

Prototype Alat Olah Limbah Cair Laboratorium dengan Prinsip Fisika, Kimia dan Biologi dengan Hasil Akhir yang Aman Dibuang dan Tidak Mencemari Lingkungan

**Saipul Bahri^{1*}, Sumayya Syarafina², Seli Tamara³, Venesa Thalia Putri⁴,
Muhammad Naufal Chandra Halim⁵, Putri Novitasari⁶**

^{1,2,3,4,5,6}Politeknik Negeri Cilacap, Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan

*Email: saipultekim2010@gmail.com

Abstract

Background: Laboratory of Chemical Engineering Environmental Pollution is one of the laboratories that produce liquid waste. However, during its treatment, liquid waste is only stored in a temporary storage area. It will cause part and quality of wastewater produced. It is necessary to research the design of laboratory-scale sports equipment to minimize pollution due to the accumulation of wastewater in conditions without maintenance. Aims this study is to build prototype waste liquid processing equipment.

Methods: in its design, this tool applied three methods of physical, chemical and biological. This tool will be applied in management using coagulation, electrocoagulation, adsorption, and phytoremediation technologies. **Results:** This tool can work optimally with an initial capacity of 45 Liters. The parameters tested were pH, TDS, Total Hardness and Lead. The test is carried out to find out the rate of decrease of parameters in each process and the decrease parameter. **Conclusion:** After testing, it was proven that the biggest decrease in the adsorption process and the result of the calculation of the biggest decrease in TDS was 72.64%. The existence of this tool is expected to overcome the presence of accumulation of liquid waste in the laboratory so that no environmental pollution occurs.

Keywords: effectiveness, laboratory liquid waste, waste processing equipment

PENDAHULUAN

Laboratorium kimia merupakan laboratorium yang umum digunakan pada setiap kegiatan yang berhubungan dengan zat-zat kimia baik di lembaga pemerintah atau swasta, lembaga pendidikan, penelitian dan lain-lain. Operasional laboratorium ini secara kontinyu akan menghasilkan berbagai jenis limbah baik organik maupun anorganik (Audiana, Apriani, & Kadaria, 2017). Dengan wujud cair atau padat.

Limbah laboratorium yang berwujud cairan sebagian besar merupakan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Berdasarkan peraturan pemerintah tentang Limbah ini, setiap penghasil limbah harus melakukan pengelolaan pada limbah tersebut (Harjanto & Saipul, 2019). Limbah yang berwujud cair pada laboratorium umumnya mengandung

logam berat yang disertai parameter-parameter limbah lainnya yang masih berada di atas ambang batas misalnya nilai COD dan BOD (Nuraini dkk, 2019). Limbah cair ini memerlukan pengolahan sebelum dapat dibuang secara langsung ke badan air agar tidak merusak lingkungan. Limbah yang dihasilkan memiliki potensi yang bahaya dan/atau beracun yang dapat mencemari atau merusak lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung (Subamia, I.D.P, et al. 2016). Namun, pada kenyataannya sampai saat ini belum banyak laboratorium yang memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) karena disebabkan berbagai faktor, misalnya teknik pengolahan yang efektif dengan biaya yang tidak terlampau mahal.

Terkait dengan metode pengolahan limbah, telah banyak penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan

metode-metode pengolahan limbah yang umum dikenal yakni metode fisika, kimia dan biologi. Metode fisika dilakukan dengan teknik filtrasi, sedimentasi atau teknik lainnya yang dilakukan secara fisis sedangkan metode kimia kebanyakan menggunakan teknik flokulasi atau koagulasi dengan menggunakan flokulan atau koagulan dan metode biologi dilakukan dengan menggunakan bakteri (Indrayani dan Rahmah, 2018). Metode yang lebih terbaru dalam hal pengolahan limbah yakni metode fisika-kimia yang menggunakan elektrokoagulasi dan metode biologi yang menggunakan media tumbuhan atau fitoremediasi.

Pada metode elektrokoagulasi, terjadi reaksi oksidasi dan reduksi pada kedua elektroda yang digunakan (pada kutub positif dan negative elektroda) (Yulianto, Hakim, Purwaningsih, & Pravitasari, 2009). Nur dan Jatnika (2014) menggunakan metode elektrokoagulasi untuk melakukan pengolahan limbah domestik dengan menggunakan aluminium sebagai elektrodanya. Metode elektrokoagulasi terbukti juga lebih efektif jika dibandingkan dengan metode koagulasi konvensional dalam hal reduksi kandungan minyak pada limbah (Prabowo et al, 2012). Metode elektrokoagulasi dapat menurunkan nilai COD pada limbah tahu sampai 97,25% (Ananda dkk, 2017). Pada pengolahan limbah sawit, metode elektrokoagulasi akan menghasilkan hasil olahan limbah yang sudah memenuhi baku mutu limbah cair (Hanum dkk, 2015).

Metode yang lain yakni fitoremediasi. Fitoremediasi adalah metode pemanfaatan tumbuhan atau tanaman untuk menghilangkan atau mereduksi limbah baik yang dilakukan secara *in-situ* atau yang dilakukan secara

ex-situ (Rosyidah, 2014).

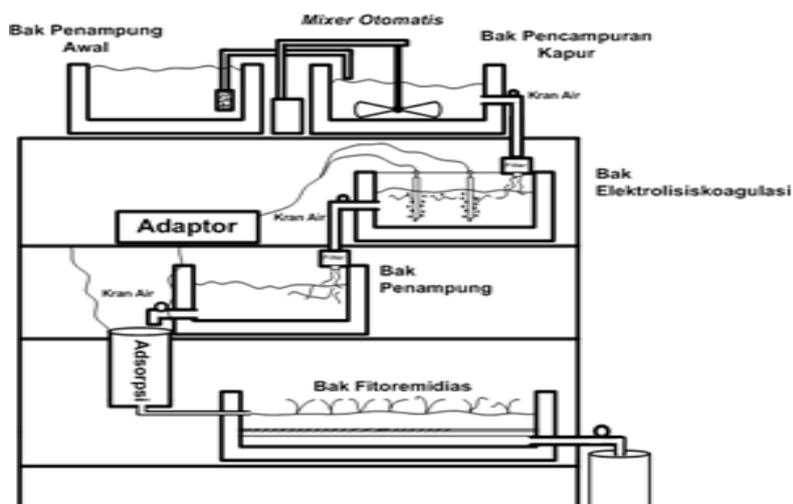
Metode ini juga telah banyak dikembangkan untuk penguraian limbah cair. Ratnawati dan Fatmasari (2018) menggunakan metode fitoremediasi untuk menghilangkan logam berat pada limbah. Tanaman *Hanjuang* dapat digunakan untuk metode fitoremediasi pengambilan logam berat pada limbah (Nurlela dan Wardoyo, 2019). Tanah yang sudah tercemar logam berat juga dapat dibersihkan dengan metode fitoremediasi (Siahaan et al, 2014).

Pada penelitian ini digunakan metode gabungan antara adsorpsi, sedimentasi, elektrokoagulasi dan fitoremediasi. Dengan penggabungan beberapa metode ini diharapkan akan menghasilkan *prototype* alat olah limbah yang lebih efektif.

METODE PENELITIAN

Kegiatan pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yakni tahap pertama berupa identifikasi awal, tahap kedua berupa perancangan alat dan tahap terakhir yaitu interpretasi hasil dan penyusunan simpulan. Pada tahap identifikasi awal dilakukan tahapan pengambilan limbah cair awal. Pada tahap pengambilan limbah cair awal, dilakukan identifikasi karakteristik. Identifikasi awal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi limbah awal yang berguna bagi penyusunan tahapan atau proses-proses untuk mereduksi atau menurunkan kadar parameter pencemar yang ada dalam limbah tersebut. Untuk identifikasi awal limbah cair Laboratorium diambil dari Laboratorium Kimia Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap. Tahap pengujian dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Cilacap.

Perancangan *prototype* alat pengolahan limbah (Gambar 1.) yaitu bak penampungan awal, bak koagulasi, bak elektrokoagulasi, bak penampungan sementara/sedimentasi, pipa adsorpsi dan bak fitoremediasi.



Gambar 1. Desain *prototype*

Kegiatan Penelitian ini dilakukan di Laboratorium kimia Politeknik Negeri Cilacap. Limbah dari Laboratorium Kimia Politeknik Negeri Cilacap yang sudah diidentifikasi dialirkan ke dalam bak penampungan awal, selanjutnya dialirkan menuju bak koagulasi. Pada bak koagulasi limbah diberi campuran koagulan berupa CaCO_3 atau susu kapur. Setelah itu limbah akan memasuki bak elektokoagulasi untuk dialiri arus listrik yang dialirkan melalui lempengan lumunium yang tercelup kedalam limbah cair laboratorium.

Selanjutnya limbah cair akan dialirkan kedalam bak penampungan sementara, bak ini bertujuan untuk kembali mengendapkan flok-flok dari bak elektrokoagulasi yang lolos dari saringan. Aliran kemudian diteruskan kedalam pipa berisikan adsorben berupa zeolit dan karbon aktif untuk menyerap kandungan dari limbah cair, sekaligus menghilangkan

bau dan menjernihkan warna limbah. Dari pipa adsorpsi limbah akan langsung mengalir kedalam bak fitoremediasi dengan waktu tinggal selama 2-3 hari agar tanaman fitoremediasi dapat menyerap kandungan limbah cair laboratorium secara optimal.

Standar pengujian kualitas air yang merupakan hasil pengolahan pada kegiatan ini menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan pengujian skala laboratorium. Adapun parameter pengujian yang dianalisis yakni parameter uji fisika dan parameter uji kimia.

Pada tahap interpretasi hasil dan simpulan dilakukan perhitungan efektifitas alat sehingga didapatkan hasil efektifitas penurunan parameter yang paling besar dan efektifitas penurunan parameter pada setiap proses. Metode uji dalam kegiatan pengujian kualitas air hasil *treatment* alat pengolahan limbah cair laboratorium mengacu pada Standar

Nasional Indonesia (SNI), pengukuran skala laboratorium dan uji organoleptik.

Berdasarkan identifikasi awal limbah cair laboratorium diketahui hasil uji parameter sebagai berikut :

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Karakteristik Awal Sampel Limbah Cair Laboratorium Kimia

| Parameter | Satuan | Hasil Uji | Baku Mutu Air Limbah Permen LH No.5 Tahun 2014 | |
|-----------------|--------|------------|---|-------------|
| | | | Golongan I | Golongan II |
| Warna | - | Kecoklatan | - | - |
| Bau | - | Menyengat | - | - |
| pH | - | 2 | 6,0-9,0 | 6,0-9,0 |
| TDS | mg/L | 53000 | 2000 | 4000 |
| Kesadahan Total | mg/L | 304 | - | - |
| Timbal | mg/L | <0.251 | 0,1 | 1 |

Karakteristik awal limbah masih jauh dari baku mutu yang telah ditetapkan sehingga perlu diolah dengan menggunakan teknik-teknik pengolahan limbah yang efektif antara lain dengan menggunakan metode-metode yang umum digunakan untuk pengolahan limbah

antara lain metode fisika, kimia maupun metode biologi yang secara teknis berupa teknik koagulasi, elektrokoagulasi, adsorpsi dan fitoremediasi dan lain-lain.

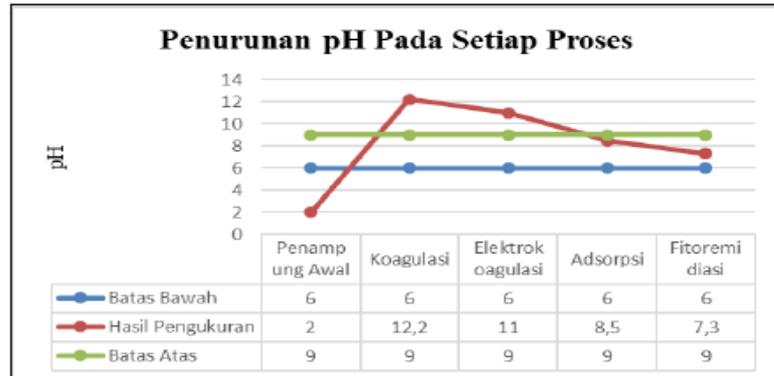
Berikut merupakan data penurunan parameter pH dan TDS pada setiap proses yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Penurunan pH dan TDS *Prototype* alat olah limbah cair Laboratorium

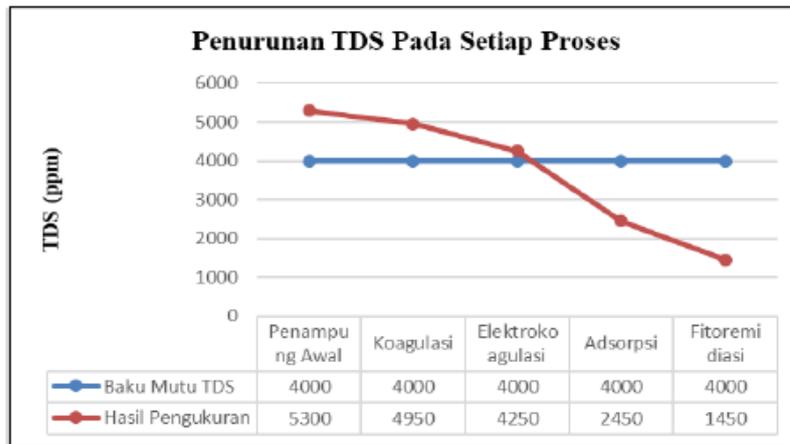
| Bak Container | Parameter Uji | |
|------------------|---------------|--------------|
| | pH | TDS (ppm) |
| Penampungan Awal | 2 | 530 x 10 ppm |
| Koagulasi | 12,2 | 495 x 10 ppm |
| Elektrokoagulasi | 11 | 425 x 10 ppm |
| Adsorpsi | 8,5 | 245 x 10 ppm |
| Fitoremediasi | 7,3 | 145 x 10 ppm |

Untuk mengetahui apakah pH dan TDS sudah sesuai dengan Baku mutu yang ada dibuat Gambar 2. dan 3. Baku

mutu yang digunakan menggunakan standar PERMENLH Nomor 5 Tahun 2014.



Gambar 2. Grafik Penurunan pH pada Setiap Proses



Gambar 3. Grafik Penurunan TDS pada Setiap Proses

Sedangkan data hasil pengujian dilakukan *treatment* dapat dilihat dalam limbah cair *inlet* dan *outlet* setelah Tabel 3.

Tabel 3. Data *Inlet* dan *Outlet* Limbah

| Parameter | Hasil | | Baku Mutu Air Limbah Permen LH No.5 Tahun 2014 | |
|-----------------------|--------------|-----------------|--|---------|
| | <i>Inlet</i> | <i>Outlet</i> | Gol. I | Gol. II |
| au | Menyengat | Tidak Menyengat | - | - |
| Warna | Coklat | Bening | - | - |
| TDS (ppm) | 5300 | 1450 | 2000 | 4000 |
| pH | 2 | 7,3 | 6,0-9,0 | 6,0-9,0 |
| Kesadahan Total (ppm) | 304 | 92 | - | - |
| Timbal (ppm) | <0,251 | <0,251 | 0,1 | 1 |

Setelah mengetahui seluruh data hasil akhir air *treatment* dapat dihitung efektivitas penurunan parameter dengan hasil perhitungan % efektivitas TDS paling besar yaitu sebesar 72,64%, hasil ini paling besar dibandingkan dengan % efektivitas Kesadahan total yaitu sebesar 69,37%.

PEMBAHASAN

Prototype alat olah limbah cair laboratorium yang dirancang terdiri dari bak penampung awal, bak koagulasi, bak elektrokoagulasi, bak penampung sementara, pipa adsorpsi dan bak fitoremediasi. Alat ini dirancang secara sederhana dengan kapasitas limbah awal sebanyak 45 Liter. Perlunya mempertimbangkan pemilihan penggunaan metode pengolahan agar dalam kerjanya dapat mereduksi polutan yang terkandung dengan baik sehingga sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2004 yakni mengenai baku mutu pada limbah.

Bak Penampung Awal memiliki diameter sebesar 54 cm x 36.5 cm x 28.5 cm dengan kapasitas air limbah 45 liter untuk sekali proses (*running*). Luas dari bak ini adalah 1.971 cm². Kapasitas air limbah di dalam bak ini di sesuaikan dengan waktu tinggal yaitu 24 jam. Bak penampung awal ini berfungsi untuk mengatur jumlah debit aliran yang akan masuk ke dalam proses selanjutnya agar dapat selalu berjalan dengan konstan.

Bak Koagulasi memiliki diameter sebesar (54 x 36.5 x 28.5) cm. Luas bak ini adalah 1.971 cm² dengan waktu tinggal di dalamnya yaitu 24 jam, sehingga kapasitas maksimal air sebanyak 35 liter. Air limbah yang berada di bak penampungan awal selanjutnya di alirkan ke bak koagulasi. Didalam bak ini terdapat proses pencampuran dengan kapur tohor yang dilengkapi dengan *mixer* otomatis agar bubuk kapur dapat tercampur dengan rata hingga homogen.

Bak Elektrokoagulasi, sama halnya dengan bak yang lainnya, bak ini memiliki diameter sebesar (54 x 36.5 x 28.5) cm dengan luas bak sebesar 1.971

cm². Alat ini beroperasi selama ± 4 jam dengan waktu tinggal 24 jam. Kapasitas maksimal di dalam bak ini adalah 30 liter. Elektrokoagulasi dapat diartikan sebagai salah satu teknik untuk menggumpalkan atau mengendapkan pertikel kecil atau partikel halus dengan menggunakan aliran listrik.

Pipa Adsorpsi, pipa adsorpsi ini berbentuk tabung yang dibuat dari paralon ukuran 5 *inch* dengan tinggi 25 cm. Dalam proses ini tidak memiliki waktu tinggal, sehingga dalam prosesnya terus mengalir secara *continue*. Didalam tabung adsorpsi ini terdapat absorben yang terdiri dari zeolit dan arang aktif. Kedua adsorben ini berfungsi untuk menjerap zat-zat racun, mengikat bau yang dihasilkan oleh air limbah, dan menjernihkan air limbah tersebut.

Bak Fitoremediasi berbeda dengan bak yang lain, bak fitoremediasi ini memiliki dimensi yang relatif lebih besar jika dibandingkan dengan bak yang lain. Diameter dari bak fitoremediasi ini adalah = 60 x 41 x 34 cm. Luas bak ini adalah sebesar 2.460 cm² dengan waktu tinggal selama 48 jam. Didalam bak ini terdapat filter penyaring air berupa tanah, kerikil, dan pasir, serta tanaman kangkung yang berfungsi meremediasi polutan.

Prototype alat pengolahan limbah yang telah dirancang memiliki kelebihan dan kekurangan. Untuk kelebihannya yaitu seperti membutuhkan ruang yang tidak luas, dapat ditempatkan dimanapun dan mudah dipindahkan karena bentuknya yang *portable*. Sedangkan kekurangannya yaitu belum bisa mendeteksi volume akhir limbah yang dihasilkan dari proses *treatment*.

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa karakteristik awal limbah cair laboratorium yaitu memiliki bau

menyengat dengan warna kecoklatan, untuk kesadahan total sebesar 304 dan untuk parameter Timbal sudah sesuai dengan baku mutu golongan II yaitu 1 sedangkan hasil pengukuran sebesar <0,251. Namun pH dan TDS belum sesuai dengan baku mutu yang ada yaitu 6,0-9,0 untuk pH golongan 2, sedangkan hasil pengukuran pH 2 dan baku mutu untuk TDS 4000 sedangkan hasil pengukuran TDS 5300 ppm. Oleh karena itu dilakukan pengolahan agar limbah cair laboratorium berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan sehingga dapat dibuang ke lingkungan secara langsung.

Pada saat dilakukan treatment terjadi penurunan kadar pH dan kadar TDS pada setiap proses. Dari gambar 2 diketahui penurunan pH pada setiap proses. pH awal limbah cair laboratorium yaitu 2, masuk pada proses koagulasi pH naik menjadi 12 yang berarti lebih dari batas atas pH dalam baku mutu. pH saat proses koagulasi naik dikarenakan penambahan koagulan berupa kapur tohor. Kapur tohor sendiri bersifat basa sehingga mempengaruhi pH limbah cair menjadi bersifat basa. Saat masuk proses elektrokoagulasi pH mengalami penurunan menjadi 8,5, hasil ini masih melebihi batas atas baku mutu. kemudian masuk proses adsorpsi pH mengalami penurunan lagi menjadi 8,5, hasil ini sudah berada pada *range* yang aman dalam artian sudah sesuai dengan baku mutu yang ada. Terakhir setelah proses fitoremediasi pH semakin turun menjadi 7,3, hasil ini masih masuk dalam baku mutu yang ada. Penurunan pH paling banyak terjadi pada proses adsorpsi.

Sedangkan pada Gambar 3 terlihat penurunan TDS pada setiap proses. Kondisi awal limbah cair yaitu 5300 ppm hasil ini melebihi baku mutu. Setelah

masuk koagulasi kadar TDS mengalami penurunan kembali menjadi 4950 ppm, hasil ini masih lebih baku mutu air limbah. Kemudian saat proses elektrokoagulasi kadar TDS turun kembali menjadi 4250 ppm, hasil ini hampir mendekati baku mutu yang ada. Pada proses adsorpsi kadar TDS mengalami penurunan yang besar yaitu sampai 2450 ppm, hasil ini sudah dibawah baku mutu yang ada. Terakhir saat masuk fitoremediasi mengalami penurunan sampai 1450 ppm, yang berarti hasil ini sudah dibawah baku mutu yang ada sehingga sudah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Dari setiap penurunan TDS dihitung % efektivitas penurunannya dan didapatkan hasil penurunan TDS paling banyak pada saat proses adsorpsi.

Hasil akhir pengukuran parameter secara keseluruhan tercantum pada Tabel 4. Berdasarkan Data pada table ini dapat diketahui bahwa hasil akhir proses *treatment* memiliki warna bening dan berbau tanah karena setelah melewati proses fitoremediasi. Untuk parameter pH yaitu bernilai 7,3, TDS sebesar 1450 ppm, Kesadahan Total sebesar 92 dan Timbal <0,251. Hasil tersebut sudah sesuai dengan baku mutu yang ada. laboratorium ini paling efektif dalam menurunkan kadar TDS, karena hasil perhitungan % efektivitas TDS paling besar yaitu sebesar 72,64%, hasil ini paling besar dibandingkan dengan % efektivitas Kesadahan total yaitu sebesar 69,37%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan *prototype* alat olah limbah cair laboratorium dapat disimpulkan bahwa susunan dari *prototype* alat olah limbah cair laboratorium terdiri dari bak penampungan awal, bak koagulasi, bak

elektrokoagulasi, bak penampungan sementara, pipa adsorpsi dan bak fitoremediasi.

Efektivitas penurunan TDS paling besar terjadi pada pipa adsorpsi yaitu sebesar 42,35%. Selain itu pada proses ini pH juga mengalami penurunan paling banyak yaitu dari 11 menjadi 8,5.

DAFTAR RUJUKAN

- Ananda, E.R., Irawan, D., Wahyuni, S.D., et al. (2017). Pembuatan Alat Pengolah Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi untuk Industri Tahu Kota Samarinda, *Jurnal Teknologi Terpadu*, 6(1), 54-59.
- Audiana, M., Apriani, I., & Kadaria, U. (2017). Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Teknik Lingkungan Dengan Koagulasi Dan Adsorpsi Untuk Menurunkan COD, Fe, dan Pb. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1), 1-10.
- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M.Y., Kasim, W.W. (2015). Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit, *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(4), 13-17.
- Harjanto, T. R., & Saipul, B. (2019). Imobilisasi Hasil Samping Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Menjadi Batu Bata Untuk Keamanan Penyimpanan. *Jurnal Terpadu Ilmu Kesehatan*, 8(2), 141-148.
- Indrayani, L., Rahmah, N. (2018). Nilai Parameter Kadar Pencemar Sebagai Penentu Tingkat Efektifitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik, *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(1), 41-50.
- Nuraini, E., Fauziah, T., Lestari, F. (2019). Penentuan Nilai BOD dan COD Limbah cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik ATK Yogyakarta, *Integrated Lab Journal*, 7(2), 10-15
- Nur, A., Jatnika, A. (2014). Aplikasi Elektrokoagulasi Pasangan Elektroda Aluminium Pada Proses Daur Ulang Grey Water Hotel, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 20 (1), 58-67.
- Nurlela, Sari, N.,E.,P., Wardoyo, S., E. (2019). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Cd Dengan Menggunakan Tanaman Hanjuang (*Cordyline Fruticosa*), *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 9(2), 57-65.
- Prabowo, A., Basrori, G.H., Purwanto. (2012). Pengolahan limbah cair yang mengandung minyak dengan proses elektrokoagulasi dengan elektroda besi, *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), 352-355.
- Ratnawati, R., Fatmasari, R.D. (2018). Fitoremediasi tanah tercemar logam timbal (pb) menggunakan tanaman lidah mertua (*sansevieria trifasciata*) dan jengger ayam (*celosia plumosa*), *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 62-69.
- Rosyidah, Dwita. (2014). Pengaruh Tanaman Air Obor (*Typha Latifolia*) sebagai Fitoremidiasi untuk

Menurunkan Kadar Pb Pada Air.
Karya Tulis Ilmiah. Poltekkes
Kemenkes Yogyakarta.

Siahaan, B.C., Utami, S.,R., Handayanto,
E. (2014). Fitoremediasi Tanah
Tercemar Merkuri Menggunakan
lindernia Crustacea, *Digitaria
Radicosaa*, dan *Cyperus Rotundus*
Serta Pengaruhnya Terhadap
Pertumbuhan Dan Produksi
Tanaman Jagung, *Jurnal Tanah Dan
Sumberdaya Lahan*, 1(2), 35-51.

Subamia, I.D.P, et al. (2016).
Implementasi 3RH (*Reduce, Reuse,
Recycle, Handle*) dalam Manajemen
Bahan dan Limbah Laboratorium
Kimia Dasar FMIPA Undiksha
Sebagai Upaya Efisiensi dan
Depolutansi. *Prosiding Seminar
Nasional FMIPA Undiksha 2016*.
Cetakan Pertama, Agustus 2016.
Universitas Pendidikan Ganesha

Yulianto, A., Hakim, L., Purwaningsih, I.,
& Pravitasari, V. A. (2009).
Pengolahan Limbah Cair Industri
Batik Pada Skala Laboratorium
Dengan Menggunakan Metode
Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi
Lingkungan Universitas Trisakti*,
5(1), 6–11.