

Penurunan Kadar TDS Pada Limbah Tahu Dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Biofilter Kerikil Hasil Letusan Gunung Merapi Dalam Bentuk Random

(studi kasus: Industri Tahu Jomblang Semarang)

Nur Ilman Ilyas ^{*)} Winardi Dwi Nugraha ^{**)} Sri Sumiyati ^{**)}

Abstrak

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan industri dari skala kecil hingga skala besar mengakibatkan peningkatan pula terhadap jumlah buangan yang dihasilkan. Pada studi kasus ini adalah limbah industri pembuatan tahu. Salah satu bahan pencemar yang terdapat di dalam limbah tahu ini adalah kandungan TDS. Teknik yang digunakan adalah pembentukan biofilm menggunakan media biofilter kerikil hasil letusan gunung merapi dalam bentuk random. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan aplikasi dari proses biofilm dalam penurunan kadar TDS dalam limbah tahu serta efisiensi penurunan dari konsentrasi tersebut. Dalam penelitian ini, digunakan 4 buah reaktor dengan sistem kontinyu serta memvariasikan waktu tinggal dalam reaktor. Adapun waktu tinggal yang digunakan adalah 60, 45, 30, dan 15 jam. Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa penurunan konsentrasi TDS mencapai 91,23%. Dengan nilai penurunan untuk TDS dari 975 mg/l menjadi 73 mg/l.

Kata kunci : kerikil hasil letusan gunung merapi, biofilm, , biofilter random

Pendahuluan

Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk mengakibatkan peningkatan pula terhadap jumlah buangan yang dihasilkan. Baik itu berupa limbah padat maupun cair. Limbah cair yang berasal dari berbagai industri besar sampai industri Skala rumah tangga seperti industri tahu yang

menghasilkan limbah sisa pembuatan tahu. Peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan akan berdampak langsung kepada lingkungan apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik. Limbah tahu ini dapat mencemari perairan, air tanah, dan mengganggu estetika.

Salah satu bahan pencemar yang terdapat di dalam limbah tahu ini adalah kandungan

TDS(Total Dissolved Solid). Keberadaan TDS dalam konsentrasi tinggi di badan air dapat menyebabkan terjadinya pencemaran dan kematian terhadap organisme air. TDS yang tinggi akan mengurangi kemampuan badan air dalam menjaga ekosistem air. Analisis TDS diperlukan untuk menentukan beban pencemaran dan untuk merancang sistem penanganan air limbah secara biologis. Oleh sebab itu, dilakukan suatu usaha untuk mengolah TDS tersebut agar didapatkan kandungan TDS (Total Dissolved Solid) yang sesuai dengan baku mutu.

Biofilm merupakan salah satu bentuk teknologi pengolahan limbah. Biofilm adalah kumpulan sel mikroorganisme, khususnya bakteri, yang melekat di suatu permukaan dan diselubungi oleh pelekat karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri. Dengan adanya biofilter random ini yang dibuat dari kerikil gunung berapi, diharapkan akan terbentuk biofilm dan membantu dalam pengurangan kandungan TDS dalam air limbah. Pembentukan biofilm ini dapat mereduksi COD sampai 70% berdasarkan penelitian Arie Herlambang, 2010.

Diharapkan dengan adanya teknik pengolahan limbah tahu berupa biofilm ini, dapat mengurangi kadar TDS yang berlebih dan

menjadi salah satu alternatif yang efektif dalam pengelolaan limbah tahu.

Identifikasi Masalah

Peningkatan jumlah limbah tahu pada industri tahu yang dihasilkan setiap hari perlu dikelola dengan baik, agar tidak mencemari lingkungan. Parameter yang akan diukur dan dikelola adalah kandungan TDS di dalam limbah dengan metode biofilm. media biofilter yang digunakan adalah batu kerikil yang berasal dari hasil letusan Gunung Merapi dengan model Random Packing.

Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah merupakan upaya untuk menetapkan batas-batas lingkup permasalahan. Pada penelitian ini dilakukan pembatasan dengan hanya melakukan penelitian terhadap penurunan kadar TDS menggunakan teknologi biofilm, dengan menggunakan biofilter bentuk random sebagai media biofilmnya.

Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini dituangkan dalam bentuk pertanyaan – pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Berapa konsentrasi TDS yang dapat direduksi dengan menggunakan metodologi media biofilter kerikil Gunung Merapi bentuk random?

2. Bagaimana pengaruh waktu tinggal terhadap pengurangan konsentrasi TDS?

Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Menganalisa kemampuan biofilm dengan media biofilter random terhadap penurunan dan efisiensi penurunan konsentrasi TDS dalam air limbah tahu.
2. Menganalisa pengaruh waktu tinggal terhadap penurunan konsentrasi TDS.

Tinjauan Pustaka

TDS

TDS (Total Dissolved Solid) adalah suatu padatan yang terurai dan terlarut di dalam air, TDS adalah benda padat yang terlarut yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H₂O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air. TDS terukur dalam satuan parts per million (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air. nutrisi penting dalam sistem biologis. Benda-benda padat di dalam air tersebut berasal dari banyak sumber, organik seperti daun, lumpur, plankton, serta limbah industri dan kotoran. Sumber lainnya bisa berasal dan limbah rumah tangga,

pestisida, dan banyak lainnya. Sedangkan, sumber anorganik berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi, fosfor, sulfur, dan mineral lain. Semua benda ini berbentuk garam, yang merupakan kandungannya perpaduan antara logam dan non logam. Garam-garam ini biasanya terlarut di dalam air dalam bentuk ion, yang merupakan partikel yang memiliki kandungan positif dan negatif. Air juga mengangkut logam seperti timah dan tembaga saat perjalanannya di dalam pipa distribusi air minum (Henderson, 2010).

Sesuai regulasi dari Environmental Protection Agency (EPA), menyarankan bahwa kadar maksimal kontaminan pada air minum adalah sebesar 500 mg/liter (500 ppm). Kini banyak sumber-sumber air yang mendekati ambang batas ini. Saat angka penunjukan TDS mencapai 1000 mg/L maka sangat dianjurkan untuk tidak dikonsumsi manusia. Dengan angka TDS yang tinggi maka perlu ditindaklanjuti, dan dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Umumnya, tingginya angka TDS disebabkan oleh kandungan potassium, klorida, dan sodium yang terlarut di dalam air. Ion-ion ini memiliki efek jangka pendek (short-term effect), tapi ion-ion yang bersifat toxic (seperti timah, arsenik, kadmium, nitrat

dan banyak lainnya) banyak juga yang terlarut di dalam air (Marwan, 2007).

Biofilter

Biofilter termasuk hal yang penting, karena sebagai tempat tumbuh dan menempel mikroorganisme, untuk mendapatkan unsur kehidupan yang dibutuhkan nya, seperti nutrisi dan oksigen. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dipilih dengan media kerikil. Kerikil memiliki luas permukaan yang besar dan bakteri dapat hidup dan melekat pada permukaannya. Selain itu penyumbatan yang terjadi pada media kerikil sangat kecil dan volume rongga nya besar dibanding media lainnya.

Selain media, kondisi dan ukuran dari reaktor juga perlu ditentukan, terdapat dua kondisi reaktor yang bisa menjadi alternatif, yaitu dalam kondisi aerobik dan anaerobik, dimana sesuai penelitian Nusa Idaman Said, kondisi aerobik mempunyai tingkat efisiensi 70-80 %, dan kondisi anaerobik mempunyai tingkat efisiensi yang lebih tinggi yaitu 80-90 %, oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan dengan penggabungan dua kondisi tersebut untuk memaksimalkan efisiensi pengolahan (Herlambang, 2002).

Metodologi

Air Limbah Tahu

Air limbah yang akan dipakai untuk penelitian ini adalah air limbah domestik dari perumahan Grahamukti, Tlogosari, Semarang. Adapun alasan dalam pemilihan lokasi pengambilan air limbah adalah karena perumahan Grahamukti ini merupakan perumahan yang padat penduduk

Biofilter

Biofilter yang digunakan adalah kerikil abu vulkanik hasil letusan gunung berapi. Kerikil ini diambil dari aliran lahar dingin hasil erupsi Gunung Merapi Magelang Jawa Tengah. Biofilter pada penelitian ini dilakukan dengan sistem *random packing*. Alasan dari pemilihan *random packing* ini adalah nilai kerapatannya yang tinggi, sehingga lebih baik bagi mikroorganisme untuk menempel.

Aklimatisasi

Sebelum digunakan dalam proses pengolahan air limbah tahu, media biofilter random terlebih dulu dilakukan proses *aklimatisasi* selama 2 minggu. *Seeding* dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah secara kontinue ke dalam reaktor yang telah berisi biofilter random.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan proses pembentukan biofilm. Air limbah yang digunakan diambil dari industri tahu Jomblang Semarang. Sementara untuk mikroorganisme yang dipakai, ditumbuhkan secara alami pada media biofilter kerikil hasil letusan gunung merapi. Penelitian ini mencakup penelitian lapangan dan laboratorium. Untuk pengambilan sampel, dilakukan sesuai dengan waktu tinggal yang telah ditentukan, kemudian sampel dianalisis di laboratorium dengan mengukur penurunan dari TDS saat aklimatisasi maupun setelah perubahan waktu tinggal.

Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Variabel bebas (*independent variabel*) adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (Aditya, 2008). Variabel bebas yang digunakan selama penelitian adalah waktu tinggal di dalam Reaktor. Variasi waktu tinggal yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60, 45, 30, dan 15 jam. Debit air baku yang digunakan selama penelitian berdasarkan waktu tinggal dapat dilihat pada tabel .. berikut :

Tabel 3.4

Waktu Tinggal (jam)	Debit (ml/menit)
60	308
45	154
30	102
15	80

b. Variabel Kontrol

adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti (Aditya, 2008).

1) pH

Variabel kontrol adalah variabel yang digunakan sebagai kontrol dalam penelitian, dimana parameter ini harus dikontrol jangan sampai tidak sesuai dengan nilai variabel kontrol yang telah ditentukan. Pada penelitian ini yang dianggap sebagai variabel kontrol adalah parameter pH. Dimana pH optimum adalah 6-8. Pemilihan parameter sebagai variabel control dengan pertimbangan bahwa mikroorganisme di dalam reactor dapat melakukan pertumbuhan pada batas pH 6-8.

2) Suhu

Suhu air limbah umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan suhu air minum. Suhu air merupakan parameter utama karena suhu

berpengaruh dalam reaksi kimia dan laju reaksi. Peningkatan suhu air akan menyebabkan perubahan spesies makhluk hidup yang ada pada badan air penerima. Suhu optimum 20-35°.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan konsentrasi air limbah yang sama tetapi dengan waktu tinggal yang berbeda (60, 45, 30, 15 jam). Air limbah dimasukkan ke dalam reaktor yang telah diambil dari perumahan. kemudian dimasukkan duckweed seberat 42 gr kedalam setiap kompartemen. Dipilih sesuai dengan bentuk daun dan warnanya. Kepadatan rumput bebek adalah 600 gr/m² (Nhapi, 2004 dalam Nurdin, 2010) Kemudian reaktor dijalankan dengan memvariasikan waktu tinggal dan diatur debitnya. Pengambilan sampel dilakukan sesuai dengan waktu tinggal untuk diuji di laboratorium. Air limbah dialirkan dari drum penampung dari arah atas ke bawah melewati biofilter.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penyisihan TDS dengan biofilm

TDS selama proses penelitian ini mengalami penurunan disetiap waktu tinggal yang telah ditentukan. Semakin singkat waktu tinggal di dalam reaktor serta peningkatan laju alir air limbah maka akan menyebabkan penurunan

terhadap efisiensi penyisihan TDS. Penurunan konsentrasi TDS dalam biofilter menunjukkan terjadinya proses penguraian dan penurunan TDS. Penguraian TDS dilakukan oleh mikroorganisme autotrop maupun heterotrop untuk mensintesa sel (Titriesmi, 2006).

Tabel 4.1
Nilai Penyisihan TDS

no	TGL	Td (jam)	Debit	Suhu(°C)		pH		Bahan Organik(mg/l)		Efisiensi TDS (%)
				In	Out	In	Out	In	Out	
1	Hari - 1	15	308	41,6	31,8	4,2	6,7	975	321	57,21
2	Hari - 2	30	154	42,3	32,6	4,3	6,81	942	275	62,13
3	Hari - 3	45	102	41,2	31,8	4,2	7,27	932	134	80,18
4	Hari - 4	60	80	43,1	32,3	4,3	7,45	941	73	91,23

Perbandingan Efisiensi TDS dan Baku Mutu

Selama ini parameter yang melebihi baku mutu pada efluen limbah tahu adalah TDS. Diharapkan pengolahan dengan biofilter dapat menurunkan konsentrasi TDS agar sesuai dengan baku mutu. Rata rata konsentrasi TDS pada biofilter aerob beberapa telah di bawah baku mutu Perda Jateng No 10/ tahun 2004 untuk Industri makanan, seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.19

No	Proses pengolahan	Waktu tinggal (jam)	TDS Inlet (mg/L)	TDS outlet (mg/L)	Baku Mutu TDS (mg/L)
1	Pengolahan	60	975	321	<500
2		45	942	275	<500
3	Biofilter anaerob-aerob	30	932	134	<500
4		15	941	73	<500

Tabel 4.2

Efisiensi TDS dibandingkan baku mutu

Pada tabel 4.20 dapat dilihat pengaruh waktu tinggal terhadap efisiensi pengolahan yang terjadi. Semakin besar waktu tinggal, efisiensi yang terjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena waktu tinggal dan proses pengolahan mempengaruhi penyisihan bahan organik pada pengolahan Biofilter (Beata, 2010). Berdasarkan tabel 4.20 dapat disimpulkan bahwa efluen TDS untuk setiap variasi waktu tinggal yang diterapkan dalam penelitian ini telah di bawah baku mutu yang ada yaitu 500 mg/L TDS. Efisiensi yang dihasilkan dari pengolahan biofilter mencapai 91,2 % dan di bawah baku mutu.

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian penyisihan kadar BOD dan amonia dengan menggunakan teknologi fito-biofilm, yaitu:

1. Terjadinya Penurunan konsentrasi TDS yang ditunjukkan dengan influen yang masuk pada biofilter anaerob- aerob yang menggunakan media kerikil hasil letusan gunung berapi, seperti pada reaktor anaerob 1 sebesar 36,32 %, reaktor anaerob 2 sebesar 43,12 %, reaktor aerob 1 sebesar 49,21 %, dan reaktor aerob 2 sebesar 48,21 %. sehingga konsentrasi TDS pada efluennya berada pada Kondisi di bawah baku mutu.
2. Pengaturan Adanya pengaruh lama waktu tinggal terhadap penurunan TDS hal ini ditunjukkan dengan semakin lama waktu tinggal biofilter, semakin besar pula efisiensi yang di hasilkan, hal ini ditunjukkan pada waktu tinggal 15 jam efisiensi sebesar 57,21 %, waktu tinggal 30 jam sebesar 62, 13 %, waktu tinggal 45 jam sebesar 80,18 %, dan pada waktu tinggal 60 jam sebesar 91,23 % .

Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk meneliti lebih lanjut pengaruh ketinggian media terhadap efisiensi TDS.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersson. 2009. *“Characterization Of Bacterial Biofilms For Wastewater Treatment.* Royal Institute of Technology. Stockholom
- Baldwin, 2004. *“Aquatic Phytoremediation Of CCA and Copper Contaminated Water.* Mississippi State University.
- Dewanti, 2007, ” *Pembentukan Biofilm Bakteri Pada Permukaan Padat.* Bul Teknol dan Industri Pangan. Vol VIII, No.1.Th.1997.
- EPA. 2000.”*Introduction to Phytoremediation.* National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio 45268
- EPA. 2001. *“A Citizen’s Guide to Phytoremediation.*USA
- Firly dan Said Idaman Nusa. 2005. *Uji Performance Biofilter Anaerobik Unggun Tetap Menggunakan Media Biofilter Sarang Tawon Untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Ayam.* Jurnal A Indonesia, Vol.1, No.3
- Herlambang, dkk. JAI, Vol 6. No.1. 2010. *Penyisihan Amoniak Dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Renged Dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon.*
- Hornby, AS. 1984. *Oxford Advantaged Learner’s Biofilm of current English.* America : Oxford University Press.
- Kerlinger, Fred N. 1964. *Foundation of behavioral Research.* USA : Holt, Rinehart and Winston INC.
- Arikunto, S. (2005). *Pengolahan limbah tahu alternatiff.* Jakarta: Rineka Cipta.
- Rahmat, et al. (2006). *Biofilter dari media kerikil sebagai alternatif penurunan kadar berbahaya pada Limbah.* Bandung: Sarana Pancakarya.
- Suryabrata, S. (2002). *Metodologi Penelitian* Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada
- EPA, 2000. *Introduction to Phytoremediation.* National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development Cincinnati, Ohio. USA.
- Hans, 2010, *Pengertian Aklimasi Adaptasi dan Aklimatisasi,* <http://hansa07.student.ipb.ac.id/2010/06/20/pengertian-aklimasi-adaptasi-aklimatisasi/>

- Herlambang, Arie dan Idaman Nusa. *Penurunan Kadar Zat Organik Dalam Air Sungai Dengan Biofilter Tercelup Struktur Sarang Tawon.*
- Herlambang, Arie.; Widayat, wahyu.; Suprihatin. 2010 *Penyisihan Amoniak dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Renged dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon.* JAI VOL: 6 (2010). No : 1.
- Idaman, Nusa. 2005. *Aplikasi Bio-Ball Untuk Media Biofilter Studi Kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jean.* JAI Vol : 1 (2005).
- Idaman, Nusa dan Tresnawaty, Rina, 2000. *Penghilangan Amoniak di dalam Air Baku Air Minum dengan Proses Biofilter Tercelup Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon.*
- Irawanto, Rony. 2010. *Fitoremediasi Lingkungan dalam Taman Bali.* Vol : II, Nomor : 4, Halaman : 29-35. LIPI
- IGECE, 2012, *Phytovolatilization,* <http://cruncher2.ifxworks.com/~jchen/PhytoTech/WRKY/IMG/Phytovolatilization.jpg>
- Iqbal, Sascha. 1999. *Duckweed Aquaculture Potential, Possibilities and Limitations for Combined Wastewater Treatment and Animal Feed Production in Developing Countries.* Dept. of Water & Sanitation in Developing Countries, SANDEC Swiss Federal Institute for Environmental Science & Technology, EAWAG Ueberlandstrasse 133, CH-8600 Duebendorf, Switzerland.
- Jamil, Kaiser. 2001. *Bioindicators and Biomarkers of environmental Pollution and Risk Assesment.* Environmental Biotechnology Division Indian Institute of Chemical Technology. India
- Jenie, Betty dan Rahayu, Winiati, 2007. *Penanganan limbah industri pangan.* Kanisius. Yogyakarta.
- Saber, Fatma.,; Fayza, Peter.,; Gijzen, Huub. *Nutrient recovery from domestic wastewater using a UASB-duckweed ponds system.* Water Pollution Control Department, National Research Centre, Dokki, Egypt.
- Skilicorn, Paul; Spira, William; Journey, William, *Duckweed Aquaculture A New*

Aquatic Farming System For Developing Countries, [http://infohouse.p2ric.org/ref/09/08875.htm#Nutrient uptake efficiency](http://infohouse.p2ric.org/ref/09/08875.htm#Nutrient_uptake_efficiency)

Tchobanoglous, George,; Burton, F.L.; Stensel, H.D. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. 4th edition. Mc Graw – Hill. New York. USA

Titriesmi dan Nida Sopiah. 2006. *Teknologi Biofilter Untuk Pengolahan Limbah Amonia*,. Balai Teknologi Lingkungan – BPPT. Vol 7 No.2 hal : 173-179. ISSN 1441-318X. Jakarta

Wikipedia Indonesia.com

Willett, Dan. 2005. *Duckweed-based Wastewater Treatment Systems: Design Aspects and Integrated Reuse Options for Queensland Conditions*. ISSN 0727-6273. Bribie Island Aquaculture Research Centre, Queensland.