

**APLIKASI *BIO COMPOUND* DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR
LABORATORIUM PENDIDIKAN TEKNOLOGI AGROINDUSTRI*****Bio Compound Application For Liquid Waste Treatment of
Agro-Industrial Technology Education Laboratory***

Shinta Maharani¹, Yatti Sugiarti², Ikmanda Nugraha³
^{1,2,3}Universitas Pendidikan Indonesia

^{1,2}Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

³Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan

E-mail: shinta.maharani@upi.edu

ABSTRAK

Kegiatan laboratorium menghasilkan limbah cair yang tergolong ke dalam limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Limbah cair ini memerlukan pengolahan untuk mereduksi bahan polutan organik hingga memenuhi baku mutu limbah cair yang diizinkan. Proses pengolahan pada limbah cair dapat dilakukan secara biologis dengan menggunakan bakteri yang dalam penelitian ini menggunakan *Bio Compound* sebagai bahan pengurai hayati yang merupakan konsorsium bakteri. Tujuan dari penelitian ini adalah mengaplikasikan *Bio Compound* dalam pengolahan limbah dan mengetahui penurunan cemaran pada limbah cair dilihat dari perubahan karakteristik baku mutu limbah cair diantaranya kadar COD dan BOD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Bio Compound* berpengaruh terhadap perubahan baku mutu limbah dan mampu menurunkan cemaran dalam limbah. Sampai dengan 20 hari aerasi, kadar COD turun sebesar 25,69% dan kadar BOD berkurang sebesar 36,84%. Perlu dilakukan pengolahan tambahan terhadap limbah cair agar limbah cair dapat dibuang ke lingkungan.

Kata kunci: *limbah cair laboratorium, bio compound, proses biologis*

ABSTRACT

Laboratory activities produce liquid waste classified as toxic substances. Liquid waste requires treatment to reduce toxic substances to comply with government regulation. The treatment process in liquid waste can be carried out biologically by using bacteria. This study applied bacterial consortium from *Bio Compound* as biodegradable material to decrease toxic substances in liquid waste. Chemical Oxygen Demand (COD) and Biological Oxygen Demand (BOD) were observed parameters of the quality standard of liquid waste. The results showed that *Bio Compound* application affects changes in waste quality standards and capable to reduce toxic substances in waste. COD dan BOD levels decreased after 20 days of aeration by 25.69% and 36.84%, respectively. Further research is needed in additional treatment of liquid waste before discharged into the environment.

Keywords : *laboratory liquid waste, bio compound, biological process*

PENDAHULUAN

Universitas pada umumnya memiliki laboratorium yang berperan sebagai fasilitas penunjang kegiatan pendidikan. Laboratorium tersebut biasanya digunakan untuk melakukan proses percobaan atau analisis kimia yang menghasilkan limbah. Limbah laboratorium bersumber dari sisa bahan awal, produk samping, pelarut yang digunakan, dan bahan kimia yang terkontaminasi sehingga bahan tersebut harus diurai atau dibuang, jika daur ulang tidak mungkin dilakukan (Amril dkk., 2013).

Pengolahan limbah secara biologis menggunakan bakteri dapat dilakukan dengan menggunakan satu jenis bakteri maupun konsorsium bakteri tergantung pada karakteristik cemaran limbah. Ulfah (2009) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan bakteri *Bacillus sp.* mampu mereduksi bahan pencemar secara efektif dengan aerasi selama 12 jam. Penggunaan konsorsium mikroba *indigenous* proteolitik dan lipolitik mampu menurunkan cemaran dalam limbah (Oktavia dkk., 2012). Selain kedua penelitian tersebut pengolahan limbah dengan menerapkan kondisi aerobik juga dilakukan oleh Romayanto dkk (2006), dalam penelitiannya pengolahan limbah secara biologis dilakukan dengan menambahkan bakteri *Pseudomonas putida*. Limbah cair yang dihasilkan dari berbagai kegiatan Laboratorium Pengawasan Mutu Pendidikan Teknologi Agroindustri FPTK UPI belum dilakukan pengolahan. Limbah tersebut berjumlah sedikit, namun terdiri dari campuran yang kompleks dan harus dibuang dengan mengeluarkan sejumlah dana, sehingga upaya pengolahannya rendah.

Berlatar dari kondisi tersebut maka dilakukan pengolahan terhadap limbah cair laboratorium secara biologis menggunakan *Biocompound* dari DUNA BIO-COMPOUND. *Biocompound* ini merupakan kumpulan beberapa mikroba bioaktif yang memiliki kemampuan sebagai pengurai hayati. Dalam *Biocompound* setidaknya diketahui tiga jenis bakteri yaitu *Xenorhabdus japonica*, *Bacillus simplex* dan *Peanibacillus amylolyticus*. Ketiga jenis bakteri tersebut merupakan jenis bakteri kemoheterotrof yaitu bakteri yang memanfaatkan sumber karbon untuk proses metabolismenya. Ketiga bakteri ini bereaksi positif terhadap hidrolisis pati. *Peanibacillus amylolyticus* memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam dari glukosa dan fruktosa (Roane dkk. 2009). Penggunaan *Biocompound* diharapkan mampu untuk menguraikan senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair laboratorium. Proses pengolahan dilakukan dengan sistem biakan tersuspensi dengan kondisi aerob. Tujuan dari penelitian ini adalah mengaplikasikan *Bio Compound* dalam pengolahan limbah dan mengetahui penurunan cemaran pada limbah cair dilihat dari perubahan karakteristik baku mutu limbah cair diantaranya kadar COD dan BOD.

METODE

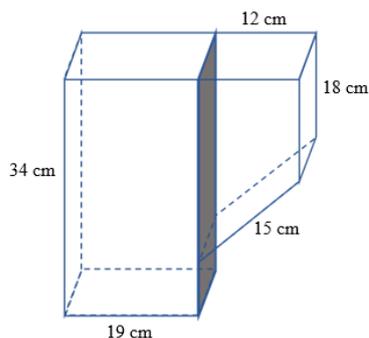
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair Laboratorium Pengawasan Mutu Agroindustri, *Bio compound* (bakteri bioaktif dengan merk DUNA BIO-COMPOUND), dan reagen-reagen kimia yang digunakan untuk pengujian karakteristik limbah. Sedangkan alat yang digunakan adalah reaktor untuk pengolahan limbah yang terdiri dari bak kaca, pompa udara, selang, dan *air stone*, mikroskop.

Penelitian ini dilakukan untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan Laboratorium Pengawasan Mutu Agroindustri FPTK UPI dengan penambahan bakteri bioaktif, dengan tahapan penelitian yang terdiri dari:

1. Persiapan dan pengadaan bahan baku dan peralatan.

Pada tahap ini peneliti mengumpulkan semua bahan baku dan peralatan yang belum tersedia di tempat penelitian. Bakteri bioaktif (*biocompound*) yang digunakan dibeli dari distributor yang memasarkan bakteri bioaktif tersebut dengan merk dagang DUNA BIO-COMPOUND. *Biocompound* yang digunakan terdiri dari kumpulan bakteri dan nutrisi. Bakteri yang telah diketahui setidaknya ada tiga jenis yakni *Xenorhabdus japonica*, *Bacillus simplex* dan *Peanibacillus amylolyticus*. Nutrisi yang terdapat dalam *biocompound* yakni 0,06% N, 0,06% K, 0,03% Na, 0,013% Ca, 0,54 ppm Co, 29,3% Fe dan sisanya S. Selain itu dilakukan kegiatan

mengumpulkan semua reagen kimia yang dibutuhkan untuk pengujian karakteristik limbah. Bak pengolahan limbah yang digunakan selama proses pengolahan limbah cair didapat dari membeli dari pengrajin kaca. Desain bak kaca disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 . Desain Bak Pengolahan Limbah

2. Persiapan limbah cair

Pada tahap ini dilakukan pengambilan limbah dari tempat penyimpanan limbah awal. Limbah difiltrasi dengan zeolit, arang aktif dan pasir. Sebanyak 8 L limbah hasil filtrasi dimasukan ke dalam bak pengolahan. Dilakukan pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Total Dissolve Solid* (TDS). Pengukuran TSS (SNI 06-6989.3-2004) dan TDS (SNI 06-6989.27-2004) menggunakan prinsip gravimetri.

3. Identifikasi mikroorganisme yang ada pada *biocompound*

Identifikasi mikroorganisme dimulai dari menumbuhkan koloni bakteri pada media padat *Nutrient Agar*. Bakteri diinkubasi selama dua hari pada suhu 37°C. Setelah inkubasi selama dua hari, dilanjutkan dengan pengamatan morfologi bakteri yang tumbuh pada media agar. Pengamatan morfologi menggunakan larutan kristal violet, larutan lugol, alkohol 95% dan larutan safranin.

4. Pengolahan limbah dan pengujian karakteristik limbah selama proses pengolahan.

Pengolahan limbah dilakukan dengan cara penambahan bakteri bioaktif dengan perbandingan 1:4 (2 liter bakteri bioaktif : 8 liter limbah cair) (Anggraeni dkk., 2014). Agar kinerja bakteri bioaktif berjalan secara stabil maka dilakukan proses stabilisasi dengan proses aerasi. Proses aerasi dilakukan dengan penambahan oksigen menggunakan pompa udara yang dihubungkan dengan selang dan air stone. Pompa udara yang digunakan memiliki kapasitas *flow rate* 500 L/jam, dengan tegangan 240 V, Frekuensi 50 Hz, Daya 4.5 Watt.

Selama proses berlangsung dilakukan pengujian karakteristik limbah untuk mengetahui pengaruh penambahan bakteri. Pengujian karakteristik limbah cair yang dilakukan sama dengan pengujian karakteristik limbah awal, yaitu pengujian BOD dan COD. Waktu sampling dilakukan langsung pada hari pengujian. Setiap uji dilakukan sebanyak satu kali 4 hari sekali. Pengujian BOD dilakukan dengan prinsip BOD 5 yakni sampel yang diujikan diinkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C. Pengujian COD dilakukan dengan penambahan oksidator kuat Potasium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dengan proses pemanasan (refluks tertutup) selama 2 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik limbah cair awal

Limbah cair yang menjadi bahan penelitian ini adalah limbah yang dihasilkan dari seluruh kegiatan praktikum maupun kegiatan penelitian mahasiswa Pendidikan Teknologi Agroindustri pada Laboratorium Pengawasan Mutu periode tahun 2010-2015. Berdasarkan hasil pengumpulan data secara empiris diketahui bahwa komposisi limbah yang jumlahnya paling besar adalah limbah minyak yang dihasilkan dari praktikum dan penelitian lemak dan minyak. Contoh praktikum yang banyak menghasilkan limbah kimia adalah praktikum Teknologi Pengolahan Minyak Lemak, Biologi Dasar, Kimia Dasar dan Kimia Pangan.

Sebelum melakukan pengolahan limbah cair dengan *bio compound*, limbah cair laboratorium disaring dengan zeolit, arang aktif dan pasir. Tabel 1. menunjukkan hasil TSS dan TDS limbah cair sebelum dan setelah mengalami filtrasi.

Tabel 1. Hasil Pengujian TSS dan TDS Limbah Cair

Pengujian	Sebelum filtrasi (mg/l)	Setelah filtrasi (mg/l)
TSS	4440,00	656,67
TDS	31963,33	25576,67

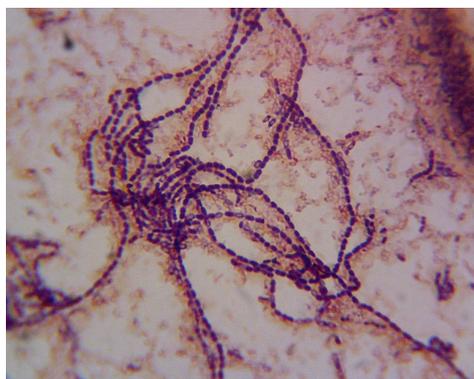
Berdasarkan hasil tersebut, dapat dilihat bahwa penyaringan limbah cair dengan zeolit, arang aktif dan pasir dapat menurunkan TSS sebesar 85,21% dan TDS sebesar 20%. TSS merupakan padatan yang dapat terpisah sebagai endapan di dalam limbah cair sedangkan TDS merupakan padatan yang terlarut di dalam limbah cair.

Zat padat tersuspensi (TSS) merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen yang berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik dalam air. TSS umumnya dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan. Semakin tinggi kadar TSS dalam limbah cair mengindikasikan bahwa semakin besar penghalang pembentukan zat organik di dalamnya sehingga sebelum dibuang ke lingkungan harus dipastikan bahwa limbah cair tidak mengandung kadar TSS yang melebihi batas karena akan membahayakan makhluk hidup lain di sekitarnya (Rosmilya dkk, 2014).

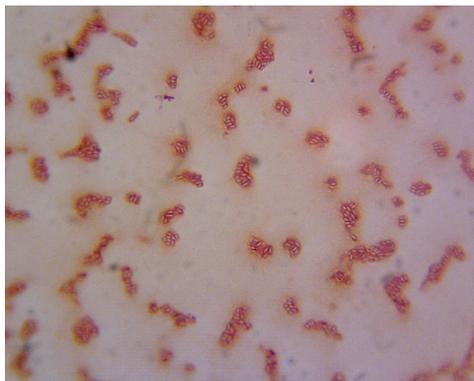
Umumnya, tingginya angka TDS disebabkan karena tingginya total kandungan unsur mineral dalam air. Contoh unsur mineral dalam air adalah zat kapur, besi, timah, magnesium, tembaga, sodium, klorida, klorin dan lain-lain (Nugroho dan Purwoto, 2013). Mineral-mineral yang terkandung biasanya memiliki efek jangka pendek (*short-term effect*), tapi ada pula mineral-mineral yang bersifat toksik seperti timah arsenic, kadmium, dan nitrat banyak juga yang terlarut di dalam air (Rosmilya dkk, 2014). Dengan kata lain, penurunan kadar TDS mengindikasikan penurunan cemaran dalam air.

Karakterisasi mikroorganisme pada *Bio Compound*

Pengolahan limbah dilakukan secara biologis dengan menambahkan campuran dari beberapa spesies bakteri yang disebut *Biocompound* dimana dalam *Biocompound* ini setidaknya terdapat tiga spesies yang telah diketahui yaitu *Xenorhabdus japonica*, *Bacillus simplex* dan *Peanibacillus amylolyticus*. Nama bakteri yang tertulis didapatkan dari label kemasan yang ada pada botol *bio compound*.



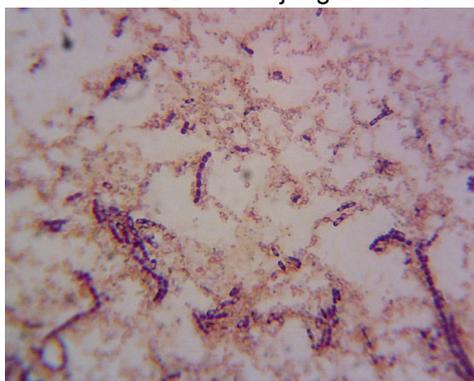
Gambar 2. Bentuk Bakteri Basil Berwarna Ungu (gram +)



Gambar 3. Bentuk Bakteri Basil Berwarna Merah (gram -)



Gambar 4. Bentuk Bakteri Basil Panjang Berwarna Ungu (gram +)



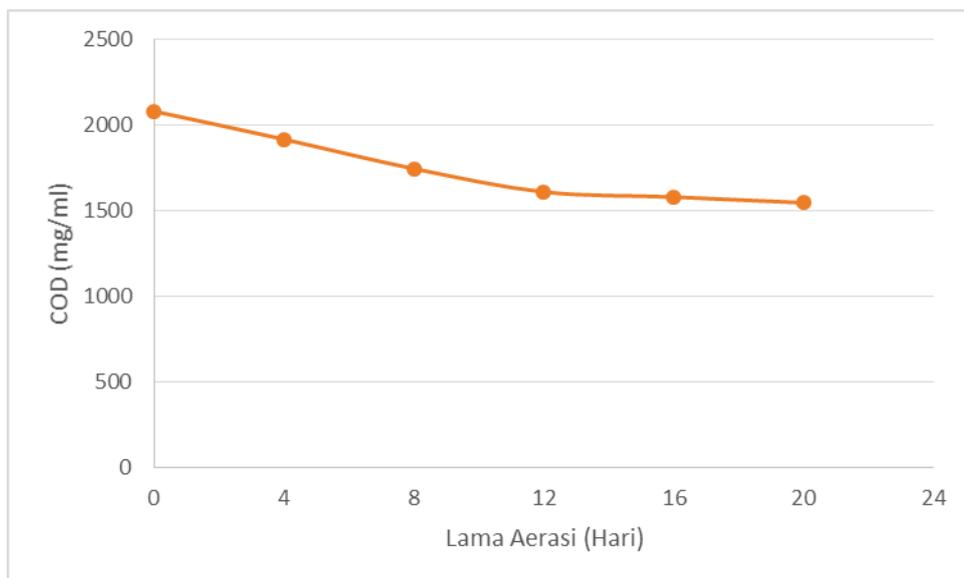
Gambar 5. Bakteri Berbentuk Coccus Berwarna Ungu (gram +)

Bakteri *Xenorhabdus japonica* merupakan jenis bakteri kemoheterotrof, yaitu bakteri yang melakukan metabolisme dengan memanfaatkan senyawa organik seperti sumber karbon (Roane dkk., 2009). *Bacillus simplex* berbentuk basil dan tumbuh secara optimal pada suhu 20-30 °C dan melakukan respirasi secara aerobik. Bakteri ini bereaksi positif terhadap hidrolisis pati dan reduksi senyawa nitrat serta mampu menghasilkan enzim katalase yang mampu mengkatalisis proses degradasi hidrogen peroksida menjadi oksigen dan air. (*ABIS online encyclopedia*). Bakteri *Peñibacillus amylolyticus* bereaksi positif terhadap hidrolisis pati, hidrolisis kasein, hidrolisis gelatin, mampu memproduksi asam dari fruktosa, galaktosa, D-glukosa, maltosa, manosa dan pati (*ABIS online encyclopedia*).

Penurunan COD dan BOD Selama Pengolahan Limbah Menggunakan *Bio Compound*

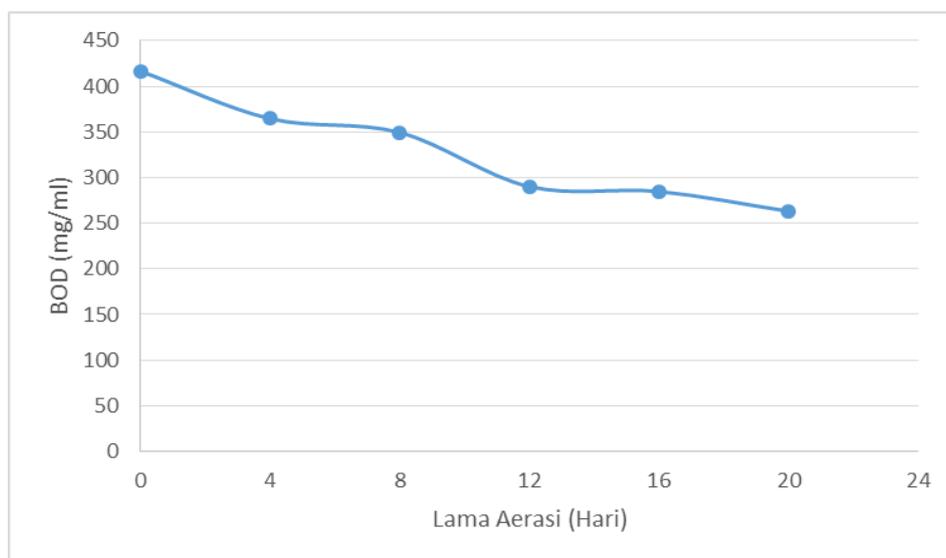
Nilai COD menggambarkan banyaknya kandungan bahan organik yang dapat dioksidasi secara kimia, baik yang bersifat *biodegradable* maupun yang *non-biodegradable* pada suatu

perairan. Sedangkan BOD menggambarkan bahan organik yang dapat didegradasi secara biologis. Penurunan kadar COD dan BOD disajikan pada Gambar 6. dan 7.



Gambar 6. Grafik Penurunan Kadar COD Limbah Cair

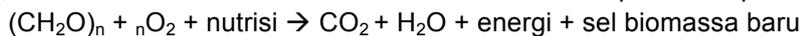
Gambar 6 menunjukkan bahwa terjadi penurunan COD selama 20 hari aerasi limbah cair dengan *bio compound*. Penurunan selama 20 hari sebesar 25,69%. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran limbah cair oleh bahan organik. Semakin tinggi kadar COD maka semakin tinggi bahan organik yang terkandung dalam limbah. Kadar COD dalam air limbah akan berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah (Rahmah dan Mulasari, 2015).



Gambar 7. Penurunan Kadar BOD Limbah Cair

Kadar BOD pada hari ke-0 sebelum penambahan bakteri menunjukkan nilai yang tinggi. Hal ini menunjukkan jumlah konsumsi oksigen untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah masih tinggi. Semakin banyak oksigen yang dikonsumsi, maka semakin banyak pula kandungan bahan-bahan organik di dalamnya (Kristanto, 2002). Selama pengujian 20 hari, kadar BOD dapat turun sebesar 36,84%.

Respirasi bakteri yang melibatkan oksigen (aerob) terdiri dari oksidasi bahan organik, sintesa sel, dan oksidasi sel dari bakteri. Secara sederhana dapat dilihat pada reaksi berikut :



Jenis bakteri yang digunakan adalah bakteri kemoheterotrof yang menggunakan senyawa organik sebagai sumber energi dalam proses respirasi (Roane dkk., 2009). Proses degradasi senyawa organik dengan bakteri dilakukan dalam kondisi aerob (Romayanto, dkk., 2006)

Pengolahan limbah secara biologis dilakukan menggunakan konsorsium bakteri yang disebut *biocompound* yang setidaknya terdapat tiga jenis bakteri yang sudah diketahui yaitu *Xenorhabdus japonica*, *Bacillus simplex*, dan *Peanibacillus amylolyticus*. Kondisi yang diperlukan untuk pertumbuhan ketiga bakteri ini sudah sesuai dengan kondisi pengolahan air limbah sehingga bakteri ini dapat bekerja dengan baik pada pengolahan limbah cair laboratorium pengawasan mutu. Penambahan bakteri bertujuan untuk menumbuhkan biomassa pengurai yang dapat menguraikan senyawa-senyawa polutan tertentu pada limbah di dalam satu reaktor yang kondisinya dibuat sesuai untuk pertumbuhan bakteri yang digunakan. Pengkondisian proses pengolahan limbah dilakukan secara aerob dengan penambahan udara melalui sistem aerasi karena bakteri yang digunakan bersifat aerob dan fakultatif anerobiks, selain itu penggunaan oksigen juga berperan sebagai oksidator.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian dari Rumayanto, dkk (2006) yang mengatakan bahwa BOD limbah cair mengalami penurunan setelah ditambahkan bakteri. Hasil penurunan BOD menggunakan *bio compound* pada penelitian ini lebih kecil dari pada penurunan BOD menggunakan bakteri *Pseudomonas putida* yakni sebesar 71,48%.

Berdasarkan hasil penurunan COD dan BOD, limbah cair Laboratorium Pendidikan Teknologi Agroindustri memiliki bahan organik yang tidak semua bisa didegradasi secara biologis. Tingginya kadar COD yang masih tersisa di dalam limbah cair menunjukkan banyaknya bahan organik yang harus diurai secara kimiawi.

KESIMPULAN

Pengolahan limbah laboratorium menggunakan bakteri *Bio compound* berpengaruh terhadap perubahan baku mutu limbah dan mampu menurunkan cemaran dalam limbah. Sampai dengan 20 hari aerasi, kadar COD turun sebesar 25,69% dan kadar BOD berkurang sebesar 36,84%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada tim peneliti dan Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ABIS online encyclopedia, tersedia <http://www.tqw1916.net/ABIS/encyclopedia.html> diakses pada 29 September 2017
- Amril, A., Refilda, & Arifin, B. (2013). Analisis pH, BOD, COD, logam (Pb, Cu, Cd, Fe, dan Zn) pada drainase Fakultas MIPA dan Fakultas Farmasi Unand. *Jurnal: Jurnal Kimia Unand*, 2(1)
- Anggraeni, D., Sutanahaji, A.T., Rahadi, B. (2014). Pengaruh volume lumpur aktif dengan proses kontak stabilisasi pada efektivitas pengolahan air limbah industri pengolahan ikan. *Jurnal: Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, hlm. 6-12
- Hartini, E., dan Yuantari, MGC. (2011). *Pengelolaan air limbah laboratorium dengan menggunakan koagulan Alum Sulfat dan Poly Alum Chloride di laboratorium kesehatan Universitas Dian Nuswantoro Semarang*. (Skripsi). Universitas Dian Nuswantoro, Semarang
- Ismanto, N. F. (2005). *Pemanfaatan eceng gondok (Eichornia crassipes), kayu apu (Ipomoea aquatica), dan kangkung (Ipomoea aquatica) secara bertahap dalam memperbaiki kualitas air limbah kantin*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor

- Kementrian Lingkungan Hidup. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta: KEMENLH
- Kristanto, P. (2002). *Ekologi industri*. Yogyakarta: Ando Offest
- Nugroho, W., Purwoto, S., (2013)., Removal Klorida, TDS Dan Besi Pada Air Payau Melalui Penukar Ion Dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif Dengan Karbon Aktif ., *Jurnal Teknik Waktu Volume 11 Nomor 01 – Januari 2013 – Issn : 1412-1867.*, Surabaya : Universitas Adi Buana
- Oktavia, D.A. dkk. (2012). Pengolahan limbah cair perikanan menggunakan konsorsium mikroba *indigous* proteolitik dan lipolitik. *Jurnal: Agrotek, 6(2)*, hlm. 65-71
- Rahmah., Mulasari,S,A., (2015)., Pengaruh Metode Koagulasi, Sedimentasi dan Variasi Filtrasi terhadap Penurunan Kadar TSS, COD dan Warna pada Limbah Cair Batik., *Chemica Volume 2, Nomor 1, Juni 2015, 7-12 ISSN : 2355-875X.*, Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan
- Roane, T.M. dkk. (2009). *Microorganisms*. Dalam *Pepper, I.L. dkk. (Penyunting), Enviromental microbiology* (hlm. 9-36). Elsevier Inc.
- Romayanto, M.E.W., Wiyanto & Sajidan. (2006). Pengolahan limbah domestik dengan aerasi dan penambahan bakteri *Pseudomonas putida*. *Jurnal: Bioteknologi, 3(2)*, hlm. 42-49
- Rosmilya dkk., (2014)., *Analisis TSS (Total Suspended Solid) Dan TDS (Total Dissolved Solid).*, Semarang : Universitas Diponegoro
- SNI 06-6989.27:2004 Air Dan Air Limbah – Bagian 27: Cara Uji Kadar Padatan Terlarut Total (*Total Dissolved Solids*, Tds) Secara Gravimetri., Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- SNI 06-6989.3:2004 Air Dan Air Limbah – Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid*, TSS) Secara Gravimetri., Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- Ulfah, W.N. (2009). *Pengolahan air limbah kantin secara biologis; suatu kajian terhadap efektivitas penggunaan Bacillus sp dan kangkung air (Ipomoea aquatica)*. (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor