

Vol 2 No. 1 April 2012

ISSN 2086 - 7042

JURNAL GEOGRAFI

| | | | | | |
|--------------------|--------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|
| JURNAL GEOGRAFI | Vol. 2 | No. 1 | Hlm 1 - 100 | Padang April 2012 | ISSN : 2086 - 7042 |
|--------------------|--------|-------|-------------|----------------------|-----------------------|

Diterbitkan oleh :
Jurusan Geografi
Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang

SUSUNAN REDAKSI

Pelindung

Rektor UNP

Dekan FIS UNP

Penanggung Jawab

Ketua Jurusan
Geografi FIS UNP

Pimpinan Redaksi

Yurni Suasti

Sekretaris Redaksi

Widya prarikeslan

Dewan Redaksi

Totok Gunawan (UGM)

Rahmatullah (UI)

Syafri Anwar (UNP)

Paus Iskarni (UNP)

Dedi Hermon (UNP)

Khairani (UNP)

Pelaksana Teknis/Sekretariat

Ahyuni

Rery Novio

Alamat Redaksi/Penerbit

Pusat Studi Geografi dan
Pengembangan Data Spasial
Jurusan Geografi

Fakultas Ilmu-ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Padang

Telp. (0751) 78775159

DARI REDAKSI

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa selalu membimbing dan memberikan karunia Nya kepada kita semua dalam mengembangkan pengetahuan dan ilmu yang bermanfaat. “Jurnal Geografi” edisi kedua nomor satu ini disusun untuk mengakomodir pengembangan ilmu Geografi dan media informasi ilmiah bagi akademis, guru dan peneliti.

Jurnal Geografi ini akan diterbitkan oleh Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang, dan akan terbit 2 (satu) kali dalam satu tahun. Struktur organisasi Jurnal Geografi ini terdiri dari: Pelindung, Penanggung Jawab, Pimpinan Redaksi, Sekretaris Redaksi, Dewan Redaksi dan Pelaksana teknis (seperti pada lampiran).

Terbitan kedua volume kedua nomor satu tahun 2013 ini memuat 9 (sembilan) artikel. Diharapkan pada edisi selanjutnya para penyumbang artikel akan lebih bervariasi, sehingga memberi warna dan kebermaknaan dari Jurnal Geografi.

REDAKSI

Email : jurnalgeofis@yahoo.co.id



JURNAL GEOGRAFI

DAFTAR ISI

| DAFTAR ISI | Halaman |
|--|---------|
| DARI REDAKSI | |
| ARTIKEL | |
| 1. Analisis Mortalitas Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Barat <i>Oleh : Yurni Suasti, M.Si dan Ahyuni, ST, M.Si</i> | 1 |
| 2. Analisis Perkembangan Kota Padang Menggunakan Citra Satelit <i>Oleh : Fitriana Syahar, S.Si</i> | 19 |
| 3. Evaluasi Kualitas Air Sungai DAS Batang Kuranji Kota Padang <i>Oleh : Iswand U</i> | 32 |
| 4. Komunitas Siaga Bencana Berbasis Masyarakat di Kota Padang <i>Oleh : Nofrion</i> | 48 |
| 5. Merantau <i>Oleh : Dr. Paus Iskarni, M.Pd</i> | 61 |
| 6. Kajian Geoekologi Daerah Pantai Mandeh Tarusan Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat Untuk Pengembangan Wisata Alam Pantai <i>Oleh : Sutarman Karim</i> | 74 |
| 7. Pemetaan Zonasi Bahaya dan Risiko Longoran Di Daerah Ngarai Sianok Kota Bukittinggi <i>Oleh : Triyatno</i> | 83 |
| 8. Pencemaran dan Ekosistem Laut <i>Oleh: Widya Prarikeslan, M.Si</i> | 91 |
| 9. Profil Pulau-Pulau Kecil di Kota Padang <i>Oleh : Kamila Latif</i> | 100 |

Evaluasi Kualitas Air Sungai DAS Batang Kuranji Kota Padang

Oleh : Iswand U

Abstract

High development of population is problem that faced all over the world included Indonesia. In developing country, domestic garbage thrown away into the river without a treatment. This research is aimed to evaluate the water quality in the river based on pp 82 year 2001 about standardization quality. This research determine 4 point of samples which is 2 in the end of the river and 2 others are in the middle of DAS Batang Kuranji, generally even in the end of DAS Batang Kuranji (Kecamatan Pauh) or in the middle Kecamatan Kuranji happened degradation or decrease of water quality, but still in low standardization quality except Fe or iron in all point more than excessive standardization quality even though for water in grade 2, 3, and 4.

Keywords : water quality, DAS

I. PENDAHULUAN

Masalah kependudukan merupakan masalah penting di dunia, terutama bagi negara-negara yang sedang berkembang, termasuk Indonesia. Salah satu permasalahan kependudukan itu adalah pertambahan penduduk yang pesat. Hal itu akan menimbulkan masalah dalam pemenuhan kebutuhan hidupnya, karena pertumbuhan bahan kebutuhan primer tidak seimbang dengan pertumbuhan penduduk (Sumatmadja, 1981 : 266).

Buku yang berjudul "The Limits to Growth" yang ditulis Club of Rome dalam Ediyono (2003 : 112-113) ada lima masalah pokok dunia yaitu a) pertumbuhan penduduk yang terus meningkat, b) penurunan produksi pertanian, c) terjadinya industrialisasi, d) meningkatnya pencemaran terhadap lingkungan dan alam, dan e) konsumsi sumber daya alam yang tak tergantikan semakin meningkat.

Pencemaran limbah domestik akan berdampak buruk bagi kehidupan manusia. Salah satu diantaranya dampak buruk pencemaran terhadap lingkungan yakni menurunnya keindahan lingkungan yang akan diikuti dengan adanya bau busuk. Penurunan keindahan lingkungan juga dapat berakibat gangguan kesehatan, karena badan air seperti sungai dan sumur yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga telah tercemar oleh limbah domestik (Soemarwoto, 1997:260). Selanjutnya Cunningham dkk (1999:445) menambahkan sekitar 95 % limbah cair yang dihasilkan oleh masyarakat di negara berkembang tidak mengalami perlakuan (*treatment*) terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai. Hal ini disebabkan keterbatasan keuangan, teknologi yang kurang, dan lemahnya pengawasan dan penegakan peraturan.

Menurut Asdak (2002:12) bahwa aktifitas perubahan lanskap

pada bagian hulu tidak hanya berdampak terhadap daerah kegiatan berlangsung, namun akan berdampak terhadap daerah bagian tengah dan hilir. Hal ini juga termasuk pencemaran pada bagian hulu dan tengah juga berakibat terhadap muara sungai, sehingga karena besarnya keterkaitan antara hulu dengan hilir dari suatu DAS maka setiap kegiatan menyangkut sungai perlu adanya perencanaan terpadu hulu dengan hilir.

Di Kota Padang terdapat beberapa sungai besar antara lain Sungai Batang Arau, Batang Kandis, Batang Kuranji dan Batang Air dingin. Sungai memiliki peranan penting bagi kehidupan masyarakat Kota Padang untuk sumber air minum dan irigasi pertanian, namun disisi lain masyarakat Kota Padang memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan limbah domestik.

Air merupakan kebutuhan pokok bagi setiap makhluk hidup, pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, dan peningkatan penambangan sirtukil membuat berkurangnya kualitas air sungai. Batang Kuranji secara administratif melalui empat wilayah, antara lain Kecamatan Pauh, Kuranji dan Nanggalo serta Padang Utara. Pada wilayah tersebut terjadi peningkatan jumlah penduduk, industri dan penambangan sirtukil. Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu adanya evaluasi kualitas air sungai DAS Batang Kuranji terutama bagian hulu dan tengah.

II. KAJIAN PUSTAKA

1. Kualitas Air Sungai

Air di alam sangat jarang ditemukan dalam keadaan murni, sekalipun air hujan yang awalnya murni, telah mengalami reaksi dengan gas-gas di udara dalam perjalanannya ke bumi, selanjutnya terkontaminasi selama dalam perjalanan di atas permukaan bumi dan di dalam tanah. Kualitas air menyatakan tingkat kesesuaian air terhadap penggunaan tertentu dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, mulai dari untuk memenuhi kebutuhan langsung yaitu air minum, MCK, air irigasi, peternakan, perikanan, rekreasi dan transportasi (Suripin, 2001).

Menurut peruntukannya Riyadi (1984:158) kualitas air permukaan dan air tanah dapat dikelompokkan menjadi empat golongan, yakni :

Golongan A/ *water requiring no treatment*, merupakan air yang berasal dari air tanah yang bebas dari kemungkinan kontaminasi. Air dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa diolah terlebih dahulu, namun diharuskan untuk dimasak terlebih dahulu.

Golongan B/*water requiring simple chlorination or its aequivalent*, merupakan air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.

Golongan C/ *water requiring complete, rapid sand filtration treatment or its aequivalent*, merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.

Golongan D/ *water requiring auxiliary treatment in addition to complete filtration and postchloriation*, merupakan air

digunakan untuk pertanian, dan dapat digunakan untuk usaha perkotaan, industry, dan listrik tenaga air.

Selanjutnya Hammer dan Mac Kichan (1981) dalam Asdak (2002 : 518) mengemukakan bahwa pemanfaatan

air permukaan untuk berbagai kegiatan menurut standar kualitas air dengan menggunakan parameter fisika, kimia, dan biologi dapat dikelompokkan atas beberapa bagian antara lain :

Tabel 1.
Pemanfaatan Air Permukaan Menurut Standar Kualitas Air

| Pemanfaatan Air | O ₂ Terlarut Minimu yang Dibolehkan | | Besarnya Partikel Yang Dibolehkan | Coliform Maks Yang Dibolehkan (per 100 ml) |
|--------------------|--|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| | Terlarut (mg/l) | Lainnya (mg/l) | | |
| Konsumsi manusia | 4 | 500-750 | Tidak ada partikel melayang | 2000 fecal * |
| Rekreasi air | 4-5 | Tidak ada | Sda | 200 fecal dengan jumlah sampel < 10 tidak melebihi 400 fecal |
| Budidaya perikanan | 4-6 | Tidak ada | Sda | Rata –rata 1000 fecal |
| Industri | 3-5 | 750-1500 | Sda | Umumnya tidak dirinci |
| Pertanian | 3-5 | 750-1500 tergantung pada iklim | Sda | Umumnya tidak dirinci |

Sumber : Hammer dan Mac Kichan, 1981

*Besarnya jumlah bakteri fecal per sampel air (100 ml)

1. Pencemaran Air

Menurut Undang-Undang No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lainnya kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitas turun sampai ketinggian tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Selanjutnya menurut Kristanto (2002:72) menyatakan bahwa pencemaran air merupakan

penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal bukan dari kemurniannya. Air yang terdapat di alam semesta tidak pernah dalam bentuk murni, namun bukan berarti semua air tersebut tercemar. Sebagai contoh air yang berada dipegunungan dan daerah terpencil dengan udara yang bersih dan bebas pencemaran masih mengandung bahan terlarut seperti oksigen, nitrogen dan bahan organik yang tersuspensi dan terlarut.

1.1. Karakteristik dan Sumber Pencemaran Air

a. Karakteristik Fisika

Menurut Kristanto (2002:77-82) mengemukakan bahwa pencemaran air yang ditimbulkan dari perubahan parameter fisika yaitu temperatur, padatan, kekeruhan, dan warna. Keempat parameter tersebut mempengaruhi kualitas air.

a) Temperatur (suhu)

Temperatur air limbah yang dihasilkan dalam suatu kegiatan akan mempengaruhi badan penerima bila terdapat perbedaan suhu yang cukup besar. Sehingga akan mempengaruhi kecepatan reaksi kimia serta tata kehidupan dalam air, dan dapat menurunkan jumlah oksigen yang terlarut dalam air.

b) Padatan

Padatan yang menjadi bahan pencemaran dalam air terdiri dari bahan organik dan anorganik terlarut, tersuspensi, dan mengendap. Padatan yang terlarut merupakan padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi yang larut dalam air, mineral dan garam-garam. Padatan tersuspensi merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap karena memiliki ukuran partikel lebih kecil dari sedimen, seperti tanah liat, sel-sel mikroorganisme dan lainnya. Padatan terendap merupakan bahan padatan yang mengendap di dasar air dan lama kelamaan menyebabkan pendangkalan.

c) Kekeruhan

Kekeruhan menunjukkan sifat optis yang menyebabkan pembiasan cahaya ke dalam air sehingga membatasi pencahayaan ke dalam air. Kekeruhan terjadi karena adanya bahan yang terapung, dan terurainya zat tertentu seperti bahan organik,

jasat renik, lumpur tanah liat, dan benda lainnya yang melayang ataupun terapung dan sangat halus sekali.

b. Karakteristik Kimia

Bahan kimia yang terdapat dalam air menentukan sifat air dalam tingkat keracunan maupun bahaya yang ditimbulkannya. Semakin banyak bahan pencemaran dalam air, maka penggunaan air akan terbatas. Karakteristik bahan kimia terdiri dari bahan organik dan anorganik yang secara umum sifat air dipengaruhi oleh kedua zat tersebut.

a) Nilai pH

Menurut Sastrawijaya (1991:88) menyatakan bahwa nilai pH norma yaitu antara 6 – 8, sedangkan pH air yang tercemar tergantung pada jenis limbah yang dihasilkan dari suatu kegiatan. Air limbah industri misalnya, bahan anorganiknya kebanyakan mengandung bahan asam mineral dalam jumlah yang tinggi sehingga keasamannya tinggi atau pH rendah. Perubahan keasaman pada air baik alkali (pH naik) maupun kearah asam (pH turun) akan mengganggu kehidupan ikan dan organisme air.

b) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Menurut JICA (2006) mengemukakan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasikan atau menguraikan bahan organik oleh mikroorganisme air aerobik sehingga menjadi bentuk anorganik stabil. Air dengan nilai BOD tinggi menunjukkan jumlah pencemaran yang tinggi terutama pencemaran

yang disebabkan oleh bahan organik. Sehingga nilai BOD berbanding lurus dengan dengan bahan organik diperairan. Semakin tinggi bahan organik diperairan maka nilai BOD juga semakin tinggi, sebab kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan organik tersebut semakin tinggi. Keberadaan BOD

dalam lingkungan sangat ditentukan oleh limbah organik baik yang berasal dari limbah rumah tangga (*domestic waste*) ataupun yang berasal dari limbah industri (*industrial waste*).

Nilai BOD untuk berbagai jenis kegiatan dapat dibedakan seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Nilai BOD untuk Berbagai Macam Sumber Pencemaran

| No | Sumber Pencemaran | BOD ₅ pada T20 ⁰ C |
|----|--|--|
| 1 | Pabrik kertas | 200-20.000 |
| 2 | Industri pengalengan | 400-4.000 |
| 3 | Peternakan Sapi | 200-4.000 |
| 4 | Pabrik kemasan daging | 600-2.000 |
| 5 | Pabrik gula | 400-2.000 |
| 6 | Pabrik pengolahan susu | 200-2.000 |
| 7 | Pabrik pengolahan kapas | 50-1.750 |
| 8 | Pabrik pengolahan minuman | 500-1.250 |
| 9 | Limbah domestik tanpa treatment | 100-400 |
| 10 | Air larian yang berasal dari perkotaan | >10 |
| 11 | Air larian alamiah | <4 |

Sumber : Dunne dan Leopold (1978) dalam Asdak (2002:509)

c) COD(*Chemical Oxygen Demand*)

COD(*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasikan atau menguraikan zat organik dan anorganik dengan menggunakan bahan oksidan, misalnya kalium dikromat (Sastrawijaya,1991 : 103). Selanjutnya menurut Krintanto (2002 :88) nilai COD memberikan informasi tentang jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik menjadi karbondiosida dan air (CO₂ dan H₂O) melalui bantuan osidator sehingga menghasilkan nilai COD yang lebih tinggi dari BOD pada air yang sama. Maka 96 % hasil uji COD yang

dilakukan 10 menit , setara dengan hasil uji BOD selama 5 hari.

d) Logam Berat

Menurut Kristanto (2002: 77) mengemukakan bahwa terdapat beberapa bahan pencemaran alain yang berpengaruh dan menurunkan kualitas air. Bahan tersebut yaitu logam berat berbahaya yang beberapa diantaranya banyak digunakan untuk berbagai keperluan, sehingga diproduksi secara terus menerus dalam skala industri. Logam berat berbahaya yang sering mencemari lingkungan yaitu merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni). Logam tersebut dapat tetap tinggal dalam tubuh dalam

jangka waktu yang lama sebagai racun dan terakumulasi.

e) DO (*Disolved Oksigen*)

DO (*Disolved Oksigen*) atau oksigen terlarut pada dasarnya oksigen berasal dari udara yang melarut kedalam air. Selain itu keberadaan oksigen dalam air juga berasal dari reaksi kimia atau biologis (fotosintesis) yang membebaskan oksigen. Makhluk hidup yang tinggal di dalam air bergantung pada oksigen yang terlarut dalam air. Sehingga oksigen yang terlarut dalam air dapat dijadikan sebagai tolak ukur atau ukuran untuk menentukan kualitas air. Keberadaan oksigen dalam air sangat berkaitan dengan bahan organik dan anorganik sebagai pencemar, artinya bahan tersebut dapat mengurangi kandungan oksigen karena adanya kebutuhan oksigen untuk menguraikan atau mengoksidasikan bahan pencemar (Kristanto, 2002:77).

1.2. Dampak Pencemaran Air Terhadap Lingkungan

Dampak pencemaran terhadap lingkungan perairan yang ditimbulkan dari berbagai kegiatan harus dilihat dari jenis parameter pencemaran dan konsentrasinya dalam air. Parameter tersebut dapat berupa fisika, kimia maupun biologis. Pencemaran air tidak saja merugikan manusia karena dapat mengganggu kesehatan, air, tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya, dan mengganggu kehidupan biota air yang akhirnya berakibat pada manusia.

Menurut Fardiaz (1992:37) terdapat beberapa dampak pencemaran air untuk parameter

fisika terhadap lingkungan antara lain:

- a) Kekeruhan menyebabkan terbatasnya cahaya matahari masuk ke dalam air sehingga mengganggu reaksi fotosintesa tanaman air.
- b) Naiknya temperatur mengakibatkan turunnya jumlah oksigen yang terlarut dalam air.
- c) Naiknya temperatur air akan mengganggu kehidupan ikan dan organisme lain di dalam air dan bila melebihi ambang batas organisme tersebut akan mati.
- d) Padatan yang terendap di dalam sungai akan mengurangi populasi ikan dan organisme lain karena telur dan sumber makanan akan terendap dalam sedimen.

Selain parameter fisika, terdapat juga banyak dampak dari parameter kimia air yang dapat menyebabkan berkurangnya kualitas air dan berdampak terhadap lingkungan. Menurut JICA (2006) terdapat beberapa dampak pencemaran air yang disebabkan oleh parameter kimia antara lain:

- a) Kekurangan oksigen mengakibatkan bahan organik tidak dapat terdekomposisi atau terurai dengan sempurna sehingga membentuk senyawa metana dan hydrogen sulfide yang menyebabkan bau busuk.
- b) Konsentrasi BOD yang tinggi menyebabkan kandungan oksigen dalam air menjadi rendah, akibatnya oksigen tidak dapat terpenuhi yang menyebabkan makhluk hidup menjadi mati.
- c) Logam berat pada air menyebabkan keracunan, penyebab kanker, kelainan syaraf, kerusakan ginjal, dan

hati manusia dan organisme lainnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan bersifat deskriptif kuantitatif. Menurut Lufri (2007: 56) penelitian deskriptif kuantitatif merupakan penelitian yang menceritakan dan mengambarkan suatu gejala, fakta, peristiwa, dan kejadian yang sedang terjadi atau sudah terjadi dalam bentuk angka. Dalam penelitian ini penulis ingin menceritakan dan mengambarkan bagaimana kualitas air sungai di Muara Batang Arau Kecamatan Padang Selatan, sehingga dari penelitian ini kita dapat mengetahui DO, BOD, COD, TSS, pH, suhu, dan kandungan logam berat.

B. Lokasi Pengambilan Sampel

Penelitian mengenai pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menurut PP no.82 tahun 2001 dilakukan pada Kecamatan Kecamatan Kuranji dan Kecamatan Pauh. Pengambilan sampel air dilakukan pada kedua sungai yang melalui ketiga kecamatan yang diperkirakan telah mengalami kerusakan akibat kegiatan manusia. Ada pun lokasi pengambilan sampel air dilakukan ditetapkan dua (2) titik per kecamatan. Penentuan titik sampel ditetapkan 2 di bagian hulu dan 2 titik sampel di hilir masing-masing kecamatan. Semuanya ini dilakukan agar kualitas air yang diteliti agar mewakili masing-masing kecamatan, seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3.
Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Sungai

| No | Kecamatan | Desa | Posis Geografi | |
|----|-----------|---------------|-----------------|--------------|
| | | | Lintang Selatan | Bujur Timur |
| 1 | Pauh | Koto Buruak | 00° 54' 80" | 100° 27' 15" |
| | | Lambung Bukit | 00° 55' 42" | 100° 26' 13" |
| 2 | Kuranji | Kuranji | 00° 55' 62" | 100° 25' 06" |
| | | Kalumbuk | 00° 55' 38" | 100° 22' 71" |

C. Teknik Pengambilan Sampel

Sampel diambil dengan menggunakan botol sampel yang berukuran 1 liter, botol tersebut harus bersih serta telah dibilas dengan aquades. Hal ini dilakukan untuk menjaga sampel dalam kondisi baik. Selain kebersihan botol yang diperhatikan, cara pengambilan juga

penting. Saat pengambilan botol harus dalam keadaan tertutup agar terhindar kontak dengan udara, pengambilan sampel botol harus penuh dan kemudian ditetaskan dengan zat pengawet (touluen) sebanyak 3 tetes. Kemudian ditutup rapat, tujuannya agar sampel tahan dari pengaruh udara luar.

Sampel penelitian ini akan diuji dengan menggunakan alat, metode dan satuan yang telah ditetapkan

dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82 Tahun 2001 disajikan dalam table berikut ini :

Tabel 4
Parameter Kualitas Air Berdasarkan PP No 82/2001

| No | Paramete | Satuan | Alat | Metode |
|----|-----------------|----------------|--------------------|-------------------|
| 1 | Temperatur/suhu | ⁰ C | Thermometer | - |
| 2 | TSS | mg/l | Analytical Balance | Gravimetric |
| 3 | pH | | pH meter | Potensiometri |
| 4 | BOD | mg/l | Buret | Titrimetri |
| 5 | COD | mg/l | Spectrophometer | Spectrophotometri |
| 6 | DO | mg/l | Buret | Titrimetri |
| 7 | Logam berat | mg/l | Spectrophotometer | Spectrophotometri |

D. Teknik Analisis Data

Analisis data kualitas air sungai di Batang Arau mengacu pada Peraturan Pemerintah/PP Nomor 82 Tahun 2001. Peraturan ini digunakan sebagai pembandingan kualitas air sungai di Batang Arau berdasarkan

uji laboratorium. Hasil uji laboratorium akan menentukan kualitas air sungai di Batang Arau berdasarkan baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001 ditetapkan atas empat kelas seperti yang terdapat pada Tabel 5.

Tabel. 5
Standar Baku Mutu PP Nomor 82 Tahun 2001

| Parameter | Satuan | Kelas | | | | Keterangan |
|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | | I | II | III | IV | |
| Temperatur | ⁰ C | deviasi 3 | deviasi 3 | deviasi 3 | deviasi 5 | Deviasi temperature dari keadaan alamiah |
| TSS | mg/L | 50 | 50 | 400 | 400 | Bagi pengelolaan air minum secara konvensional TTS ≤ 5000 mg/L |
| Ph | - | 6-9 | 6-9 | 6-9 | 5-9 | |
| BOD | mg/L | 2 | 3 | 6 | 12 | - |
| COD | mg/L | 10 | 25 | 50 | 100 | - |
| DO | mg/L | 6 | 4 | 3 | 0 | Angka batas minimum |
| Logam Berat | mg/L | | | | | |

Sumber : PP Nomor 82 Tahun 2001

Berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001 pasal 8 ditetapkan kualitas air atas empat kelas dan peruntukannya.

Berikut dapat dijelaskan kelas mutu air dan peruntukannya.

Tabel 6
Klasifikasi Mutu Air dan Peruntukannya.

| No | Kelas Mutu Air | Peruntukannya |
|----|----------------|---|
| 1 | Kelas I | Air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air |
| 2 | Kelas II | Prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air. |
| 3 | Kelas III | Pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu ai |
| 4 | Kelas IV | Mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air |

Sumber : PP Nomor 82 Tahun 2001

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Analisis Kualitas Air Sungai

Masalah air sudah berkembang dan sudah perlu menjadi prioritas dalam rencana pembangunan. Banyak hal yang harus segera dilakukan dalam waktu singkat, karena kesehatan umum dan peningkatan lingkungan hidup yang sehat sangat dipengaruhi oleh kualitas air, dan masih banyak masyarakat Indonesia yang sehari-harinya sangat

tergantung pada air alam atau air permukaan. Untuk itu diperlukanlah penelitian air yang jumlahnya tidak sedikit dan rumit, seperti yang dialami dalam lingkungan kehidupan di Indonesia secara umum dan di Kota Padang secara khusus.

Penelitian tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menurut PP No 82 Tahun 2001 dilakukan pada dilakukan pada empat titik disepanjang DAS Sungai Batang Kuranji. Berdasarkan hasil uji labor atas empat titik sampel pada wilayah kajian studi, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 7.

Tabel. 7
Hasil Sampel Air Sungai (air tanah dangkal)

| No | Titik Sampel | Suhu (C) | pH | Ammoniak | DO | Klorida | Sulfida | TSS | TDS | Besi | Nitrat | Flor |
|----|--------------|----------|-----|----------|------|---------|---------|------|-----|------|--------|------|
| 1 | Titik 1 | 25 | 6.7 | 0.44 | 5.75 | ttd | Ttd | 37 | 21 | 8.6 | 3.8 | ttd |
| 2 | Titik 2 | 25 | 6.7 | 0.41 | 5.4 | ttd | Ttd | 29 | 31 | 2.7 | 3.1 | ttd |
| 3 | Titik 3 | 25 | 6.8 | 0.48 | 2.25 | ttd | Ttd | 34.3 | 20 | 12.6 | 3.8 | ttd |
| 4 | Titik 4 | 25 | 6.7 | 0.8 | 2 | ttd | Ttd | 32.2 | 18 | 6.5 | 3.2 | ttd |

Sumber : Analisis Laboratorium Kimia FMIPA UNP tahun 2009

B. Pembahasan

Penilaian kualitas air dilakukan menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Degradasi/kerusakan kualitas air adalah suatu proses kemunduran atau kerusakan kualitas yang disebabkan oleh kegiatan manusia atau penyebab lain yang mengakibatkan penurunan daya dukung kehidupan makhluk hidup. Salah satu contoh yang sederhana degradasi kualitas air adalah meningkatnya kekeruhan badan air, sehingga cahaya matahari terhalang masuk ke dalam badan air. Hal ini akan mengganggu proses fotosintesis dan berikutnya akan berlanjut gangguannya pada proses rantai makanan, dan pada akhirnya bermuara pada terganggunya kebutuhan manusia.

1. Kualitas Air Bagian Hulu DAS Sungai Batang Kuranji

Pada sungai tersebut diambil dua titik sebagai sampel, titik sampel 1 di Koto Buruk dan titik sampel 2 di Lambung Bukit.

a. **Derajat keasaman (pH)** pada sampel air sungai yang diambil pada kedua titik ini adalah sama yaitu 6,7 sedangkan baku mutunya antara 6 dengan 9 sehingga masih dibawah baku mutu yang dipersyaratkan menurut PP no. 82 tahun 2001. Dengan perkataan lain nilai pH hasil pengukuran di hulu DAS Sungai Batang Kuranji ini tidak terjadi degradasi/kerusakan kualitas yang akan membahayakan bagi kehidupan biota air, maupun keperluan manusia. Begitu juga dengan

nilai pH yang sama ini menandakan tidak ada kegiatan antara kedua titik sampel ini yang mempengaruhi pH. Tetapi bila dibandingkan dengan hasil penelitian BAPEDALDA 2004, malah lebih baik yaitu 7,33 di titik 1 dan 7,25 di titik 2.

b. **Kadar amoniak** hasil pengukuran pada kedua titik sampel sungai ini adalah 0,44 pada titik 1 dan 0,41 pada titik 2 nilai ini ternyata masih dibawah baku mutu. Tetapi bila dibandingkan dengan hasil penelitian BAPEDALDA tahun 2004 ternyata sudah terjadi peningkatannya yaitu 0,013 mg/l pada titik 1 dan 0,237 mg/l pada titik 2. Kenyataan ini menunjukkan memang terjadi penurunan/degradasi kualitas air pada hulu DAS Sungai Batang Kuranji. Peningkatan ini tentu berhubungan dengan semakin tingginya kepadatan hunian atau kegiatan yang menyebabkan tingginya tingkat pembuangan limbah organik dari pemukiman. Limbah organik bila masuk ke perairan dapat bertindak sebagai media pertumbuhan dan perkembangan bakteri sehingga terjadi pemanfaatan oksigen terlarut di dalam air. Aktivitas bakteri dalam proses pembusukan limbah organik di dalam air akan menaikkan kadar amonia (NH_3).

c. **Hasil pengukuran TDS** pada kedua titik sampel di hulu dan di hilir batang Kuranji yang melewati Kec. Pauh masing-masingnya adalah 21 mg/l dan 31

mg/l. Hasil ini menunjukkan masih jauh dibawah nilai baku mutu yaitu 1000mg/l untuk air kelas I,II,III dan 2000 mg/l untuk kelas IV. Secara kasat mata badan air ini memang masih kelihatan bersih dan jernih. Tetapi bila dibandingkan dengan hasil penelitian BAPEDALDA tahun 2004 yaitu 159 mg/l di titik 1 dan 157mg/l pada titik 2, hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi kerusakan atau degradasi, malah ini merupakan suatu indikator sudah terjadi perbaikan pengguna lahan dari yang sebelumnya. Menurut Sutrisno (191) dan Effendi (2003), TDS ini terdiri dari senyawa-senyawa organik seperti vitamin, protein, pigmen tumbuhan dan senyawa anorganik seperti nitrat, mineral maupun garam-garam terlarut.

- d. **TSS hasil pengukuran** pada kedua titik sampel adalah 37 mg/l di titik 1 dan 29 mg/l di titik 2 dan menunjukkan masih jauh dibawah baku mutu menurut PP no 82 tahun 2001 (50 mg/l untuk air kelas I, Kelas II, dan 400mg/l untuk kelas III, kelas IV). Kemudian bila dibandingkan dengan penelitian BAPEDALDA tahun 2004 yaitu 12 mg/l di titik 1 dan 49 mg/l di titik 2. Ternyata hasil dari kedua penelitian ini menunjukkan bahwa TSS badan air untuk Kec. Pauh ini masih dibawah ambang batas sebagai air kelas I dan II apalagi bila untuk air kelas III dan IV. Menurut Effendi (2003), TSS sangat dipengaruhi oleh bahan anorganik berupa lumpur, partikel tanah; dan bahan organik

berupa sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang telah mati,fitoplankton,zooplankton, jamur/fungi, bakteri.

- e. **Kadar Fe**, Logam berat dalam jumlah kecil sangat dibutuhkan bagi kehidupan jasad-jasad akuatik,tetapi dalam jumlah yang melebihi keperluan untuk kehidupan normal jasad-jasad perairan, logam berat dapat merupakan racun yang sangat berbahaya bagi organisme akuatik . Hasil pengukuran, pada titik 1 (hulu) 8,6 mg/l dan 2,7 mg/l di titik 2 (hilir) menunjukkan konsentrasinya jauh melebihi mutu untuk kelas I, yaitu 0,3 mg/l . Sedangkan untuk kelas II, III dan IV unsur Fe tidak dipersyarat menurut PP no.82 tahun 2001. Bila dirujuk kepada penelitian BAPEDALDA tahun 2004, di hulu atau titik 1 adalah 0,011mg/l dan di titik 2 tidak terdeteksi. Dari kedua hasil penelitian ini ternyata terjadi penurunan/degradasi kualitas air pada bahagian hulu DAS Sungai Batang Kuranji. Peningkatan kadar besi di perairan besar kemungkinan memang alamnya yang mengandung Fe, karena Fe ini adalah salah satu elemen kimia yang dapat ditemui hampir disetiap tempat di bumi ini. Menurut Manik (2003), pencemaran logam berat akan mengganggu kehidupan akuatik, karena mengakibatkan keracunan. Logam berat yang terakumulasi pada jaringan biota perairan yang pada akhirnya akan

meracuni kehidupan yang mengkonsumsinya.

f. **Kadar $\text{NO}_3\text{-N}$** hasil pengukuran pada dua titik sampel air adalah 3,8 mg/l di titik 1 dan 3,1 mg/l di titik 2. Nilai ini menunjukkan konsentrasi nitrat yang umumnya masih dibawah nilai baku mutu yaitu 10 mg/l untuk air kelas I dan II serta 20 mg/l untuk air kelas III dan IV menurut Ppno 82 tahun 2001,. Peningkatan kadar nitrat ini umumnya sejalan dengan peningkatan kadar amonia pada badan air tersebut. Menurut Alaerts dan Santika (1984), terjadinya $\text{NO}_3\text{-N}$ akibat proses nitrifikasi dari amonia. Air yang mengandung nitrat tinggi, bila disalurkan ke suatu perairan akan dapat membahayakan kehidupan akuatik. Akan tetapi konsentrasi Nitrat yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tak terbatas, sehingga badan air akan kekurangan oksigen terlarut dan akan berdampak pada kehidupan air. Kembali bila dibandingkan dengan nilai Nitrat hasil penelitian BAPEDALDA tahun 2004 adalah 0,2117 mg/l untuk titik 1 dan 0,3429 mg/l di titik 2 , ternyata telah terjadi penurunan/degradasi kualitas badan air di Kecamatan Pauh.

g. **Berdasarkan hasil pengukuran DO** diketahui bahwa dari dua titik sampel air yang diteliti menunjukkan nilai DO yaitu 5,75 mg/l di titik 1 dan 5,4 mg/l di titik 2 kedua titik sampel ini menunjukkan DO rendah bila diperuntukkan sebagai air kelas I tetapi masih baik untuk air 3 kelas yang lainnya. Nilai

oksigen terlarut (DO) bila kecil dari 3 mg/l kurang mendukung untuk kehidupan ikan maupun biota air lainnya. Demikian juga merupakan nilai tersebut merupakan suatu indikator bahwa nilai COD dan BOD akan tinggi. Selain karena limbah domestik, nilai COD dan BOD yang tinggi juga disebabkan oleh adanya limbah industri yang dibuang ke sungai.

h. **Klorida, Sulfida dan Flor** Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdeteksi adanya ketiga unsur tersebut dalam semua titik penelitian ini. Tidak terdeteksinya sulfida menunjukkan bahwa aktivitas bakteri anaerob diperairan belum terjadi pembusukkan secara signifikan.

2. Kualitas Air Sungai Bagian Tengah DAS Sungai Batang Kuranji

Pada bahagian tengah DAS Sungai Batang Kuranji diambil dua titik sampel. Titik sampel 3 di Kuranji dan titik sampel 4 di Kalumbuk . Hasil dapat dilihat pada **tabel 7**.

a. **Derajat keasaman (pH)** pada sampel air sungai yang diambil pada kedua titik pada Kec. Kuranji adalah 6,8 di titik sampel 3 (Kuranji) dan 6,7 di titik sampel 4 (Kalumbuk), sedangkan baku mutunya antara 6 dengan 9 sehingga nilai yang ada masih dibawah baku mutu yang dipersyaratkan menurut PP no. 82 tahun 2001. Dengan perkataan lain nilai pH hasil pengukuran di kecamatan ini tidak membahayakan bagi kehidupan biota air, maupun

- keperluan manusia Tetapi bila dibandingkan dengan hasil penelitian BAPEDALDA 2004, di titik 4 (Kalumbuk) 7,19 sehingga dapat dikatakan tidak terjadi penurunan/degradasi pH pada kualitas air batang kuranji di Kec Kuranji.
- b. Kadar amoniak** hasil pengukuran pada kedua titik sampel sungai ini adalah 0,48 mg/l pada titik 3 (Kuranji) dan 0,8 mg/l pada titik 4 (Kalumbuk), ternyata Ammoniak di titik sample 4 (Kalumbuk) sudah jauh melebihi nilai Baku Mutu yaitu 0,5 mg/l sebagai air kelas I, walaupun tidak disyaratkan untuk air kelas II,III dan IV. Sedangkan bila dibandingkan dengan hasil penelitian BAPEDALDA tahun 2004 yaitu 0,302 mg/l, Dengan perkataan lain titik sample 4 (Kuranji) disamping sudah diatas nilai baku mutu untuk air kelas I,juga sudah terjadi penurunan/degradasi kualitasnya secara drastis . Kenyataan ini menunjukkan terjadi peningkatan hunian atau kegiatan yang menyebabkan tingginya tingkat pembuangan limbah organik dari pemukiman.
- c. Hasil pengukuran TDS** pada kedua titik sampel di hulu dan di hilir batang Kuranji yang melewati Kec. Kuranji masing-masingnya adalah 20 mg/l di titik sampel 3 dan 18 mg/l di titik sampel 4. Hasil ini menunjukkan masih jauh dibawah nilai baku mutu yaitu 1000mg/l untuk air kelas I,II,III dan 2000 mg/l untuk kelas IV.
- Tetapi bila dibandingkan dengan hasil penelitian BAPEDALDA tahun 2004 yaitu 153 mg/l di titik 4 (Kalumbuk),.Jadi badan air batang kuranji yang melewati Kec. Kuranji tidak terjadi penurunan/degradasi unsur TDS nya.
- d. TSS hasil pengukuran** pada titik sampel 3 (Kuranji) yaitu 34,3 mg/l sebagai hulu dan 32,2 mg/l di titik 4 (Kalumbuk) sebagai hilirnya. Ternyata dari kedua titik sampel ini TSS nya masih dibawah baku mutu menurut PP no 82 tahun 2001 (50 mg/l untuk air kelas I, Kelas II, dan 400mg/l untuk kelas III, kelas IVI). Sama halnya dengan TDS, bahwa badan air batang kuranji yang melewati Kec. Kuranji tidak terjadi penurunan/degradasi TSS nya.
- e. Kadar Fe** hasil pengukuran, pada titik 3 yakni 12,6 mg/l dan 6,5 mg/l di titik 4 angka ini menunjukkan konsentrasinya jauh melebihi mutu untuk kelas I, yaitu 0,3 mg/l .Walaupun untuk kelas II, III dan IV unsur Fe tidak mempersyarat menurut PP no.82 tahun 2001. Bila dirujuk kepada hasil penelitian BAPEDALDA tahun 2004, di titik 4 (Kalumbuk) malah tidak terdeteksi. Berarti bila dibandingkan dengan hasil penelitian BAPEDALDA tahun 2004 telah terjadi penurunan/degradasi unsur Fe pada kualitas badan air di Kec. Kuranji yang sangat drastis. Bila dibandingkan dengan kecamatan Pauh , maka Kec. Kuranji ini

merupakan Kec. yang paling tinggi peningkatan Fe nya, khusus di daerah Kuranji atau titik sample 4. Logam berat dalam jumlah kecil sangat dibutuhkan bagi kehidupan jasad-jasad akuatik, tetapi dalam jumlah yang melebihi keperluan untuk kehidupan normal jasad-jasad perairan, logam berat dapat merupakan racun yang sangat berbahaya bagi organisme akuatik. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari suatu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan di dalam sebuah Ekosistem tersebut. Sehingga dengan demikian diperlukan pengamatan yang lebih intensif untuk menetapkan faktor-faktor penyebab peningkatan tersebut. Walaupun Fe tidak tergolong logam berbahaya beracun dan bukan merupakan logam yang menjadi parameter penting dalam baku mutu air menurut PP no.82 tahun 2001, tetapi kenaikan seperti ini perlu mendapatkan perhatian yang lebih spesifik. Menurut Manik (2003), pencemaran logam berat akan mengganggu kehidupan akuatik, karena mengakibatkan keracunan. Logam berat yang terakumulasi pada jaringan biota perairan yang pada akhirnya akan meracuni hewan dan manusia yang mengkonsumsinya.

- f. **Kadar $\text{NO}_3\text{-N}$** hasil pengukuran pada dua titik sampel air adalah 3,8 mg/l di titik 3 (Kuranji) dan 3,2 mg/l di titik 4 (Kalumbuk).

Nilai ini menunjukkan konsentrasi nitrat yang umumnya masih dibawah nilai baku mutu yaitu 10 mg/l untuk air kelas I dan II serta 20 mg/l untuk air kelas III dan IV menurut Ppno 82 tahun 2001,. Peningkatan kadar nitrat ini umumnya sejalan dengan peningkatan kadar amonia pada badan air tersebut. Peningkatan kadar nitrat ini umumnya sejalan dengan peningkatan kadar ammoniak pada badan air tersebut. Menurut Alaerts dan Santika (1984), terjadinya $\text{NO}_3\text{-N}$ akibat proses nitrifikasi dari ammoniak. Air yang mengandung nitrat tinggi, bila disalurkan ke suatu perairan akan dapat membahayakan kehidupan akuatik. Akan tetapi konsentrasi Nitrat yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tak terbatas, sehingga badan air akan kekurangan oksigen terlarut dan akan berdampak pada kehidupan air. Kembali bila dibandingkan dengan nilai Nitrat hasil penelitian BAPEDALDA tahun 2004 adalah 0,8955 mg/l untuk titik 4 (Kalumbuk), dengan perkataan lain tidak terjadi penurunan/degradasi unsur Nitrat di Batang Kuranji yang melewati Kec. Kuranji.

- g. **Berdasarkan hasil pengukuran DO** diketahui bahwa dari dua titik sampel air yang diteliti menunjukkan nilai DO yaitu 2,25 mg/l di titik 3(Kuranji) dan 2,0 mg/l di titik 4 (Kalumbuk). Pada kedua titik-titik sampel ini menunjukkan DO yang rendah bila ditetapkan sebagai kualitas

I,II dan III. Dari sisi lain ini juga menunjukkan sudah tidak baik untuk kehidupan atau biota air.

- h. Klorida, Sulfida dan Fluor**
Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdeteksi adanya Klorida, Sulfida dan Fluor pada titik 3 (Kuranji) dan titik 4 (Kalumbuk) dalam penelitian ini.

2) TDS dan TSS pada umumnya masih dibawah baku mutu.

3) Secara umum pada DAS Batang Kuranji baik bagian hulu (Kec. Pauh) maupun tengah (Kec Kuranji) ada terjadi degradasi / penurunan kualitas air, tapi masih dibawah baku mutu. Kecuali Fe atau besi disemua titik sampel melebihi nilai baku mutu, walaupun untuk air kelas II, III, dan IV tidak dipersyaratkan.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Kandungan amoniak pada DAS Batang Kuranji yang diteliti pada umumnya masih dibawah baku mutu menurut PP 82 Tahun 2001, kecuali di titik sampel 4 (Daerah Kalumbuk) Kecamatan Kuranji. Hal ini menunjukkan banyaknya bahan-bahan organik yang masuk ke badan perairan. Temuan ini diperkuat lagi dengan meningkatnya nitrat sebagai hasil dari nitrifikasi. Begitu pula untuk Kec. Pauh, dan Kec.Kuranji terjadi pada DO yang mana semakin ke muara sungai, pada umumnya tingkat DO nya semakin rendah, secara sederhana bisa diartikan pencemaran semakin tinggi.

B. Saran

Kepada pihak yang terkait maka perlu disarankan antara lain :

- 1) Perlu penelitian lebih lanjut dengan tingginya unsur Fe (besi) dari sungai yang diteliti. Karena logam seperti Fe berbahaya terhadap bagi organisme akuatik. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam terhadap semua biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari suatu komunitas makhluk hidup dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan di dalam sebuah ekosistem tersebut.
- 2) Pemberian pupuk bagi petani diharapkan jangan pada musim penghujan, karena senyawa NH_3 yang terdapat didalam pupuk akan terlarut oleh air hujan, kemudian meresap kedalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Chay, Asdak., 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Cunningham, dan Saigo., ----- . *Environmental Science, a Global Concern (4 th Ed)*. United States of America: The Mc Graw Hill.
- Ediyono, Setijati H, dkk., 2003. *Prinsip-prinsip Lingkungan dalam Pembangunan Berkelanjutan*. Jakarta.

- JICA, dan Pusarpedal., 2006. *Pedoman Pemantauan Kualitas Air*. Jakarta
- Kristanto, Philip, 2002. *Ekologi Industri* Yogyakarta: LPPm Universitas Kristen PETRA Surabaya.
- PP Nomor 82 Tahun 2001.tentang*Pengelolaan dan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Riyadi, Slamet, 1984. *Kesehatan Lingkungan dalam Konteks Perkembangan Lingkungan Dewasa ini, Permasalahan dan Pendekatannya*. Surabaya; Karya Anda
- Sastrawijaya, Tresna., 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Soemarwoto, Otto., 1997. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Yogyakarta; Gajah Mada Universiy Press
- Sumaatmadja, Nursid., 1988. *Geografi Pembangunan* . Jakarta; Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
- Suripin, 2001.*Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi

ISSN 2086 - 7042



2086-7042