

**ANALISIS BAKTERI *COLIFORM* (FEKAL DAN NON FEKAL)
SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS PERAIRAN
SUNGAI GAJAH WONG,
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



disusun oleh:

AFIEFAH AQIELATUNNISA'

10640039

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2015**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/431/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Analisis Bakteri *Coliform* (Fekal dan Non Fekal) sebagai Indikator Kualitas Perairan Sungai Gajah Wong, Daerah Istimewa Yogyakarta

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Afiefah Aqielatunnisa'
NIM : 10640039
Telah dimunaqasyahkan pada : 23 Januari 2015
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Arifah Khusnuryani, M.Si
NIP.19750915 200003 2 001

Penguji I

Siti Aisah, M.Si
NIP.19740611 200801 2 009

Penguji II

Erny Qurotul Ainy, S.Si., M.Si
NIP. 19791217 20091 2 004

Yogyakarta, 4 Februari 2015

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Pia Dekan



Khamidinal, M.Si
NIP. 19691104 200003 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Afifah Aqielatunnisa'
NIM : 10640039
Judul Skripsi : Analisis Bakteri *Coliform* (Fekal dan Non Fekal) sebagai Indikator Kualitas Perairan Sungai Gajah Wong, Daerah Istimewa Yogyakarta

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 9 Januari 2014

Pembimbing I

Arifah Khusrunyani, M.Si
NIP. 19750515 200003 2 001

Pembimbing II

Siti Aisah, M.Si
NIP. 19740611 200801 2 009

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afiefah Aqielatunnisa'
NIM : 10640039
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **“Analisis Bakteri *Coliform* (Fekal dan Non Fekal) sebagai Indikator Kualitas Perairan Sungai Gajah Wong, Daerah Istimewa Yogyakarta”** adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, Januari 2015

yang menyatakan,



Afiefah Aqielatunnisa'

NIM: 10640039

Special to my beloved parents,
For the prayers, motivation, and love.
And my big family,
Especially mba Oki Fauziah Fakhrunnisa'
For all the support.

“Fa inna ma’al ‘usri yusran. Inna ma’al ‘usri yusran.”

(Q.S. Al-Insyirah 5-6)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis sampaikan atas segala rahmat, *taufiq*, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi dengan judul **“Analisis Bakteri *Coliform* (Fekal dan Non Fekal) sebagai Indikator Kualitas Perairan Sungai Gajah Wong, Daerah Istimewa Yogyakarta,”** guna memperoleh gelar Sarjana Sains Ilmu Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Pada proses penulisan ini penulis banyak mendapat bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu perkenankan penulis menghaturkan ucapan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A., Ph.D.
2. Ibu Anti Damayanti H., S.Si., MMolBio. selaku Ketua Program Studi Biologi dan selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis.
3. Ibu Arifah Khusnuryani, M.Si. dan Ibu Siti Aisah, M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi I dan II atas ilmu, waktu, bimbingan, serta masukan yang telah diberikan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Erny Qurotul Ainy, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji II atas bimbingan serta masukannya.
5. Seluruh Dosen Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Yogyakarta yang telah memberikan ilmu-ilmu biologi selama perkuliahan.
6. Mba Ethik dan Mas Doni selaku staf Laboratorium Biologi UIN Sunan

Kalijaga.

7. Teman-teman Laboratorium Mikrobiologi Muha, Dewi, Hanny, Mba Eko, Mas Adi dan terutama Pramudya S. Maharani atas kerja sama dan bantuannya kepada penulis baik secara fisik maupun non fisik.
8. Khoirunnisa Mey Fatwa, Endang Sri Wahyuni, dan Afifa Nita Maimunah atas kesetiiaannya mendengarkan keluh kesah penulis dari awal bertemu hingga akhir pembuatan skripsi.
9. Teman-teman Gabinas Biologi 2010 yang selalu berbagi semangat.
10. Sahabat-sahabati Korp Integral 2010, terutama Ketua Korp atas doa dan motivasinya.
11. Keluarga KKN 2014 Dusun Wonosalam, Ngaglik, Sleman.
12. Teman-teman WMA 2014, terutama Anisa Sari Asih yang senantiasa menjadi teman 'nyekeripsi' dimanapun dan kapanpun.
13. Semua pihak yang terkait dalam memberikan dukungan, bantuan serta doa yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian dan penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang membangun dari pembaca untuk menyempurnakan skripsi ini. Besar harapan semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca semua.

Yogyakarta, Januari 2015

Penulis

Analisis Bakteri *Coliform* (Fekal dan Non Fekal) sebagai Indikator Kualitas Perairan Sungai Gajah Wong, Daerah Istimewa Yogyakarta

Afiefah Aqielatunnisa'
10640039

ABSTRAK

Sungai merupakan sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Kegiatan manusia yang memanfaatkan air sungai dan membuang sampah/limbah ke sungai dapat menurunkan kualitas air sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks MPN bakteri *coliform* dan keanekaragaman spesies bakteri *coliform* sebagai bioindikator kualitas perairan sungai Gajah Wong, DIY, serta parameter fisika (suhu, kekeruhan, kecepatan arus) dan kimia (pH, DO, BOD). Penelitian dilakukan di 3 stasiun, yaitu bagian hulu di daerah Hargobinangun, bagian tengah di Rejowinangun, dan bagian hilir di Pandeyan. Masing-masing stasiun diambil sampel sebanyak 6 titik dengan jarak antar titik sebesar 20 meter. Uji bakteriologis *coliform* menggunakan metode MPN (*Most Probability Number*) yang terdiri dari uji penduga, uji penegas, serta uji pelengkap, dan dilanjutkan dengan identifikasi menggunakan uji IMViC, produksi hidrogen sulfida, motilitas, dan urea. Berdasarkan baku mutu air dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, serta Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, kualitas air sungai Gajah Wong termasuk ke dalam kelas III dan IV yang berarti tercemar sedang sampai berat. Hasil analisis mikrobiologi menunjukkan adanya 5 spesies bakteri golongan *coliform*, yaitu *Escherichia coli*, *Providencia* sp., *Morganella morganii*, *Proteus vulgaris*, dan *Proteus mirabilis*. Berdasarkan analisis *Correlate Bivariate*, terdapat korelasi antara jumlah MPN bakteri dengan parameter kecepatan arus, dan terdapat korelasi antara keanekaragaman spesies bakteri dengan parameter BOD.

Kata kunci: *Coliform*, kualitas air, MPN, sungai Gajah Wong

The Analysis of *Coliform* Bacteria (Fecal and Non Fecal) as Water Quality Indicator of Gajah Wong River, Daerah Istimewa Yogyakarta

Afiefah Aqielatunnisa'
10640039

ABSTRACT

River is a water source that are useful for human needs. Human activities in using river water and dumping waste to the river could decrease water quality of the river. This research was intended to find out the MPN index of *coliform* bacteria and *coliform* bacteria spesies diversity as bioindicator of water quality in Gajah Wong river, DIY, and the physical parameter (temperature, turbidity, velocity flow) and chemical parameter (pH, DO, BOD). Water sampling was conducted at three location: upstream at Hargobinangun, midstream at Rejowinangun, and downstream at Pandeyan. The sample was taken from six point from each location and the distance between the point was 20 meter. The *coliform* bacteriological testing used MPN (Most Probability Number) method including presumptive test, confirmed test, and a completed test, and continued with identification using IMViC test, hydrogen sulfide production, motility, and urea test. Based on the standard of water quality Ordinance Government Republic of Indonesia Number 82 Year 2001 about Water Quality Management and Water Pollution Control, and also Ordinance of the Minister of Health Republic of Indonesia Number 416/MENKES/PER/IX/1990, water quality of Gajah Wong river included as in class III and IV that classified into moderately to heavily polluted. The microbiology analysis result showed that Gajah Wong river contains five *coliform* bacteria group, they were *Escherichia coli*, *Providencia* sp., *Morganella morganii*, *Proteus vulgaris*, and *Proteus mirabilis*. Based on Correlate Bivariate analysis, the MPN have a correlation with the velocity flow, and the bacteria diversity have a correlation with BOD.

Keywords: *Coliform*, Gajah Wong river, MPN, water quality

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Skripsi	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan Keaslian Skripsi	iv
Halaman Persembahan	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Sungai	6
B. Kualitas Air	7
C. Pencemaran Air	10
D. Parameter yang Menentukan Pencemaran	11
1. Parameter Fisika	12
a. Suhu	12
b. Kekeruhan	12
2. Parameter Kimia	13
a. Derajat Keasaman (pH)	13
b. <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	14
c. <i>Biological Oxygen demand</i> (BOD)	14
3. Parameter Biologis	15
E. Bakteri <i>Coliform</i>	16
III. METODE PENELITIAN	19
A. Waktu dan Tempat Penelitian	19
B. Alat dan Bahan	21
C. Cara Pengambilan Sampel	22
D. Pengukuran Parameter Fisika	23
1. Suhu	23
2. Kekeruhan	23

3. Kecepatan Arus	23
E. Pengukuran Parameter Kimia	23
1. Derajat Keasaman (pH)	23
2. <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	24
3. <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	25
F. Pengukuran Parameter Biologi	25
a. Uji Pendugaan (<i>Presumptive Test</i>)	25
b. Uji Penegasan (<i>Confirmed Test</i>)	26
c. Uji Pelengkap (<i>Completed Test</i>)	26
d. Uji Identifikasi Bakteri <i>Coliform</i>	26
1) Pewarnaan Gram dan Pengamatan Bentuk Sel	26
2) Uji Indol, Produksi Hidrogen Sulfida (H ₂ S), dan Motilitas	27
3) Uji <i>Voges-Proskauer</i>	28
4) Uji <i>Methyl Red</i>	29
5) Uji Sitrat	29
6) Uji Hidrolisis Urea	29
G. Analisis Hasil	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Parameter Fisika dan Kimia di Masing-masing Stasiun Pengamatan Sungai Gajah Wong	31
B. Nilai MPN <i>Coliform</i> pada Masing-masing Titik di Bagian Hulu, Tengah, dan Hilir Sungai Gajah Wong	34
C. Uji Karakterisasi Bakteri <i>Coliform</i> yang ditemukan	37
D. Analisis Hubungan antara Parameter Fisika dan Kimia dengan Kemelimpahan Jumlah dan Keanekaragaman Spesies Bakteri <i>Coliform</i>	43
V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
A. Kesimpulan	46
B. Saran	46
Daftar Pustaka	48
Lampiran	53

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
Tabel 1.	Parameter dan ambang batas kualitas air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PPRI) Nomor 82 Tahun 2001	10
Tabel 2.	Reaksi biokimiawi bakteri famili Enterobacteriaceae	17
Tabel 3.	Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia masing-masing lokasi pengamatan di sungai Gajah Wong	32
Tabel 4.	Hasil uji penduga pada masing-masing sampel air sungai Gajah Wong	34
Tabel 5.	Hasil uji penegasan pada masing-masing sampel air sungai Gajah Wong	35
Tabel 6.	Index MPN <i>coliform</i> pada uji penegasan pada masing-masing sampel air sungai Gajah Wong	36
Tabel 7.	Hasil inokulasi menggunakan metode <i>pour plate</i>	37
Tabel 8.	Hasil uji biokimia bakteri <i>coliform</i> dari sampel air sungai Gajah Wong	39
Tabel 9.	Hasil uji korelasi antara nilai MPN dengan kecepatan arus.....	43
Tabel 10.	Hasil uji korelasi antara nilai BOD dengan kelimpahan spesies bakteri <i>coliform</i>	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel	20
Gambar 2. Desain lokasi pengambilan sampel	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
Lampiran 1.	Komposisi Media	53
Lampiran 2.	Formula Thomas 333	55
Lampiran 3.	Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih	56
Lampiran 4.	Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air	58
Lampiran 5.	Cara uji kekeruhan menggunakan metode uji SNI 06-6989.25-2005	62
Lampiran 6.	Cara uji oksigen terlarut (<i>Dissolved Oxygen/ DO</i>) menggunakan metode uji SNI 06-6989.14-2004	63
Lampiran 7.	Cara uji kebutuhan oksigen biokimia (<i>Biochemical Oxygen Demand/ BOD</i>) menggunakan metode uji SNI 06-6989.57-2008	67
Lampiran 8.	Gambar lokasi pengambilan sampel air	76
Lampiran 9.	Gambar hasil uji MPN dan purifikasi	77
Lampiran 10.	Hasil pewarnaan gram dengan perbesaran 100x100	79
Lampiran 11.	Hasil uji identifikasi biokimia	80
Lampiran 12.	Peralatan yang digunakan dalam penelitian	82
Lampiran 13.	Analisis data dengan <i>Correlate bivariate</i>	84
Lampiran 14.	Hasil analisis percobaan	87

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya. Kebutuhan air untuk keperluan hidup manusia sehari-harinya berbeda pada tiap tempat dan tiap tingkat kehidupan. Semakin tinggi taraf kehidupan, semakin meningkat pula jumlah kebutuhannya. Di Indonesia sendiri berdasar pada catatan dari Departemen Kesehatan, rata-rata keperluan air per kapita adalah sekitar 60 liter dengan rincian sebagai berikut: 30 liter digunakan untuk mandi, 15 liter digunakan untuk mencuci, 5 liter untuk minum, 5 liter untuk memasak, dan 5 liter sisanya digunakan untuk keperluan lainnya (Suriawiria, 2008).

Sungai merupakan salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk keperluan sehari-hari. Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan. Garis sempadan adalah garis maya di kiri dan kanan palung sungai yang ditetapkan sebagai batas perlindungan sungai (PPRI Nomor 38 Tahun 2011). Karena air sungai merupakan salah satu sumber kebutuhan hidup manusia, maka dari itu perlu diketahui seberapa layak kualitas air sungai tersebut untuk dapat dimanfaatkan manusia.

Sungai Gajah Wong merupakan salah satu Sub Daerah Aliran Sungai Opak yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta, meliputi wilayah Kabupaten Sleman, Kodya Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Memasuki wilayah kota yang mulai disibukkan dengan aktivitas warga, terjadi peningkatan sumber pencemar yang mengalir sepanjang sungai. Sumber pencemaran mulai dari limbah pabrik, limbah kimia pertanian, serta limbah rumah tangga, dapat menyebabkan menurunnya kualitas air (Faisal & Nuraini, 2010).

Limbah rumah tangga merupakan sumber pencemar biologis tertinggi, yang berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, limbah bekas industri rumah tangga, serta kotoran manusia (Putra, 2004). Penanganan limbah, terutama limbah rumah tangga, saat ini tidak dikelola secara baik sehingga saluran pembuangannya seringkali dialirkan langsung ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan yang berdampak buruk bagi kesehatan.

Air yang telah tercemar oleh kotoran manusia serta hewan tidak dapat digunakan untuk keperluan konsumsi terutama untuk minum maupun mencuci makanan ataupun memasak karena dianggap mengandung patogen penyebab infeksi saluran pencernaan (Fardiaz, 1992). Contoh-contoh mikroba yang umum dijumpai di lingkungan perairan yang tercemar adalah bakteri-bakteri golongan *coliform*, seperti *Streptococcus*, *Aerobacter*, dan *Escherichia* (Winarno & Fardiaz, 1977). Bakteri golongan ini seringkali digunakan sebagai indikator utama

cemaran mikroba di dalam air karena merupakan kelompok bakteri yang mampu hidup dalam air yang sangat kotor serta dapat diidentifikasi secara spesifik (Wahjuningsih, 2001), sehingga semakin banyak jumlah *coliform* artinya kualitas air semakin buruk.

Penelitian mengenai kualitas air sungai Gajah Wong telah dilakukan antara lain oleh Wijayanti (2013) mengenai keragaman larva insekta dan Dewi (2013) dengan menggunakan gastropoda sebagai bioindikator tingkat pencemaran bagian hulu sungai Gajah Wong yang menunjukkan hasil tercemar ringan. Penelitian lain oleh Syamsul *et al.* (2008) pada tiga sungai di Yogyakarta, yaitu sungai Code, Winongo, dan Gajah Wong menunjukkan kualitas air telah mengalami penurunan. Ketiga sungai tersebut diketahui tergolong dalam kelas II atau III berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PPRI) No 82 Tahun 2001 mengenai kualitas air. Dari hasil penelitian tersebut juga diketahui bahwa kualitas air sungai yang paling rendah berada pada sungai bagian tengah dan hilir.

Berdasarkan dari penelitian tersebut, pengujian kualitas air sungai secara mikrobiologis masih jarang dilakukan, terutama identifikasi bakteri dalam air sungai yang tercemar agar dapat dilakukan penanganan lebih lanjut secara spesifik. Pengujian ini perlu dilakukan baik dari hulu sungai yang diketahui masih jarang penduduk, bagian tengah yang mulai memasuki kawasan padat penduduk dan tinggi aktivitasnya, serta hilir sungai yang kemungkinan sudah terakumulasi pencemarannya.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan, yaitu perlunya dilakukan pengujian secara mikrobiologis terhadap sungai Gajah Wong sehingga dapat dimanfaatkan dengan tepat, baik di bagian hulu sungai, tengah, maupun bagian hilirnya.

C. Rumusan Masalah

Menurut latar belakang di atas, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana parameter fisika, kimia, serta biologi air sungai Gajah Wong di bagian hulu, tengah, dan hilir?
2. Anggota bakteri *coliform* apa saja yang ditemukan di sungai Gajah Wong pada bagian hulu, tengah, dan hilir?
3. Bagaimana hubungan antara faktor fisika dan kimia dengan kemelimpahan dan keanekaragaman jenis bakteri *coliform*?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang dan permasalahan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui parameter fisika, kimia, serta biologi air sungai Gajah Wong di bagian hulu, tengah, dan hilir.
2. Mengetahui anggota bakteri *coliform* yang ditemukan di sungai Gajah Wong pada bagian hulu, tengah, dan hilir.

3. Mengetahui hubungan antara faktor fisika dan kimia dengan kelimpahan dan keanekaragaman jenis bakteri *coliform*.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui informasi terkini dari kualitas air sungai Gajah Wong di bagian hulu, tengah, dan hilir dengan menggunakan bakteri *coliform* sebagai bioindikator, serta parameter fisika dan kimianya. Selain itu manfaat dari penelitian ini yaitu menambah pengetahuan mengenai pengaruh lingkungan terhadap kelimpahan dan keanekaragaman jenis bakteri *coliform*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian ini, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Beberapa parameter fisika, kimia, dan biologi air sungai Gajah Wong di bagian hulu, tengah, dan hilir melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan.
2. Bakteri *coliform* yang ditemukan di daerah hulu dan tengah sungai Gajah Wong yaitu *Providencia* sp., *Escherichia coli*, *Morganella morganii*, *Proteus vulgaris*, dan *Proteus mirabilis*. Sedangkan pada daerah hilir sungai yaitu *Providencia* sp., *Escherichia coli*, *Morganella morganii*, dan *Proteus vulgaris*.
3. Hubungan antara parameter fisika berupa kecepatan arus dengan jumlah MPN bakteri *coliform* adalah signifikan dengan nilai $p < 0,05$. Dan hubungan antara parameter kimia berupa BOD dengan keanekaragaman spesies bakteri adalah signifikan dengan nilai $p < 0,05$.

B. Saran

1. Pembuangan limbah perlu disalurkan secara baik dan benar sehingga tidak membahayakan kesehatan masyarakat.

2. Perlu dilakukan monitoring yang rutin setiap tahunnya sebagai bentuk pengawasan terhadap sumber-sumber air baik secara fisika, kimia, maupun mikrobiologi secara lengkap.



DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an dan Terjemahannya, Departemen Agama RI. (1976). Jakarta: Bumi Restu.
- Alaerts, G. dan Santika, S. (1987). *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Arnia dan Warganegara, E. (2013). Identifikasi Kontaminasi Bakteri *Coliform* pada Daging Sapi Segar yang Dijual di Pasar Sekitar Kota Bandar Lampung. *MAJORITY (Medical Journal of Lampung University)*: 43-50.
- Atlas, Ronald. (1946). *Handbook of Media for Environmental Microbiology*. London: CRC Press.
- Auda, Jamela and Al-Grawi, Ibtesam. (2009). Isolation, Identification, and Antimicrobial Susceptibility of Uropathogenic *Morganella morganii*. *Al-Kindy Col Med Journal*, 5 (1): 32-35.
- Badiamurti, G., dan Muntalif, B. (2004). Korelasi Kualitas Air dan Insidensi Penyakit Diare Berdasarkan Keberadaan Bakteri Coliform di Sungai Cikapundung. *EM7 Institut Teknologi Bandung*: 1-11.
- [BPOMRI] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2008). Pengujian Mikrobiologi Pangan. *Info POM*, 9 (2): 1-11.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2010). *Standar Nasional Indonesia*. ICS 13.060.01.
- Dewi, Sofie Chintia. (2013). Keragaman Gastropoda sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Hulu Sub Das Gajah Wong. [Skripsi]. Yogyakarta: Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga.
- Dwidjoseputro. (1998). *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- EPA-WEF (Environmental Protection Agency-Water Environment Federation). (2014). Coliform-Enteric Pathogenic Disease Organisms EPA-WEF PR Campaign Still Going Strong. www.deadlydeceit.com/coliform-enteric_bacteris.html. Diakses pada 3 Desember 2014.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.

- Faisal, W., dan Nuraini, E. (2010). Validasi Metode AANC untuk Pengujian Unsur Mn, Mg, Dan Cr pada Cuplikan Sedimen di Sungai Gajah Wong. *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra*, 13 (1): 27-36.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius,
- Garrity, George. (2005). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The Proteobacteria (2nd ed)*. USA: Springer.
- Harley, John. (2005). *Laboratory Exercises in Microbiology (6th ed)*. Eastern Kentucky University: McGraw Hill.
- Hendrawan, Diana. (2005). Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta. *Makara, Teknologi*, 9 (1): 13-19.
- Hendrayana, M., Pinatih, K., dan Yelly, Amy. (2012). Deteksi Bakteri *Escherichia coli* Serotipe 0157 pada Daging Babi dari Pedagang Daging Babi di Kota Denpasar. *MEDICINA*, 43 (1): 3-8.
- Isnaini, Agus. (2011). Penilaian Kualitas Air dan Kajian Potensi Situ Salam sebagai Wisata Air di Universitas Indonesia, Depok. [Tesis]. Depok: FMIPA UI.
- Jayanti, M. W., Octavia, B., dan Yazid, M. (2011). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah IX: Karakterisasi Bakteri Toleran Uranium dalam Limbah Uranium Fase Organik TBP-Kerosin*. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Kusnadi, Ammi, S., dan S. Yanti. (2012). http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/196805091994031-KUSNADI/BUKU_COMMON_TEXT_MIKROBIOLOGI_Kusnadi,dkk/BAB_XII_MIKRO_KESEHATAN.pdf. Diakses pada 18 Desember 2014.
- Kusuma, Sri Agung. (2010). *Escherichia coli*. [Makalah]. Bandung: Fakultas Farmasi Universitas Padjajaran.
- Kusumawardani, Deni. (2010). Valuasi Ekonomi Air Bersih di Surabaya (Studi Kasus pada Air PDAM). [Disertasi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Lay, Bibiana W. (1994). *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Majelis Ulama Indonesia. (1995). *Air, Kebersihan, dan Kesehatan Lingkungan Menurut Ajaran Islam*. Jakarta: MUI, Departemen Kesehatan, Departemen Agama dan UNICEF Indonesia.

- Manos, Jim, and Belas, Robert. (2006). The Genera *Proteus*, *Providencia*, and *Morganella*. *Prokaryotes*, 6: 245-269.
- Maryono, Agus. (2009). Kajian Lebar Sempadan Sungai (Studi Kasus Sungai-sungai di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, 9 (1): 56-66.
- O'hara, C., Brenner, F., dan Miller, J. M. (2000). Classification, Identification, and Clinical Significance of *Proteus*, *Providencia*, and *Morganella*. *Clinical Microbiology Reviews*, 13 (4): 534-546.
- Prasetia, E. W., dan Sunarno, Hasto. (2014). Variasi Nilai Absorbansi terhadap pH Larutan NaOH dan H₂SO₄ untuk Panjang Gelombang 380 nm-750 nm. Surabaya: Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).
- Putra, Yulesta. (2004). Pengelolaan Limbah Rumah Tangga (Upaya Pendekatan Dalam Arsitektur). *e-USU Repository*. Universitas Sumatera Utara.
- [Permenkes] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Nomor 416 Tahun 1990. Tentang Kualitas Air Bersih. pppl.depkes.go.id/_asset/_regulasi/55_permenkes%20416.pdf. Diakses pada 12 Juni 2014.
- [PPRI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 20 Tahun 1990. Tentang Pengendalian Pencemaran Air. repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/30344/1/Appendix.pdf. Diakses pada 12 Juni 2014.
- [PPRI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 38 Tahun 2011. Tentang Sungai. www.presidentri.go.id/DokumenUU.php/631.pdf. Diakses pada 12 Juni 2014.
- [PPRI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. www.presidentri.go.id/DokumenUU.php/631.pdf. Diakses pada 12 Juni 2014.
- Rahayu, S., Widodo, R., Noordwijk, M., Suryadi, I., dan Verbist, B. (2009). *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor: World Agroforestry Centre.
- Rahmawati, A. dan Azizah, R. (2005). Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform pada Air Limbah, Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2 (1): 97-110.

- Raihana, Nadia. (2011). Profil Kultur dan Uji Sensitivitas Bakteri Aerob dari Infeksi Luka Operasi Laparatomi di Bangsal Bedah RSUP dr. M. Djamil Padang. [Artikel]. Padang: Program Pascasarjana Universitas Andalas.
- Riza, N., Thamrin, Siregar. (2012). Analisis Status Kualitas Air Anak-anak Sungai Singingi Sekitar Tambang Batubara di Kuantan Singingi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 6 (2): 123-133.
- Rosyidi, M. Burhan. (2010). Pengaruh Breakpoint Chlorination (BPC) terhadap Jumlah Bakteri Koliform dari Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo. *Jurnal*. Surabaya: FMIPA Institut Teknologi Sepuluh November.
- Shaw, C., dan Clarke P. H. (1955). Biochemical Classification of *Proteus* and *Providencia* Cultures. *Journal gen. Microbiology*, 13: 155-161.
- Siahaan, R., Indrawan, A., Soedharma, D., dan Prasetyo, L. (2011). Kualitas Air Sungai Cisadane, Jawa Barat-Banten. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11 (2): 268-273.
- Simanjuntak, Marojahan. (2007). Oksigen Terlarut dan *Apparent Oxygen Utilization* di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Ilmu Kelautan*, 12 (2): 59-66.
- Soemarno. (2002). *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Klinik*. Yogyakarta: Penerbit Akademi Analisis Kesehatan Yogyakarta Departemen Kesehatan RI.
- Soemarwoto, Otto. (1983). *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Soemirat, Slamet. (1996). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Suhartini. (2008). Pengaruh Keberadaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Piyungan Terhadap Kualitas Air Sumur Penduduk di Sekitarnya. *Naskah Jurnal Saintek*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Suriawiria, U. (2008). *Mikrobiologi Air*. Bandung: PT ALUMNI.
- Surtikanti, Hertien. (2004). Populasi Planaria di Lokasi Bukit Tunggul dan Maribaya, Bandung Utara. *Jurnal Matematika dan Sains*, 9 (3): 259-262.
- Syamsul, A., Endra S., dan Ismi. (2008). Kualitas Air Sungai Code, Winongo, dan Gajah Wong Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 8 (2): 121-125.

- Teressa, June, Jennifer, and Detra. (2014). *BIO225: Enterobacter aerogenes*. http://biowiki.hgtc.edu/index.php?title=BIO225%3AEnterobacter_aerogenes-_by_Teressa,_June,_Jennifer,_and_Detra. Diakses pada 22 September 2014.
- Wahjuningsih, Endang. (2001). Substrat Khromogenik-Fluorogenik Pada Uji Cemarkan Koli dalam Air. *Unitas*, 9 (2): 44-58.
- Waryono, Tarsoen. (2002). *Seminar dan Konggres Geografi Nasional: Bentuk Struktur dan Lingkungan Bio-Fisik Sungai*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Widiyanti, Ni Luh, dan Ristiati, Ni Putu. (2004). Analisis Kualitatif Bakteri Koliform pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 3 (1): 64-73.
- Wijayanti, Pristi Ike. (2013). Analisis Larva Akuatik Insekta sebagai Indikator Kualitas Perairan di Hulu Sungai Gajah Wong. [Skripsi]. Yogyakarta: Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga.
- Winarno, F. G., dan Fardiaz, J. M. (1977). *Populasi dan Analisa Air*. Bogor: Departemen Teknologi. Hasil Pertanian Fameta IPB.
- Yuliana, E. S., Zulfikar, dan Zawitri, S. (2012). Pengaruh Program Kali Bersih Terhadap Kesehatan Kawasan Lingkungan Sungai. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Rekayasa*: 1-16.
- Zaenudin, Ahmad. (2013). Keanekaragaman dan Kemelimpahan Ikan di Daerah Hulu dan Tengah Sungai Gajah Wong Yogyakarta. [Skripsi]. Yogyakarta: Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga.

LAMPIRAN 1**Komposisi Media**

- a. Lactose Broth /Liter
- | | |
|-----------------|------|
| 1. Ekstrak Beef | 32 g |
| 2. Pepton | 5 g |
| 3. Laktosa | 5 g |
- b. Brilliant Green Lactose Bile 2% Broth /Liter
- | | |
|--------------------|----------|
| 1. Peptone | 10 g |
| 2. Lactose | 10 g |
| 3. Oxgall | 20 g |
| 4. Brilliant Green | 0,0133 g |
- c. Mac Conkey Agar /Liter
- | | |
|--------------------|---------|
| 1. Pepton | 20 g |
| 2. Lactose | 20 g |
| 3. Bile Salt | 5 g |
| 4. Sodium Chloride | 5 g |
| 5. Neutral Red | 0,075 g |
| 6. Agar | 12 g |
- d. SIM /Liter (Harley, 2005)
- | | |
|--|---------|
| 1. Pepton | 30 g |
| 2. Beef Extract | 3 g |
| 3. Agar | 3 g |
| 4. Sodium Thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) | 0,025 g |
| 5. $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 0,2 g |
- e. Reagen Kovacs (Harley, 2005)
- | | |
|-----------------------------------|--------|
| 1. Isoamyl alcohol | 150 ml |
| 2. Concentrated hydrochloric acid | 50 ml |
| 3. P-dimethylaminobenzaldehyde | 10 gr |
- f. MRVP /Liter (Harley, 2005)
- | | |
|-----------------------------|-----|
| 1. Pepton | 7 g |
| 2. Glukosa | 5 g |
| 3. K_2HPO_4 | 5 g |

- g. Reagen Barrit's A (α - naphthol) (Harley, 2005)
1. Serbuk α - naphthol 5 g
 2. Alkohol 95% 95 ml
- h. Reagen Barrit's B (KOH 40%) (Harley, 2005)
1. Kristal KOH 40 g
 2. Aquades 100 ml
- i. Reagen Methyl Red (Harley, 2005)
1. Methyl Red 1 g
 2. Alkohol 95% 300 ml
 3. Aquades 500 ml
- j. Simmon Citrate Agar /Liter (Atlas, 1946)
1. $(\text{NH}_4) \text{H}_2\text{PO}_4$ 1 g
 2. K_2HPO_4 1 g
 3. NaCl 5 gr
 4. Natrium Citrate 2 gr
 5. MgSO_4 0,2 gr
 6. BTB (Bromo Thymol Blue) 0,08 g
 7. Agar 15 g
- k. Urea Agar /Liter (Atlas, 1946)
1. Pepton 1 g
 2. Glukosa 1 g
 3. NaCl 5 g
 4. KH_2PO_4 2 g
 5. Phenol Red 0,012 g
 6. Agar 15 g
 7. Urea 20 g

Lampiran 2

FORMULA THOMAS 333

JUMLAH TABUNG (+) GAS PADA PENANAMAN			INDEX MPN PER 100 mL	JUMLAH TABUNG (+) GAS PADA PENANAMAN			INDEX MPN PER 100 mL
3 x 10 mL	3 x 1 mL	3 x 0,1 mL		3 x 10 mL	3 x 1 mL	3 x 0,1 mL	
0	0	0	0	2	0	0	10
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	19
0	0	3	9	2	0	3	24
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6	2	1	1	20
0	1	2	9	2	1	2	25
0	1	3	12	2	1	3	30
0	2	0	6	2	2	0	21
0	2	1	9	2	2	1	26
0	2	2	12	2	2	2	31
0	2	3	16	2	2	3	37
0	3	0	9	2	3	0	27
0	3	1	13	2	3	1	33
0	3	2	16	2	3	2	38
0	3	3	19	2	3	3	44
1	0	0	4	3	0	0	29
1	0	1	7	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	49
1	0	3	14	3	0	3	60
1	1	0	7	3	1	0	46
1	1	1	11	3	1	1	58
1	1	2	15	3	1	2	72
1	1	3	18	3	1	3	86
1	2	0	11	3	2	0	76
1	2	1	15	3	2	1	95
1	2	2	19	3	2	2	116
1	2	3	23	3	2	3	139
1	3	0	16	3	3	0	190
1	3	1	19	3	3	1	271
1	3	2	23	3	3	2	438
1	3	3	27	3	3	3	>1898

Sumber: Soemarno (2002)

Lampiran 3

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia

Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990
 Tentang : Persyaratan Kualitas Air Bersih
 Tanggal : 3 September 1999

Tabel 2. Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih

No.	PARAMETER	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4	5
A.	<u>FISIKA</u>			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1.500	-
3.	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
4.	Rasa	-	-	Tidak berasa
5.	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	-
6.	Warna	Skala TCU	50	
B.	<u>KIMIA</u>			
1.	Air raksa	mg/L	0,001	
2.	Arsen	mg/L	0,05	
3.	Besi	mg/L	1,0	
4.	Fluorida	mg/L	1,5	
5.	Kadmium	mg/L	0,005	
6.	Kesadahan (CaCO_3)	mg/L	500	
7.	Klorida	mg/L	600	
8.	Kromium, Valensi 6	mg/L	0,05	
9.	Mangan	mg/L	0,5	
10.	Nitrat, sebagai N	mg/L	10	
11.	Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0	
12.	pH	-	6,5-9,0	Merupakan batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH minimum 5,5
13.	Selenium	mg/L	0,01	
14.	Seng	mg/L	15	
15.	Slanida	mg/L	0,1	
16.	Sulfat	mg/L	400	
17.	Timbal	mg/L	0,05	
	<u>Kimia Organik</u>			
1.	Aldrin dan dieldrin	mg/L	0,0007	
2.	Benzena	mg/L	0,01	
3.	Benzo (a) pyrene	mg/L	0,00001	
4.	Chlordane (total isomer)	mg/L	0,007	
5.	Cloroform	mg/L	0,03	
6.	2,4 D	mg/L	0,10	

7.	DDT	mg/L	0,03	
8.	Detergen	mg/L	0,5	
9.	1,2 Discloroethane	mg/L	0,01	
10.	1,1 Discloroethane	mg/L	0,0003	
11.	Heptaclor dan heptaclor epoxide	mg/L	0,003	
12.	Hexachlorobenzene	mg/L	0,00001	
13.	Gamma-HCH (Lindane)	mg/L	0,004	
14.	Methoxychlor	mg/L	0,10	
15.	Pentachlorophanol	mg/L	0,01	
16.	Pestisida Total	mg/L	0,10	
17.	2,4,6 urichlorophenol	mg/L	0,01	
18.	Zat organik (KmnO ₄)	mg/L	10	
C.	<u>Mikrobiologik</u> Total <i>coliform</i> (MPN)	Jumlah per 100 ml Jumlah per 100 ml	50 10	Bukan air perpipaan Air perpipaan
D.	<u>Radio Aktivitas</u> 1. Aktivitas Alpha (Gross Alpha Activity) 2. Aktivitas Beta (Gross Beta Activity)	Bq/L Bq/L	0,1 1,0	

Keterangan:

mg = miligram

ml = milimeter

L = liter

Bq = Bequerel

NTU = Nephelometrik Turbidity Units

TCU = True Colours Units

Lampiran 4

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia

Nomor : 82 Tahun 2001

Tentang : Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Tanggal : 14 Desember 2001

Tabel 3. Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO ₃ sbg N	mg/L	10	10	20	20	
NH ₃ -N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi Perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH ₃

Tabel 3. (Lanjutan)

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Cu \leq 1$ mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Fe \leq 5$ mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Pb \leq 0,1$ mg/L
Mangan	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Zn \leq 5$ mg/L
Klorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sbg N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $NO_2-N \leq 1$ mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sbg H_2S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sgg $H_2S \leq 0,1$ mg/L

Tabel 3. (Lanjutan)

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
MIKROBIOLOGI						
-Fecal coliform	Jml/100 mL	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, <i>fecal coliform</i> ≤ 2000 jml/100 mL dan Total <i>coliform</i> ≤ 10000 jml/100 mL
-Total coliform	Jml/100 mL	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
-Gross- A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
-Gross- B	Bq/L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan Lemak	µg/L	1000	1000	1000	(-)	
Deterjen sng MBAS	µg/L	200	200	200	(-)	
Senyawa fenol sbg fenol	µg/L	1	1	1	(-)	
BHC	µg/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/ Dieldrin	µg/L	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	µg/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	µg/L	2	2	2	2	
Heptachlor dan heptachlor epoxide	µg/L	18	(-)	(-)	(-)	
Lindane	µg/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxychlor	µg/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	µg/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	µg/L	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan:

mg = milligram

μg = mikrogram

ml = milliliter

L = liter

Bq = Bequerel

MBAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM = Air Baku untuk Minum

Logam berat merupakan logam terlarut.

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termaksud, parameter tersebut tidak dipersyaratkan.

Tanda \leq adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda $<$ adalah lebih kecil

Lampiran 5

Cara uji kekeruhan menggunakan metode uji SNI 06-6989.25-2005

3.1 Prinsip

Intensitas cahaya contoh uji yang diserap dan dibiaskan, dibandingkan terhadap intensitas cahaya suspensi baku.

3.2 Bahan :

- Aquades
- Suspensi baku kekeruhan : 0-10 NTU ; 0-100 NTU ; 0-1000 NTU
- Limbah cair yang akan dianalisa

3.3 Peralatan :

- Nefelometer
- Botol semprot
- Tabung nefelometer

3.4 Prosedur pengujian :

Kalibrasi nefelometer

1. Optimalkan nefelometer untuk pengujian kekeruhan sesuai petunjuk penggunaan alat.
2. Masukkan suspensi baku kekeruhan (misalnya 0-10 NTU) ke dalam nefelometer. Pasang tutupnya.
3. Biarkan alat menunjukkan nilai pembiasan.
4. Keluarkan standar baku kekeruhan tersebut, ganti dengan standar 0-100 NTU kemudian 0-1000 NTU, prosedur sama dengan di atas.

Penetapan contoh uji

1. Cuci tabung nefelometer dengan air.
2. Kocok contoh dan masukkan contoh ke dalam tabung pada nefelometer. Pasang tutupnya dan biarkan alat menunjukkan nilai pembiasan yang stabil.
3. Catat nilai kekeruhan contoh yang teramati.

Perhitungan :

$$\text{Kekeruhan (NTU)} = A \times fp$$

Keterangan :

A adalah kekeruhan dalam NTU contoh yang diencerkan

fp adalah faktor pengenceran

Lampiran 6

Cara uji oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/ DO*) menggunakan metode uji SNI 06-6989.14-2004

Air dan air limbah – Bagian 14: Cara uji oksigen terlarut secara yodometri (modifikasi azida)

1 Ruang lingkup

Metode ini meliputi cara uji kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen, DO*) dari contoh air dan air limbah; terutama untuk contoh yang mengandung lebih besar dari $50 \mu\text{g NO}_2\text{-N/L}$ dan kadar besi (II) lebih kecil dari 1 mg/L dengan menggunakan metode yodometri (modifikasi azida) untuk kadar oksigen terlarut sama atau di bawah kejenuhannya.

2 Istilah dan definisi

2.1 oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen, DO*)

jumlah milligram oksigen yang terlarut dalam air atau air limbah yang dinyatakan dengan $\text{mg O}_2/\text{L}$

2.2 *blind sample*

larutan baku dengan kadar tertentu

2.3 *spike matrix*

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

2.4 *Certified Reference Material (CRM)*

2.5 *Standard Reference Material (SRM)*

bahan standar yang mampu telusur ke sistem nasional atau internasional

3 Cara uji

3.1 Prinsip

Oksigen terlarut bereaksi dengan ion mangan (II) dalam suasana basa menjadi hidroksida mangan dengan valensi yang lebih tinggi (Mn IV).

Dengan adanya ion yodida (I^-) dalam suasana asam, ion mangan (IV) akan kembali menjadi ion mangan (II) dengan membebaskan yodin (I_2) yang setara dengan kandungan oksigen terlarut. Yodin yang terbentuk kemudian dititrasi dengan sodium thiosulfat dengan indikator amilum.

3.2 Bahan

- mangan sulfat, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
- air suling;
- natrium hidroksida, NaOH atau Kalium hidroksida, KOH;

- d) Na Iodida, NaI atau Kalium Iodida, KI;
- e) amilum/kanji;
- f) natrium azida, NaN_3
- g) asam salisilat;
- h) asam sulfat, H_2SO_4 pekat;
- i) sodium thiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
- j) kalium bi-iodat, $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$; dan
- k) kalium dikromat, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

3.3 Peralatan

- a) botol *Winkler*;
- b) buret mikro 2 mL atau digital buret 25 mL;
- c) pipet volume 5 mL; 10 mL dan 50 mL;
- d) pipet ukur 5 mL;
- e) erlenmeyer 125 mL;
- f) gelas piala 400 mL; dan
- g) labu ukur 1000 mL.

3.4 Persiapan pembuatan pereaksi

3.4.1 Larutan mangan sulfat

Larutkan 480 g $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ atau 400 g $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ atau 364 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dengan air suling ke dalam labu ukur 1000 mL, tepatkan sampai tanda tera.

3.4.2 Larutan alkali yodida azida

Larutkan 500 g NaOH atau 700 g KOH dan 135 g NaI atau 150 g KI dengan air suling, encerkan sampai 1000 mL. Tambahkan larutan 10 g NaN_3 dalam 40 mL air suling.

3.4.3 Larutan kanji (amilum/ kanji)

Larutkan 2 g amilum dan 0,2 g asam salisilat, $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ sebagai pengawet dalam 100 mL air suling yang dipanaskan (mendidih).

3.4.4 Asam sulfat 6 N

Campurkan 1(satu) bagian volume asam sulfat pekat kedalam 5 bagian air suling.

3.4.5 Larutan sodium thiosulfat 0,025 N

Timbang 6,205 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan dengan air suling yang telah dididihkan (bebas oksigen), tambahkan 1,5 mL NaOH 6 N atau 0,4 g NaOH dan encerkan hingga 1000 mL. Lakukan standarisasi dengan larutan kalium bi-iodat.

3.4.6 Larutan baku kalium bi-iodat, $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ 0,0021 M (0,025 N)

Larutkan 812,4 mg $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ dalam air suling dan encerkan sampai 1000 mL.

3.4.7 Larutan baku kalium dikromat, $K_2Cr_2O_7$ 0,025 N

Larutkan 1,2259 g $K_2Cr_2O_7$ (yang telah dikeringkan pada $150^\circ C$ selama 2 jam dengan air suling dan tepatkan sampai 1000 mL.

3.5 Persiapan pengujian

- Sediakan botol *Winkler*
- Masukkan contoh uji ke dalam botol *Winkler* sampai meluap, hati-hati jangan sampai terjadi gelembung udara, kemudian tutup rapat jangan sampai ada gelembung udara didalam botolnya.
- Lakukan pengujian contoh uji segera setelah contoh uji di ambil.

3.5.1 Penetapan larutan thio sulfat dengan kalium bi-iodat

- Larutkan lebih kurang 2 g KI dalam erlenmeyer dengan 100 mL sampai dengan 150 mL air suling.
- Tambah 1 mL H_2SO_4 6N atau beberapa tetes asam sulfat pekat.
- Pipet 20,0 mL larutan baku kalium bi-iodat dan tambahkan ke dalam erlenmeyer yang berisi KI.
- Encerkan sampai 200 mL dan titar yodin yang terbebaskan dengan menggunakan larutan thio sulfat sampai warna kuning muda.
- Tambahkan larutan indikator amilum/kanji lanjutkan titrasi sampai warna biru tepat hilang.
- Hitung normalitas larutan $Na_2S_2O_3$ dengan rumus sebagai berikut :

$$N - Na_2S_2O_3 = \frac{N_2 \times V_2}{V_1}$$

dengan pengertian:

N adalah normalitas $Na_2S_2O_3$;

V_1 adalah mL $Na_2S_2O_3$;

V_2 adalah mL kalium bi-iodat yang digunakan;

N_2 adalah normalitas larutan kalium bi-iodat.

3.5.2 Penetapan larutan thio sulfat dengan kalium dikromat

- Larutkan 4.904 g $K_2Cr_2O_7$ (p.a) dalam air suling dan larutkan hingga 1000 mL untuk mendapatkan larutan 0,1000 N. Simpan di botol tertutup.
- Kedalam 80 mL air suling, tambahkan sambil diaduk 1 mL H_2SO_4 pekat, 10,00 mL 0,1000 N $K_2Cr_2O_7$ dan 1 g KI, aduk dan simpan ditempat gelap selama 6 menit.
- Titrasasi dengan 0,1 N $Na_2S_2O_3$ sampai terjadi perubahan warna.
- Hitung normalitas larutan $Na_2S_2O_3$ dengan rumus sebagai berikut :

$$N - Na_2S_2O_3 = \frac{N_2 \times V_2}{V_1}$$

dengan pengertian :

N adalah normalitas $Na_2S_2O_3$;

V_1 adalah mL $Na_2S_2O_3$;

N_2 adalah mL $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan;

V_2 adalah normalitas larutan $K_2Cr_2O_7$.

3.6 Prosedur

- Ambil contoh yang sudah disiapkan
- Tambahkan 1 mL $MnSO_4$ dan 1 mL alkali iodida azida dengan ujung pipet tepat di atas permukaan larutan
- Tutup segera dan homogenkan hingga terbentuk gumpalan sempurna.
- Biarkan gumpalan mengendap 5 menit sampai dengan 10 menit.
- Tambahkan 1 mL H_2SO_4 pekat, tutup dan homogenkan hingga endapan larut sempurna.
- Pipet 50 mL, masukkan ke dalam erlenmeyer 150 mL
- Titrasasi dengan $Na_2S_2O_3$ dengan indikator amilum/kanji sampai warna biru tepat hilang.

CATATAN

Penambahan volume pereaksi diatas berdasarkan botol *winkler* 250 mL sampai dengan 300 mL, bila menggunakan botol *winkler* dengan volume yang lain agar dihitung secara proporsional.

3.7 Perhitungan

$$\text{Oksigen Terlarut (mg/L)} = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

dengan pengertian:

V adalah mL $Na_2S_2O_3$;

N adalah normalitas $Na_2S_2O_3$;

F adalah faktor (volume botol dibagi volume botol dikurangi volume pereaksi $MnSO_4$ dan alkali iodida azida) pada langkah 3.6 butir b).

Lampiran 7

Cara uji kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/ BOD*) menggunakan metode uji SNI 06-6989.57-2008

SNI 6989.72:2009

Air dan air limbah – Bagian 72: Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*)

1 Ruang lingkup

Cara uji ini digunakan untuk menentukan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk mengoksidasi bahan organik karbon dalam contoh uji air limbah, efluen atau air yang tercemar yang tidak mengandung atau yang telah dihilangkan zat-zat toksik dan zat-zat pengganggu lainnya. Pengujian dilakukan pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari ± 6 jam.

2 Acuan normatif

SNI 6989.57:2008, *Air dan air limbah – Bagian 57: Metoda pengambilan contoh air permukaan.*

SNI 6989.59:2008, *Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah.*

SNI 06-6989.14-2004, *Air dan air limbah - Bagian 14: Cara uji oksigen terlarut secara yodometri (modifikasi azida).*

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Membrane electrode method (4500-O G).

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Pour Plate method (9215 B).

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Fixed and Volatile Solids Ignited at 550 °C (2540 E).

3 Istilah dan definisi

3.1

air bebas mineral

air yang diperoleh dengan cara penyulingan ataupun proses demineralisasi sehingga diperoleh air dengan konduktivitas lebih kecil dari $1\text{ }\mu\text{S/cm}$

3.2

air pengencer

larutan jenuh oksigen yang telah diperkaya oleh nutrisi dan suspensi bibit mikroba

3.3

blanko

air pengencer yang diperlakukan seperti contoh uji

3.4

Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*)

jumlah miligram oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk menguraikan bahan organik karbon dalam 1 L air selama 5 hari pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

SNI 6989.72:2009**3.5****larutan jenuh oksigen**

air bebas mineral yang mengandung oksigen jenuh

3.6**Mix Liquor Suspended Solid (MLSS)**

jumlah miligram biomassa mikroba campuran yang tersuspensi dalam 1 L medium cair

3.7**oksigen terlarut nol hari**

kadar oksigen terlarut sebelum diinkubasi pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

3.8**oksigen terlarut lima hari**

kadar oksigen terlarut setelah diinkubasi selama 5 hari pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

3.9**suspensi bibit mikroba**

biakan mikroba yang dipelihara dan dipersiapkan untuk uji BOD

4 Cara uji**4.1 Prinsip**

Sejumlah contoh uji ditambahkan ke dalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut 0 (nol) hari dan 5 (lima) hari. Bahan kontrol standar dalam uji BOD ini, digunakan larutan glukosa-asam glutamat.

4.2 Bahan**4.2.1 air bebas mineral****4.2.2 larutan nutrisi****4.2.2.1 Larutan buffer fosfat;****a) Cara 1**

Larutkan 8,5 g kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4); 21,75 g dikalium hidrogen fosfat (K_2HPO_4); 33,4 g dinatrium hidrogen fosfat heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) dan 1,7 g amonium klorida (NH_4Cl) dalam air bebas mineral, kemudian encerkan hingga 1 L. Larutan ini menghasilkan pH 7,2.

b) Cara 2

Larutkan 42,5 g kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4); 1,7 g amonium klorida (NH_4Cl) dalam 700 mL air bebas mineral, atur pH larutan sampai 7,2 dengan penambahan larutan NaOH 30 %, kemudian encerkan hingga 1 L.

4.2.2.2 Larutan magnesium sulfat;

Larutkan 22,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan air bebas mineral, kemudian encerkan hingga 1 L.

4.2.2.3 Larutan kalsium klorida;

Larutkan 27,5 g CaCl_2 anhidrat dengan air bebas mineral, kemudian encerkan hingga 1 L.

4.2.2.4 Larutan feri klorida;

Larutkan 0,25 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan air bebas mineral, kemudian encerkan hingga 1 L.

4.2.3 Larutan suspensi bibit mikroba;

Sumber bibit mikroba dapat diperoleh dari limbah domestik, efluen dari pengolahan limbah secara biologis yang belum mengalami klorinasi dan penambahan desinfektan atau air sungai yang menerima buangan limbah organik. Sebaiknya bibit mikroba diperoleh dari pengolahan limbah secara biologis. Pembuatan suspensi bibit mikroba dapat dilakukan dengan 3 cara sebagai berikut:

4.2.3.1 Cara 1

- ambil supernatan dari sumber bibit mikroba (limbah domestik atau efluen pengolahan limbah);
- lakukan aerasi dengan segera terhadap supernatan tersebut, sampai akan digunakan.

4.2.3.2 Cara 2

Cara ini dilakukan berdasarkan standar *OECD guideline for testing of chemicals, 301 -1992 ready biodegradability*, dengan uraian sebagai berikut (Lampiran A):

- ambil air dari bak aerasi pada sistem pengolahan lumpur aktif;
- pisahkan partikel-partikel kasar dari air lumpur aktif dengan cara penyaringan;
- suspensi lumpur aktif yang telah dipisahkan dari partikel kasar, diendapkan selama 30 menit atau disentrifugasi pada putaran 100 x g selama 10 menit;
- endapan dipisahkan, kemudian endapan ditambahkan ke dalam medium mineral (Lampiran B) sampai kandungan padatan tersuspensi 3 g sampai dengan 5 g MLSS/L atau jumlah mikroba 10^7 sel/L sampai dengan 10^8 sel/L;
- homogenkan padatan tersuspensi dengan alat blender pada kecepatan sedang selama 2 menit, kemudian diendapkan selama ± 30 menit;
- supernatan dipisahkan dan digunakan sebagai bibit mikroba;
- sebelum digunakan, supernatan tersebut dikocok dengan menggunakan *shaker* selama 5 sampai dengan 7 hari pada suhu yang sama dengan suhu pengujian ($20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$).

CATATAN 1 Analisis perhitungan mikroba dilakukan menurut *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Pour Plate method (9215 B)*.

CATATAN 2 Analisis MLSS dilakukan menurut *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C (2540 E)*.

4.2.3.3 Cara 3

Suspensi bibit mikroba dapat dibuat dari BOD *seed* yang tersedia secara komersial.

4.2.4 Larutan air pengencer

- siapkan air bebas mineral yang jenuh oksigen atau minimal 7,5 mg/L, dalam botol gelas yang bersih, kemudian atur suhunya pada kisaran $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$;
- tambahkan ke dalam setiap 1 L air bebas mineral jenuh oksigen tersebut, masing-masing 1 mL larutan nutrisi (4.2.2) yang terdiri dari larutan bufer fosfat, MgSO_4 , CaCl_2 dan FeCl_3 ;

- c) tambahkan juga bibit mikroba ke dalam setiap 1 L air bebas mineral, untuk:
 Cara 1 : 1 mL sampai dengan 3 mL (bibit mikroba pada langkah 4.2.3.1) dan aduk sampai homogen; atau
 Cara 2 : 1 mL sampai dengan 10 mL (bibit mikroba pada langkah 4.2.3.2) dan aduk sampai homogen; atau
 Cara 3 : Bibit mikroba pada langkah 4.2.3.3, sesuai petunjuk penggunaan.

CATATAN 1 Penjenuhan oksigen dapat dilakukan dengan cara mengalirkan udara ke dalam air dengan menggunakan aerator yang dilengkapi filter bebas organik. Apabila digunakan udara tekan, udara tersebut tidak boleh mengandung zat-zat lain, seperti minyak, air dan gas.

CATATAN 2 Larutan air pengencer, harus dibuat langsung saat akan digunakan.

CATATAN 3 Volume bibit mikroba yang ditambahkan, dapat berdasarkan hasil uji glukosa-asam glutamat yang menghasilkan nilai BOD $198 \text{ mg/L} \pm 30,5 \text{ mg/L}$.

4.2.5 Larutan glukosa-asam glutamat

Keringkan glukosa (p.a) dan asam glutamat (p.a) pada 103°C selama 1 jam. Timbang 150 mg glukosa dan 150 mg asam glutamat, kemudian larutkan dengan air bebas mineral hingga 1 L.

4.2.6 Larutan asam dan basa 1 N

4.2.6.1 Larutan asam sulfat

Tambahkan 28 mL H_2SO_4 pekat sedikit demi sedikit ke dalam ± 800 mL air bebas mineral sambil diaduk. Encerkan dengan air bebas mineral hingga 1 L.

4.2.6.2 Larutan natrium hidroksida

Larutkan 40 g NaOH dalam air bebas mineral hingga 1 L.

4.2.7 Larutan natrium sulfat;

Larutkan 1,575 g Na_2SO_3 dalam 1 L air bebas mineral. Larutan ini disiapkan segera saat akan digunakan.

4.2.8 Inhibitor nitrifikasi Allylthiourea (ATU);

Larutkan 2,0 g ATU ($\text{C}_4\text{H}_9\text{N}_2\text{S}$) dalam 500 mL air bebas mineral, kemudian tambahkan air bebas mineral hingga 1 L. Simpan pada suhu 4°C . Larutan ini stabil maksimum 2 minggu.

4.2.9 Asam asetat;

Encerkan 250 mL asam asetat (CH_3COOH) glasial (massa jenis 1,049) dengan 250 mL air bebas mineral.

4.2.10 Larutan kalium iodida 10%;

Larutkan 10 g kalium iodida (KI) dengan air bebas mineral hingga 100 mL.

4.2.11 Larutan indikator amilum (kanji).

Masukkan 2 g kanji dan $\pm 0,2$ g asam salisilat ke dalam 100 mL air bebas mineral panas kemudian aduk sambil dipanaskan hingga larut.

4.3 Peralatan

- a) botol DO;
- b) lemari inkubasi atau water cooler, suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, gelap;
- c) botol dari gelas 5 L – 10 L;
- d) pipet volumetrik 1,0 mL dan 10,0 mL;
- e) labu ukur 100,0 mL; 200,0 mL dan 1000,0 mL;
- f) pH meter;
- g) DO meter yang terkalibrasi;
- h) *shaker*;
- i) blender;
- j) oven; dan
- k) timbangan analitik.

CATATAN Apabila tidak tersedia lemari inkubasi atau water cooler, dapat digunakan ruang dengan kondisi suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, gelap.

4.4 Prosedur

4.4.1 Persiapan

4.4.1.1 Pengambilan contoh uji

Contoh uji di ambil berdasarkan SNI 06-6989.57-2008 untuk metoda pengambilan contoh air permukaan dan SNI 06-6989.59-2008 untuk metoda pengambilan contoh air limbah.

4.4.1.2 Penyimpanan contoh

a) Penyimpanan contoh sesaat (*grab samples*)

Suhu penyimpanan contoh sesaat dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 - Suhu penyimpanan contoh

Lama penyimpanan contoh	Suhu penyimpanan
< 2 jam	Tidak perlu disimpan di lemari pendingin
2 – 6 jam	$\leq 4^{\circ}\text{C}$
6 – 24 jam	$\leq 4^{\circ}\text{C}$ dan catat lama waktu penyimpanan
> 24 jam	Contoh tidak mewakili uji BOD

b) Penyimpanan contoh gabungan (*composite samples*)

Selama pengumpulan, penyimpanan contoh dilakukan pada suhu $\leq 4^{\circ}\text{C}$. Batas periode pengumpulan contoh maksimal 24 jam dari waktu pengambilan contoh terakhir. Gunakan kriteria lama penyimpanan contoh gabungan, seperti pada pengambilan contoh sesaat (Tabel 1).

4.4.2 Persiapan pengujian

4.4.2.1 Pengaturan pH

SNI 6989.72:2009

- a) Kondisikan contoh uji pada suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.
- b) Lakukan pengukuran pH contoh, jika nilainya tidak dalam kisaran 6,0 - 8,0, atur pH pada kisaran tersebut dengan penambahan larutan H_2SO_4 atau NaOH.
- c) Penambahan asam atau basa tidak boleh mengakibatkan pengenceran lebih dari 0,5%.

4.4.2.2 Penghilangan zat-zat pengganggu**4.4.2.2.1 Contoh uji mengandung klorin sisa (*residual chlorine compounds*)**

- a) Ke dalam 100 mL contoh uji, tambahkan 10 mL larutan kalium iodida (10%), 10 mL asam asetat (1+1) dan beberapa tetes indikator larutan kanji. Jika terjadi warna biru, titrasi dengan larutan natrium sulfit sampai warna biru tepat hilang. Catat pemakaian larutan natrium sulfit (a mL).
- b) Ke dalam 100 mL contoh uji yang lain, tambahkan a mL larutan natrium sulfit, kocok dan biarkan 10 menit. Kemudian tambahkan 10 mL larutan kalium iodida dan 10 mL asam asetat. Bila campuran berwarna biru, titrasi dengan larutan natrium sulfit sampai warna biru tepat hilang. Catat pemakaian larutan natrium sulfit (b mL).
- c) Ke dalam 100 mL contoh uji yang akan diuji BOD nya, tambahkan (a + b) mL larutan natrium sulfit.

4.4.2.2.2 Contoh uji mengandung senyawa toksik lain

Terhadap contoh uji-contoh uji yang mengandung senyawa toksik, lakukan perlakuan khusus untuk menghilangkannya. Salah satu perlakuan adalah dengan cara pengenceran (lihat Tabel 2).

4.4.2.2.3 Contoh uji mengandung hidrogen peroksida

- a) kocok contoh uji dalam wadah terbuka selama 1-2 jam atau lebih;
- b) hentikan pengocokan dan ukur oksigen terlarut;
- c) biarkan tanpa pengocokan selama 30 menit;
- d) hidrogen peroksida dinyatakan hilang, bila dalam periode waktu 30 menit tanpa pengocokan tidak terjadi peningkatan konsentrasi oksigen terlarut.

4.4.2.2.4 Contoh uji mengandung oksigen terlarut lewat jenuh

Hilangkan kelebihan oksigen dengan cara pengocokan atau diaerasi pada suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

4.4.2.3 Larutan glukosa-asam glutamat

- a) kondisikan larutan glukosa-asam glutamat pada suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$;
- b) masukkan 20 mL larutan glukosa-asam glutamat (4.2.5) ke dalam labu ukur 1 L;
- c) encerkan dengan larutan air pengencer (4.2.4) hingga 1 L;
- d) aduk sampai homogen.

4.4.2.4 Larutan contoh uji

- a) kondisikan contoh uji pada suhu $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$;
- b) dalam labu ukur, lakukan pengenceran contoh uji dengan larutan pengencer (4.2.4) hingga 1 L. Jumlah pengenceran sangat tergantung pada karakteristik contoh uji, dan dipilih pengenceran yang diperkirakan dapat menghasilkan penurunan oksigen terlarut minimal 2,0 mg/L dan sisa oksigen terlarut minimal 1,0 mg/L setelah inkubasi 5 hari.

- c) pengenceran contoh uji dapat dilakukan berdasarkan faktor pengenceran seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2 - Jumlah contoh uji

Jenis contoh uji	Jumlah contoh uji (%)	Faktor pengenceran
Limbah industri yang sangat pekat	0,01 – 1,0	10000 - 100
Limbah yang diendapkan	1,0 – 5,0	100 - 20
Efluen dari proses biologi	5,0 – 25	20 - 4
Air sungai	25 -100	4 - 1

Sumber: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Biochemical Oxygen Demand (5210)*.

4.4.3 Pengujian

- siapkan 2 buah botol DO, tandai masing-masing botol dengan notasi A₁; A₂;
- masukkan larutan contoh uji (4.4.2.4) ke dalam masing-masing botol DO A₁ dan A₂; sampai meluap, kemudian tutup masing masing botol secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara;
- lakukan pengocokan beberapa kali, kemudian tambahkan air bebas mineral pada sekitar mulut botol DO yang telah ditutup;
- simpan botol A₂ dalam lemari inkubator 20°C ± 1°C selama 5 hari;
- lakukan pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan dalam botol A₁ dengan alat DO meter yang terkalibrasi sesuai dengan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Membrane electrode method (4500-O G)* atau dengan metoda titrasi secara iodometri (modifikasi Azida) sesuai dengan SNI 06-6989.14-2004. Hasil pengukuran, merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (A₁). Pengukuran oksigen terlarut pada nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran;
- ulangi pengerjaan 4.4.3 butir e) untuk botol A₂ yang telah diinkubasi 5 hari ± 6 jam. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari (A₂);
- lakukan pengerjaan 4.4.3 butir a) sampai f) untuk penetapan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa contoh uji (4.2.3). Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (B₁) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (B₂);
- lakukan pengerjaan 4.4.3 butir a) sampai f) untuk penetapan kontrol standar dengan menggunakan larutan glukosa-asam glutamat (4.4.2.3). Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (C₁) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (C₂);
- lakukan kembali pengerjaan 4.4.3 butir a) sampai butir f) terhadap beberapa macam pengenceran contoh uji.

CATATAN 1 Untuk mencegah terjadinya proses nitrifikasi dapat ditambahkan larutan inhibitor nitrifikasi (4.2.8) 1 mL per 1 L larutan pengencer.

CATATAN 2 Oksigen terlarut dalam air pengencer yang dikonsumsi mikroba selama 5 hari berkisar antara 0,6 mg/L – 1,0 mg/L.

CATATAN 3 Frekuensi pengerjaan untuk penetapan blanko (4.4.3. butir g) dan kontrol standar dengan glukosa-asam glutamat (4.4.3. butir h) dilakukan 5% - 10% per batch (satu seri pengukuran) atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 20.

SNI 6989.72:2009

4.5 Pernyataan hasil

4.5.1 Perhitungan nilai BOD₅

a) Nilai BOD₅ contoh uji dihitung sebagai berikut:

$$\text{BOD}_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B} \right) V_c}{P}$$

dengan pengertian:

- BOD₅ adalah nilai BOD₅ contoh uji (mg/L);
 A₁ adalah kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L);
 A₂ adalah kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi 5 hari (mg/L);
 B₁ adalah kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L);
 B₂ adalah kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi 5 hari (mg/L);
 V_B adalah volume suspensi mikroba (mL) dalam botol DO blanko;
 V_c adalah volume suspensi mikroba dalam botol contoh uji (mL);
 P adalah perbandingan volume contoh uji (V₁) per volume total (V₂).

CATATAN Bila contoh uji tidak ditambah bibit mikroba V_B = 0.

4.5.2 Laporan hasil uji

Laporkan nilai BOD₅ dari hasil perhitungan yang memenuhi batas keberterimaan pengendalian mutu

5 Pengendalian mutu

- Gunakan bahan kimia pro analisis (p.a).
- Gunakan alat gelas bebas kontaminan.
- Gunakan alat ukur yang terkalibrasi atau terverifikasi.
- Dikerjakan oleh analis/penguji yang kompeten.
- Gunakan air bebas mineral yang bebas kontaminan, penurunan konsentrasi oksigen terlarut maksimum < 0,4 mg/L selama 5 hari.
- Nilai BOD₅ larutan kontrol standar glukosa-asam glutamat berada pada kisaran 198 ± 30,5 mg/L, dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

Nilai BOD₅ kontrol standar dihitung sebagai berikut:

$$\text{BOD}_5 = \frac{(C_1 - C_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B} \right) V_s}{P}$$

dengan pengertian:

- BOD₅ adalah nilai BOD₅ kontrol standar (2 ulangan) (mg/L);
 C₁ adalah kadar oksigen terlarut glukosa-asam glutamat nol hari (mg/L);
 C₂ adalah kadar oksigen terlarut glukosa-asam glutamat 5 hari (mg/L);
 B₁ adalah kadar oksigen terlarut blanko nol hari (mg/L);
 B₂ adalah kadar oksigen terlarut blanko 5 hari (mg/L);

SNI 6989.72:2009

V_B adalah volume suspensi mikroba (mL) dalam botol DO blanko;
 V_s adalah volume suspensi mikroba per botol DO (mL) dalam standar glukosa-glutamat;
 P adalah perbandingan volume contoh uji dengan larutan pengencer.

- g) Perbedaan antara nilai replikasinya (RPD) tidak lebih dari 30%, rumus perhitungan %RPD adalah sebagai berikut :

Persen RPD

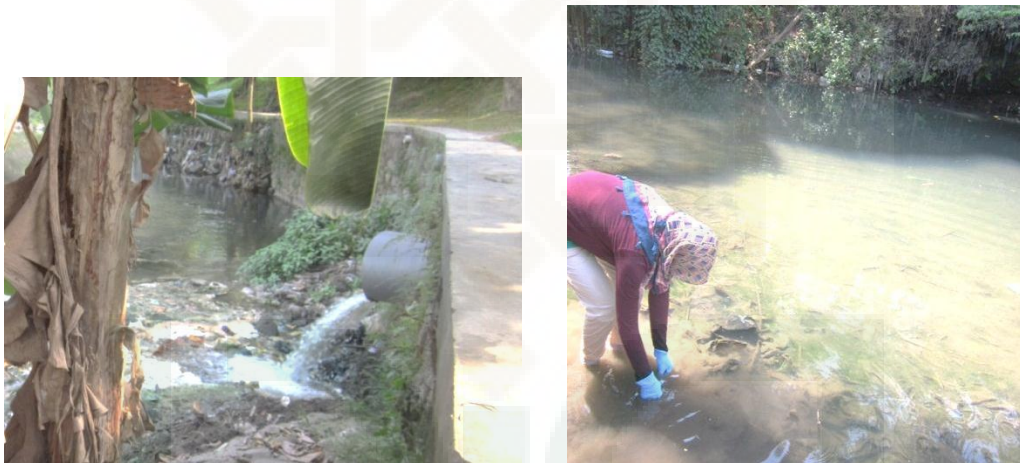
$$\%RPD = \frac{|\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}|}{(\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran})/2} \times 100\%$$

Lampiran 8

Gambar lokasi pengambilan sampel air



Gambar 3. Lokasi pengambilan sampel di stasiun 1



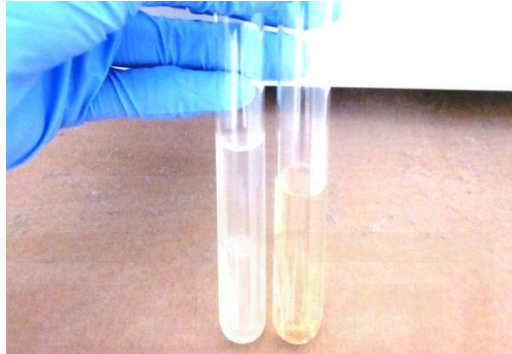
Gambar 4. Pengambilan sampel air di stasiun 2



Gambar 5. Pengambilan sampel air di stasiun 3

Lampiran 9

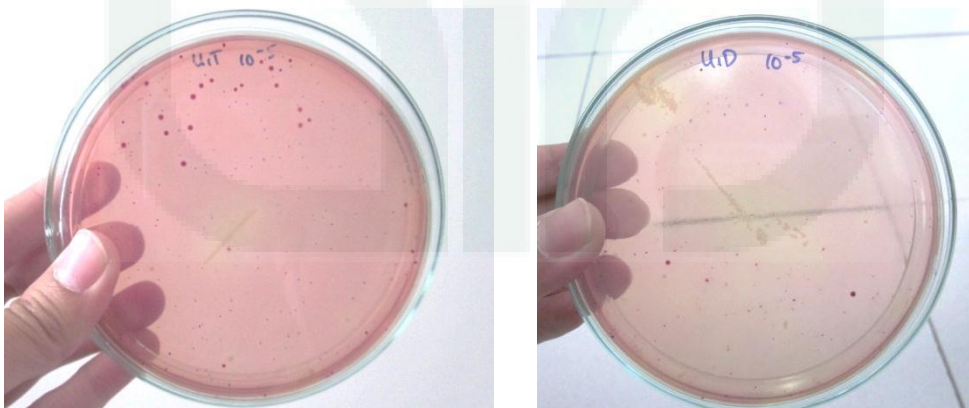
Gambar Hasil uji MPN dan purifikasi



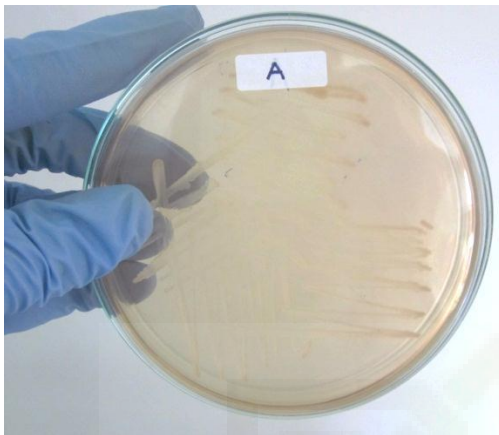
Gambar 6. Uji penduga sebelum inokulasi (kanan) dan hasil positif lebih keruh dan timbul gas (kiri)



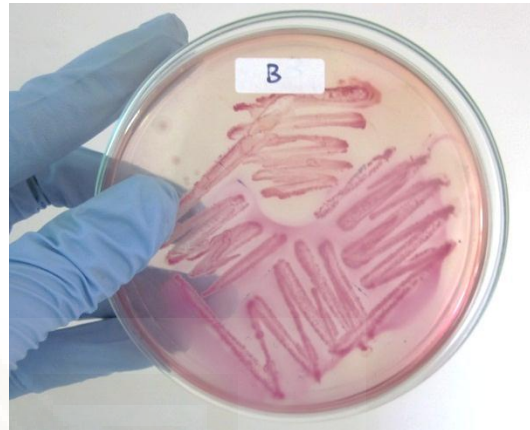
Gambar 7. Uji penegasan yang menunjukkan hasil negatif (tengah)



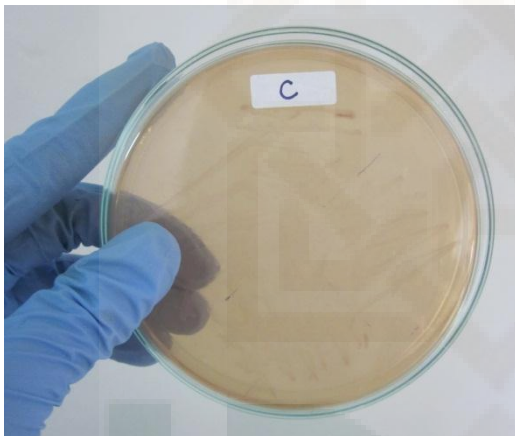
Gambar 8. Uji pelengkap dengan metode *pour plate*



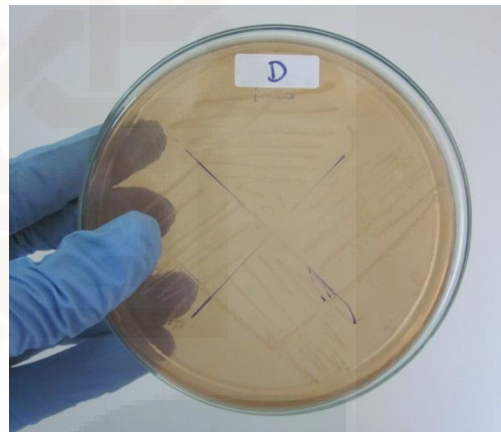
Gambar 9. Purifikasi isolat A



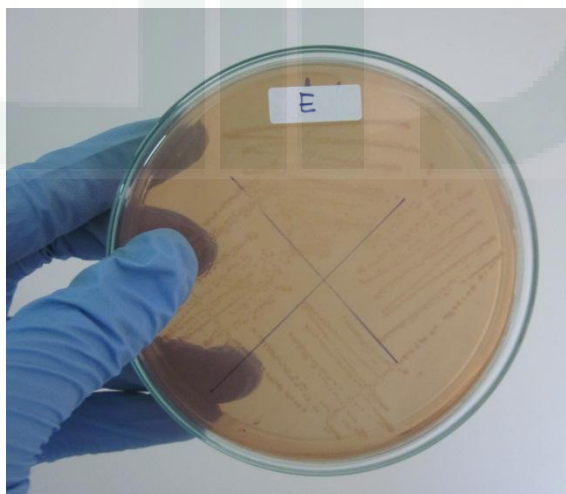
Gambar 10. Purifikasi isolat B



Gambar 11. Purifikasi isolat C



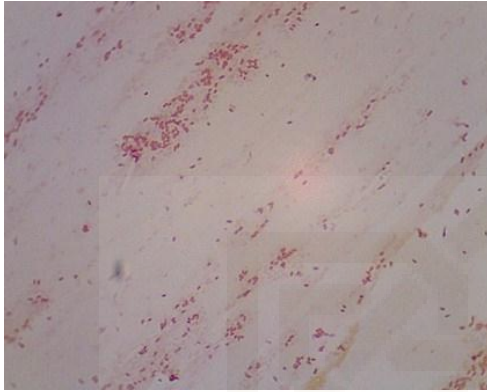
Gambar 12. Purifikasi isolat D



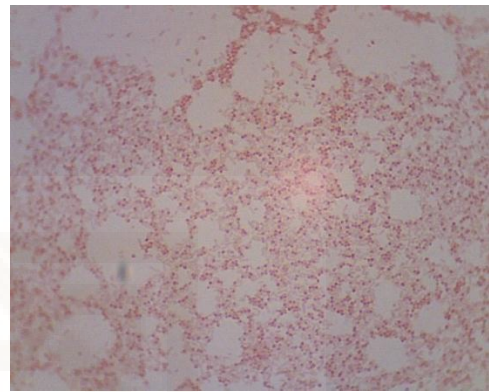
Gambar 13. Purifikasi isolat E

Lampiran 10

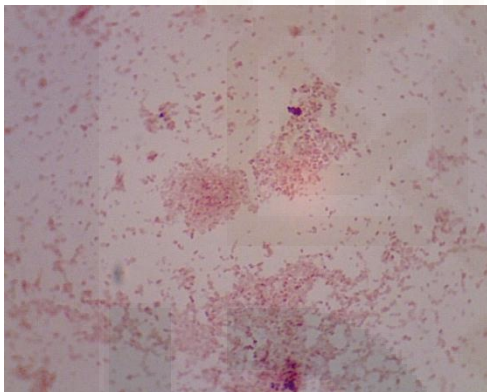
Hasil pewarnaan gram dengan perbesaran 100x100



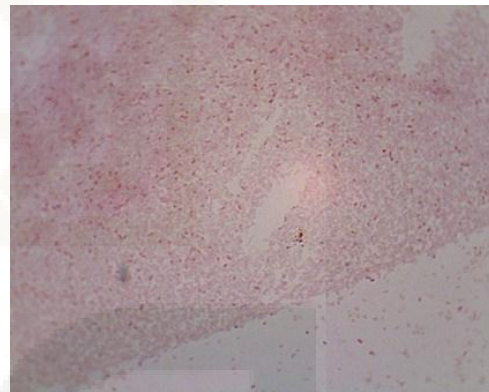
Gambar 14. Hasil pewarnaan gram pada isolat A



Gambar 15. Hasil pewarnaan gram pada isolat B



Gambar 16. Hasil pewarnaan gram pada isolat C



Gambar 17. Hasil pewarnaan gram pada isolat D



Gambar 18. Hasil pewarnaan gram pada isolat E

Lampiran 11

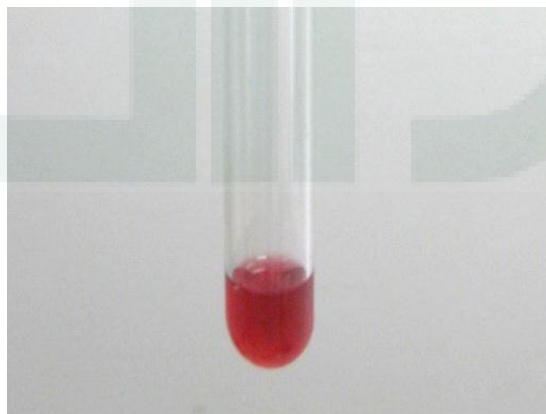
Hasil uji identifikasi biokimia



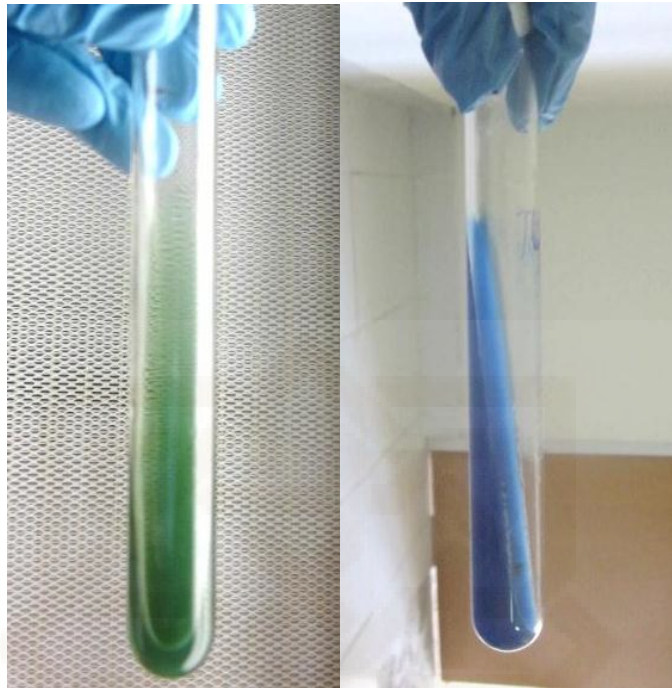
Gambar 19. Hasil Positif Uji Indol, Sulfur, dan Motilitas



Gambar 20. Hasil Positif Uji *Voges Proskauer*



Gambar 21. Hasil Positif Uji *Methyl Red*



Gambar 22. Hasil Uji Sitrat Negatif (Kiri) dan Positif (Kanan)



Gambar 23. Hasil Uji Hidrolisis Urea Positif (Kiri) dan Negatif (Kanan)

Lampiran 12

Peralatan yang digunakan dalam penelitian



Gambar 24. Botol kaca gelap steril untuk penyimpanan sampel air



Gambar 25. LAF untuk inokulasi



Gambar 26. *Stirer (Idealife Cimarec)* untuk menghomogenkan medium



Gambar 17. Timbangan digital (*Explorer Pro Model EP 213*)



Gambar 28. Inkubator (*Thermo Electron Corporation Heraeus*) untuk Inkubasi Bakteri

Tabel 12. (Lanjutan)


		Kecepatan Arus	pH	Suhu	Kedalaman	Kekeruhan	BOD	DO	Spesies
Suhu	Pearson Correlation	-.536*	-.122	1	.416	-.163	-.716**	.721**	-.278
	Sig. (2-tailed)	.022	.630		.086	.518	.001	.001	.264
	N	18	18	18	18	18	18	18	18
Kedalaman	Pearson Correlation	-.227	.219	.416	1	-.215	-.309	.413	-.242
	Sig. (2-tailed)	.365	.382	.086		.393	.213	.089	.334
	N	18	18	18	18	18	18	18	18
Kekeruhan	Pearson Correlation	-.120	.262	-.163	-.215	1	.500*	-.106	.205
	Sig. (2-tailed)	.636	.293	.518	.393		.035	.674	.415
	N	18	18	18	18	18	18	18	18
BOD	Pearson Correlation	.107	.059	-.716**	-.309	.500*	1	-.554*	.503*
	Sig. (2-tailed)	.672	.818	.001	.213	.035		.017	.033
	N	18	18	18	18	18	18	18	18
DO	Pearson Correlation	-.450	-.285	.721**	.413	-.106	-.554*	1	-.058
	Sig. (2-tailed)	.061	.252	.001	.089	.674	.017		.820
	N	18	18	18	18	18	18	18	18
Spesies	Pearson Correlation	-.137	-.375	-.278	-.242	.205	.503*	-.058	1
	Sig. (2-tailed)	.587	.125	.264	.334	.415	.033	.820	
	N	18	18	18	18	18	18	18	18

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 14

Hasil analisis percobaan



LABORATORIUM HIDROLOGI DAN KUALITAS AIR
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS GADJAH MADA
 Alamat: Kampus UGM, Bulaksumur, Yogyakarta 55281
 Telpon/Faks (0274) 548632; email: labhidrologi@geo.ugm.ac.id

Form-9.10.1/Sert.Uji

Nomor/Number : 215/FGE/VIII/14
 Hal./page : 2 dari 4

HASIL PENGUJIAN
TEST RESULT

Nomor Urut	Kode Contoh	Kode Laboratorium	Kekeruhan (FTU)	Metode Uji
1	U1T	1010/LH/14	12.69	SNI 06-6989.25-2005
2	U2T	1011/LH/14	6.59	
3	U3T	1012/LH/14	16.59	
4	U1D	1013/LH/14	3.42	
5	U2D	1014/LH/14	2.16	
6	U3D	1015/LH/14	2.21	
7	T1T	1016/LH/14	3.4	
8	T2T	1017/LH/14	10.48	
9	T3T	1018/LH/14	1.29	
10	T1D	1019/LH/14	2.99	
11	T2D	1020/LH/14	1.62	
12	T3D	1021/LH/14	2.16	
13	R1T	1022/LH/14	9.76	
4	R2T	1023/LH/14	2.02	
15	R3T	1024/LH/14	1.08	
16	R1D	1025/LH/14	3.27	
17	R2D	1026/LH/14	8.09	
18	R3D	1027/LH/14	10.77	

Gambar 28. Hasil analisis uji kekeruhan



**LABORATORIUM HIDROLOGI DAN KUALITAS AIR
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS GADJAH MADA**

Alamat: Kampus UGM, Bulaksumur, Yogyakarta 55281
Telpon/Faks (0274) 548632; email: labhidrologi@geo.ugm.ac.id


Form-9.10.1/Sert.Uji

Nomor/Number : 215/FGE/III/14
Hal./page : 3 dari 4

**HASIL PENGUJIAN
TEST RESULT**

Nomor Urut	Kode Contoh	Kode Laboratorium	BOD (mg/L)	Metode Uji
1	U1T	1010/LH/14	4.80	SNI 06-6989.57-2008
2	U2T	1011/LH/14	3.49	
3	U3T	1012/LH/14	3.56	
4	U1D	1013/LH/14	4.61	
5	U2D	1014/LH/14	0.38	
6	U3D	1015/LH/14	0.68	
7	T1T	1016/LH/14	0.15	
8	T2T	1017/LH/14	0.85	
9	T3T	1018/LH/14	0.53	
10	T1D	1019/LH/14	0.45	
11	T2D	1020/LH/14	1.13	
12	T3D	1021/LH/14	0.30	
13	R1T	1022/LH/14	0.60	
4	R2T	1023/LH/14	0.15	
15	R3T	1024/LH/14	0.15	
16	R1D	1025/LH/14	0.23	
17	R2D	1026/LH/14	0.45	
18	R3D	1027/LH/14	0.38	

Gambar 29. Hasil analisis uji BOD



LABORATORIUM HIDROLOGI DAN KUALITAS AIR
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS GADJAH MADA
 Alamat: Kampus UGM, Bulaksumur, Yogyakarta 55281
 Telpon/Faks (0274) 548632; email: labhidrologi@geo.ugm.ac.id

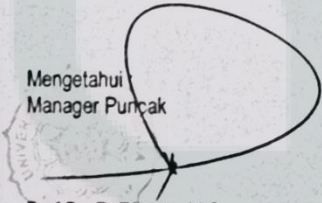
Form-9.10.1/Sert.Uji

Nomor/Number : 215/FGE/VIII/14
 Hal /page : 4 dari 4

HASIL PENGUJIAN
TEST RESULT

Nomor Urut	Kode Contoh	Kode Laboratorium	DO (mg/L)	Metode Uji
1	U1T	1010/LH/14	-	SNI 06-6989.14-2004
2	U2T	1011/LH/14	-	
3	U3T	1012/LH/14	-	
4	U1D	1013/LH/14	-	
5	U2D	1014/LH/14	-	
6	U3D	1015/LH/14	-	
7	T1T	1016/LH/14	0.45	
8	T2T	1017/LH/14	3.93	
9	T3T	1018/LH/14	3.10	
10	T1D	1019/LH/14	4.91	
11	T2D	1020/LH/14	1.36	
12	T3D	1021/LH/14	1.89	
13	R1T	1022/LH/14	4.08	
4	R2T	1023/LH/14	1.36	
15	R3T	1024/LH/14	2.57	
16	R1D	1025/LH/14	4.08	
17	R2D	1026/LH/14	2.49	
18	R3D	1027/LH/14	2.57	

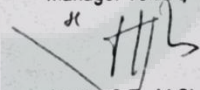
Mengetahui
 Manager Puncak



Prof. Dr. R. Rijanta, M.Sc.

Yogyakarta, 5 September 2014

Manager Teknik,



Harjito, S.T., M.Si.

Catatan:

- 1) Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji. These test result are only valid for the tested samples.
- 2) Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa ijin dari Manager Teknik. The certificate shall not be reproduced (copied) without the written permission of the laboratory Technical Manager.
- 3) Hasil uji yang diostat miring tidak termasuk dalam lingkup akreditasi KAN. The italic numbers are not the object of accreditation.

Gambar 30. Hasil analisis uji DO