

PENGARUH WAKTU DAN TEGANGAN LISTRIK TERHADAP LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN METODE ELEKTROLISIS

Achsin Muhammad Afandi, Ihsanul Rijal, Tamzil Aziz*

*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang – Prabumulih KM. 32 Indralaya Ogan Ilir (OI) 30662
Email: tamzil54@gmail.com

Abstrak

Limbah cair rumah tangga adalah limbah cair yang terdiri dari pembuangan air kotor dari kamar mandi, kakus dan dapur. Masalah lingkungan yang utama dari limbah cair rumah tangga adalah jumlah zat dari bahan mineral dan organik yang merupakan polutan air. Cara yang digunakan dalam mengolah limbah cair rumah tangga salah satunya dengan metode elektrolisis. Prinsip elektrolisis adalah dengan mengalirkan arus listrik searah (DC) dari anoda menuju katoda. Kedua elektroda ini akan menarik materi pencemar menjadi flok yang dapat dengan mudah diendapkan dan dipisahkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu proses dan tegangan listrik terhadap proses flokulasi materi limbah rumah tangga yang diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Hasil yang terbaik pada penelitian ini yaitu efisiensi penurunan BOD sebesar 89,64%. dan efisiensi penurunan TSS sebesar 90% dengan lama waktu proses 3 Jam dan tegangan listrik 15 volt.

Kata kunci: Elektrolisis, BOD, TSS, limbah cair rumah tangga

Abstract

Domestic wastewater is liquid wastes consisting of sewerage from the bathroom, toilet and kitchen. The main environmental problem of domestic wastewater is the amount of substance of mineral and organic materials that literally are the water pollutants. One of the methods that can be used in treating domestic wastewater is electrolysis method. Electrolysis principle is by passing direct current (DC) from the anode to the cathode. Both of these electrodes will attract pollutants into floc material that can be easily precipitated and separated. This research aimed to know how the effect of processing time and the power supply voltage to the flocculation process of domestic waste material that can be expected to reduce environmental pollution. The best results in this research are BOD removal efficiency of 89.64%. and TSS removal efficiency of 90% with the long processing time 3 hours and 15 volt power supply.

Keywords: Electrolysis, BOD, TSS, domestic wastewater

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan sistem sanitasi pengelolaan air limbah rumah tangga terburuk ke tiga di Asia Tenggara setelah Laos dan Myanmar.

Menurut data Status Lingkungan Hidup Indonesia tahun 2002, tidak kurang dari 400.000 m³/hari limbah rumah tangga dibuang langsung ke sungai dan tanah tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu (Antara, 2006 dalam Masturah, 2012).

Masalah sanitasi ini timbul akibat beberapa kebiasaan buruk masyarakat di pemukiman padat penduduk yang membuang limbah cair ke sungai

tanpa diolah terlebih dahulu. Cara pembuangan limbah cair ke sungai sebelumnya dianggap berhasil dan mula-mula tidak menimbulkan permasalahan oleh karena jumlah limbah cair tersebut sedikit dibandingkan dengan aliran sungai. Namun dengan meningkatnya pembuangan limbah cair di sungai, pencemaran semakin meningkat sehingga mencemari lingkungan. Satu meter kubik air limbah domestik kira-kira beratnya 1.000.000 gr dimana mengandung 500 gram zat padat. Satu setengah zat padat menjadi zat padat terlarut seperti kalsium, kalium, dan senyawa organik yang larut. (Davis, M. L. and Cornwell, D. A., 2008).

Pemukiman yang terpusat dan padat penduduk menjadikan pengumpulan limbah rumah tangga dalam aliran pembuangan sangat tinggi. Hal itu dapat menurunkan kualitas air sungai apabila limbah tersebut dibuang ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, air limbah rumah tangga perlu mengalami proses pengolahan lebih dahulu. Salah satu proses pengolahannya adalah menggunakan prinsip elektrolisis. Prinsip proses ini yaitu dengan mengalirkan arus listrik searah (DC) dari anoda menuju katoda. Kedua elektroda ini akan menarik semua materi pencemar menjadi flok yang dapat dengan mudah diendapkan dan dipisahkan sehingga air menjadi jernih kembali.

Oleh sebab itu, peneliti tertarik meneliti lebih lanjut mengenai pengelolaan limbah rumah tangga sesuai dengan baku mutu limbah cair rumah tangga dengan judul pengaruh waktu dan tegangan listrik terhadap limbah cair rumah tangga dengan metode elektrolisis.

Limbah Cair Rumah Tangga

Limbah domestik atau limbah rumah tangga terdiri dari pembuangan air kotor dari kamar mandi, kakus dan dapur. Kotoran-kotoran itu merupakan campuran dari zat-zat bahan mineral dan organik dalam banyak bentuk, termasuk partikel-partikel besar dan kecil, benda padat, sisa-sisa bahan-bahan larutan dalam keadaan terapan dan dalam bentuk koloid dan setengah koloid (Sugiharto, 1987).

Air limbah sebagai sumber pencemar dapat berasal dari berbagai sumber yang pada umumnya karena hasil perbuatan manusia dan kemajuan teknologi. Sesuai dengan sumbernya maka limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi bergantung kepada bahan dan proses yang dialaminya (Sugiharto, 1987).

Sumber-sumber air limbah tersebut dibedakan menjadi 3 yaitu:

- Air limbah rumah tangga (*domestic wasted water*), air limbah dari permukiman ini umumnya mempunyai komposisi yang terdiri atas ekskreta (tinja dan urin), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dimana sebagian besar merupakan bahan organik.
- Air limbah kotapraja (*municipal wastes water*), air limbah ini umumnya berasal dari daerah perkotaan, perdagangan, sekolah, tempat-tempat ibadah dan tempat-tempat umum lainnya seperti hotel, restoran, dan lain-lain.
- Air limbah industri (*industrial wastes water*), air limbah yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi ini pada umumnya lebih sulit dalam pengolahannya serta mempunyai variasi yang luas.

Komposisi limbah rumah tangga

Secara garis besar bahan pencemar air tersebut di atas dapat dikelompokkan menjadi:

- Bahan pencemar organik, baik yang dapat mengalami penguraian oleh mikroorganisme maupun yang tidak dapat mengalami penguraian.
- Bahan pencemar anorganik, dapat berupa logam-logam berat, mineral (garam-garam anorganik seperti sulfat, fosfat, halogenida, nitrat).
- Bahan pencemar berupa sedimen/endapan tanah atau lumpur.
- Bahan pencemar berupa zat radioaktif.
- Bahan pencemar berupa panas.

Buku Mutu Air Limbah Domestik

Baku mutu air limbah domestik menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang baku mutu air limbah domestik yang terlampir pada keputusan ini. Baku mutu air limbah domestik daerah ditetapkan dengan Peraturan Daerah Provinsi dengan ketentuan sama atau lebih ketat. Di samping itu Pemerintah juga telah mengatur tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik melalui Peraturan Gubernur Sumsel No. 08 Tahun 2012.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 – 9
BOD	mg/l	100
TSS	mg/l	100
Minyak dan Lemak	mg/l	10

(Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003)

Sel Elektrolisis

Elektrolisis merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Komponen yang terpenting dari proses elektrolisis ini adalah elektroda dan larutan elektrolit. Sel elektrolisis adalah sel elektrokimia yang menimbulkan terjadinya reaksi redoks yang tidak spontan dengan adanya energi listrik dari luar. Sel elektrolisis memanfaatkan energi listrik untuk menjalankan reaksi non spontan ($\Delta G > 0$) lingkungan melakukan kerja terhadap sistem. Contohnya adalah elektrolisis lelehan NaCl dengan elektroda platina.

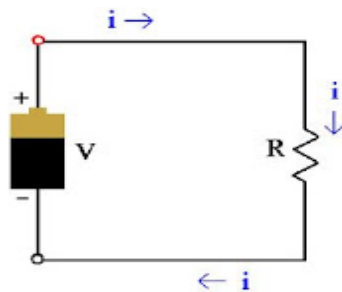
Faktor yang mempengaruhi elektrolisis air yaitu penggunaan katalisator, luas permukaan tercelup, sifat logam bahan elektroda, konsentrasi pereaksi,

Elektroda

Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit (misal semikonduktor, elektrolit atau vakum). Jenis elektroda : elektroda order pertama, elektroda order kedua, order ketiga, elektroda inert.

Arus Listrik Searah (DC)

Arus searah (DC) adalah arus listrik yang arahnya selalu tetap terhadap waktu. Arus listrik ini bergerak dari kutub yang selalu sama, yaitu dari kutub positif ke kutub negative. Polaritas arus ini selalu tetap. Sumber arus searah misalnya aki, baterai, beberapa jenis elemen dan generator searah. Sumber arus ini biasanya ditandai adanya kutub positif dan kutub negatif.



Gambar 1. Rangkaian Arus DC

BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Biological Oxygen Demand (BOD) atau kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme selama penghancuran bahan organik dalam waktu tertentu pada suhu 20°C.

TSS (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Bagian yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur.

2. METODELOGI PENELITIAN

Objek yang akan diteliti adalah limbah cair rumah tangga yang mengandung BOD dan TSS yang melebihi baku mutu lingkungan. Sampel diambil dari limbah cair rumah tangga yang berasal dari saluran pembuangan yang ada di perumahan Taman Permata Indah, Indralaya. Penelitian ini dilakukan di Laboratrium Fenomena Medan Elektromagnetik Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP). Waktu penelitian dimulai pada bulan Oktober 2016 s/d November 2016. Berikut ini alat dan bahan yang digunakan:

- 1) *Power supply*
- 2) Voltmeter
- 3) Tanki elektrolisis
- 4) Gelas ukur
- 5) Kabel buaya
- 6) Corong
- 7) Botol

Pada penelitian ini bahan yang digunakan yaitu 24 liter limbah cair rumah tangga, plat Aluminium, dan grafit yang berasal dari baterai.

Rancangan Tanki Elektrolisis

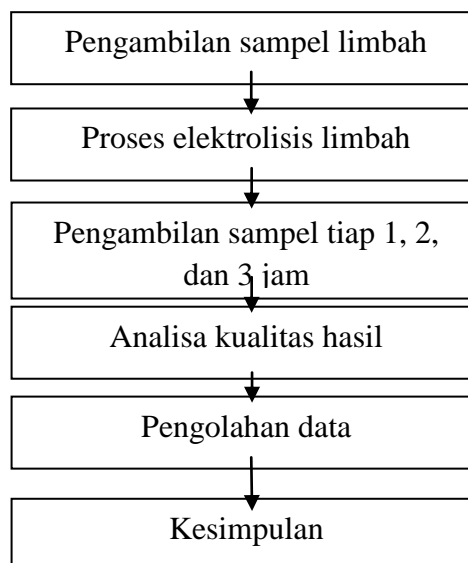
Rangkaian alat elektrolisis dapat dilihat pada gambar 3. Rangkaian alat elektrolisis sebagai suatu alat pengolahan limbah cair rumah tangga. Pada tanki elektrolisis terjadi penggumpalan materi pencemar yang terkandung dalam air limbah yang dilakukan dengan mengalirkan arus listrik searah (DC) dari katoda ke anoda. Dimensi alat tanki elektrolisis berbentuk persegi panjang dengan ukuran:

Tinggi tanki	= 20 cm
Lebar tanki	= 15 cm
Panjang tanki	= 10 cm

Rancangan Elektroda

Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah plat Al sebagai anoda pada kutub positif dengan Panjang 6 cm, lebar 5 cm, dan tebal plat 0,2 mm. Karbon berbentuk grafit sebagai katoda pada kutub negatif dengan diameter 8 mm dan panjang 6 cm. Jarak antar elektroda ditetapkan 5 cm.

Blok Diagram Penelitian



Gambar 2. Blok Diagram Penelitian

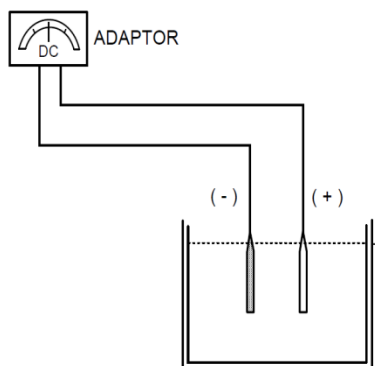
Analisa Limbah Cair:

1. Siapkan sampel limbah cair.
2. Limbah cair diukur sebanyak 1.5 liter.
3. Sampel diuji untuk mengetahui BOD dan TSS didalam sampel limbah cair sebelum dielektrolisis di Laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP).

Elektrolisis Limbah Cair:

1. Siapkan limbah cair lalu diukur sebanyak 1,5 liter dan masukan kedalam tanki elektrolisis.
2. Sebelum digunakan elektroda dibersihkan, dan dikeringkan.
3. Elektroda dihubungkan dengan *power supply* DC menggunakan kabel buaya pada kutub positif dan negatif.
4. Lalu masukan elektroda kedalam tanki elektrolisis yang berisi limbah cair.
5. Atur *power supply* DC sesuai dengan variabel (3,6,9,12,15) volt selama (1,2,3) jam.
6. Ulangi prosedur 1 sampai 5 sesuai dengan variabel dan waktu yang telah ditentukan.
7. Setelah itu, BOD dan TSS pada sampel limbah cair yang telah dielektrolisis diperiksa kembali di Laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP).

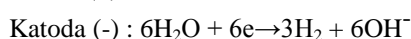
Rangkaian Alat Penelitian



Gambar 3. Rangkaian Alat Elektrolisis

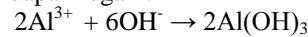
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode elektrolisis dengan menggunakan plat Al sebagai anoda pada kutub positif dan karbon sebagai katoda pada kutub negatif yang dialiri tegangan listrik sehingga pada logam Al akan terjadi reaksi oksidasi dan pada karbon akan terjadi reaksi reduksi.



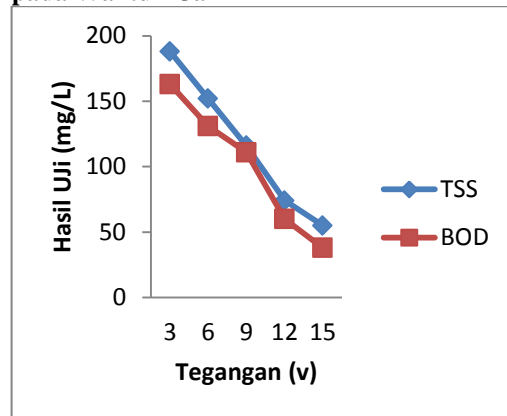
Kutub negatif sumber arus mengarah pada katoda karena memerlukan elektron dan kutub positif sumber arus tentunya mengarah pada anoda. Akibatnya, katoda bermuatan negatif dan

menarik kation-kation yang akan tereduksi menjadi endapan logam.



Dari reaksi tersebut akan membentuk gumpalan-gumpalan atau flok dari $\text{Al}(\text{OH})_3$ sehingga *total suspended solid* dan *biological oxygen demand* akan berkurang.

Pengaruh Tegangan terhadap BOD dan TSS pada Waktu 1 Jam

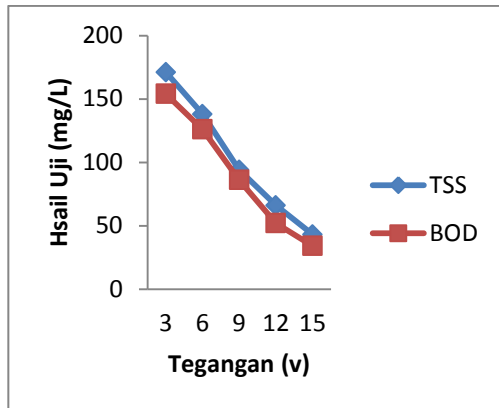


Gambar 4. Pengaruh Tegangan terhadap BOD dan TSS pada Waktu 1 Jam

Dari gambar 4 data yang diperoleh selama penelitian dengan menggunakan metode elektrolisis dalam mengolah limbah cair rumah tangga menunjukkan adanya penurunan BOD dan TSS. Tegangan minimal yang diperlukan untuk menurunkan BOD dan TSS pada waktu operasi 1 jam sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang baku mutu lingkungan limbah cair rumah tangga yaitu 12 volt. Untuk penurunan BOD tertinggi pada waktu operasi 1 jam yaitu 38 mg/L pada tegangan 15 volt dan Untuk penurunan TSS tertinggi pada waktu operasi 1 jam yaitu 55 mg/L pada tegangan 15 volt.

Pengaruh Tegangan terhadap BOD dan TSS pada Waktu 2 Jam

Data yang diperoleh dalam penelitian dengan menggunakan metode elektrolisis pada waktu operasi 2 jam menunjukkan bahwa semakin besar tegangan listrik maka semakin besar penurunan kadar BOD dan TSS.

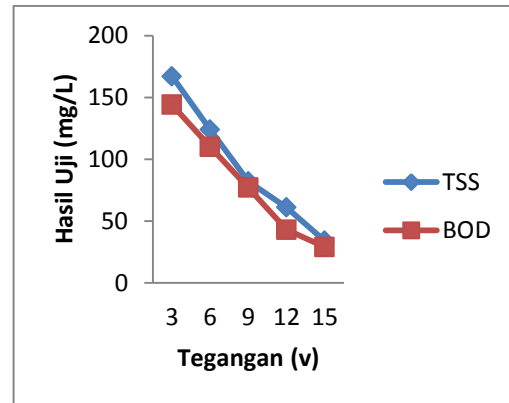


Gambar 5. Pengaruh Tegangan terhadap BOD dan TSS pada Waktu 2 Jam

Dari gambar 5 hasil yang diperoleh selama penelitian dengan menggunakan metode elektrolisis dalam mengolah limbah cair rumah tangga menunjukkan adanya penurunan BOD dan TSS. Tegangan minimal yang dibutuhkan untuk menurunkan BOD dan TSS pada waktu operasi 2 jam yaitu 9 volt. Untuk penurunan BOD tertinggi pada waktu operasi 2 jam yaitu 34 mg/L pada tegangan 15 volt dan Untuk penurunan TSS tertinggi pada waktu operasi 2 jam yaitu 43 mg/L pada tegangan 15 volt.

Pengaruh Tegangan terhadap BOD dan TSS pada waktu 3 jam

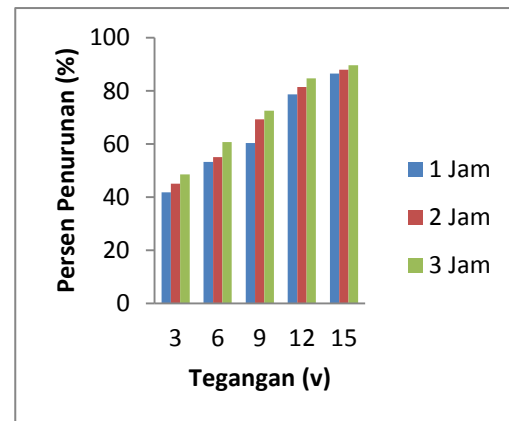
Hasil yang diperoleh selama penelitian pada waktu operasi 3 jam dengan menggunakan metode elektrolisis dalam mengolah limbah cair rumah tangga menunjukkan adanya penurunan BOD dan TSS. Semakin besar tegangan listrik maka semakin besar penurunan BOD dan TSS pada limbah cair rumah tangga. Tegangan minimal yang diperlukan untuk menurunkan BOD dan TSS pada waktu operasi 3 jam yaitu 9 volt. Untuk penurunan BOD tertinggi pada waktu operasi 3 jam yaitu 29 mg/L pada tegangan 15 volt dan Untuk penurunan TSS tertinggi pada waktu operasi 3 jam yaitu 34 mg/L pada tegangan 15 volt.



Gambar 6. Pengaruh Tegangan terhadap BOD dan TSS pada Waktu 3 Jam

Efisiensi penurunan BOD

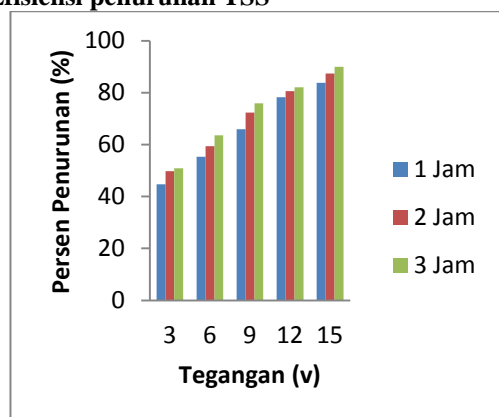
Dari hasil uji sampel yang memiliki jumlah BOD paling sedikit yaitu 29 mg/L dengan tegangan 15 volt dan waktu operasi 3 jam.



Gambar 7. Efisiensi Penurunan BOD

Dari Gambar 7 yang didapat nilai BOD yang paling kecil pada tegangan 15 volt dan waktu tinggal 3 jam yaitu 29 mg/L dengan efisiensi penurunan 89,64%. ini menandakan hasil yang terbaik adalah pada elektrolisis sampel limbah cair rumah tangga dengan tegangan 15 volt dan waktu tinggal 3 jam.

Efisiensi penurunan TSS



Gambar 8. Efisiensi Penurunan TSS

Pada Gambar 8 dapat dilihat efisiensi penurunan TSS yang terbaik pada tegangan 15 volt dan waktu operasi 3 jam yaitu 34 mg/L dengan efisiensi penurunan TSS sebesar 90%. Ini menandakan hasil yang terbaik adalah pada elektrolisis sampel limbah cair rumah tangga untuk menurunkan TSS dengan tegangan 15 volt dan waktu operasi 3 jam.

Hubungan antara tegangan terhadap efisiensi penurunan TSS yang didapatkan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh semakin besarnya tegangan listrik pada elektrolisis, sehingga reaksi elektrolisis berjalan cepat untuk membentuk gumpalan-gumpalan (flok) yang menyebabkan semakin berkurangnya *total suspended solid* pada limbah cair rumah tangga.

Total suspended solid sebenarnya merupakan padatan tersuspensi yang mampu mengendap sendiri tanpa bantuan zat tambahan (koagulan) namun membutuhkan waktu yang relatif lama.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian pengolahan limbah cair rumah tangga menggunakan metode elektrolisis adalah sebagai berikut:

1. Semakin tinggi tegangan listrik dalam proses elektrolisis limbah cair rumah tangga maka semakin cepat penurunan BOD ataupun TSS.
2. Tegangan dan waktu paling baik pada penelitian ini untuk menurunkan BOD yaitu pada tegangan 15 Volt selama 3 Jam dengan efisiensi penurunan 89,64%.
3. Tegangan dan waktu paling baik pada penelitian ini untuk menurunkan TSS yaitu pada tegangan 15 Volt selama 3 Jam dengan efisiensi penurunan 90%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S. 1987. *Metode Penelitian Air*: Surabaya: Usaha Nasional.
- Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Kelas I Palembang. 2016. IR 02/VIII.8.6996/2016: *Hasil Uji Air Limbah Domestik*. Palembang: BTKLPP.
- Barus, T. A. 2001. *Studi Tentang Ekosistem Air Daratan Medan*: USU.
- Brady, J. E. . 2000. *Kimia Universitas Asas dan Struktur*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Davis, M. L. dan Cornwell, D. A. 1991. *Introduction to Environmental Engineering* . New York : Second edition. Mc-Graw-Hill, Inc.
- Hudha, M, I, dkk. 2014. Studi Penurunan COD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Proses Elektrokimia. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Halaman 185-191, ITN – Malang.
- Kasmidjo, R. B. 1991. *Penanganan Limbah Pertanian, Perkebunan dan Peternakan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Masturah, R. 2012. *Toilet Berbasis Tongkol Jagung dan Arang Aktif dari Limbah Kulit Durian*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Menteri LKH. 2003. No.KEP.122/MENLH/07/2003: *Baku Mutu Air Limbah Domestik*: Menteri Lingkungan Hidup.
- Pakpahan, S. 1993. *Instrumentasi Elektronika dan Teknik Pengukuran*. Jakarta: Erlangga.
- Sariadi. 2010. Pengolahan Limbah Cair Kopi Dengan Metode Elektrokoagulasi Secara Batch, *jurnal Teknik Kimia*, Halaman 72-76, Politeknik Negeri Lhokseumawe – Lhokseumawe.
- Sasongko, A. L. 2006. *Kontribusi Air Limbah Domestik Penduduk di Sekitar Sungai Tuk terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang serta Upaya Penanganannya*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Soemargono, dkk. 2006. Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dengan Proses Elektroflokulator Secara Batch. *Jurnal Rekayasa Perancangan*, Volume 3 Nomor 1, UPN – Surabaya.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- UNICEF. 2006. *Solid and Liquid Waste Management In Rural Areas*. India: Departement of Drinking Water Supply.