

462/TA-SS/TL-2/FT/VII/2018

**LAPORAN TUGAS AKHIR
(EV-003)**

**PENYISIHAN COD, TSS DAN COLIFORM PADA AIR SUNGAI BUATAN
DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN DEDAK PADI, TANAH LIAT
DAN EM AKTIF TERPILIH**

Disusun oleh:

Fatiya Zakiyah

123050026



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2018**

**PENYISIHAN COD, TSS DAN COLIFORM PADA AIR SUNGAI BUATAN
DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN DEDAK PADI, TANAH LIAT
DAN EM AKTIF TERPILIH**

**LAPORAN TUGAS AKHIR
(EV-003)**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan penyelesaian Program S-1
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik
Universitas Pasundan

Disusun oleh:

Fatiya Zakiyah

123050026



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2018**

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
(EV-003)

PENYISIHAN COD, TSS DAN COLIFORM PADA AIR SUNGAI BUATAN
DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN DEDAK PADI, TANAH LIAT
DAN EM AKTIF TERPILIH

Disusun oleh:

Fatiya Zakiyah
123050026



Telah disetujui dan disahkan pada,
Juli 2018

Pembimbing I



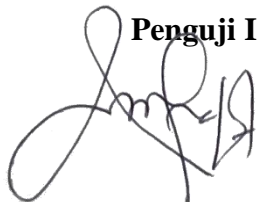
(Dr. Yonik Meilawati Yustiani, Ir., MT.)

Pembimbing II



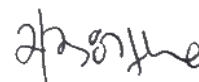
(Deni Rusmaya, ST., MT.)

Penguji I



(Dr. Anni Rochaeni, Ir., MT.)

Penguji II



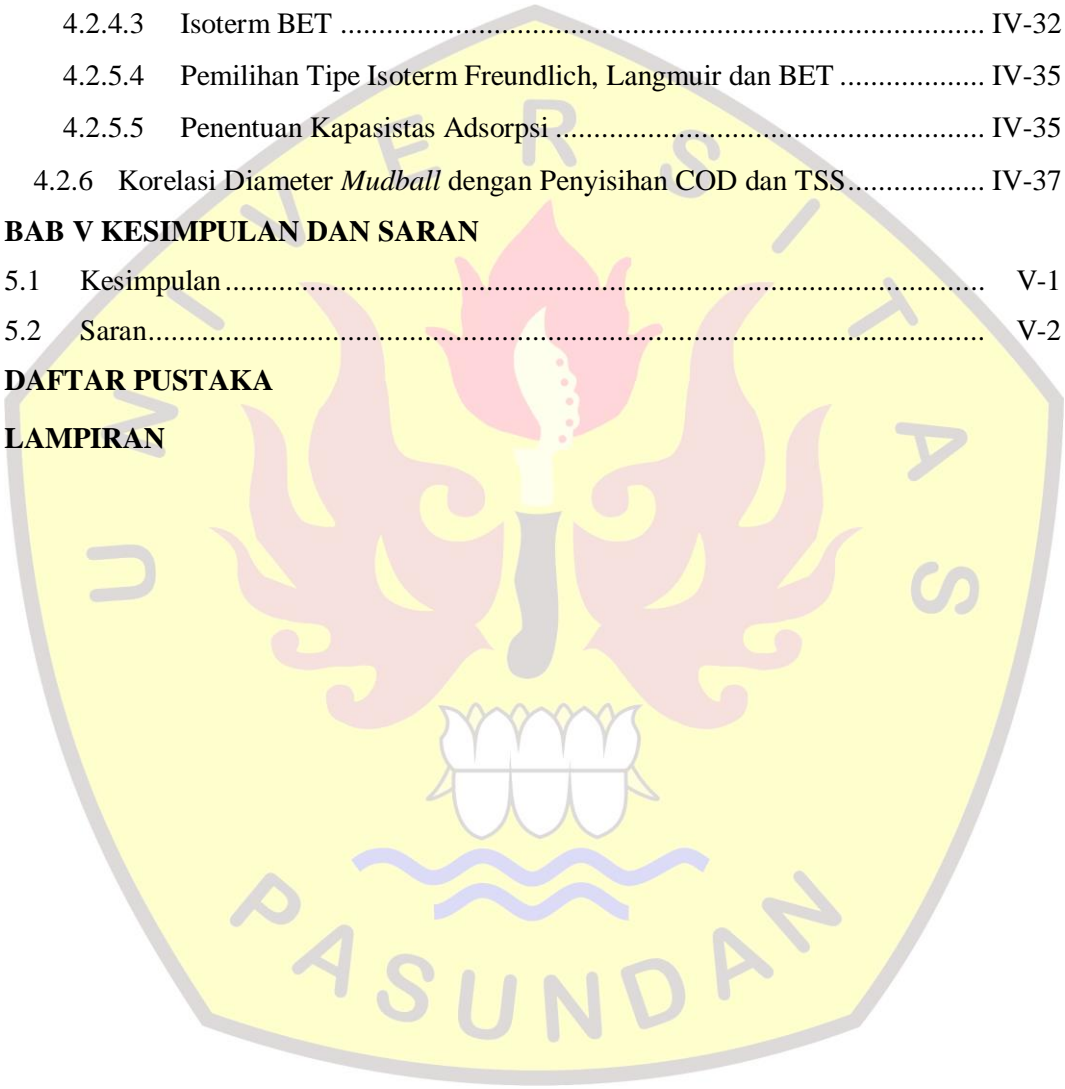
(Astri W Hasbiah, ST., MEnv.)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-3
1.4 Ruang Lingkup.....	I-3
1.5 Sistematika Laporan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Sungai.....	II-1
2.2 Kriteria Baku Mutu Air.....	II-1
2.3 Pencemaran Air.....	II-2
2.4 Pencemaran Organik di Sungai.....	II-2
2.5 Indikator Pencemaran Air.....	II-4
2.5.1 Kebutuhan Oksigen Kimiawi (<i>Chemical Oxygen Demand, COD</i>).....	II-4
2.5.2 Oksigen Terlarut (<i>Dissolved Oxygen, DO</i>).....	II-5
2.5.3 Padatan Tersuspensi (<i>Total Suspended Solid</i>).....	II-6
2.5.4 pH.....	II-7
2.6 Pengolahan Air Limbah.....	II-7
2.6.1 Dedak Padi.....	II-9
2.6.2 Mikroorganisme Efektif.....	II-10
2.6.3 Tanah Lempung/ Tanah Liat.....	II-13
2.7 Coliform.....	II-14
2.8 Adsorpsi.....	II-14
2.7.1 Jenis Adsorpsi.....	II-17
2.7.2 Adsorben.....	II-19
2.7.3 Biosorpsi.....	II-19
2.7.4 Isoterm Adsorpsi.....	II-21

2.7.5	Isoterm Freundlich	II-22
2.7.6	Isoterm Langmuir	II-24
2.8	Penelitian Terdahulu	II-27
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Tahapan Penelitian	III-1
3.2	Persiapan Alat dan Bahan	III-3
3.2.1	Daftar Alat	III-3
3.2.2	Daftar Bahan	III-4
3.3	Pembuatan Air Sungai Buatan	III-4
3.4	Reaktor yang Digunakan dalam Penelitian	III-5
3.5	Penelitian Pendahuluan	III-6
3.5.1	Pengaktifan EM	III-7
3.5.2	Penentuan EM aktif terpilih	III-8
3.5.3	Penentuan Komposisi Optimum Dedak Padi	III-8
3.5.4	Penentuan Diameter Optimum <i>Mudball</i>	III-8
3.5.5	Penentuan pH Optimum dan Waktu Equilibrium	III-9
3.6	Penelitian Utama	III-10
3.6.1	Pengukuran pada Konsentrasi COD dan TSS Rata-rata	III-10
3.6.2	Pengukuran pada Konsentrasi COD dan TSS maksimum	III-11
3.6.3	Pemeriksaan Penyisihan Coliform	III-11
3.6.4	Pemilihan Tipe Isoterm	III-12
3.7	Parameter yang diukur	III-16
3.7.1	COD	III-16
3.7.2	TSS	III-19
3.7.3	Coliform	III-20
3.7.4	DO	III-21
3.7.5	pH	III-22
3.8	Analisis Data	III-23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Penelitian Pendahuluan	IV-1
4.1.1	Aktivasi EM (1,2 dan 3)	IV-1
4.1.2	Penentuan EM terpilih	IV-2
4.1.3	Komposisi Optimum <i>Mudball</i>	IV-3
4.2	Penelitian Utama	IV-6
4.2.1	Penentuan pH Optimum Untuk Penyisihan COD dan TSS Oleh <i>Mudball</i> ..	IV-6
4.2.2	Penentuan Waktu Equilibrium Penelitian	IV-9

4.2.3	Pengukuran COD dan TSS Konsentrasi Rata-rata dan Maksimum	IV-10
4.2.3.1	Pengukuran COD dan TSS Konsentrasi Rata-rata.....	IV-10
4.2.3.2	Pengukuran COD dan TSS Konsentrasi Maksimum	IV-16
4.2.4	Pengukuran Penyisihan <i>Escherichia coli</i> Pada pH Optimum.....	IV-21
4.2.5	Penentuan tipe Isoterm Freundlich, Langmuir dan BET	IV-24
4.2.5.1	Isoterm Freundlich	IV-24
4.2.5.2	Isoterm Langmuir.....	IV-28
4.2.4.3	Isoterm BET	IV-32
4.2.5.4	Pemilihan Tipe Isoterm Freundlich, Langmuir dan BET	IV-35
4.2.5.5	Penentuan Kapasitas Adsorpsi	IV-35
4.2.6	Korelasi Diameter <i>Mudball</i> dengan Penyisihan COD dan TSS.....	IV-37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



PENYISIHAN COD, TSS DAN COLIFORM PADA AIR SUNGAI BUATAN MENGGUNAKAN CAMPURAN DEDAK PADI, TANAH LIAT DAN EM AKTIF TERPILIH

Fatiya Zakiyah

(fatiyazakiyah@gmail.com)

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung

Abstrak

Sungai sering digunakan sebagai sumber air bersih untuk masyarakat. Namun, di Negara-negara berkembang seperti Indonesia masih banyak penduduk yang membuang air limbah domestik langsung ke sungai, seperti halnya pada masyarakat yang tinggal di bantaran sungai Cikapundung Kota Bandung. Salah satu upaya penanggulangan pencemaran sungai akibat limbah domestik ini adalah dengan menyisihkan langsung kontaminan dari air sungai. Salah satunya dengan pengolahan fisik dan biologis menggunakan media *mudball* yang terbuat dari dedak padi, tanah liat dan EM. Pada penelitian sebelumnya, digunakan larutan EM4 aktif. Akan tetapi, mikroorganisme dalam EM4 membuat suasana air sungai menjadi asam, sehingga perlu ada pergantian EM. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan EM, menentukan komposisi optimum *mudball*, mengetahui efisiensi *mudball* dalam menyisihkan COD, TSS dan Coliform pada air sungai buatan, menentukan tipe sorpsi isoterm, dan mencari hubungan diameter *mudball* dengan penyisihan COD dan TSS air sungai buatan. Variasi konsentrasi COD yang digunakan 120 mg/L dan 400 mg/L dan variasi TSS yang digunakan adalah 100 mg/L dan 350 mg/L sedangkan konsentrasi coliform yang digunakan $10^3 \times 10^4$ koloni/100ml. Hasil menunjukkan bahwa EM terpilih adalah EM1 dengan komposisi optimum *mudball* adalah 10% dedak padi dan 90% tanah liat dengan 40% EM1 aktif (v/b) terhadap berat total campuran dedak padi dan tanah liat. Hasil yang didapat pada penyisihan COD, TSS dan Coliform oleh *mudball* terbesar dengan diameter 2,5 cm adalah pada pH 5 dengan efisiensi penyisihan sebesar 66,6%, 100% dan 53,4%. Penyisihan COD dan TSS pada konsentrasi ekstrim adalah sebesar 33,33 % dan 91,81%. Persamaan sorpsi isoterm COD dan TSS adalah persamaan BET dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 18,0975 mg/gr dan 14,5757 mg/gr. Terdapat korelasi antara diameter dengan besarnya penyisihan. 96,18% penyisihan COD dan 93,19% penyisihan TSS disebabkan oleh diameter *mudball*.

Kata Kunci: Adsorpsi, COD, EM, *Mudball*, Sungai Cikapundung, TSS

REMOVAL OF COD, TSS AND COLIFORM ON ARTIFICIAL RIVER WATER USING MIXED RICE BRAN, CLAY SOIL AND ACTIVATED EM SELECTED

Fatiya Zakiyah

(fatiyazakiyah@gmail.com)

Department of Environmental Engineering, Pasundan University, Bandung

Abstract

Rivers are often used as a clean water source for communities living near or in water bodies. However, in developing countries such as Indonesia domestic wastewater is frequently discharged directly into the river, such as with that of communities living along the Cikapundung River, Bandung. This causes pollution of river water quality. One of the efforts to control river pollution due to domestic wastewater is to directly remove contaminants in the river. One of the direct treatment to improve the quality of polluted water is by physical and biological treatment using media that is made from rice bran, clay, and EM. These media are called mudballs or EM Bokashi mudball. In a previous study, an active EM4 solution was used. However, microorganisms in EM4 make the mood of the river water acidic, so there needs to be a change of EM. The purpose of this study was to determine the EM, determine the optimum composition of mudball, to know the efficiency of mudball in excluding COD, TSS and Coliform in artificial river water, determine isotherms sorption type, and to find mudball diameter relationship with COD and TSS removal of artificial river water. The concentration of COD used was 120 mg / L and 400 mg / L and the TSS variations used were 100 mg / L and 350 mg / L while the coliform concentration was used $10^3 \times 10^4$ colonies / 100ml. The results show that the EM selected is EM1 with the optimum composition of mudball being 10% rice bran and 90% clay with 40% EM1 active (v/w) to the total weight of rice bran and clay mixture. The results obtained for COD, TSS and Coliform removal by the largest mudball with 2.5cm diameter were at pH 5 with an allowance efficiency of 66.6%, 100% and 53.4%. COD and TSS removal at extreme concentrations was 33.33% and 91.81%. The isotherm sorption equation COD and TSS is a BET equation with a maximum adsorption capacity of 18.0975 mg / g and 14.5757 mg / g. There is a correlation between the diameter and the magnitude of the allowance. 96.18% COD removal and 93.19% TSS allowance caused by mudball diameter.

Key Words: Adsorption, Cikapundung River, COD, Coliform, EM, Mudball, TSS

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan manfaat untuk mewujudkan kesejahteraan bagi seluruh manusia dalam segala bidang. Air belum dapat digantikan dalam memberikan dukungan dan kehidupan bagi seluruh makhluk hidup, sehingga keberadaan dan kualitasnya haruslah dijadikan prioritas utama dalam pelestarian fungsinya untuk memberikan kehidupan bagi seluruh makhluk hidup.

Salah satu sumber air yang sering dimanfaatkan adalah air sungai. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai, 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. Masukan berupa limbah ke dalam sungai akan mengakibatkan terjadinya perubahan faktor fisika, kimia dan biologi yang dapat mengganggu lingkungan perairan. Masalah penurunan kualitas air sungai banyak terjadi pada beberapa sungai di kota Bandung di antaranya adalah sungai Cikapundung.

Saat ini kondisi Sungai Cikapundung sudah tercemar berat. Data BPLH Kota Bandung menyebutkan ada sekitar 1058 rumah yang berada dekat dengan bantaran Sungai Cikapundung. Hampir seluruhnya membuang limbah langsung ke sungai. Karenanya sungai Cikapundung ini menerima limbah lebih dari 2,5 juta liter setiap harinya, yang sebagian besar berasal dari limbah rumah tangga (Citarum.org, 2016).

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan BPLH Kota Bandung, nilai konsentrasi COD dan TSS paling tinggi di Sungai Cikapundung selama tahun 2013, adalah 400 mg/L dan 350 mg/L. Dan nilai konsentrasi COD dan TSS rata-rata Sungai Cikapundung 120 mg/L dan 100 mg/L. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah Nomer 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, baku mutu parameter COD dan TSS kelas 2 untuk

air baku air minum adalah 25 mg/l dan 50 mg/l. Maka dari itu, perlu adanya upaya penanggulangan pencemaran pada Sungai Cikapundung.

Salah satu upaya penanggulangan pencemaran sungai akibat limbah domestik ini adalah dengan menyisihkan langsung kontaminan dari air sungai tersebut. Salah satu metode yang digunakan untuk memperbaiki kualitas air sungainya adalah dengan memasukkan *mudball* ke dalam sungai.

Penelitian mengenai *mudball* yang pernah dilakukan sebelumnya menggunakan EM4 yang banyak terdapat di Indonesia sebagai aktivator mikroorganisme pada *mudball*. *Mudball* dengan campuran tanah liat, dedak kulit padi dan EM4 ini efektif dalam menyisihkan COD dan TSS pada air sungai buatan. Konsentrasi awal air sungai buatan mengikuti konsentrasi COD dan TSS hasil pengukuran yang dilakukan BPLH Kota Bandung selama tahun 2013. Namun *mudballs* yang menggunakan EM4 ini mengubah pH air sungai buatan yang seharusnya netral menjadi asam karena terdapat bakteri asam laktat di dalamnya (Rusmaya, dkk., 2015). Oleh karena itu pada penelitian ini tidak digunakan EM4, tetapi dengan menggunakan EM1, EM2 dan EM3 yang salah satunya akan terpilih untuk diterapkan dalam *mudball* jika menunjukkan hasil yang baik.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui tingkat efisiensi penyisihan COD, TSS dan coliform pada air sungai buatan menggunakan *mudball* dengan EM terpilih yang diharapkan dapat mempertahankan pH sungai tetap dalam kondisi netral. Air sungai buatan yang digunakan memiliki konsentrasi awal yang mengikuti konsentrasi sungai Cikapundung sesuai hasil pengukuran yang dilakukan BPLH Kota Bandung tahun 2013.

Apabila hasil penelitian menunjukkan nilai efisiensi yang baik, maka metode ini dapat diterapkan untuk membersihkan sungai-sungai yang tercemar, yang selama ini sangat sulit untuk dikendalikan. Dengan meningkatnya kualitas air sungai, maka keanekaragaman biota yang dapat hidup di dalamnya juga meningkat dan masyarakat dapat memanfaatkan air sungai untuk aktivitas sehari-hari.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas manusia di sekitar sungai memerlukan penanganan yang baik agar tidak menimbulkan kerusakan lingkungan. Menurut Peraturan Pemerintah Nomer 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, baku mutu parameter COD dan TSS kelas 2 untuk air baku air minum adalah 25 mg/l dan 50 mg/l, sedangkan pada tahun 2013 Sungai Cikapundung memiliki kadar COD dan TSS rata-rata sebesar 120 mg/l dan 100 mg/l. Upaya purifikasi menggunakan *mudball* dengan EM terpilih diharapkan mampu menjadikan kualitas air sungai menjadi lebih baik dan dapat dimanfaatkan kembali sesuai dengan peruntukannya.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan penyisihan COD, TSS dan Coliform pada air sungai buatan dengan menggunakan *mudball*, yaitu dedak padi dicampur dengan tanah liat dan EM aktif terpilih.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan tingkat efisiensi penyisihan COD, TSS dan coliform karena proses degradasi dan sorpsi menggunakan *mudball*.

1.4 Ruang Lingkup

Adapun lingkup dari Penyisihan COD, TSS dan Coliform pada Sungai Buatan Menggunakan *Mudball* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan EM terpilih dari ketiga EM (EM1, EM2, atau EM3) dengan parameter uji penyisihan COD dan TSS serta perubahan pH air sungai buatan.
2. Menentukan komposisi optimum *mudball* yang terdiri dari aktivasi EM terpilih, penentuan presentase dedak padi, penentuan diameter optimum dan penentuan kondisi penyimpanan inkubasi *mudball*.
3. Menentukan waktu equilibrium COD dan TSS.
4. Menentukan pH optimum *mudball* dalam menyisihkan COD dan TSS pada rentang pH 4 sampai dengan pH 9 pada suhu 25°C.
5. Konsentrasi yang digunakan untuk COD adalah 120 mg/L dan 400 mg/L, dan untuk TSS adalah 100 mg/L dan 350 mg/L pada suhu 25°C.

6. Menentukan efisiensi penyisihan bakteri coliform pada suhu 25°C.
7. Menentukan tipe isotherm sorpsi (Freundlich, Langmuir dan BET) menggunakan pengaruh variasi berat 1-10 gr *mudball* terhadap penyisihan COD dan TSS pada pH optimum dan suhu kamar (25°C).

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini meliputi:

Bab I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Berisi tentang tinjauan pustaka dan teori-teori yang mendukung dan mendasari penelitian mengenai air sungai, kriteria baku mutu air, pencemaran air, pencemaran organik di sungai, indikator pencemaran air (COD, TSS, Coliform, DO dan pH), pengolahan air limbah, adsorpsi & isotherm dan penelitian pendahulu dari berbagai sumber baik berupa literatur maupun berupa jurnal.

Bab III Metodologi Penelitian

Berisi tentang diagram alir penelitian, daftar alat dan bahan yang digunakan, metode yang digunakan, persiapan penelitian, penelitian pendahulu, penelitian utama dan parameter yang diukur.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang data-data hasil penelitian yang diperoleh pada saat melakukan penelitian, menjelaskan dan membahas hasil yang diperoleh tersebut, serta membandingkannya dengan hasil-hasil penelitian terdahulu.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan, sehingga dapat memberikan saran-saran yang dapat dimanfaatkan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, Dyah., 2012. *Kajian Kualitas Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai*. Tesis Master pada Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Anonim. 2014. EM *Bokashi Balls*. EM Leaflet No.7. Arizona, USA <https://www.emwinkel.nl/wp-content/uploads/2014/05/BokashiBall7Final.pdf> (Diakses: 9:25, 20/09/2016)
- Anonim. 2014. *Environmental Wellness - Effective Microbes Bokashi Mud Ball*. http://www.wellnessrecreation.com/environmentalwellness/effective_microbes/effectivemicrobes_bokashi_mudball.php (Diakses: 9:15, 20/09/2016)
- Anonim. 2016. Gambaran Umum Sungai Cikapundung <http://citarum.org/info-citarum/berita-artikel/1174-gambaran-umum-sungai-cikapundung.html> (Diakses: 20:42, 24/10/2017)
- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajahmada University Press. Yogyakarta.
- Bowles, J. 1984. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Cheremisinoff, Paul N. & Ellerbusch, Fred. 1978. *Carbon Adsorption Handbook*. Ann Arbor Science Publisher Inc. Michigan.
- Condor, Anibal F., Perez, Pablo Gonzalez & Lokare., Chinmay. 2007. *Effective Microorganisms: Myth or reality?*. Rev. peru. biol. 14(2): 315-319
- Das, Braja. M. 1995. *Mekanika Tanah. (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid II. Erlangga. Jakarta
- Dhankhar, R., Hooda, A., 2011. *Fungal biosorption – an alternative to meet the challenges of heavy metal pollution in aqueous solutions*. Environ. Technol. 32, 467–491
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit KANISIUS. Yogyakarta.
- Fardiaz, Srikandi.2003.*Polusi dan Udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta

- Farooq, Umar, Kozinski, Janusz A., Khan, Misbahul Ain & Athar, Makshoof. *Biosorption Of Heavy Metal Ions Using Wheat Based Biosorbents – A Review Of The Recent Literature*. Bioresource Technology 101 (2010) 5043–5053.
- Firdus dan Muchlisin Z.A., *Degradation Rate Of Sludge and Water Quality of Tangki septik (Water Closed) by Using Starbio and Freshwater Catfish as Biodegradator*, Jurnal Natural, Vol.10, No. 1 (2010).
- Footer, A., 2014, *Bokashi Composting, Scraps to Soil in weeks*, New Society Publisher, Canada.
- Fukushi, K., Hassan, K.M., Honda, R., Sumi, A., 2010, *Sustainability in Food and Water, an Asian Perspective*. Springer.
- Gadd, Geoffrey Michael & Fomia, Marina. 2014. *Biosorption: Current Perspective on Concept, Definition and Application*. Bioresource Technology 160 (2014) 3–14
- Gadd, Geoffrey Michael. 2008. *Biosorption: Critical Review Of Scientific Rationale, Environmental Importance And Significance For Pollution Treatment*. J Chem Technol Biotechnol 2009; 84: 13–28.
- Ghazali, M., Indarti, R dan Harita. 1996. *Operasi Teknik Kimia*. Pusat Pendidikan Politeknik. Bandung
- Haerani, Dian. 2007. *Penelitian Penentuan Kapasitas Adsorpsi Biakan Tercampur Jamur Mati dan Karbon Aktif Zat Warna Cibacron Brilliant Red*. Tugas Akhir Tidak Diterbitkan. Teknik Lingkungan Universitas Pasundan. Bandung.
- Hall K.R, Eagleton L.C, Acrivos A and Vermuelen T. 1966. *Pore and Solid-Diffusion Kinetics in Fixed-bed Adsorption Under Constant-Pattern Condition*. I & E Fundamentals, Vol 5. No. 2. 212-233
- Harjanto, S., 1987. *Lempung, Zeolit dan Magnesit*, Publikasi khusus, Direktorat Sumber Daya Mineral, 53-58.
- Higa T dan GN Wididana. 1991. *The Concept and Theories of Effective Microorganisms. First International Conference at Khon Khaen University, Thailand* : hal 118-124
- Higa, T (1994 a). *Personal Communication*. EM Technology Serving The Wold. 7 p.
- Higa, T (1994 b). *Personal Communication*. Producing Safe Foodstuffs. 16 p.

- Higa, T., 1988. *Studies on the application of effective microorganisms in nature farming: Effects of effective microorganisms on yield and quality carrots, peanut, consecutive planting tomato*. 6th IFOAM Conference, August 18-21 1986, University of California, Santa Cruz.
- Higa, T., 1998. *Effective Microorganisms for Sustainable Agriculture and Healthy Environment*, Jan van Arkel, Utrecht, 191 pp., 1998.
- Indarti, Retno., Ghozali, Mukthar & Harita., *Operasi Teknik Kimia*, Pusat Pengembangan
- Indriani, Yovita Hety. 2011. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta
- Irsyad., Moh dan Damanhuri, Tri Padmi. 2010. *Modul Praktikum Laboratorium Lingkungan*. Bandung. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Jasmiyati, Sofia, Thamrin, A. 2010. *Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Effective Microorganism 4 (EM4)*. Program Studi Ilmu Lingkungan PPS. Riau
- Kader, M.A., Hasan, M.T., Rahman, M.A., Alam, M.I., 2013. *Effective use of rice husk ash to treat highly polluted water: case study in the Dhalassori River, Banglades*, American Academic & Scholarly Research Journal, 5, 5, Pages 54-62.
- Kanan D., Kumar SV., 2012. *Effective Microorganism Used in Domestic Effluent Treatment System*.
- Malik, A., Grohmann, E., 2012. *Environmental Protection Strategies for Sustainable Development*, Springer.
- Malik, P.K. 2004. *Dye Removal from Wastewater Using Activated Carbon Developed from Sawdust: Adsorption Equilibrium and Kinetics*. Journal of Hazardous Material, 81-88
- Mason TJ., Joyce E., Phull SS., Lorimer JP., 2003, Potential Uses of Ultrasound in the Biological Decontamination of Water, *Ultrasonics Sonochemistry*, 10 , pp. 319–323.
- Meenakshi, P., 2012. *Element of Environmental Engineering & Science*. PHI Learning Private Limited, New Delhi.

- Metcalf & Eddy. 2004. *Waste Water Engineering Treatment Disposal, Reuse*. Third Edition. Mc Graw-Hill Inc. Singapura
- Modak, J.M., Natarajan, K.A., 1995. *Biosorption of metals using non-living biomass – a review*. Mineral Metal Proc. 189–196.
- Munawaroh, Ulum., Sutisna, Mumu dan Pharmawati, Kancitra. 2013. *Penyisihan Parameter Pencemaran Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme (EM) serta Pemanfaatannya*. Jurnal Institut Teknologi Nasional. Bandung
- Notodarmojo, Suprihanto. 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Penerbit ITB. Bandung
- Nugroho FL., Rusmaya D., Damayanti M., 2017. Identifikasi Mikroorganisme Pada Em1 Dan Mudball (Dedak Padi, Tanah Liat Dan Em1) Yang Digunakan Dalam Penjernihan Air Sungai Buatan. Infomatek Volume 19 Nomor 2 Hal : 91 – 100.
- Nugroho FL., Rusmaya D., Yustiani YM., Hafiz FI., Putri BT., 2017. *Effect of Temperature on Removal of COD and TSS from Artificial River Water by Mudballs Made from EM4, Rice Bran and Clay*. International Journal of GEOMATE, Vol.12, Issue 33, pp.91-95.
- Nurhasni., Hendrawati., Saniyyah Nubzah., 2014. Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah. Valensi Vol. 4 No. 1, Hal: 36-44.
- Park, D., Yun, Y.-S., Park, J.-M., 2010. *The past, present, and future trends of biosorption*. Biotechnol. Bioproc. E 15, 86–102.
- Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai
- PP Nomor 82 Tahun 2001 *tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*
- Poernomo, A., 2004. Technology of Probioticst to Solve The Problem in Shrimp Pond Culture and The Culture Environment.
- Putrawan, I Dewa Gede Arsa., Mariyana, Rina., Rosmayanti, Irna. 2009. *Ekstraksi Minyak Dedak Padi Menggunakan Isopropil Alkohol*. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2009.

- Said, Nusa Idaman. 2000. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biofilm Tercelup*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol.1, No. 2, Januari 2000 : 101-113
- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Jurnal Oseana, Volume XXX, Nomor 3, pp : 21-26
- Sastrawijaya TA. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Edisi revisi 2009. Jakarta. Penerbit: Rineka Cipta.
- Sawyer, C. N., McCarty, P.L., Parkin, G.F., 2003, *Chemistry for Environmental Engineering and Science*, Fifth Edition, McGraw Hill, New York.
- Siregar, A.S. 2005, *Instalansi Pengolahan Air Limbah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sudarjanto, Gatut. 1998. *Penyisihan Zat Warna CIRO-16 serta Kinetikanya Menggunakan Kombinasi Proses Kontak Stabilisasi dan Adsorpsi Karbon Aktif Jenis Granular*. Tesis S2 tidak diterbitkan. Teknik Lingkungan ITB. Bandung
- Terzaghi, Karl. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa* Edisi Kedua Jilid 1. Erlangga, Jakarat, 1987
- Tim Penulis Bappeda, *Pengolahan Air Sungai Cikapundung Menjadi Air Layak Pakai*. <http://bappeda.jabarprov.go.id/index.php/subMenu/informasi/berita/detailberita/119n> (diakses : 13:00, 18/09/2016)
- Tim Penyusun BPLH Kota Bandung, Koordinasi Pengelolaan PROKASIH/SUPERKASIH tahun 2013
- Treybal, R.E., 1980, *Mass Transfer Operations*, Mc Graw Hill Book Co., Singapore.
- Tsai W.T., Cang C.Y., Lin M.C., Sun H.F. dan Hsieh M.F. 2001. *Adsorption of Acid Dye Onto Activated Carbon Prepared From Agricultural Waste Bagasse by ZnCl₂ Activation*. Chemosphere, 51-58
- Vijayaraghavan, K., Yun, Y.-S., 2008. *Bacterial biosorbents and biosorption*. Biotechnol. Adv. 26, 266–291.
- Wardhana, Wisnu. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- Weber, W.J & FA DiGiano. 1996. *Process Dynamic in Environmental Systems*. John Wiley & Sons Inc. hlm. 943.

Wididana, Gede Ngurah. 2006. *Preliminary Experiment of EM Technology on Waste Water Treatment*. Indonesian Kyusei Nature Farming Society, Indonesia

Winfield MD., Groisman EA., 2003. Role of Nonhost Environments in the Lifestyles of *Salmonella* and *Escherichia coli*. American Society for Microbiology. Vol 69 No 7. p. 3687–3694.

Wirananta, Anggi Doli. 2010. Studi Penyisihan Fosfat Dari Air *Limbah Domestik Buatan Menggunakan Dolomit pada suhu 25°C*. Tugas Akhir Tidak Diterbitkan. Teknik Lingkungan Universitas Pasundan. Bandung.

Zakaria, Z., Gairola, S., & Shariff, N., 2010. *Effective Microorganisms (EM) Technology for Water Quality Restoration and Potential for Sustainable Water Resources and Management*, 2010 International Congresson Environmental Modelling and Software Modelling for Environment's Sake, Fifth Biennia I Meeting, Ottawa, Canada.

