

**PENENTUAN KUALITAS PERAIRAN
SUNGAI WINONGO MENGGUNAKAN INDIKATOR
MAKROINVERTEBRATA**

SKRIPSI



**RANTI MEYLANI SIMORANGKIR
31160053**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2020**

**PENENTUAN KUALITAS PERAIRAN SUNGAI WINONGO
MENGUNAKAN INDIKATOR MAKROINVERTEBRATA**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



**RANTI MEYLANI SIMORANGKIR
31160053**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ranti Meylani Simorangkir
NIM : 31160053
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“PENENTUAN KUALITAS PERAIRAN SUNGAI WINONGO
MENGUNAKAN INDIKATOR MAKROINVERTEBRATA”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 13 Agustus 2020

Yang menyatakan



(Ranti Meylani Simorangkir)
NIM. 31160053

Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

PENENTUAN KUALITAS PERAIRAN SUNGAI WINONGO
MENGUNAKAN INDIKATOR MAKROINVERTEBRATA

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

RANTI MEYLANI SIMORANGKIR
31160053

Dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada tanggal 10, Agustus 2020

Nama Dosen

1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, S.U.
(Dosen Penguji I/ Ketua Tim Penguji)
2. Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes
(Dosen Pembimbing Utama/ Dosen Penguji II)
3. Drs. Kisworo, M.Sc
(Dosen Pembimbing Pendamping/ Dosen Penguji III)

Tanda Tangan

Yogyakarta, 10 Agustus 2020

Disahkan Oleh :

Dekan,



(Drs. Kisworo, M.Sc)

NIK: 874 E 054

Ketua Program Studi Biologi,



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

NIK: 884 E 075


LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI


Judul : Penentuan Kualitas Perairan Sungai Winongo
Menggunakan Indikator Makroinvertebrata
Nama Mahasiswa : Ranti Meylani Simorangkir
Nomor Induk Mahasiswa : 31160053
Hari/ Tanggal Ujian : Senin, 10 Agustus 2020

Disetujui Oleh


Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


(Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes)
NIK: 904 E 131


(Drs. Kisworo, MSc.)
NIK: 874 E 054

Ketua Program Studi Biologi


(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)
NIK: 884 E 076

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ranti Meylani Simorangkir

Nim : 31160053

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul

"Penentuan Kualitas Perairan Sungai Winongo Menggunakan Indikator Makroinvertebrata"

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 02 Agustus 2020



(Ranti Meylani Simorangkir)
NIM : 31160053

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya, sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Penyusunan laporan skripsi dengan judul "Penentuan Kualitas Perairan Sungai Winongo Menggunakan Indikator Makroinvertebrata" merupakan syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana (S.Si) Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.

Penyusunan skripsi ini disusun berdasarkan pengamatan di lokasi pengambilan sampel serta penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana dan Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. Penulis tentu saja menyadari penyelesaian proses pembuatan laporan tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan semangat dari berbagai pihak. Dengan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada;

1. **Tuhan Yesus Kristus** atas penyertaannya, perlindungannya, dan berkat-Nya sampai penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. **Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes** selaku Dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, dukungan, dan motivasi serta bersedia meluangkan waktu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. **Drs. Kisworo, M.Sc** selaku Dosen pembimbing II.
4. Keluarga saya **Sihar Simorangkir** dan **Rame Sembiring** selaku orangtua saya, **Fenry M.H. Simorangkir, Indra F Simorangkir, Noel Y Simorangkir** selaku saudara saya, yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam penulisan menyelesaikan laporan skripsi.
5. Sahabat – sahabat saya **Agnes Hellen, Yemima Utomo, Perempdita Kusumaningrum, Reksi Njurumay, Runchly Kudubun, Cindy Tien, Anjela Noya, Putri Pono, Mega Pratika, Louis Nainggolan** yang selalu

memberikan dukungan dan semangat serta orang – orang yang saya kasihi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

6. **Arga Nugraha, S.Si.**, selaku laboran yang selalu membantu menyiapkan peralatan yang dibutuhkan selama proses penelitian berlangsung.
7. Rekan-rekan Bioteknologi Angkatan 2016 yang telah mendukung sehingga penelitian dan penulisan dapat berjalan dengan baik.

Demikian skripsi ini disusun, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, diharapkan kritik dan saran, serta semoga dapat bermanfaat bagi pembaca

Yogyakarta, 02 Agustus 2020

Ranti Meylani Simorangkir

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN SAMPUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGHANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Ekosistem Sungai	5
2.2 Kualitas Air dan Baku Mutu Sungai	6
2.3 Monitoring Kualitas Air.....	8
2.4 Struktur Makroinvertebrata	9
2.5 Hubungan Faktor Lingkungan dengan Struktur Komunitas Makroinvertebrata.....	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Waktu Penelitian.....	20
3.2 Parameter yang Diukur	20
3.3 Alat dan Bahan.....	20
3.4 Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel	21
3.5 Teknik Pengambilan dan Preservasi Sampel	22
3.6 Pengukuran Parameter	22
3.6.2 Parameter Kimia.....	24
3.6.3 Parameter Biologi.....	25
3.7 Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Karakteristik Lingkungan dan Kualitas Air Fisik – Kimia Air Sungai Winongo	29
4.2 Struktur Komunitas Makroinvertebrata	36
4.3 Status Mutu Air Sungai Winongo berdasarkan Indeks Biotik Family	41
4.4 Hubungan Faktor Lingkungan dengan Struktur Komunitas Makroinvertebrata.....	44
KESIMPULAN dan SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Pengelolaan kualitas air berdasarkan kelas	7
2.2	Kelompok makroinvertebrata berdasarkan cara makan	10
2.3	Klasifikasi spesies makroinvertebrata berdasarkan kelompok kepekaannya	11
2.4	Struktur komunitas makroinvertebrata sebagai kondisi perairan tertentu	12
2.5	Klasifikasi kualitas air berdasarkan nilai FBI	13
2.6	Hubungan antara kecepatan arus, sifat dasar sungai dan konsentrasi DO	15
4.1	Karakteristik Lingkungan Sungai Winongo DIY	31
4.2	Hasil Pengukuran Karakteristik Fisik – Kimia Sungai Winongo DIY	33
4.3	Struktur Komunitas Makroinvertebrata di Sungai Winongo DIY	37
4.4	Indeks Similaritas	40
4.5	Kategori kualitas air berdasarkan FBI	42
4.6	Komparasi status mutu air berdasarkan indeks kualitas air yang berbeda	43

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
3.4	Titik sampling	21
4.1	Perbedaan Struktur Makroinvertebrata berdasarkan Individu, Genus dan Family	39
4.2	Grafik pola hubungan parameter fisik – kimia dengan jumlah individu	44
4.3	Grafik pola hubungan parameter fisik – kimia dengan jumlah genus	45

© UKD W

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1.	Tabel pengamatan data kualitas air Sungai Winongo
2.	Tabel makroinvertebrata Sungai Winongo
3.	Tabel indeks similaritas makroinvertebrata
4.	Tabel indeks densitas
5.	Tabel indeks diversitas
6.	Indeks keseragaman
7.	Tabel indeks dominasi
8.	Tabel indeks similaritas
9.	Tabel family biotic indeks
10.	Hasil analisis varian karakteristik fisik Sungai
11.	Hasil analisis varian karakteristik kimia Sungai
12.	Tabel korelasi parameter fisik – kimia dengan parameter biologi
13.	Jenis makroinvertebrata yang teridentifikasi di Sungai Winongo

ABSTRAK

PENENTUAN KUALITAS PERAIRAN SUNGAI WINONGO MENGUNAKAN INDIKATOR MAKROINVERTEBRATA

Ranti Meylani Simorangkir

Sungai Winongo merupakan salah satu sungai di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang mengalami perubahan lahan, aktivitas dan kualitas air sungai yaitu dengan meningkatnya penggunaan lahan, aktivitas masyarakat disepanjang Sungai Winongo yang berpotensi menurunkan kualitas airnya. Penelitian bertujuan untuk melihat perbedaan karakteristik fisik – kimia, perbedaan struktur makroinvertebrata, dan hubungan faktor lingkungan dengan makroinvertebrata. Penentuan kualitas air sungai dilakukan pengukuran parameter fisik, kimia yaitu kedalaman, suhu, kecepatan arus, kecerahan, kekeruhan, pH, TSS, TDS, BOT, DO, ammonia, nitrat, dan fosfat serta komunitas makroinvertebrata. Data dianalisis secara kualitatif menggunakan gambar dan tabel dan kuantitatif menggunakan ANOVA. Hasil observasi menunjukkan terdapat perbedaan karakteristik antar stasiun di Sungai Winongo yaitu didominasi oleh penggunaan lahan perumahan warga. Terdapat perbedaan kualitas air (kedalaman, kecepatan arus, TDS, TSS, Kecerahan, Nitrat, Fosfat, sementara parameter suhu, kekeruhan, BOT, ammonia, DO, pH) antar lokasi penelitian. Ditemukan makroinvertebrata yaitu 13 jenis makroinvertebrata dengan total individu sebanyak 2.559. Berdasarkan taksonya ditemukan 12 genus, 13 famili, 13 ordo dan 5 kelas makroinvertebrata. Terdapat perbedaan struktur makroinvertebrata antar stasiun, berdasarkan Indeks FBI (*Family biotik indeks*) Sungai Winongo masuk kategori tercemar agak buruk hingga buruk sekali. Terdapat hubungan yang signifikan antara faktor lingkungan (kecepatan arus dan fosfat) dengan struktur komunitas makroinvertebrata Sungai Winongo.

Kata kunci : Sungai Winongo, Bioindikator, Makroinvertebrata, Kualitas air

ABSTRACT

DETERMINATION OF WATER QUALITY WINONGO RIVER USING MACROINVERTEBRATE INDICATORS

Ranti Meylani Simorangkir

Winongo River is one of the rivers in the province of special region of Yogyakarta which is experiencing changes in land, activities and water quality of the river is by the increase of land use, community activity along the Winongo River which potentially lowers its water quality. Research aims to see differences in physical – chemical characteristics, differences in macroinvertebrate structures, and the relationship of environmental factors with macroinvertebrates. Determining the water quality of the river is done with measurements of physical parameters, chemical depth, temperature, velocity, brightness, turbidity, pH, TSS, TDS, BOT, DO, ammonia, nitrate, and phosphate and community of macroinvertebrates. Data is analysed by a quantifiable use of images, tables and quantitatively using ANOVA. The observation shows that there are differences between the stations in the Winongo River, dominated by residential land use. There is a difference in water quality (depth, current velocity, TDS, TSS, brightness, nitrate, phosphate, while temperature parameters, turbidity, BOT, ammonia, Do, pH) Inter-location research. The macroinvertebrate is found in 13 types of macroinvertebrates with a total of 2,559 individuals. Based on taxon, founded 12 genera, 13 families, 13 orders and 5 Macrointraqrata classes. There are differences in the macroinvertebrate structures between stations, based on the FBI index (Family biotic index) The Winongo River is in a somewhat poorly polluted category. There is a significant relationship between environmental factors (current velocity and phosphate) with the structure of the macroinvertebrate community of the Winongo River.

Keywords: Winongo River, Bioindicator, Macroinvertebrate, Water quality

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sungai merupakan salah satu ekosistem air tawar dan di dalamnya terjadi aliran energi yang masuk ataupun keluar. Aliran energi tersebut berperan dalam keseimbangan ekosistem sungai dan sekitarnya. Aktivitas manusia di sekitar ekosistem sungai dapat mengganggu stabilitas ekosistem dan menyebabkan perubahan-perubahan pada ekosistem. Hal tersebut juga terjadi di sungai winongo, salah satu sungai di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang mengalami perubahan lahan, aktivitas dan kualitas air sungai. Berdasarkan pada laporan DLH (Dinas Lingkungan hidup) provinsi tahun 2019 menunjukkan bahwa kualitas air sungai winongo masuk dalam kelas II. Pada tahun 2017 – 2019 berdasarkan Nilai Indeks Kualitas Air mengalami penurunan, dari angka 50,00 menjadi 41,98. Pencemaran air di Kota Yogyakarta disebabkan oleh limbah cair domestik rumah tangga dan sampah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sudaryono (2000), kondisi air pada sungai winongo terindikasi mengalami pencemaran dengan memiliki kandungan nitrit dan bakteri *E.coli* yang melebihi ambang batas baku mutu untuk persyaratan air minum. Menurut Dinas Lingkungan Hidup pada tahun 2019 sungai winongo telah tercemar, sehingga perlu adanya tindakan yang serius untuk pengolahan air limbah domestik dan industri. Sehingga sungai Winongo diindikasikan tercemar ringan sampai tercemar berat. Dampak dari degradasi sungai Winongo yaitu dikarenakan, pertumbuhan penduduk yang tidak terkontrol sehingga menjadi beban khusus bagi lahan DAS yang berada di luar perkotaan. Beban ini mulai dari hulu sampai ke hilir, lahan dieksploitsir dengan berlebihan juga dengan cara yang tidak sesuai dalam upaya pelestarian lingkungan. Sungai Winongo diperkirakan mengalami proses pencemaran yang tinggi, tingginya tingkat pencemaran di Winongo, disebabkan oleh tingginya

potensi limbah pencemar yang masuk dari daratan melalui Sungai Winongo yang akan menambah beban pencemaran dari tahun ke tahun.

Mempertimbangkan meningkatnya aktivitas masyarakat, konversi lahan maka perlu dilakukan monitoring kualitas air sungai tidak hanya dengan melakukan pengukuran parameter fisik dan kimia tetapi perlu ditambahkan dengan penggunaan bioindikator, karena bioindikator mampu memberikan informasi status mutu lingkungan atau kondisi secara biotik, mengindikasikan resiko perubahan habitat, perubahan komunitas dan keragaman pada daerah yang diamati. Salah satu bioindikator pencemaran sungai adalah makroinvertebrata. Makroinvertebrata digunakan sebagai indikator karena organisme ini mudah ditemukan hampir disemua perairan, siklus hidupnya panjang, dan menunjukkan bukti mengenai suatu kondisi dalam rentang waktu yang panjang (Spellman & Drinan, 2001). Selain itu makroinvertebrata juga memiliki jenis yang cukup banyak yang memberikan respon yang berbeda akibat gangguan yang berbeda, pergerakannya terbatas, tubuhnya dapat mengakumulasi racun, sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk pencemaran (Maruru, 2012). Menurut Rosenberg dan Resh (1993) makroinvertebrata merupakan biota yang mudah diidentifikasi dan dikoleksi karena sifatnya menetap, selain itu makroinvertebrata peka terhadap perubahan lingkungan perairan sehingga akan mempengaruhi komposisi dan kemelimpahannya dan dapat menggambarkan kondisi fisik, kimia, dan biologi perairan. Oleh karena itu pada penelitian ini kajian monitoring kualitas air selain dengan pengukuran parameter fisik dan kimia juga dilakukan dengan menggunakan makroinvertebrata sebagai bioindikator. Diharapkan dengan menggunakan bioindikator menjadi salah satu metode untuk menentukan kualitas air sungai Winongo. Melihat dari banyaknya manfaat dan nilai penting makroinvertebrata pada ekosistem perairan sungai, dapat dilakukan upaya evaluasi yang berfokus pada indikator struktur dan komunitas makroinvertebrata untuk menggambarkan kondisi ekosistem dan kualitas air Sungai Winongo.

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana tingkat kesesuaian mutu kualitas air Sungai Winongo, berdasarkan parameter fisik-kimia
- 1.2.2 Bagaimana keragaman dan struktur makroinvertebrata di Sungai Winongo
- 1.2.3 Bagaimana status mutu air Sungai Winongo berdasarkan indek ekologi dan *Family Biotic Indeks*
- 1.2.4 Bagaimana hubungan antara parameter fisik – kimia dengan indek ekologi

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari penelitian ini yaitu :

- 1.3.1 Untuk mengetahui tingkat kesesuaian mutu kualitas air Sungai Winongo, berdasarkan parameter fisik – kimia
- 1.3.2 Untuk mengetahui keragaman dan struktur makroinvertebrata di Sungai Winongo
- 1.3.3 Untuk mengetahui status mutu air Sungai Winongo berdasarkan indek ekologi dan *Family Biotic Indeks*
- 1.3.4 Untuk mengetahui hubungan antara parameter fisik – kimia dengan indek ekologi

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi bagi dunia pendidikan sebagai kajian ilmiah tentang peran makroinvertebrata terhadap kondisi kualitas air Sungai Winongo. Bagi instansi pemerintah untuk menjadi sebuah informasi sebagai pertimbangan pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta untuk menetapkan peruntukan sungai serta dapat dilakukan pemantauan secara berkala pada sungai Winongo menggunakan metode biologi dengan bioindikator makroinvertebrata. Bagi masyarakat Menambah pengetahuan kepada masyarakat dan tercipta suatu perubahan pola pikir dan perilaku masyarakat untuk ikut membantu upaya pengelolaan dari pemerintah, salah satunya adalah menghentikan aktivitas manusia yang sangat mempengaruhi kualitas air, sehingga dapat mengurangi, memperbaiki kinerja, dan menjaga kualitas air sungai.

© UKDW

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Karakteristik sungai Winongo didominasi oleh penggunaan lahan perumahan warga. Aktivitas Mandi, mencuci, memancing dan aktivitas membuang sampah ke badan sungai. Tipe substrat yang bervariasi yaitu berpasir, berlumpur hingga bebatuan. Parameter kedalaman, kecepatan arus, TDS, TSS, Kecerahan, Nitrat, Fosfat memiliki perbedaan yang signifikan, sementara parameter suhu, kekeruhan, BOT, ammonia, Do, pH tidak memiliki perbedaan yang signifikan.
2. Struktur makroinvertebrata ditemukan 13 jenis makroinvertebrata dengan total individu sebanyak 2.559. Berdasarkan taksonnya ditemukan 12 genus, 13 famili, 13 ordo dan 5 kelas makroinvertebrata.
3. Hasil Indeks FBI (*Family biotik indeks*) menunjukkan bahwa Sungai Winongo masuk kategori tercemar agak buruk hingga buruk sekali.
4. Faktor lingkungan seperti parameter kecepatan arus dan fosfat memiliki hubungan yang signifikan dengan struktur komunitas makroinvertebrata, sementara faktor lingkungan seperti kedalaman, suhu, kecerahan, kekeruhan, TDS, TSS, BOT, pH, DO, ammonia, dan nitrat tidak signifikan.

5.2 Saran

Penelitian monitoring dengan sistem berkelanjutan perlu dilakukan secara rutin oleh pemerintah dengan mengukur faktor-faktor lingkungan lain yang belum dapat terukur sehingga dapat diperoleh hasil yang maksimal dan akurat. Mengingat sungai Winongo sudah tercemar. Bagi masyarakat yang di sekitar sungai Winongo perlu untuk menjaga dan membatasi aktivitas yang mampu mengubah kualitas air sungai Winongo.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, W. 2008. Keterkaitan Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Indikator Keberadaan Bahan Organik di Perairan Hulu Sungai Cisdane. Bogor. Jawa Barat. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB: Bogor.
- Asdak,Chay, 2002, Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- As-syakur, A.R dkk. (2011). Pemutakhirann peta agroklimat klasifikasi oldeman di pulau Lombok dengan aplikasi system informasi geografi. Pusat penelitian lingkungan hidup (PPLH) jurusan agroekoteknologi fakultas pertanian universitas udayana. Bali
- Barus, T.A. 2004. Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan. Medan: USE Press.
- Brotowidjoyo, M.D, Dj. Tribawono, E. Mulbyantoro. 1995. Pengantar Lingkungan Perairandan Budidaya Air. Liberty, Yogyakarta.
- Brown, L. C., Barnwell T. O. , Jr., 1987. The Enhanced Stream Water Quality Models Qual2E and Qual2E UNCAS: Documentational and User Manual, Environmental research and Laboratory Office of Researc and Development, USEPA, Athens, Georgia.
- Cummins KW. 1975. Macroinvertebrates. In Whitton, B.A. (Ed). River ecolgy. Blackwell Scientific Publications. Oxford London. 170-198p.
- Dauer, D. M. 1984. The Use of Polychaeta Feeding Guilds as Biological Variables. Mar.Pollut.Bull.15;8,301-305.
- Djajasmita M. 1999. Keong dan Kerang Sawah, 57. Penerbit Puslitbang Biologi-LIPI.
- Djumanto, Namastra P., Rudy I., 2013. Indek Biotik Famili Sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Gajahwong Yogyakarta. Jurusan Perikanan. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Efendi, H., 2003. Telaahan Kualitas`Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan perairan. Karnisius, Jakarta.
- Fardiaz Srikandi. 1992. Polusi Air & Udara. Yogyakarta: Kanisius.
- Hawkes, H. A. 1979. Invertebrates as Indicator of River Water Quality. Di dalam james, A. dan L. Evisonn (Ed). Biological Indicator of Water Quality. John Wiley and sons.Chichertes. New York. Hal. 2.1-2.4.3.

- Hilsenhoff, W. L. (1988). Rapid Field Assessment of Organic Pollution with a Family-level Biotic Index. *Journal of The North American Benthological Society*, 65-68.
- Junaidi, M., S. Andayani, M. Mahmudi and A. Sartimbul. 2014. Organic matter degradation in lobster culture system and their effect on waters quality in Ekas Bay, Indonesia. *J. Applied Biotechnology*, 2(1):10-23.
- Lumingas, J. L., Ruddy D., Moningkey dan Alex D.K. 2011. Efek Stress Antropogenik Terhadap Struktur Komunitas Makrozoobentik Substrat Lunak Perairan Laut Dangkal di Teluk Buyat, Teluk Totok dan Selat Likupang (Semenanjung Minahasa, Sulawesi Utara). *Journal Matematika dan Sains. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Vol.16(2):76- 84.*
- Lunde K.B & V.H. Resh. 2012. Development and validation of a macroinvertebrate index of biotic integrity (IBI) for assessing urban impacts to Northern California freshwater wetlands. *Environ. Monit. Assess.* 184 (6): 3653-3674
- Mahyudin, Soemarno dan Tri Budi Prayogo. 2015. Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *J – Pal. Vol. 6. No.2. Hal. 2087-3522*
- Maruru, Stevi Mardiani M. .; (2012). *STUDI KUALITAS AIR SUNGAI BOE DENGAN METODE BIOMONITORING.* pp. 1 - 12 .
- Mulgrew, Angela and Peter Williams. 2006. *Biomonitoring of Air Quality Using Plants.* WHO Collaborating Centre for Air Quality Using Plants Pollution Control. England
- Nontji, A. 2002. *Laut Nusantara.* PT. Djambatan. Jakarta
- Odum, EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi.* Terjemahan Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Odum, EP. 1994. *Dasar-Dasar Ekologi.* Edisi Ketiga. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. (Penerjemah Tjahjono Samingan).
- Odum, Eugene P. 1996. *Dasar-dasar Ekologi;* Edisi Ketiga. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press, Penerjemah Samingan, Tjahjono.
- Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 20 Tahun 2008. *Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah.* Yogyakarta
- Putra, A. 2014. *Estimasi Pencemaran Air Sumur yang Disebabkan Oleh Intrusi Air Laut Di Daerah Pantai Tiram Kecamatan Ulakan Tapakis Kabupaten*

- Padang Pariaman. Jurnal Fisika UNAND, Vol. 3, No. 4. Fakultas MIPA. Universitas Andalas
- Rahayu, M. S., K, Wiryosoendjoyo., A, Prasetyo. 2009. Uji aktivitas antibakteri ekstrak sokletasi dan maserasi buah Makasar terhadap bakteri *Shigella dysenteriae* ATCC 9361 secara in vitro. *Biomedika*, 2, 1, 40-46.
- Rosenberg, D.M. and V.H. Resh. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York. London. Chapman and Hall
- Setiawan, D. 2009. Studi Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Hilir Sungai Lematang Sekitar Daerah Pasar Bawah Kabupaten Lahat. *Jurnal Penelitian Sains*. Edisi Khusus Desember 2009 (D)(9):12-14
- Siahaan R., A. Indrawan, D. Soedharma, B. L. Prasetyo, 2011. Kualitas Air Sungai Cisadane Jawa Barat-Banten. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11(2), pp. 269-273.
- Spellman, F. R., dan Drinan, J. E. (2001). *Stream Ecology and Self Purification*. Pennsylvania: Technomic Publishing Company, Inc.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova. Bandung.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, S. 2003. *Hidrologi untuk Perairan*. Jakarta: Penerbit PT. Pradnya Paramita.
- Sudaryono. 2000. Tingkat Pencemaran Air Permukaan di Kodya Yogyakarta. *Jurnal Penelitian*. Direktorat Teknologi Lingkungan, BPPT.
- Suriawiria U. 2005. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta : Papas Sinar Sinanti.
- Sutrisno, T. Eni Suciastuti. 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Bhineka Cipta.
- Tafangeyasha C, Dzinomwa T. 2005. Land Use Impacts on River Water Quality in Lowveld Sand River Systems in South-East Zimbabwe. *Land Use and Water Resources Research*. 5(3): 3-10
- Wardhana, W. 2006. *Metoda Prakiraan Dampak dan Pengelolaan Pada Komponen Biota Akuatik*. Pelatihan Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Wardoyo, S.T.H. 1975. *Pengelolaan Kualitas Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Welch, P. S. 1952. Limnology. Second edition. New York: McGraw Hill International Book Company.
- Wilhm, J. F. 1975. Biological Indicator of Pollution. Di dalam B.A. Whitton (Ed.). River Ecology. Blackwell Scientific Publications. Oxford. Hal. 370-402
- Wiwoho,. 2005. Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemaran Sungai Dengan QUAL2E – Study kasus Sungai Babon. Semarang : Universitas Diponegoro.

©UKDW