

Pengaruh Variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) Terhadap Efektivitas Pengolahan Limbah Tahu pada Reaktor Biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)

pada program studi Biologi Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana



Teoderikus Rante Lili

31110029

Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta wacana

Yogyakarta

2015

Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

**PENGARUH VARIASI *HYDRAULIC RETENTION TIME* (HRT) TERHADAP EFEKTIVITAS
PENGOLAHAN LIMBAH TAHU PADA REAKTOR BIOFILTER ANAEROB-AEROB-
ANAEROB**

TEODERIKUS RANTE LILI**31110029**

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Dan dinyatakan **DITERIMA** untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains
pada tanggal 24 Juni 2015

Nama Dosen

1. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc
Pembimbing I/Penguji
2. Drs. Guruh Prihatmo, MS
Pembimbing II/Penguji
3. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, SU
Ketua Tim Penguji

Tanda Tangan

Yogyakarta 24 Juni 2015

Disahkan Oleh:

Dekan

Ketua program studi

Drs. Kisworo, M.Sc

Dr. Dhira Satwika, M.Sc

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : TEODERIKUS RANTE LILI

NIM : 31110029

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

"Pengaruh Variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) Terhadap Efektivitas pengolahan Limbah Tahu pada Reaktor Biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob"

Adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 10 Juni 2015



Teoderikus Rante Lili

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus, atas segala berkat, kasih yang tidak pernah berkesudahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul” Pengaruh variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) Terhadap Efektifitas Pengolahan Limbah tahu pada Reaktor Biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob”, yang disusun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana (S1) pada Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta, dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa terwujudnya penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Drs. Kisworo, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.
2. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc dan Drs. Guruh Prihatmo, MS, selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis sejak awal usulan judul sampai selesainya penelitian.
3. Dr. Charis Amarantini, M.Si, selaku Dosen Wali penulis yang selalu memberikan arahan dan motivasi sejak awal penulis menempuh studi di UKDW.
4. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Bioteknologi untuk bantuan dan motivasi selama ini.
5. Para laboran Laboratorium Fakultas Bioteknologi: Mas Muji, Mbak Retno, Om Is, Mas Hari dan Mas Setyo, terimakasih atas waktu, bantuan dan bimbingannya selama penelitian di laboratorium.
6. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, semangat dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.
7. Adek-adekku tersayang yang senantiasa mendoakan dan memotivasi penulis.
8. Sahabat-sahabatku terkasih: Obet Nurhutomo, Mayang, Icha, Indah, Gegana, Kapak Merah, David, Rio, Edo, Momo, Ema, Wulan, Elsa, Graha dan Kak Miki yang selalu memberi semangat, bantuan, saran dan sebagainya dalam proses penelitian dan penulisan.
9. Teman-teman seperjuangan di Fakultas Bioteknologi angkatan 2011, terimakasih atas kebersamaan dan persaudaraan selama kita menuntut ilmu di Fakultas Bioteknologi UKDW.
10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu, hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca, demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi berkat.

Yogyakarta, 10 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
Pengaruh Variasi Hydraulic Retention Time (HRT) Terhadap Efektivitas pengolahan Limbah Tahu pada Reaktor Biofilter Kombinasi Anaerob-Aerob-Anaerob	
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Proses Pembuatan Tahu.....	4
B. Karakteristik Limbah Cair Tahu.....	5
C. Dampak Limbah Tahu.....	6
D. Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Biologis.....	6
E. Faktor-Faktor Yang Dapat Mempengaruhi Proses Biologis.....	7
F. Biofilter.....	9
G. Biofilm.....	10
H. <i>Hydraulic Retention Time</i> (HRT).....	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	12
B. Alat dan Bahan.....	12
C. Parameter yang Diukur.....	12

D. Cara Kerja.....	13
E. Analisis Data.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
A. Hasil.....	15
B. Pembahasan Parameter Uji.....	16
1. Suhu.....	16
2. Derajat Keasaman (pH).....	17
3. <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS).....	19
4. Total Suspended Solid (TSS).....	21
5. Chemical Oxygen Demand (COD).....	23
6. N- Amoniak (N-NH ₃).....	24
7. Nitrat (NO ₃).....	26
8. N-total.....	27
9. Efektifitas antar reaktor.....	28
BAB V KESIMPULAN.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Rerata parameter Fisik-Kimia dan hasil analisis varian Reaktor 1.....	15
2. Rerata parameter Fisik-Kimia dan hasil analisis varian Reaktor 2.....	15
3. Rerata parameter Fisik-Kimia dan hasil analisis varian Reaktor 2.....	15
4. Rerata efisiensi penurunan parameter Fisik-Kimia dan analisis varian antar reaktor.....	16

@UKDW

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Desain reaktor.....	13
2. Grafik rerata suhu pada setiap perlakuan.....	17
3. Grafik rerata pH pada setiap perlakuan.....	19
4. Grafik rerata TDS pada setiap perlakuan.....	20
5. Grafik rerata TSS pada setiap perlakuan.....	22
6. Grafik rerata COD pada setiap perlakuan.....	23
7. Grafik rerata N-NH ₃ pada setiap perlakuan.....	25
8. Grafik rerata NO ₃ pada setiap perlakuan.....	26
9. Grafik rerata suhu pada setiap perlakuan.....	28
10. Grafik efisiensi penurunan berbagai parameter.....	28
11. Susunan media batu krikil pada Reaktor.....	37
12. Reaktor Biofilter kombinasi Anaerob-Aerob-Anaerob.....	37
13. Limbah tahu.....	38
14. Foto Air limbah dan air olahan di reaktor 1.....	38
15. Foto Air limbah dan air olahan di reaktor 2.....	39
16. Foto Air limbah dan air olahan di reaktor 3.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Metode pengukuran parameter.....	35
2. Baku mutu limbah.....	36
3. Foto-foto reaktor.....	37
4. Tabel pengukuran semua parameter.....	40

@UKDW

Pengaruh Variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) Terhadap Efektivitas pengolahan Limbah Tahu pada Reaktor Biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob

TEODERIKUS RANTE LILI

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) limbah didalam reaktor Biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob terhadap penurunan nilai TDS, TSS, COD, Nitrat, Amoniak dan N – total limbah tahu. 3 buah reaktor biofilter anaerob I, aerob dan anaerob II dengan batu kerikil berdiameter 1 cm, 2 cm, 3 cm dan 4 cm digunakan pada penelitian ini. Variasi HRT terdiri dari : 4 hari, 6 hari, dan 8 hari. Pembuatan biofilm dengan menggunakan air dari parit pembuangan limbah tahu: air limbah tahu : air keran (3:1:1) diisi penuh pada reaktor dan diaklimatisasi selama satu bulan. Parameter yang diukur yaitu: nilai TDS, TSS, COD, Nitrat, Amoniak dan N – total. Sampling dilakukan pada effluen Anaerob I, effluen Aerob dan effluen Anaerob II, pengukuran parameter influen atau limbah tahu digunakan sebagai kontrol. Sampling dilakukan 3 kali seminggu. Setelah sistem berlangsung 6 minggu didapatkan Perbedaan HRT pada reaktor biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob berpengaruh terhadap penurunan nilai TDS, TSS, COD, dan Nitrat. HRT 6 hari merupakan paling efektif pada reaktor Biofilter kombinasi Anaerob-Aerob-Anaerob untuk mengolah limbah tahu dengan efisiensi penurunan nilai TDS, TSS, COD, Nitrat dan N-total berturut-turut adalah 32,08 %, 80,95 %, 98,84 %, 88,76 %, dan 75,54 %.

Kata kunci : limbah tahu, biofilter, anaerob, aerob

Abstract

This study is conducted to find out the effect of various Hydraulic Retention Time (HRT) in Anaerobic-Aerobic-Anaerobic Biofilter towards the reduction of TDS, TSS, COD, Nitrate, Ammonia, and Total N value of industrial tofu wastewater. Three reactors pervade anaerobic I, aerobic, and anaerobic II biofilter consist of gravels in diameter of 1 cm, 2 cm, 3 cm, and 4 cm were used at this study. Various HRT comprises 4 days, 6 days, and 8 days. The biofilm's forming was taken from the water of its industrial ditch line : tofu wastewater : tap water (3:1:1) entirely fulfilled in the reactors and acclimated for one month. The measurable parameters namely TDS, TSS, COD, Nitrate, Ammonia, and Total N. Sampling was taken from the effluent of Anaerobic I, Aerobic, and Anaerobic II. The measurement of the influent or tofu wastewater was used as a control. It was held three times a week. After 6 weeks, it was found out that the difference of HRT in reactor Anaerobic-Aerobic-Anaerobic Biofilter influencing towards TDS, TSS, COD, and Nitrate. 6 days of HRT stated as the most effective one in Anaerobic-Aerobic-Anaerobic Biofilter reactor for treating tofu wastewater with the reduction efficiency of TDS, TSS, COD, Nitrate, and Total N value respectively : 32,08 %, 80,95 %, 98,84 %, 88,76 %, dan 75,54 %.

Key words : tofu wastewater, biofilter, anaerobic, aerobic

Pengaruh Variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) Terhadap Efektivitas pengolahan Limbah Tahu pada Reaktor Biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob

TEODERIKUS RANTE LILI

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) limbah didalam reaktor Biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob terhadap penurunan nilai TDS, TSS, COD, Nitrat, Amoniak dan N – total limbah tahu. 3 buah reaktor biofilter anaerob I, aerob dan anaerob II dengan batu kerikil berdiameter 1 cm, 2 cm, 3 cm dan 4 cm digunakan pada penelitian ini. Variasi HRT terdiri dari : 4 hari, 6 hari, dan 8 hari. Pembuatan biofilm dengan menggunakan air dari parit pembuangan limbah tahu: air limbah tahu : air keran (3:1:1) diisi penuh pada reaktor dan diaklimatisasi selama satu bulan. Parameter yang diukur yaitu: nilai TDS, TSS, COD, Nitrat, Amoniak dan N – total. Sampling dilakukan pada effluen Anaerob I, effluen Aerob dan effluen Anaerob II, pengukuran parameter influen atau limbah tahu digunakan sebagai kontrol. Sampling dilakukan 3 kali seminggu. Setelah sistem berlangsung 6 minggu didapatkan Perbedaan HRT pada reaktor biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob berpengaruh terhadap penurunan nilai TDS, TSS, COD, dan Nitrat. HRT 6 hari merupakan paling efektif pada reaktor Biofilter kombinasi Anaerob-Aerob-Anaerob untuk mengolah limbah tahu dengan efisiensi penurunan nilai TDS, TSS, COD, Nitrat dan N-total berturut-turut adalah 32,08 %, 80,95 %, 98,84 %, 88,76 %, dan 75,54 %.

Kata kunci : limbah tahu, biofilter, anaerob, aerob

Abstract

This study is conducted to find out the effect of various Hydraulic Retention Time (HRT) in Anaerobic-Aerobic-Anaerobic Biofilter towards the reduction of TDS, TSS, COD, Nitrate, Ammonia, and Total N value of industrial tofu wastewater. Three reactors pervade anaerobic I, aerobic, and anaerobic II biofilter consist of gravels in diameter of 1 cm, 2 cm, 3 cm, and 4 cm were used at this study. Various HRT comprises 4 days, 6 days, and 8 days. The biofilm's forming was taken from the water of its industrial ditch line : tofu wastewater : tap water (3:1:1) entirely fulfilled in the reactors and acclimated for one month. The measurable parameters namely TDS, TSS, COD, Nitrate, Ammonia, and Total N. Sampling was taken from the effluent of Anaerobic I, Aerobic, and Anaerobic II. The measurement of the influent or tofu wastewater was used as a control. It was held three times a week. After 6 weeks, it was found out that the difference of HRT in reactor Anaerobic-Aerobic-Anaerobic Biofilter influencing towards TDS, TSS, COD, and Nitrate. 6 days of HRT stated as the most effective one in Anaerobic-Aerobic-Anaerobic Biofilter reactor for treating tofu wastewater with the reduction efficiency of TDS, TSS, COD, Nitrate, and Total N value respectively : 32,08 %, 80,95 %, 98,84 %, 88,76 %, dan 75,54 %.

Key words : tofu wastewater, biofilter, anaerobic, aerobic

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tahu merupakan makanan tradisional dari kedelai (*Glycine* sp) yang digemari hampir seluruh lapisan masyarakat. Selain harganya yang murah serta tersedia diseluruh pasar, tahu juga memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, rasa yang enak serta mudah diolah menjadi berbagai jenis makanan, sehingga tahu banyak digemari. Kebutuhan tahu yang tinggi membuat banyak industri tahu berdiri. Kebanyakan dari industri tahu yang ada merupakan industri rumah tangga. Selain menghasilkan produk tahu dari proses produksi, industri tahu juga memproduksi limbah padat dan limbah cair. Limbah cair berasal dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu. Karena industri tahu merupakan industri rumah tangga yang tidak memiliki instalasi pengolahan limbah sehingga limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke badan air terdekat.

Proses pembuatan tahu membutuhkan banyak air mulai dari proses pencucian, perendaman, perebusan, pengepresan dan pencetakan. Air yang digunakan dalam proses pembuatan tahu menghasilkan limbah cair yang banyak pula. Limbah cair tahu yang tidak diolah terlebih dahulu sebelum dialirkan ke badan air berpotensi sebagai sumber pencemaran lingkungan karena limbah cair tahu mengandung zat organik yang tinggi berupa protein 40% - 60%, karbohidrat 25% -50% dan lemak 10% (EMDI – Bapedal, 1994).

Di Yogyakarta terdapat beberapa sentra industri tahu yang berada di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo. Di RT 38/ RW 10 Tegal rejo, DAS Winongo terdapat 8 industri pembuatan tahu. Dari 8 industri tahu tidak ada satupun yang memiliki instalasi pengolahan limbah tahu, sehingga limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke sungai Winongo. Pembuangan limbah tahu secara terus menerus ke sungai winongo akan menurunkan kualitas air sungai dan lingkungan DAS Winongo. Industri tahu yang berada di RT 38/ RW 10 Tegal rejo merupakan industri rumahtangga sehingga membutuhkan suatu unit pengolahan limbah tahu yang efektif mengolah limbah tahu tetapi dengan biaya pembuatan dan operasional pengolahan yang murah. Salah satu sistem yang murah tetapi efektif yaitu dengan sistem biofilter.

Biofilter merupakan reaktor yang dilengkapi dengan media seperti kerikil, pasir, plastik dan partikel karbon sebagai media penyangga untuk tempat pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme yang bertumbuh di reaktor biofilter dapat secara anaerob atau aerob.

Biofilter anaerob dan biofilter aerob, pada komponen reaktor hampir sama, tetapi perbedaannya pada ada tidaknya ketersediaan oksigen terlarut di dalam reaktor biofilter. Didalam pengoperasiannya media dapat terendam sebagian ataupun seluruhnya. Mikroorganisme yang bertumbuh pada media penyangga akan membentuk lapisan biofilm (Metcalf dan Eddy, 2003).

Biofilter yang akan di terapkan yaitu reaktor biofilter kombinasi Anaerob – Aerob – Anaerob. Biofilter Anaerob (sistem tertutup) akan di tumbuhi beberapa kelompok bakteri seperti : bakteri hidrolitik, bakteri acetogenik dan bakteri metanogenik yang akan mendegradasi senyawa organik yang terdapat dalam limbah tahu serta kelompok bakteri denitrifikasi yang akan mereduksi nitrat menjadi gas nitrogen (N_2). Biofilter Aerob (sistem terbuka) akan di tumbuhi kelompok bakteri nitrifikasi dan kelompok bakteri aerob lainnya yang dapat mereduksi senyawa organik secara optimal sehingga limbah tahu yang telah diolah pada sistem biofilter kombinasi Anaerob-Aerob-Anaerob aman untuk di buang ke badan air (Metcalf dan Eddy, 2003).

Setiap kelompok mikroorganisme membutuhkan waktu optimal dalam mendegradasi senyawa organik yang berbeda-beda. Lamanya waktu kontak antara mikroorganisme dengan limbah akan mempengaruhi keberhasilan proses degradasi. Dalam penerapan instalasi pengolahan limbah diperlukan waktu tinggal yang optimal agar sistem dapat beroperasi secara optimal (Husin, 2008) . Dengan mengetahui waktu tinggal optimal yang diperlukan mikroorganisme untuk mendegradasi limbah tahu menggunakan reaktor biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob akan memudahkan dalam penerapan sistem di lapangan.

A. Rumusan masalah

- a. Bagaimana pengaruh masing-masing variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) limbah didalam reaktor Biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob terhadap penurunan nilai, TDS, TSS, COD, NO_3 , NH_3 dan N total pada limbah cair tahu?
- b. Perlakuan variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) mana yang paling efektif untuk menurunkan parameter uji?

B. Tujuan

- a. Menganalisis pengaruh berbagai variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) limbah didalam reaktor Biofilter Anaerob-Aerob-Anaerob terhadap penurunan nilai COD, TSS, TDS, NO_3 , NH_3 dan N total pada limbah tahu.
- b. Menganalisis *Hydraulic Retention Time* (HRT) yang paling efektif untuk menurunkan parameter uji.

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai:

- a. Solusi untuk mengolah limbah cair produksi tahu secara efektif dengan metode sederhana, murah, ramah lingkungan dan mudah diterapkan bagi industri rumah tangga dengan sistem biofilter *up flow*.
- b. Informasi untuk menurunkan kadar N-nitrat, N-amonia dan N-total yang terdapat dalam limbah cair produksi tahu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil percobaan tentang pengolahan limbah cair tahu menggunakan sistem biofilter kombinasi anaerob-aerob-anaerob yang telah dianalisis secara deskriptif dan statistik, maka dapat disimpulkan:

1. Perbedaan HRT pada reaktor biofilter kombinasi Anaerob-Aerob-Anaerob berpengaruh terhadap penurunan nilai TDS, TSS, COD, dan Nitrat. Sementara nilai amoniak dan N-total tidak dipengaruhi oleh perbedaan HRT.
2. HRT 6 hari merupakan yang paling efektif pada reaktor Biofilter kombinasi Anaerob-Aerob-Anaerob untuk mengolah limbah tahu dengan efisiensi penurunan nilai TDS, TSS, COD, Nitrat dan N-total berturut-turut adalah 32,08 %, 80,95 %, 98,84 %, 88,76 %, dan 75,54 %

B. Saran

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan melakukan identifikasi mikroorganisme yang berperan dalam proses biodegradasi limbah tahu pada reaktor biofilter anaerob-aerob-anaerob untuk mempelajari kinetika reaksi biokimia yang terjadi pada pengolahan limbah tahu.

DAFTAR PUSTAKA

- Callander I J, Barford J P. 1983. Recent Advance in Anaerobic Digestion Technology dalam Husin, Amir. 2008. Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor *Fixed bed* [tesis]. Universitas Sumatera Utara Medan. [Indonesia].
- Costerton J W, Lewandowski Z, Caldwell DW, 1995. Microbial Biofilm. Anual Review of Microbiology. USA vol. 49 pp: 711- 745.
- Bappeda Medan.1993. Pencemaran Air Limbah di Sentra Industri Kecil Tahu/Tempe di Kec. Medan Tuntungan, Medan. Laporan penelitian, Bappeda TK II Medan.
- Eckenfelder W. 1989. Industrial Water Pollution Control. 2nded, Mc Graw Hill Inc, New York.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Herlambang, A. 2002. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. Pusat pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dan Badan pengendalian Lingkungan Samarinda.
- Husin, Amir. 2008. Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor *Fixed bed* [tesis]. Universitas Sumatera Utara Medan. [Indonesia].
- Knop A , Carmona E C. 2008. Xylanase Production by *Penicillium sclerotiorum* and its Characterization. World Applied Sciences Journal 4(2): 277 – 183.
- Manahan S E. 1994. Enviromental Chemistry, 6thed. Lewis Publisher, USA.
- Mardisiwayo P. 1993. Petunjuk Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Limbah Padat dan Cair Industri. Departemen Perindustrian. Jakarta.
- Marshall KC. 1992. Biofilm: An Overview of Bacterial Adhesion, Activity and Control at Surface, dalam Jamilah I , Syafrudin I, Mizarwati. 1998. Pembentukan Biofilm *Aeromonas hydroplila* pada Bahan Plastik dan Kayu. Laporan Penelitian , Lembaga Penelitian USU, Medan.
- McCarty P L. 2001. Environmental Biotechnology : Principles and Applications. McGraw Hill International ed, New York.

- MetCalf dan Eddy. Waste Water Enginereeng : Treatment, Disposal and Reuse, 4thed. McGraw Hill Book Co. New York.
- Mosay F,E. 1983. Mathematical modelling of the anaerobic digestion process: regulatory mechanism for the formation of short-chain volatile acids from glucose. Water Sci. Tech. 15: 209-232.
- Nasrani, Dior P. 2012. Penerapan Kombinasi Biofilter Anaerob Aerob Anaerob sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Tahu [skripsi]. Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. [Indonesia].
- Nuraida. 1985. Analisis Kebutuhan Air Pada Industri Pengolahan Tahu dan Kedelai. *dalam* Lisnasari S .1995. Pemanfaatan Gulma Air (Aquaatic Weeds) sebagai upaya pengolahan limbah cair Industri Tahu [Tesis]. Universitas Sumatera Utara Medan. [Indonesia].
- Pipes, W.O., 1966. The Ecological approach to the study of activatid sludge, In Umbreit, W. W.(ED), Advance in applied microbiology Vol. 8: 1-31. Academic press. New York.
- Rao M,N dan A,K Datta. 1979. Waste Water Treatment, IBH publishing. New Delhi.
- Ridlo R. 1996. Simulasi Model fermentasi Metana Secara Anaerobik. Alami, Vol 1, no 2.
- Rittman B E dan McCarty P L. 2001. Environmental Biotechnology : Principles and Application. McGraw Hill Inc. New York.
- Sani, Elly Y. 2006. Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat dan Anaerob [TESIS]. Universitas Diponegoro Semarang.
- Sawyer C N, McCarty P L. 1994. Chemistry for Environmental Engineering. McGraw Hill International ed, New York.
- Schmidt J E, Ahring K. 1996. Granular Sludge Formation in UASB Reactors dalam Agustian J. 2003. Immobilization of activated Sludge in A Column type Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors. Majalah IPTEK, vol. 14 No. 4, hal 189 – 192.
- Seabloom R B. 2004. University Curriculum Development for Decentralized Wastewater Management : Septic Tanks. Emeritus Professor of Civil and Environmental Engineering Dept. of Civil and Environmental Engineering, University of Washington.
- Sedlak R. 1991. Phosporus and Nitrogen Removal From Municipal Wastwater Principles and Practice 2nd. Soap and Detergen Assosiation. New York The

- Sugiharto. 1994. Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suhardjo D. 2008. Penurunan COD, TSS, dan Total Fosfat Pada Tangki septik Limbah Mataram Citra Sembada Catering Dengan Menggunakan Wastewater Garden. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Jurnal Manusia Dan Lingkungan Vol. 15, No.2: 79-89.
- Suriani S, Soemarno, Suharjono. 2013. Pengaruh Suhu dan pH Terhadap Laju Pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. J-PAL 3(2):58 – 62
- Tobing P L. 1989. Pengendalian dan Pengoperasian Limbah PKS. Lembaran PPKS Medan. Edisi 1, hal :1 – 11.
- Tobing P L dan Loebis S. 1994. Penggunaan Betagen-Rispa Untuk Pengendalian Limbah Pabrik Kelapa Sawit. Berita PPKS, Vol. 2.
- WEF.2000. Aerobic Fixed Growth Reactors *dalam* Husin, Amir. 2008. Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor *Fixed bed* [tesis]. Universitas Sumatera Utara Medan. [Indonesia].