperoleh sebesar 8,41 Mg/L berada jauh diatas batas yang diperbolehkan oleh PP NO. 82 Tahun 2001 sebesar 3 Mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa pada kawasan ini terdapat limbah organik yang cukup tinggi yang diakibatkan dari aktivitas manusia baik berupa limbah hasil dari kegiatan rumah tangga restoran dan pasar yang sebagian besar berupa limbah organik. Nilai derajat keasaman / pH pada stasiun ini sebesar 5,72 yang berada diluar rentang yang diperbolehkan dalam PP NO. 82 Tahun 2001 yaitu 6-9. Hal ini disebabkan oleh aktivitas masyarakat yang membuang limbah organik yang kemudian akan mengakibatkan turunnya kadar keasaman air akibat aktivitas bakteri pengurai.

Parameter biologi pada stasiun 2 menunjukkan *Total Coliform* yang didapatkan sebesar 115900 jumlah bakteri / 100 mL. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan bakteri *E.Coli* pada kawasan ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan stasiun sebelumnya. Tingginya nilai *Total Coliform* yang diperoleh

menunjukkan kawasan tersebut tercemar oleh limbah yang dihasilkan kotoran manusia. Selain itu tingginya jumlah bakteri *E.Coli* yang diperoleh menunjukkan penggunaan bahan buangan kimia berupa sabun atau deterjen yang dapat membunuh mikroorganisme air sedikit digunakan pada stasiun ini. Jika dibandingkan dengan PP NO. 82 Tahun 2001, nilai *Total Coliform* yang diperoleh jauh diatas batas yang diperbolehkan yaitu sebesar 5000 jumlah bakteri / 100 mL yang juga menandakan kawasan ini tercemar oleh bakteri *E.Coli* yang cukup besar.

Stasiun 3 pengambilan sampel adalah daerah kawasan Rumah Potong Hewan di Kota Pontianak menunjukkan hasil beberapa parameter berada di luar ambang yang diperbolehkan oleh PP NO. 82 Tahun 2001. Pada pengukuran Residu Terlarut (TDS) menunjukkan nilai yang tertinggi dari semua stasiun pengamatan yaitu sebesar 59,53 Mg/L yang ditunjukkan keruhnya air sampel yang diperoleh. Meskipun masih nilai yang diperoleh masih jauh di bawah ambang yang diizinkan untuk air kelas 2 berdasarkan PP NO. 82 Tahun 2001 sebesar 1000 Mg/L. Keruhnya air dapat mengganggu proses fotosintesis. Hal ini sejalan dengan pernyataan Paramita, P, dkk (2012) yang menyatakan bahan-bahan Residu Terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari dan mempengaruhi proses fotosintesis perairan. Sedangkan untuk residu tersuspensi (TSS) pada stasiun ini sebesar 36 Mg/L. ini lebih rendah dari batas yang diizinkan NO. 82 Tahun 2001 untuk air kelas 2 sebesar 50Mg/L. Hal ini diakibatkan sedikitnya aktivitas yang terjadi dikawasan tersebut apa bila dibandingkan dengan stasiun 1 dan 2. Untuk suhu yang tercatat yaitu sebesar 30,33 °C dimana suhu tersebut merupakan suhu tertinggi dari semua stasiun pengamatan. Hal ini disebabkan karena pengambilan sampel yang menjelang siang. Namun, masih dalam batas yang diperbolehkan oleh PP NO. 82 Tahun 2001 yang menyatakan bahwa deviasi yang diizinkan sebesar 3 dari suhu alamiahnya, dimana stasiun pengamatan berada pada lingkungan tropis. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan Suripin (2002) yang menyatakan bahwa temperatur normal air di alam tropis berkisar antara 20°- 30°C.

Parameter kimia yang diukur pada stasiun 3 menunjukkan beberapa indikator berada diluar ambang yang diizinkan PP NO. 82 Tahun 2001 seperti oksigen terlarut (DO), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan pH. Nilai Oksigen Terlarut (DO) pada kawasan ini merupakan nilai terendah yang diperoleh dari semua stasiun yaitu sebesar 2,59 Mg/L. sedangkan kadar Oksigen Terlarut (DO) minimal yang diizinkan yaitu sebesar 4 Mg/L. Hal ini menunjukkan kandungan oksigen yang sangat rendah yang diakibatkan tingginya pembuangan limbah organik dalam hal ini limbah yang dihasilkan Rumah Potong Hewan (RPH) meskipun telah mengalami proses pengolahan yang sesuai aturan yang berlaku. Dengan rendahnya nilai Oksigen Terlarut (DO), maka nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) yang diperoleh juga akan semakin tinggi yaitu sebesar 20,05 Mg/L, jauh diatas ambang yang diizinkan oleh PP NO. 82 Tahun 2001 untuk air kelas 2 yaitu sebesar 3 Mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen didalam air meningkat seiring banyaknya zat organik yang masuk kedalam air tersebut yang juga menunjukkan bahwa perairan ini telah tercemar.

Hasil pengukuran untuk nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) juga semakin tinggi seiring naiknya nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) yaitu

mencapai nilai tertinggi dari semua stasiun yaitu 46,53 Mg/L. Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) ini berada jauh diatas ambang yang diizinkan oleh PP NO. 82 Tahun 2001 untuk air kelas 2 yaitu sebesar 25 Mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kandungan bahan organik yang dalam proses pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) tidak dapat teroksidasi, dalam hal ini adalah limbah yang mengandung selulosa yang dihasilkan dalam proses pemotongan hewan. Sedangkan dalam pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) selulosa dapat teroksidasi. Hal ini sesuai dengan yang tercantum dalam Alaerts dan santika (1987) yang menyatakan bahwa selulosa dan nitrogen organis yang *non biodegradable* dapat teoksidasi dalam proses pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD). Nilai ini juga menunjukkan bahwa kawasan ini sudah tercemar oleh aktivitas manusia. Untuk pH yang terukur pada stasiun pengamatan sebesar 5,88. Nilai pH ini berada dibawah rentang nilai yang diperbolehkan oleh PP NO. 82 Tahun 2001 untuk air kelas 2 yaitu sebesar 6-9. Nilai pH ini diakibatkan pengaruh dari aktivitas bakteri pengurai yang terdapat dikawasan tersebut dan juga pengaruh dari keasaman tanah yang terdapat disekitar stasiun pengamatan. Sehingga air yang berada pada stasiun ini bersifat asam.

Pada pengukuran parameter Biologi di stasiun 3 *Total Coliform* yang diperoleh sebesar 120000 jumlah bakteri / 100 mL air sampel yang merupakan nilai tertinggi dari seluruh stasiun pengambilan sampel. Nilai ini berada jauh diatas nilai yang diperbolehkan oleh PP NO. 82 Tahun 2001 untuk air kelas 2 yaitu sebesar 5000 jumlah bakteri / 100 mL. Hal ini menunjukkan bahwa di stasiun ini terdapat aktivitas pembuangan kotoran baik dari aktivitas pemotongan hewan maupun aktivitas manusia yang cukup tinggi dikawasan tersebut sehingga mempengaruhi kandungan bakteri *E. Coli* dikawasan itu.

b. Hasil validasi penuntun praktikum

Validasi penuntun praktikum dilakukan oleh tujuh validator yang terdiri dari 2 orang dosen pendidikan biologi dan 5 orang guru biologi SMA (SMAN 1 Pontianak, SMAN 9 Pontianak, SMA Mujahidin Pontianak, SMA Panca Bhakti Pontianak dan SMA Bina Utama Pontianak). Lembar validasi media terdiri dari tiga (3) aspek dengan delapan (8) kriteria penelaahan.

Aspek Materi terdiri dari 2 kriteria penelaahan. Pertama, “Tujuan penuntun praktikum sesuai dengan indikator” diperoleh nilai sebesar 3,4. Validator menyarankan pada tujuan sebaiknya ditentukan stasiun yang banyak aktivitas manusianya supaya tampak kaitan dengan indikator yaitu indikator yang menjelaskan dampak pencemar organik terhadap lingkungan (kualitas air). Kedua, “Materi sesuai dengan tingkatan kelas” diperoleh nilai sebesar 3,7, namun demikian terdapat saran dari validator yaitu agar penuntun praktikum lebih mengaitkan dengan materi pencemaran lingkungan karena siswa SMA sudah memiliki kemampuan kognitif yang cukup untuk melaksanakan praktikum.

Aspek Konstruksi terdiri dari 4 kriteria penelaahan. Pertama, “Langkah-langkah pada penuntun praktikum sudah jelas dan berurutan”. Diperoleh nilai sebesar 3,4. Pada kriteria ini validator menyarankan agar penyajian langkah praktikum lebih jelas dan berurutan karena masih terdapat langkah yang kurang ringkas, jelas dan beberapa kalimat masih membingungkan untuk dibayangkan apa yang harus dilakukan. Kedua, “Alat yang digunakan mudah didapatkan”. Diperoleh nilai sebesar 3,2 sehingga validator menyarankan agar alat yang

digunakan lebih sederhana dan mudah didapatkan. Selain itu perlu dipikirkan pengganti tabung reaksi jika tidak tersedia.

Pada kriteria ketiga untuk aspek konstruksi yaitu “Bahan yang digunakan mudah didapatkan”. Diperoleh nilai sebesar 3,2 sehingga validator memberi saran agar mencari alternatif pengganti media LB (*Lactose Broth*) karena media LB (*Lactose Broth*) bukan merupakan medium yang umum tersedia, sehingga perlu dipikirkan bagaimana komposisinya agar dapat dibuat mandiri di sekolah. Keempat “Kegiatan dalam isi penuntun praktikum melibatkan siswa secara aktif”. Diperoleh nilai sebesar 3,5 sehingga validator menyarankan meskipun dapat dilakukan secara mandiri, namun karena siswa SMA belum memiliki dasar *skill* mikrobiologi, bimbingan guru diperlukan secara kontinu.

Aspek yang terakhir yaitu aspek bahasa, terdiri atas 2 kriteria penelaahan. Pertama “Isi penuntun telah menggunakan bahasa yang baik dan benar”. Diperoleh nilai sebesar 3,8 karena isi penuntun praktikum telah menggunakan bahasa yang baik dan benar. Namun demikian terdapat saran dari validator yaitu masih terdapat beberapa ketidaksesuaian dengan EYD dalam penulisan imbuhan dan konsistensi penulisan huruf latin. Kedua, “Isi penuntun telah menggunakan bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami”. Diperoleh nilai sebesar 3,8. Validator menyarankan agar perlu menyusun secara sistematis untuk penyampaian kalimat, terutama di latar belakang dan langkah praktikum supaya lebih mudah diikuti pemikiran / langkahnya.

Berdasarkan uraian diatas, penuntun praktikum berdasarkan uji kualitas air Sungai Kapuas Kota Pontianak dapat dijadikan media pembelajaran untuk menunjang pembelajaran pada pokok bahasan pencemaran lingkungan terutama materi pencemaran air di kelas X SMA. Penuntun ini dinyatakan valid dengan nilai 3,5. Namun demikian terdapat beberapa penilaian secara umum dari beberapa validator mengenai keseluruhan dari penuntun praktikum yang dibuat. Diantaranya perlu penyajian latar belakang yang lebih baik untuk mengantarkan siswa untuk memahami pencemaran organik melalui praktikum. Agar dapat dilakukan oleh siswa SMA, langkah-langkah perlu disederhanakan, diringkas dan diperjelas. Waktu yang digunakan disesuaikan dengan kondisi siswa, sebelum memulai praktikum petunjuk diberikan lebih dahulu agar siswa lebih paham. Selain itu, bila menginginkan siswa membuat laporan, tidak perlu ruang untuk kesimpulan dan latihan pada penuntun praktikum. Bila ingin siswa berlatih kemampuan untuk meneliti, perlu ruang untuk bagian infrensi / diskusi pada penuntun. Saran dan penilaian dari validator menjadi bahan perbaikan untuk penuntun praktikum agar menjadi lebih baik dalam menunjang proses pembelajaran.

Dari hasil validasi yang didapatkan, secara keseluruhan penuntun praktikum yang disusun memperoleh nilai rata-rata validitas yaitu sebesar 3,5 (valid). Mengacu pada kriteria yang dikemukakan oleh Khabibah (dalam Yamasari, 2010) maka rata-rata validitas penuntun praktikum dinyatakan sudah valid. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penyusunan penuntun praktikum dari hasil penelitian uji kualitas air di Sungai Kapuas layak digunakan sebagai salah satu penunjang pembelajaran pada materi pencemaran lingkungan kelas X SMA.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kualitas air di kawasan pemukiman penduduk berdasarkan parameter fisika (TDS 21,33 mg/l, TSS 35 mg/l dan suhu 29 °C) layak digunakan, sedangkan berdasarkan parameter kimia (DO 3,05 mg/l, BOD 11,01 mg/l, COD 16,4 mg/l dan pH 5,91) dan biologi (jumlah total *coliform* 60000 MPN/100 ml) tidak layak digunakan untuk air golongan kelas 2 berdasarkan PP NO. 82 Tahun 2001. Kualitas air di daerah pasar berdasarkan parameter fisika (TDS 9,2 mg/l, TSS 47,67 mg/l dan suhu 28,3 °C) layak digunakan, sedangkan berdasarkan parameter kimia (DO 3,18 mg/l, BOD 8,41 mg/l, COD 18,16 mg/l, dan pH 5,72) dan biologi (jumlah total *coliform* 115900 MPN/100 ml) tidak layak digunakan untuk air golongan kelas 2 berdasarkan PP NO. 82 Tahun 2001. Kualitas air di daerah sekitaran rumah potong hewan berdasarkan parameter fisika (TDS 59,53 mg/l, TSS 36 mg/l dan suhu 30,33°C) layak digunakan, sedangkan berdasarkan parameter kimia (DO 2,59 mg/l, BOD 20,05 mg/l, COD 46,53 mg/l, dan pH 5,88) dan biologi (jumlah total *coliform* 120000 MPN/100 ml) tidak layak digunakan untuk air golongan kelas 2 berdasarkan PP NO. 82 Tahun 2001. Penyusunan penuntun praktikum dari hasil penelitian tentang uji kualitas air di Sungai Kapuas Kota Pontianak pada pembelajaran materi pencemaran lingkungan kelas X SMA berdasarkan uji validasi adalah layak digunakan dengan nilai total validasi 3,5.

Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat beberapa kelemahan dalam penelitian ini, peneliti menyarankan Stasiun pengambilan sampel dan ulangan diperbanyak agar hasil yang diperoleh lebih baik dan mewakili daerah yang diamati. Selain itu, jenis indikator air yang diuji dalam parameter kimia sebaiknya ditambah agar hasil yang diperoleh lebih baik. Adapun untuk sekolah yang digunakan untuk validasi sebaiknya berada di dekat atau disekitaran Sungai Kapuas agar hasil penelitian dapat diketahui oleh siswa atau warga yang berdomisili di pinggiran Sungai Kapuas.

DAFTAR RUJUKAN

- Alaerts, G. dan Sri, S.(1987). **Metode Penelitian Air**. Surabaya: Usaha Nasional.
- Anonim. (2011). **Hidup dengan Kapuas Penuh dengan Ancaman**. (Online) (<http://walhi-westborneo.blogspot.com//>, dikunjungi tanggal 9 mei 2011).
- Aryulina, D.,Choirul, M., Syalifinaf dan Endang, W. (2007). **Biologi 1**. Jakarta: Esis.
- Budiarto, Eko. (2001). **Bistatistika untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat**. Bandung: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Darmono, (2001). **Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungan Dengan Toksikologi Senyawa Logam**. Jakarta: UI Press.

- Dwijoseputro, D. dkk. (1985). **Biologi 1 Petunjuk Kegiatan Untuk SMA**. Jakarta: DEPDIKBUD.
- Ghufran H, M Kordi K dan Andi B. (2007). **Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan**. Jakarta: Rineka Cipta.
- Hendrawan, Diana. (2005). Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta. **Makara Teknologi**. Vol 9. 13-19.
- Michael, P.(1994). **Metode Ekologi untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium**. Jakarta: UI Press.
- Paramita P, dkk. (2012). Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangki Septik. **Jurnal Sains dan Seni ITS**. Vol 1.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001. Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. (Online) (www.jakartawater.org/images/stories/undang/pp1182.pdf, dikunjungi 15 Agustus 2011).
- Rusdi, A. (2008). **Perangkat Pembelajaran**. (Online) (<http://anrusmath.wordpress.com>, dikunjungi 15 Agustus 2011).
- Santayasa, I Wayan. (2007, 10 Januari). **Landasan Konseptual Media Pembelajaran**. Makalah untuk Workshop Media Pembelajaran bagi Guru-Guru SMA Negeri Banjar Angkan UNDIKSHA. Klungkung.
- Subandri. (2008). **Kajian Beban Pencemaran Merkuri (Hg) Terhadap Air Sungai Menyuke dan Gangguan Kesehatan pada Penambang Sebagai Akibat Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Kecamatan Menyuke Kabupaten Landak Kalimantan Barat**. Thesis. (online). (<http://eprints.undip.ac.id/24139/1/Subanri.pdf>, dikunjungi 20 mei 2011).
- Suriawiria, U. (1996). **Air dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat**. Bandung: Alumni.
- Suripin. (2002). **Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air**. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wahyu. (2008). **Pencemaran di Kapuas dari Hulu Hingga Hilir**. (Online) (http://www.kkp.go.id/index.php//arsip/c/5379/category_id=109, dikunjungi tanggal 20 mei 2011).
- Waluyo, Lud. 2005. **Mikrobiologi Lingkungan**. Malang: Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.

Yamasari, Yuni. (2010, 4 Agustus). **Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis ICT yang Berkualitas.** Seminar Nasional Pascasarjana X- ITS, UNESA: Surabaya.