

PENURUNAN KONSENTRASI AMONIA LIMBAH CAIR TAHU MENGUNAKAN TEKNOLOGI BIOFILM – POND DENGAN MEDIA PIPA PVC SARANG TAWON DAN BATA RINGAN DISERTAI PENAMBAHAN LUMPUR AKTIF

Ru'yat Ramdhani, Ir.Endro Sutrisno, MS*), Ir. Irawan Wisnu Wardana, MS*)
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang
email : r.ramdhani@gmail.com

ABSTRACT

One of the contaminants contained in the tofu wastewater is ammonia, where the aquatic life is affected by ammonia at a concentration of 1 mg/l and can cause suffocation. Therefore it require treatment of wastewater for treating tofu wastewater. In this research, an alternative processing technology is pond - biofilms with media light brick and pvc pipe with the addition of activated sludge. The purpose of this research was to determine the effect of time detention and the efficiency of the reduction in the concentration of ammonia, nitrate and nitrite. The results pointed the concentration of ammonia was 9.406 mg/l with efficiency of 83.03% at a time detention of 5 hours, and for nitrite concentration was 1.213 mg/l at a time detention of 5 hours on the drum reactor with efficiency 53.41% . Nitrate concentrations at time detention of 5 hours on drum reactor was 12,25 mg/l with efficiency 81.41%. These results was pointed the absence of the effect of time detention on the concentration of ammonia and nitrate. Nitrite concentration was effected with time detention in the drum reactor, where the time detention was longer, so the concentration of contaminants would be smaller.

Waste, Ammonia, Nitrite, Nitrate

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 zat pencemar yang terdapat pada air limbah tahu adalah amonia dengan konsentrasi berkisar 23,3-23,5 mg/l (Kaswinarni, 2007). Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Suhu air limbah tahu berkisar 37 - 45°C; kekeruhan 535-585 FTU; warna 2.225-2.250 Pt.Co; amonia 23,3-23,5 mg/l; BOD 6.000-8.000 mg/l dan COD 7.500-14.000 mg/l (Kaswinarni, 2007).

Alternatif pengolahan limbah cair tahu adalah sistem pengolahan limbah secara biologis dengan menggabungkan teknologi biofilm secara aerob dan anaerob dan Kolam (*pond*) anaerobik dengan menggunakan media biofilter pipa pvc sarang tawon dan bata ringan disertai penambahan lumpur aktif. Penelitian ini diharapkan konsentrasi pencemar diturunkan dan sesuai dengan Perda Jateng No.5 Tahun 2012.

1.2 Tujuan

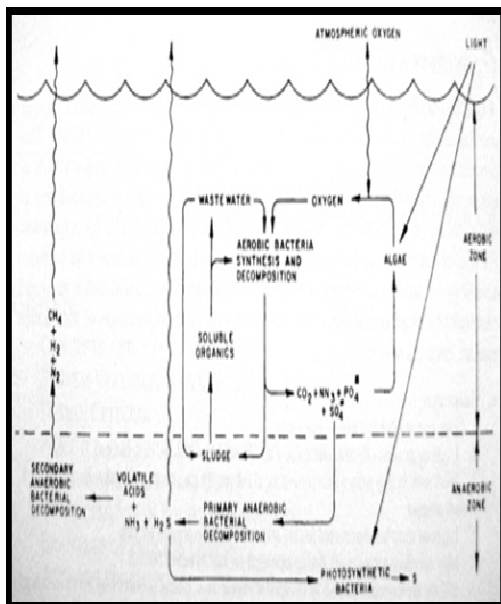
Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh waktu tinggal untuk penurunan konsentrasi amonia dalam limbah cair tahu.
2. Mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi amonia pada limbah cair tahu menggunakan media biofilter pipa pvc sarang tawon dan bata ringan dengan penambahan bakteri yang terkandung dalam lumpur aktif.

*) *Dosen Program Studi Teknik Lingkungan FT Universitas Diponegoro*

II. TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu teknik pengolahan secara biologis adalah sistem kolam stabilisasi proses anaerobik terjadi pada bagian dasar kolam (Shammas, 2009). Kondisi stagnan di dalam lumpur aktif di daerah sekitar dasar kolam menyebabkan terhambatnya transfer oksigen ke daerah tersebut sehingga terjadi kondisi anaerob. Kolam stabilisasi anaerobik beroperasi dengan populasi bakteri yang rendah. Pada kolam stabilisasi jarang sekali ditemukan konsentrasi bakteri melebihi 100mg/L (Shammas, 2009).



Gambar 2.1 Proses pengolahan biologis pada sistem kolam

Penurunan kandungan bahan organik menggunakan sistem kolam mencapai 30% - 95% sedangkan konsentrasi penurunan kandungan NH_4^+ mencapai 70% - 75% (Shammas, 2009). Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilter dilakukan dengan cara mengalirkan limbah ke dalam reaktor biologis yang telah diisi dengan media penyangga untuk pengembangbiakkan

mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Untuk proses anaerobik dilakukan tanpa pemberian udara atau oksigen.

Biofilter yang baik yaitu biofilter yang menggunakan prinsip biofiltrasi yang memiliki struktur menyerupai saringan dan tersusun dari tumpukan media penyangga yang disusun baik secara teratur maupun acak di dalam suatu biofilter. Adapun fungsi dari media penyangga yaitu sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya bakteri yang akan melapisi permukaan media membentuk lapisan massa yang tipis/biofilm (Husin, 2008).

Amonia (NH_3) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH_4^+ pada pH rendah yang disebut dengan ammonium. Amonia dalam air permukaan berasal dari air seni, tinja serta penguraian zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air alam atau air buangan industri ataupun limbah tahu. Adanya amonia tergantung pada beberapa faktor yaitu sumber asalnya amonia, tanaman air yang menyerap amonia sebagai nutrient, konsentrasi oksigen dan temperatur (Said dan Tresnawaty, 2001).

Senyawa nitrit merupakan bahan peralihan yang terjadi pada siklus biologi. Senyawa ini dihasilkan dari suatu proses oksidasi biokimia amonium, tetapi sifatnya tidak stabil karena pada kondisi aerobik, selama nitrit terbentuk dengan cepat nitrit dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri nitrobacter (Said dan Tresnawaty, 2001). Senyawa nitrat adalah bentuk senyawa nitrogen yang merupakan senyawa yang stabil. Secara alamiah kadar nitrat relatif rendah, tetapi kadar ini dapat menjadi semakin tinggi sekali pada air tanah di daerah-daerah yang diberi pupuk yang mengandung nitrat.

Di Indonesia konsentrasi nitrat dalam air minum tidak boleh melebihi 10 mg/l (Alaerts, G. & S.S. Santika, 1984).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Awal Limbah tahu

Karakteristik limbah tahu dilakukan dengan pengujian laboratorium, sampel air limbah tahu di dapat dari daerah Lamper Krajan, RT/RW : 02/02, kelurahan Lamper Lor, Semarang Tengah. Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu dan pH. Pemilihan suhu dan pH sebagai variabel kontrol di dasarkan atas pertimbangan dimana mikroorganisme dapat hidup pada suhu 25-35°C dan pH 4-9.

Tabel 3.1

Karakteristik Awal Limbah Tahu

No	Parameter	Hasil Uji (mg/l)	Perda JATENG No. 5 Tahun 2012 (mg/l)	Ket
1.	Amonia	27,985	< 20	Melebihi Baku Mutu
2.	Nitrat	6, 511	< 20	Melebihi Baku Mutu
3.	Nitrit	65, 893	< 1	Melebihi Baku Mutu
4.	pH	3,71	6-9	Melebihi Baku Mutu
5.	Suhu	38 ⁰ C	< 38 ⁰ C	Sesuai Baku Mutu

3.2 *Running* dan Pengaruh Waktu Tinggal

Setelah proses aklimatisasi yang dilakukan selama 10 hari, dilanjutkan dengan proses *running*. Pengamatan dilakukan selama 1 hari dan pengambilan sampel dilakukan setiap pergantian waktu tinggal air limbah yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam. Perhitungan laju penyisihan konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat

pada tiap jam dapat dilihat pada tabel 3.6 halaman III-22. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik sampling, yaitu kolam sekat media, kolam non media dan drum.

Penelitian ini tidak mengukur Hari ke-0 setelah proses aklimatisasi, sehingga nilai efisiensi dibandingkan dengan karakteristik limbah awal. Selain itu, konsentrasi DO selama pengolahan tidak diketahui karena tidak dilakukan pengukuran DO. Variabel yang mendukung penelitian ini adalah suhu, pH dan waktu tinggal 1,2,3,4 dan 5 jam.

3.2.1 Konsentrasi ammonia

Proses pengolahan limbah amonia secara biologis melibatkan rangkaian proses pengolahan aerob dan anaerob. Proses aerob merupakan proses oksidasi senyawa amonia menjadi senyawa transisi nitrit, selanjutnya diikuti proses oksidasi nitrit menjadi senyawa nitrat atau disebut proses denitrifikasi. Kemudian terjadi proses anaerob dibagian dasar kolam dan didalam selang spiral pada reaktor drum.

Waktu tinggal dan proses pengolahan mempengaruhi penyisihan amonia, selain hal itu kondisi operasional pada saat pengolahan menjadi salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini.

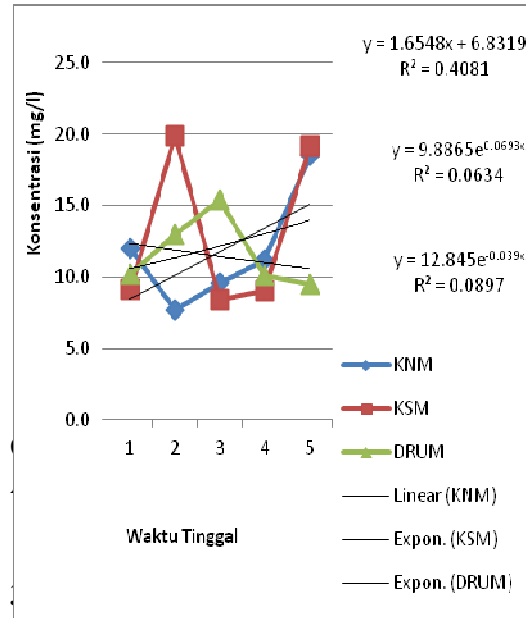
Dari hasil analisis konsentrasi amonia dengan waktu tinggal yang berbeda didapatkan konsentrasi yang berbeda. Hasil uji laboratorium untuk konsentrasi amonia dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel Data Hasil Uji Laboratorium
Konsentrasi Amonia (NH₃)**

Kode Sampel	Waktu Tinggal (Jam)	Ammonia (NH ₃)	Efisiensi Ammonia
KNM 1	1	11.986	78.58%
KNM 2	2	19.213	65.67%
KNM 3	3	9.61	82.83%
KNM 4	4	11.194	80.00%
KNM 5	5	18.506	66.94%
KSM 1	1	9.157	83.64%
KSM 2	2	19.921	64.41%
KSM 3	3	8.421	84.95%
KSM 4	4	9.044	83.84%
KSM 5	5	19.213	65.67%
DRUM 1	1	10.175	81.82%
DRUM 2	2	12.988	76.79%
DRUM 3	3	15.393	72.50%
DRUM 4	4	10.119	81.92%
DRUM 5	5	9.406	83.03%

Terjadi kenaikan dan penurunan konsentrasi amonia pada kolam non media (KNM) berkisar antara 9,610 mg/l – 19,213 mg/l, pada kolam sekat media (KSM) berkisar antara 9,044 mg/l – 19,921 mg/l, sedangkan pada drum berkisar antara 9,406 mg/l – 15,393 mg/l. Konsentrasi amonia bila dibandingkan dengan Perda Jateng No. 5 tahun 2012 golongan I, konsentrasinya dibawah baku mutu yaitu sebesar 20 mg/l. Dari penelitian dapat diketahui waktu optimum penurunan konsentrasi amonia adalah 3

jam yaitu sebesar 8,421 mg/l pada kolam sekat media.



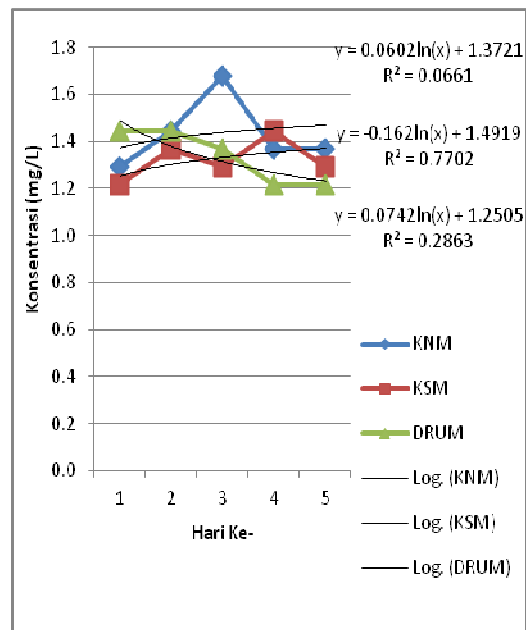
Waktu tinggal dan proses pengolahan mempengaruhi penyisihan nitrit, selain hal itu kondisi operasional pada saat pengolahan menjadi salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini. Dari hasil analisis konsentrasi nitrit dengan waktu tinggal yang berbeda didapatkan konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi nitrit terjadi karena adanya proses oksidasi ammonium menjadi ion nitrit yang dilakukan oleh bakteri *nitrosomonas* yang hidup pada lapisan biomassa yang melekat pada permukaan media biofilter (Grady & Lim, 1980). Apabila dilihat dari hasil *running*, pengaruh waktu tinggal terhadap konsentrasi nitrit tidak terjadi pada kolam. Hal ini dibuktikan terjadinya kenaikan dan penurunan konsentrasi nitrit, dimana seharusnya semakin lama waktu tinggal maka semakin berkurang konsentrasi dari suatu senyawa. Sedangkan pada drum waktu tinggal mempengaruhi penurunan konsentrasi nitrit.

Tabel Data Konsentrasi Nitrit (NO₂)

Kode Sampel	Waktu Tinggal (Jam)	Nitrit (NO ₂ -N)	Efisiensi Nitrit
KNM 1	1	1.291	50.45%
KNM 2	2	1.445	44.51%
KNM 3	3	1.677	35.61%
KNM 4	4	1.368	47.48%
KNM 5	5	1.368	47.48%
KSM 1	1	1.213	53.41%
KSM 2	2	1.368	47.48%
KSM 3	3	1.291	50.45%
KSM 4	4	1.445	44.51%
KSM 5	5	1.291	50.45%
DRUM 1	1	1.445	44.51%
DRUM 2	2	1.445	44.51%
DRUM 3	3	1.368	47.48%
DRUM 4	4	1.213	53.41%
DRUM 5	5	1.213	53.41%

Dari data yang didapat, terjadi kenaikan dan penurunan konsentrasi nitrit pada kolam non media (KNM) berkisar antara 1,291 mg/l – 1,677 mg/l, pada kolam sekat media (KSM) berkisar antara 1,213 mg/l – 1,445 mg/l, sedangkan pada drum berkisar antara 1,213 mg/l – 1,445 mg/l. Konsentrasi nitrit bila dibandingkan dengan Perda Jateng No. 5 tahun 2012 golongan I, konsentrasinya diatas baku mutu yaitu sebesar 1 mg/l. Efisiensi tertinggi pada waktu tinggal 4 jam (KNM 4) dan 5 jam (KNM 5) sebesar 47,48%, sedangkan pada kolam sekat media efesiensi tertinggi diperoleh pada waktu tinggal 1

jam (KSM 1) sebesar 53,41%. Pada reaktor drum, efisiensi tertinggi diperoleh sebesar 53,41% pada waktu tinggal 5 jam (KSM 5). Dari penelitian dapat diketahui waktu optimum penurunan konsentrasi amonia adalah 1 jam yaitu sebesar 1,213 mg/l pada kolam sekat media.



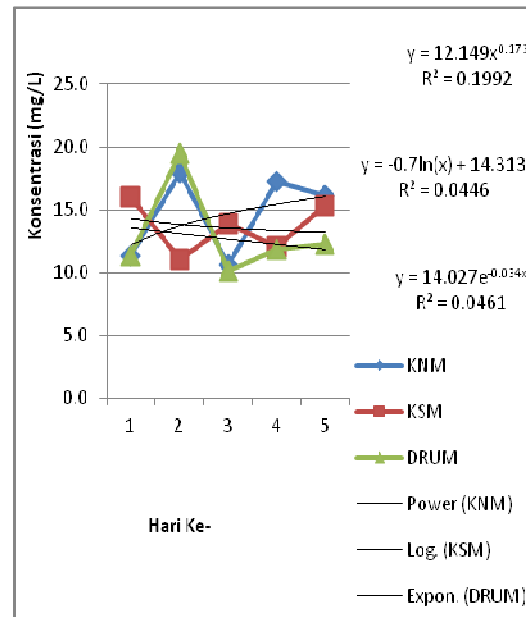
3.2.3 Konsentrasi Nitrat

Tahap ini merupakan tahap oksidasi ion nitrit menjadi ion nitrat (NO₃⁻) yang dilaksanakan oleh bakteri *nitrobacter* (Grady & Lim, 1980). Reaksi diatas disebut dengan reaksi eksotermik (reaksi yang menghasilkan energi). Jika bakteri tersebut ada, baik di tanah maupun di perairan, maka konsentrasi nitrit akan menjadi berkurang karena nitrit dibentuk oleh bakteri *nitrosomonas* yang akan dioksidasi oleh bakteri *nitrobacter* menjadi nitrat. Data hasil *ruuning* dapat terlihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel Data Hasil Uji Laboratorium
Konsentrasi Nitrat (NO₃)**

Kode Sampel	Waktu Tinggal (Jam)	Nitrat (NO ₃ -N)	Efisiensi Nitrat
KNM 1	1	11.357	82.76%
KNM 2	2	17.964	72.74%
KNM 3	3	10.643	83.85%
KNM 4	4	17.25	73.82%
KNM 5	5	16.179	75.45%
KSM 1	1	16	75.72%
KSM 2	2	11	83.31%
KSM 3	3	13.857	78.97%
KSM 4	4	12.071	81.68%
KSM 5	5	15.286	76.80%
DRUM 1	1	11.357	82.76%
DRUM 2	2	19.464	70.46%
DRUM 3	3	10.107	84.66%
DRUM 4	4	11.893	81.95%
DRUM 5	5	12.25	81.41%

Dari data yang didapat, terjadi kenaikan dan penurunan konsentrasi nitrat pada kolam non media (KNM) berkisar antara 10,643 mg/l – 17,964 mg/l, pada kolam sekat media (KSM) berkisar antara 11 mg/l – 16 mg/l, sedangkan pada drum berkisar antara 10,107 mg/l – 19,464 mg/l. Konsentrasi nitrat bila dibandingkan dengan Perda Jateng No. 5 tahun 2012 golongan I, konsentrasinya dibawah baku mutu yaitu sebesar 20 mg/l.



Gambar 3.3 Hubungan Konsentrasi Nitrat (NO₂) dengan Waktu Tinggal

Konsentrasi nitrat yang terjadi selama proses penelitian pada reaktor kolam non media diperoleh efisiensi tertinggi pada waktu tinggal 3 jam (KNM 3) sebesar 83,85%, sedangkan pada kolam sekat media efisiensi tertinggi diperoleh pada waktu tinggal 2 jam (KSM 2) sebesar 83,31%. Pada reaktor drum, efisiensi tertinggi diperoleh sebesar 84,66% pada waktu tinggal 3 jam (KSM 5). Nilai efisiensi dari reaktor drum lebih tinggi dari pada reaktor kolam non media dan kolam sekat media. Dari penelitian dapat diketahui waktu optimum penurunan konsentrasi amonia adalah 3 jam yaitu sebesar 8,421 mg/l pada kolam sekat media

Dari hasil penelitian didapatkan data-data konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak terkendali. Bahkan pada pengukuran nitrit, konsentrasinya melebihi ambang batas baku mutu air limbah golongan I yang sesuai dengan Perda Jateng No. 5 tahun 2012 sebesar 1 mg/l. Sedangkan untuk

amonia dan nitrat masih dibawah baku mutu, walaupun kenaikan dan penurunan konsentrasi yang tidak terkendali. Hal ini disebabkan beberapa faktor, diantaranya kemungkinan adanya pengaruh dari penambahan lumpur aktif yang mengandung banyak jenis bakteri sehingga nitrogen dalam limbah bertambah. Selain itu, kemungkinan besar bakteri yang terdapat dalam pengolahan tidak hanya mengoksidasi nitrogen amonia, nitrat dan nitrit melainkan ada yang dapat mengoksidasi senyawa lain seperti bakteri yang mereduksi sulfat yaitu mereduksi SO_4^{2-} menjadi SO_2 -contohnya *Desulfovibrio* (Henze, et al., 1995).. Oleh karena itu, oksidasi senyawa nitrogen kurang baik sehingga konsentrasi amonia, nitrat dan nitri tidak terkendali. N-Organik juga sangat berpengaruh terhadap penurunan amonia, nitrat dan nitrit, apabila N-organik tinggi maka senyawa organik dalam perairan tinggi.

Pada penelitian ini, N-organik tidak diketahui sehingga sulit untuk menjelaskan tentang konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat yang mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak terkendali. Selain itu, faktor yang mempengaruhi kenaikan dan penurunan

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Penurunan konsentrasi Amonia yang terjadi selama proses penelitian pada reaktor kolam sekat media diperoleh konsentrasi paling baik pada waktu tinggal 3 jam (KNM 3) dengan konsentrasi 9,610 mg/l, pada reaktor kolam non media efisiensi tertinggi pada waktu tinggal 3 jam (KSM 3) sebesar 8,421 mg/l. Pada reaktor drum dengan waktu tinggal 3 jam konsentrasi amonia sebesar 9,406

mg/l. Waktu optimum penurunan konsnetrasi amonia (3 jam), nitrit (1 jam) dan nitrat (2 jam). Rata-rata laju penurunan konsentrasi senyawa NH_3 , NO_2 dan NO_3 setelah melalui tahap aklimatisasi dan pembentukan lapisan biofilm selama 10 hari dalam kolam non media 1,896 mg/l.jam; 1,029 mg/l.jam; 9,943 mg/l.jam. Kolam sekat media sebesar 1,754 mg/l.jam; 1,044 mg/l.jam; 10,121 mg/l.jam, sedangkan pada drum sebesar 3,716 mg/l.jam; 1,060 mg/l.jam; 10,729 mg/l.jam.

2. Efisiensi konsentrasi amonia menggunakan teknologi pond – biofilm dengan media pipa pvc sarang tawon dan bata ringan serta penambahan lumpur aktif sebesar 82,83% pada kolam non media (KNM), 84,95% pada kolam sekat media dan 83,03% pada reaktor drum.

4.2 Saran

Dari hasil kesimpulan diatas, penulis ingin memberikan saran agar penelitian lanjutan menjadi lebih baik, diantaranya :

- a. Perlunya diadakan penelitian lanjutan pengolahan yang menggunakan teknologi (pond) biofilm dengan parameter yang sama dan/atau selain amonia, nitrit dan nitrat.
- b. Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan teknologi yang sama tetapi disertai penambahan bakteri yang berbeda.
- c. Diadakan penelitian menggunakan teknologi yang sama tetapi dengan debit sirkulasi yang lebih besar.
- d. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat direkomendasikan bahwa penelitian idealnya dalam melakukan uji karakteristik saat *ruuning* tidak dilakukan hanya dalam

waktu 1 hari saja, akan tetapi membutuhkan waktu beberapa hari sehingga akan diperoleh data penelitian yang akurat. Dengan dilakukan penelitian dengan jangka waktu beberapa hari, dapat diketahui waktu optimum dan minimum dalam penyisihan konsentrasi zat polutan secara sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika, SS. 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya.
- Ekasari, S.R. 2013. Penyisihan Amonia dari Air Limbah Menggunakan Gabungan Proses Membran dan Oksidasi. Laporan Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- EMDI – Bapedal. 1994. Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia. Pengendalian dan Baku Mutu. EMDI – BAPEDAL.
- Eckenfelder, W. 2000. Industrial Water Pollution Control 3rd Edition. Internasional Edition. Mc Graw – Hill Book Higher Education. Singapura
- Esmiralda, H. 2011. Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Lin). Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas. Universitas Andalas.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Grady, C.P.L and Lim, H.C.1980. “Biological Wastewater Treatment”, Marcel Dekker Inc. New York.
- Henze, Mogens, Paul Harremoës, Jes La Cour Jansen dan Erik Arvin. 1995. Wastewater Treatment Biological dan Chemical Processes. Springer-Verlag. Jerman.
- Herlambang, Arie.; Widayat, Wahyu.; Suprihatin. 2010. Penyisihan Amonia 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.
- Husin, A. 2008. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed. Laporan Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- Jamilah, I. Syafruddin dan Mirzawati. 1998. Pembentukan dan Kontrol Biofilm Aeromonas Hydroplila pada Bahan Plastik dan Kayu. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Sumatera Utara. Medan
- Manahan, S.E. 1994. Environmental Chemistry 6th . Lewis Publisher . USA.
- Metcalf dan Eddy. 2003. Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse, 4th. McGraw Hill Book Co. New York.
- Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012. Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri.
- Pohan, N. 2008. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Aerobik. Laporan Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Sumatra Utara.
- Pribadi, A. 2008. Pengaruh Konsentrasi COD dan Amonia (NH₃) Terhadap Penyisihan Nitrogen Pada Pengolahan Limbah Cair Dengan Metode Simultaneous Nitrification Denitrification. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik.

- Universitas Diponegoro.
Semarang.
- Putra, H.P. (2010). Studi Perbandingan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Menggunakan Bata Ringan. Retrieved Februari 24, 2014, from <http://ml.scribd.com/doc/33631003/harga-satuan-pekerjaan>.
- Ratnani, R. 2011. Kecepatan Penyerapan Zat Organik Pada Limbah Cair Industri Tahu Dengan Lumpur Aktif. Momentum Vol. 7 No. 2 Oktober 2011 : 18 – 24. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Wahid Hasyim. Semarang.
- Rittman, B, E dan McCarty. 2001. Environmental Biotechnology : Principle and Applications. McGraw Hill International Ed. New York.
- Riza, A. 2013. Studi Pengaruh Wktu Tinggal dan Pengolahan Ganda Terhadap Parameter Amoniak, Nitrit dan Nitrat Lindi Dengan Biofilter Sistem Anaerob-Aerob. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. UNDIP. Semarang.
- Romli, M. Suprihatin. dan Sulinda, D. 2012. Penentuan Nilai Parameter Kinetika Lumpur Aktif Untuk Pengolahan Air Lindi Sampah (Leachate). Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB
- Said, N, I. dan Tresnawaty, R. 2001. Penghilangan Amonia di dalam Air Baku Air Minum dengan Proses Biofilter Tercelup Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol.2.Fakultas Teknik Universitas Trisakti.
- Said, N, I. dan Ruliasih. 2005. Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah. JAI. Vol.1, No.3. PPPTL. BPPT.
- Said, N, I. dan Wahjono, H, D. 1999. Tenologi Pengolahan air limbah tahu tempe denngan proses biofilter anaerob dan aerob. Direktorat teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Matrial dan Lingkungan. BPPT. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesai. 2008. Tentang Air dan Limbah – Bagian 59 : Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sudarno. 2012. Perkembangan Biofilm Nitrifikasi Di Fixed Bed Reactor Pada Salinitas Tinggi. Jurnal Presipitasi Vol. 9 No.1 Maret 2012, ISSN 1907-187X. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suriawiria, U. 1996. Mikrobiologi Air dan Dasar – dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. Penerbit Alumni. Bandung.
- Suyata, I. 2009. Penurunan Kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi. Program Studi Kimia. Jurusan MIPA, Fakultas Sains dan Teknik. UNSOED. Purwokerto.
- Tchobanoglous, George and Franklin L. Burton. 2003. Wastewater Engineering – Treatment and Reuse (4th edition), Mc Graw Hill Inc. Singapura.
- Tobing, P, L dan Loebis, S. 1994. Penggunaan Betagen-Rispa Untuk Pengendalian Limbah Pabrik

Kelapa Sawit, Berita PPKS, Vol
2.

Yuniarti, S. 2006. Pengolahan Air
Limbah Tahu Menggunakan
Reaktor Anaerob Bersekat Dan
Aerob. Program Magister Ilmu
Lingkungan. Program
Pascasarjana. Universitas
Diponegoro. Semarang.