

Penurunan Kadar COD dan TSS dengan Menggunakan Teknik *Pipe Filter Layer* pada Limbah Industri Keripik Singkong

Siti Fatimah¹, Najmudin A. Mumtaz², Nur Hidayati²

^{1&2}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

¹sf120@ums.ac.id

ABSTRACT

Cassava contains hydrocyanic acid (HCN) derived from the hydrolysis process cyanogenic glucoside (linamarin and lotaustralin) by endogenous enzymes that are marked in blue on cassava. Production of cassava chips contained in Donohudan, Surakarta very abundant with a turnover of 10 tons each month so that the production process produces some waste that has no economic value. Wastewater from the washing of cassava chips can be a serious problem if not treated properly. Mechanical installation of pipe filter layer may be one alternative to resolve these problems .. This technique uses a combination of natural adsorbent with terraced flowed into the pipe. The adsorbent used include gravel, sepet (coconut fiber), silica sand, zeolite. The parameters examined in this study is the analysis of the levels of COD (Chemical Oxygen Demand) and TSS (Total Solid Suspended) in the wastewater industry cassava chips. Data collection was performed by calculating the COD and TSS levels before and after processing with pipe filter layer. Based on data obtained optimum pH value accordance with the standard of food waste that is 7.89. For COD and TSS, the optimum value changes occurred on respectively of 99.5% and 99.7%. Mechanical pipe filter layer effectively handle the wastewater industry cassava chips

Keywords: cassava, wastewater, pipe filter layer, COD, TSS

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun semakin mengalami peningkatan. Hal ini diiringi dengan naiknya konsumsi masyarakat akan kebutuhan pangan. Salah satu sumber bahan pangan yang dapat dikonsumsi masyarakat adalah singkong. Singkong merupakan bahan baku berbagai produk industri seperti industri makanan, farmasi, tekstil dan lain-lain. Industri makanan dari singkong cukup beragam mulai dari makanan tradisional seperti getuk, timus, keripik (ceriping), gemblong, dan berbagai jenis makanan lain yang memerlukan proses lebih lanjut.

Singkong mengandung asam hidrosianat (HCN) yang berasal dari proses hidrolisis glukosida cyanogenic (linamarin dan lotaustralin)

oleh enzim endogen yang ditandai dengan warna biru pada singkong. Senyawa asam HCN sangat beracun dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti penyempitan saluran napas, mual, muntah, sakit kepala, bahkan bisa menimbulkan kematian. Namun dalam jumlah kecil sianida masih dapat ditolerir tubuh yaitu 1 mg per kilogram berat. Singkong yang memiliki kadar HCN tinggi ditandai dengan rasanya yang pahit atau langu. Senyawa HCN merupakan salah satu bahan pencemar anorganik yang paling berbahaya. Dalam air, sianida terdapat sebagai HCN, suatu asam lemah dengan $pK_a = 6 \times 10^{-10}$. Ion sianida mempunyai afinitas kuat terhadap banyak ion logam, dan merupakan gas yang mudah menguap dan beracun.

Produksi keripik singkong yang terdapat di Donohudan, Surakarta sangat melimpah dengan

omzet 10 ton setiap bulan sehingga pada proses produksinya menghasilkan beberapa limbah yang tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah yang dihasilkan pada proses pembuatan keripik singkong singkong antara lain adalah limbah cair dan limbah padat. Limbah padat berupa kulit singkong dan limbah cair berasal dari air sisa proses pencucian singkong yang telah dikupas dan diiris. Limbah cair yang berasal dari pencucian keripik singkong dapat menjadi masalah yang serius jika tidak diolah dengan baik. Masalah tersebut antara lain adalah timbulnya bau di badan air sekitar lingkungan pembuatan keripik singkong, warna air yang keruh, kadar HCN yang sangat tinggi, kadar BOD yang rendah, kadar COD dan TSS yang tinggi. Penanganan limbah cair industri keripik singkong di Donohudan yang telah dilakukan selama ini adalah di salurkan ke dalam saluran air rumah tangga. Limbah ini dialirkan begitu saja di badan air dan tanpa pengolahan, sehingga menyebabkan bau tidak sedap di lingkungan sekitar.

Salah satu alternatif untuk mengatasi limbah cair tersebut adalah dengan cara membuat instalasi *pipe filter layer*. Metode ini merupakan pengembangan teknik pengolahan limbah cair keripik singkong yang sudah ada. Teknik ini menggunakan kombinasi adsorben alami dengan dialirkan ke dalam pipa bertingkat. Adsorben yang digunakan antara lain adalah kerikil, sepet (sabut kelapa), pasir *silica*, zeolit. Dengan menggunakan teknik ini diharapkan dapat mengurangi kadar sianida maupun senyawa berbahaya lain yang ada pada limbah cair keripik singkong sampai titik minimal. Selain itu juga memanfaatkan limbah sepet (serabut kelapa) dari penjualan kelapa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan teknik instalasi *pipe filter layer* untuk mengatasi limbah cair industri keripik singkong dalam menurunkan kadar COD dan TSS dan memberikan alternatif solusi pemecahan masalah menangani masalah limbah cair industri keripik singkong.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Singkong merupakan salah satu makanan pokok rakyat Indonesia, singkong dengan nama *binomial Manihot esculenta* dari kerajaan plantae. Merupakan tumbuhan tropik dan subtropika dari keluarga *Euphorbiaceae*. Umbinya biasa dimakan karena sumber karbohidrat begitu pun daunnya yang dimanfaatkan sebagai sayuran. Singkong dibedakan menjadi 2 tipe yaitu tipe pahit dan manis. Tipe yang berasa pahit mengandung kadar racun yang tinggi dibanding yang berasa manis. Jika singkong mentah tidak dimasak sempurna maka akan terbentuk hidrogen sianida (HCN). Pada singkong mentah/pahit kadar hidrogen sianida lebih besar dari 50 mg per kilogram sedangkan untuk yang sudah matang/manis kadarnya lebih kecil dari 50 mg per kilogram. Singkong mempunyai kandungan kimia per 100 gram dalam daging buah singkong seperti pada Tabel 1.

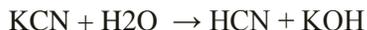
Tabel 1. Kandungan kimiawi daging singkong

No	Kandungan	Satuan
1	Kalori	146 kal
2	Protein	1,2 gram
3	Lemak	0,3 kal
4	Hidrat arang	34,7 gram
5	Kalsium	33 mg
6	Fosfor	40 mg
7	Zat besi	0,7 mg
8	Vitamin B1	0,06 mg
9	Vitamin C	30 mg

Kandungan senyawa dari singkong yang membahayakan antara lain adalah senyawa sianida atau asam sianida (HCN). Sianida adalah zat beracun yang sangat mematikan. Sianida telah digunakan sejak ribuan tahun yang lalu. Sianida juga banyak digunakan pada saat perang dunia pertama. Efek dari sianida ini sangat cepat dan dapat mengakibatkan kematian dalam jangka waktu beberapa menit. HCN ini dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti penyempitan saluran napas, mual, muntah, sakit kepala, bahkan bisa menimbulkan kematian. Namun sejumlah kecil sianida masih dapat ditolerir tubuh yaitu 1 mg per kilogram berat

badan per hari. Untuk menghindari keracunan sianida ini maka singkong dicuci terlebih dahulu dari tanah yang menempel di bagian kulit luar singkong, kemudian dikupas, dipotong-potong, dicuci dan dimasak sesuai selera.

Asam sianida adalah bersifat asam lemak, garam sianida baik KCN maupun NaCN dalam ruangan yang berkelembaban tinggi mudah bereaksi dan membentuk gas HCN :



Batas aman kandungan HCN adalah sekitar 0,5-3,5 mg HCN/kg berat bahan, sedangkan jumlah HCN di dalam umbi, menurut FAO cukup aman bila kurang dari 50 mg/kg umbi kering. Oleh karena itu, HCN harus ditangani dengan sebaik-baiknya.

COD, singkatan dari *Chemical Oxygen Demand*, atau kebutuhan oksigen kimia untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan di dalam air. COD merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat, sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah terurai maupun yang kompleks dan sulit terurai, akan teroksidasi. Standar baku mutu kandungan COD dalam limbah cair industri keripik singkong adalah sebesar 300 mg/l.

Total Suspended Solid atau padatan tersuspensi total (TSS) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Materi termasuk TSS antara lain adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfide, ganggang, jamur dan bakteri. TSS umumnya dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan. TSS memberikan kontribusi untuk kekeruhan (*turbidity*) dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan. Sehingga nilai kekeruhan tidak dapat dikonversi ke nilai TSS. Kekeruhan adalah

kecenderungan ukuran sampel untuk menyebarkan cahaya. Sementara hamburan diproduksi oleh adanya partikel tersuspensi dalam sampel. Padatan selalu diukur sebagai berat kering dan prosedur pengeringan harus diperhatikan untuk menghindari kesalahan yang disebabkan oleh kelembaban yang tertahan atau kehilangan bahan akibat penguapan atau oksidasi.

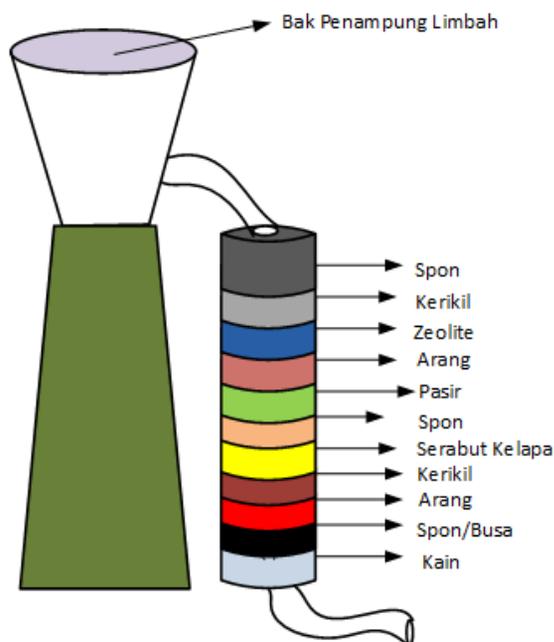
Teknik *pipe filter layer* merupakan teknik berjenjang atau berlapis dalam menggunakan adsorben sebagai penyerap limbah organik. Secara umum adsorpsi adalah proses pemisahan komponen tertentu dari satu fasa fluida (larutan) ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau porositas, menyebabkan sebagian molekul terikat lebih kuat pada permukaan dari pada molekul lainnya. Adapun syarat-syarat untuk berjalannya suatu proses adsorpsi, yaitu adanya zat yang mengadsorpsi (adsorben), zat yang teradsorpsi (adsorbat), waktu pengocokan sampai adsorpsi berjalan seimbang. Adsorpsi dapat digolongkan dalam dua jenis, yaitu adsorpsi secara kimia dan secara fisika. Adsorpsi secara kimia (kemisorpsi) adalah adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya-gaya kimia dan diikuti oleh reaksi kimia. Adsorpsi jenis ini mengakibatkan terbentuknya ikatan secara kimia, sehingga diikuti dengan reaksi berupa senyawa baru. Pada kemisorpsi permukaan padatan sangat kuat mengikat molekul gas atau cairan sehingga sukar untuk dilepas kembali, sehingga proses kemisorpsi sangat sedikit. Adsorpsi fisika (fisiosorpsi) adalah adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya-gaya fisika. Adsorpsi ini dicirikan adanya kalor adsorpsi yang kecil (10 kkal/mol). Molekul-molekul yang diadsorpsi secara fisik tidak terikat secara kuat pada permukaan dan biasanya terjadi pada proses *reversible* yang cepat, sehingga mudah diganti dengan molekul lain. Zat organik pada limbah makanan memang sulit dipisahkan dari kehidupan masyarakat (Yustinah, 2011).

Penelitian tentang adsorpsi limbah organik juga telah dilakukan oleh (Riapanitra & Andreas,

2010) dengan memanfaatkan karbon aktif dari tempurung kelapa. Selain itu (Nurhayati, 2010) juga telah melakukan adsorpsi limbah tahu dengan menggunakan bentonit. (Busyairi, 2014) juga telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan biokoagulan untuk menurunkan kadar TSS pada limbah cair industri makanan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini merupakan teknik kombinasi adsorben yang telah digunakan untuk memfilter limbah cair industri singkong. Teknik ini merupakan teknik yang baru, mudah diterapkan, dan tidak memerlukan biaya yang mahal dalam instalasinya.



Gambar 1. Desain Alat PFL

Peralatan yang digunakan antara lain adalah buret, erlenmeyer, gelas ukur, pipet ukur, pipet tetes, gelas beaker, kaca arloji, corong kaca, labu ukur, pengaduk kaca, botol reagen, cawan, karet hisap, statif, oven, kertas saring, pH meter. Bahan yang digunakan antara lain adalah Aquades PA, ferro amoniumsulfat (FAS), phenantrolin, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$, H_2SO_4 pekat. Desain alat

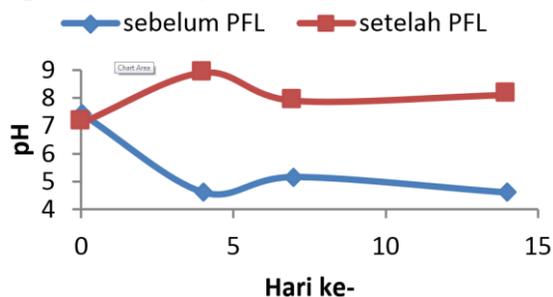
yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti pada Gambar 1.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Susunan adsorben tersebut disusun berdasarkan atas kemampuan untuk menyaring yang optimal. Fungsi dari penggunaan spons adalah untuk menahan partikel besar seperti pasir, arang, dan kerikil agar tidak ikut dalam filtrat. Fungsi dari penggunaan kain adalah untuk menyaring material-material yang kecil penyumbat kran pembuangan. Fungsi dari penggunaan pasir adalah untuk menyerap partikel-partikel makro. Fungsi dari penggunaan zeolit adalah menyerap zat-zat organik yang ada pada limbah cair. Fungsi dari penggunaan arang adalah menyerap zat-zat organik yang tidak dapat disaring oleh zeolit. Fungsi dari serabut kelapa adalah untuk menyaring material yang bersifat makro.

A. Pengaruh PFL terhadap pH

Parameter pH merupakan salah satu parameter yang menjadi tolak ukur baku mutu kualitas air limbah. Karakteristik limbah cair dari industri keripik singkong ini adalah memiliki pH sekitar 7,45. Hal ini sesuai dengan baku mutu limbah cair industri makanan sesuai dengan peraturan Kementerian Lingkungan Hidup yaitu antara 6-9. Pengolahan menggunakan PFL dapat membuat kondisi pH limbah menjadi lebih baik. Berdasarkan penelitian ini diperoleh grafik hubungan antara teknik pengolahan sebelum dipelakukan dengan PFL dan sesudah dipelakukan dengan PFL.



Gambar 3. Grafik Hubungan pH Dengan PFL

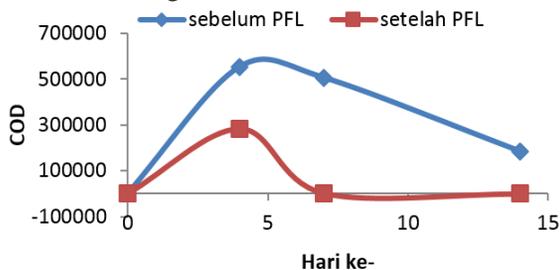
Grafik tersebut menjelaskan bahwa nilai pH sebelum diperlakukan dengan PFL masih belum bagus. Pada hari ke-0 sampai hari ke-14 nilai pH mengalami penurunan terus-menerus. Setelah diperlakukan dengan PFL nilai pH menjadi lebih baik yaitu sekitar 7-9. Limbah cair industri keripik singkong, nilai pH apabila tanpa diolah semakin lama akan semakin menurun atau bersifat asam, sehingga akan menyebabkan bau yang tidak sedap. Pada limbah ini diduga memiliki kadar HCN yang masih tinggi sehingga menyebabkan nilai pH semakin terus mengalami penurunan dan kondisi air limbah menjadi asam. Pada limbah cair industri keripik singkong tidak hanya mengandung HCN tetapi juga mengandung karbohidrat, protein, lemak, serta senyawa anorganik (Kapti Riyani, 2013).

Teknik PFL ini mampu memberikan nilai pH yang lebih baik dibandingkan jika limbah cair tersebut tidak diolah. Penggunaan PFL, pada hari ke-0 belum memberikan perubahan nilai pH yang lebih baik. Hal ini dikarenakan pada hari ke-0 konsentrasi ion H^+ pada limbah masih relatif banyak. Nilai ini masih memenuhi standar baku mutu air limbah yaitu 7,45. Pada hari ke-4, 7, dan 14 nilai pH relatif mengalami penurunan dan menjadi tidak memenuhi standar baku mutu. Setelah diperlakukan dengan teknik PFL nilai pH menjadi relatif naik sesuai dengan *range* baku mutu yaitu sebesar 7,8-8,9. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan PFL memberikan solusi yang baik untuk membuat kadar pH limbah cair industri keripik singkong sesuai dengan baku mutu limbah. Penggunaan adsorben berjenjang sangat berpengaruh untuk membuat kondisi pH limbah cair menjadi lebih baik, Adanya zat-zat organik dan polutan lain dalam limbah yang teradsorpsi ke dalam adsorben berjenjang ini akan menyebabkan adanya interaksi antara senyawa-senyawa tersebut dengan adsorber berjenjang tersebut. Pori-pori dari adsorber akan menyerap polutan-polutan tersebut sehingga akan mempengaruhi jumlah ion hidrogen yang ada pada limbah.

Berdasarkan uji statistik dengan menggunakan uji-T menunjukkan bahwa teknik PFL ini efektif dalam memperbaiki nilai pH limbah cair industri keripik singkong. Ini ditunjukkan dengan nilai *p-value* yang lebih dari 0,05 yaitu sebesar 0,087 dengan tingkat kepercayaan 95%. Nilai ini ditunjukkan pada Tabel 2.

B. Pengaruh PFL terhadap kadar COD

Hasil analisa awal karakteristik limbah cair industri keripik singkong menunjukkan bahwa limbah mengandung senyawa organik berkadar tinggi ditunjukkan dengan besarnya nilai COD yaitu sebesar 1014 mg/L. Warna air limbah dari proses pencucian singkong berwarna putih kecoklat-coklatan disertai suspensi yang berasal dari kotoran-kotoran dan kulit singkong. Air limbah yang masih baru berbau seperti ubi kayu apabila dibiarkan akan mengakibatkan bau yang menyengat. COD merupakan suatu parameter untuk menentukan pencemaran air limbah. COD adalah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan-bahan yang dapat teroksidasi oleh senyawa oksidator. Pada KEP-05/MENLH/II/2013 COD kadar maksimum sebesar 400 mg/L.



Gambar 4. Grafik Hubungan PFL Dengan COD

Pada penggunaan PFL ini didapat grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pada hari ke-0 kadar COD masih sangat tinggi yaitu 1014,667. Hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan zat organik masih sangat tinggi. Mikroorganisme aerob dalam air yang berfungsi sebagai perombak senyawa organik hanya dapat menjalankan fungsinya jika terdapat oksigen yang cukup. Jika oksigen yang tersedia tidak mencukupi jumlah yang dibutuhkan maka oksidasi senyawa organik

menjadi terhambat atau hanya sampai pada tahap pembusukan. Semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik akan menyebabkan kandungan oksigen dalam badan perairan berkurang. Pada hari ke-4, 7, dan 14 kadar COD setelah penggunaan PFL mengalami penurunan yang signifikan. Hal ini dikarenakan pada saat limbah memasuki adsorben berjenjang, senyawa organik dan polutan lain telah terurai dan terserap ke dalam adsorben. Penyerapan ini menunjukkan bahwa reaksi oksidasi berjalan dengan baik. Semakin baik reaksi oksidasi berjalan maka akan semakin banyak jumlah senyawa organik dan polutan lain yang teroksidasi atau terdegradasi. Indikator semakin banyaknya senyawa organik dan polutan yang teroksidasi atau terdegradasi adalah ditunjukkan dengan besarnya penurunan nilai COD. Hal ini menunjukkan bahwa teknik PFL efektif dalam menurunkan kadar COD limbah cair industri keripik singkong. Efisiensi dari PFL dalam menurunkan kadar COD sebesar 99,5%.

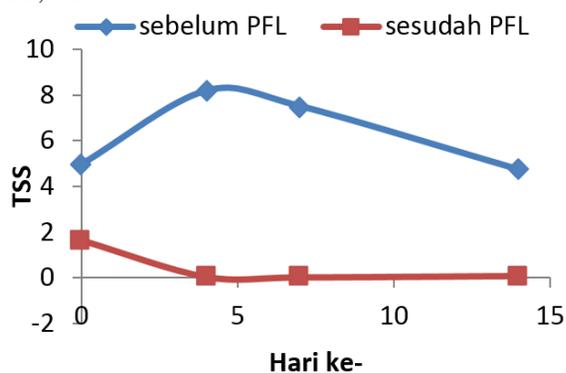
Untuk menguji efektivitas teknik ini, maka dilakukan uji statistik yaitu Uji-T. Berdasarkan uji-T diperoleh *output* seperti ditunjukkan pada tabel 3 berikut. Berdasarkan analisis statistik diperoleh nilai *p-value* yaitu sebesar 0,105. Nilai ini menunjukkan bahwa teknik PFL efektif dalam menurunkan kadar COD limbah cair industri keripik singkong.

C. Pengaruh PFL dengan TSS

Total Padatan atau *Total Suspended Solid* merupakan jumlah padatan yang berada pada limbah. Semakin banyak TSS yang berada pada limbah maka kualitas dari limbah semakin tidak baik. Kadar TSS yang baik sesuai aturan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2013 adalah 3 mg/L. Berdasarkan penelitian ini kadar TSS dalam sampel sudah memenuhi baku mutu limbah cair industri keripik singkong. Penggunaan PFL dalam menangani masalah limbah ini adalah menurunkan kadar TSS agar

mempunyai nilai yang minimal. Nilai TSS dengan menggunakan PFL mampu memberikan nilai yang hampir mendekati nilai 0. Hal ini ditunjukkan dengan Gambar 5.

Penggunaan PFL dengan adsorben berjenjang ini menyebabkan padatan yang ada pada limbah akan tersaring pada setiap jenjangnya. Kemampuan untuk menyaring ini dipengaruhi oleh kerapatan, jenis, dan ketinggian dari masing-masing adsorben. Semakin banyak jenis adsorben yang digunakan maka efektivitas penyaringan padatan akan semakin baik. Indikator keberhasilan PFL dalam menurunkan kadar TSS ini ditunjukkan dengan nilai TSS yang semakin menurun dan mendekati angka 0. Pada hari ke-4 terjadi penurunan dengan nilai TSS sebesar 0,04 mg/L. Pada hari ke-7 nilai TSS mencapai 0,02 mg/L dan pada hari ke-14 nilai TSS mencapai 0,01 mg/L. Efisiensi dari PFL ini mencapai 99,7%.



Gambar 5. Grafik Hubungan PFL Dengan TSS

Efektivitas penggunaan PFL dalam menurunkan kadar TSS didukung oleh uji statistik dengan menggunakan Uji-T dengan tingkat kepercayaan 95%. Berdasarkan uji-T pada tabel 4 diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,449. Hal ini menunjukkan bahwa teknik PFL efektif dalam menurunkan kadar TSS dalam limbah cair industri keripik singkong.

Tabel 2. Uji-t Paired Samples Test pH

		Paired Differences								
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
					Lower	Upper				
Pair 1	Sebelum PFL – Setelah PFL	-2.54250	2.03079	1.01539	-5.77393	.68893	-2.504	3	.087	

Tabel 3. Uji-t Paired Samples Test COD

		Paired Differences								
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
					Lower	Upper				
Pair 1	Sebelum PFL - sesudah PFL	240639.666	209260.875	104630.437	-92341.083	573620.415	2.300	3	.105	

Tabel 4. Uji-t Paired Samples Test

		Paired Differences								
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
					Lower	Upper				
Pair 1	Sebelum PFL – Sesudah PFL	5.922	2.279	1.139	2.294	9.549	5.196	3	.449	

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa teknik PFL mampu memperbaiki kualitas air limbah cair industri keripik singkong. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan nilai COD dan TSS berturut-turut sebesar 99,5% dan 99,7%.

REFERENSI

- Afendi, M. (2014). *Perhitungan Beban Pendinginan, Pemilihan dan Pemasangan Air Conditioning*. Semarang: UNDIP.
- Anung Riapanitra, R. A. (2010). *Pemanfaatan Arang Batok Kelapa Dan Tanah Humus Baturaden Untuk Menurunkan Kadar Krom*. J.Molekul , Vol.5 No.2 p:66-74.
- Busyairi, M. (2014). *Pengolahan Limbah Cair Dengan Parameter Total Suspended Solid (TSS) dan Warna Menggunakan Biokoagulan*. Surakarta: FT UMS.
- Handoko. (1997). *Room Air Conditioner*. Jakarta: Erlangga.
- Kapti Riyani, T. S. (2013). *Fotodegradasi Sianida Dalam Limbah Cair Tapioka*. Jurnal Molekul , 49-57.
- M.Riera Torres, C. M. (2010). *Combination Of Coagulation-Floculation And Nanofiltration Technique For Dye Removal And Water Reuse In Textile Effluents*. Desalination, Elsevier , 56-59.
- Mandala, D. (2013, Desember Minggu). Dipetik Mei Selasa, 2015, dari [www./http/danielmandala.blogspot.in](http://danielmandala.blogspot.in).
- Ni'am, A. C. (2015). *Pemanfaatan Limbah Cair Singkong Dengan Urin Sapi Dan Air Cucian Kikil*

- Sapi Sebagai Pupuk Organik Cair*. Seminar Nasional Sanins Dan Teknologi Terapan III (hal. 679-785). Surabaya: Institut Adhi Tama.
- Nurhayati, H. (2010). *Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu*. Surakarta: UNS pers.
- Politama. (2012, Maret 15). Progdipolitama. Dipetik April 14, 2015, dari politama.ac.id: <http://www.politama.ac.id>
- Prasetyono, D. S. (2008). *Pedoman Lengkap Teknik Memperbaiki Kulkas dan AC*. Yogyakarta: Absolute.
- Rahmawati, A. A. (2005). *Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform Pada Air Limbah Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, 97-110.
- Rohman, A. (2006). *Menguak Mutu Pembelajaran Dan UNAS*. Jakarta: Erlangga.
- S.Sadri Moghaddan, M. A. (2010). *Coagulation/Flocculation Process For Dye Removal Using Sludge From Water Treatment Plant: Optimization Through Response Surface Methodology*. Journal Of Hazardous Materials, 651-657.
- Saputra, A. (2012). *Sistem Kerja AC Window*. Jakarta: BBLKI.
- Suparno. (2010). *Degradasi Zat Warna Indigosol Dengan Metode Oksidasi Katalitik Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi Dan Ozonasi*. Jakarta: UI pers.
- Suyata, I. U. (2015). *Penerapan metode elektrokimia untuk Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Solid Suspended (TSS) Limbah Cair Industri Tahu*. J. Molekul, Vol.1 No 10 p:74-81.
- Syamsuri, H. (2008). *Sistem Refrigasi dan Tata Udara*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Yustinah, H. (2011). *Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif*. Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", (hal. B051-B055). Yogyakarta.