CHEDS: Journal of Chemistry, Education, and Science
Vol. 8, No. 2, December 2024
ISSN: 2654-637X (Online) | ISSN: 2614-1817 (Print) | Homepage: https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/CHEDS/index

Penggunaan Tanaman Cattail Dengan Sistem Constructed Wetland Untuk Menurunakan BOD dan COD Pada Limbah Indutri Tahu

Pratiwi Putri Lestari, ATI Cut Meutia, Indonesia
Sukmawati, Sekolah Tinggi Teknologi Immanuel, Indonesia
Putri Rizky, ATI Cut Meutia, Indonesia
Rika Silvany, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Indonesia
Dedy Sofyanto Simanjuntak, ATI Cut Meutia, Indonesia

ABSTRACT

The level of liquid waste from the tofu industry must be reduced before being discharged into the water, namely with a biofilter. This biofilter uses cattail plants with a Constructed wetland system with the aim of determining the optimum reduction in BOD and COD liquid waste levels in tofu liquid waste. The results of the research showed a decrease in liquid waste BOD and COD levels in the tofu industry with the lowest variation in planting time occurring on day 4 with a BOD value of 640 mg/L (14.6%) and COD of 1072 mg/L (12.2%), while the maximum decrease occurred on the 16th day of residence with BOD values of 177 mg/L (78%) and COD 277 mg/L (77.3). The lowest reduction in liquid waste BOD and COD with variations in cattail plant weight occurred at a weight of 1 kg with a BOD value of 400 mg/L (38.2%) and COD 752 mg/L (39.4%), while the maximum reduction occurred in cattail weight. amounting to 4 kg with a BOD value of 80 mg/L (87.6%) and COD 165 mg/L (86.7%).

ARTICLE HISTORY

Submitted 28/10/2024
Revised 19/11/2024
Accepted 30/11/2024

KEYWORDS

BOD; COD; constructed wetland; cattail; tofu waste

CORRESPONDENCE AUTHOR

tiwietri2015@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.30743/cheds.v7i1.10083

1. PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan usaha yang didirikan dalam rangka pengembangan kegiatan di bidang pangan yang mempunyai dampak positif dan negatif bagi lingkungan. Dampak positif berupa pemenuhan kebutuhan masyarakat akan sumber pangan sedangkan dampak negatif dari industri tahu berupa limbah buangan yang menimbulkan masalah pencemaran sehingga merusak lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut berupa hasil pembuangan limbah padat (ampas tahu) dan limbah cair. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih. Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu masih mengandung padatan tersuspensi dan terlarut yang dapat mencemari perairan, oleh karena itu harus diturunkan kadarnya sebelum dibuang ke perairan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan cara biofilter. Biofilter yang digunakan adalah menggunakan tanaman cattail (lidi air) dengan sistem Constructed wetland yang bertujuan untuk mengetahui penururnan optimum kadar limbah cair BOD (*Biological Oxygen Demand,* dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) (Masturi, 1997).

BOD (*Biological Oxygen Demand)* adalah jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa organik yang ada dalam limbah. COD *(Chemical Oxygen Demand)* adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi (Alaerts dan Santika, 1984).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara biofilter menggunakan tanaman *cattail* dengan sistem *Constructed wetland.* Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tanaman *cattail* (Lidi Air), Limbah cair industri tahu, Krikil, Tanah tanaman, Pasir, dan Ijuk Sapu. Alat- alat yang digunakan adalah Galon air er, Botol Sampel, Jerigen, Wadah sampel limbah.

© 2023 The Author(s). Published by **Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Sumatera Utara**
This is an Open Access artide distributed under the terms of the Creative Common Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 1 bulan di Tanjung Morawa Deli serdang.

2.3 Target/Subjek Penelitian

Variabel dan Kondisi Proses
- Variabel tetap proses:
- Limbah industri tahu
- tanah, pasir, kerikil dan ijuk sapu
- Variabel Berubah Proses:
- Lama penanaman tanaman *cattail* : 4, 8, 12, 16 hari
- Berat tanaman *cattail* : 1, 2, 3, 4 kg
- Variabel Analisa:
- Parameter BOD, COD, pH

2.4 Prosedur

1.Perlakuan Awal

Pembuatan media *constructed wetland* yang terdiri dari model *surface wetland* dan *sub surface wetland* menggunakan tanaman *cattail*. Pengambilan tanaman *cattail* berdasarkan kriteria jumlah daun, batang, dan tinggi tanaman yang sama. Selanjutnya akar tanaman *cattail* dibersihkan dengan air sumur *cattail* dilakukan secara bersamaan, dilanjutkan proses aklimatisasi tanaman. Tanaman diaklimatisasi dengan cara ditanam pada galon air yang berisi tanah, pasir dan kerikil ± selama 1 minggu.

2. Perlakuan Proses

Limbah industri tahu di alirkan secara vertikal dan horizontal ke dalam masing-masing galon air yang berisi media serta tanaman *cattail* untuk proses *constructed wetland*, hitung kadar BOD, COD serta pH limbah awal sebelum perlakuan. Langkah selanjutnya melakukan pengukuran kadar BOD, COD dan pH sampel limbah cair tahu menggunakan sistem *Subsurface wetland* dan *Surface wetland* dengan berat tanaman *cattail* 2 kg dan lama penanaman selama 10 hari untuk mencari hasil optimum. Setelah mendapatkan metode yang lebih baik antara *Subsurface* dan *Surface wetland*, dilakukan perlakuan berat tanaman *cattail* 2 kg dengan variasi hari ke 4, ke 8, ke 12, dan ke 16 hari. Perlakuan selanjutnya menggunakan tanaman *cattail* dengan variasi berat 1 kg, 2 kg, 3 kg, dan 4 kg dengan waktu yang maksimum, dilanjutkan proses pengujian parameter BOD, COD dan pH.

2.5 Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Tahapan Penelitian yang dilakukan terdiri dari dua tahap : Perlakuan Awal yaitu pembuatan media *constructed wetland* yang terdiri dari model *surface wetland* dan *sub surface wetland* menggunakan tanaman *cattail* dan Perlakuan Proses hitung kadar BOD, COD serta pH limbah.

2.6 Teknik Analisis Data

Analisa data yang diperoleh yaitu Hasil dari kualitas awal limbah tahu, Hasil penurunan limbah menggunakan *Sub-Surface Wetland*, Hasil penurunan limbah menggunakan *Surface Wetland dan* Hasil penurunan BOD dan COD Dengan Variasi Lama Penanaman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Hasil Kualitas Awal Limbah Tahu Desa Tanjung Morawa

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	BOD	Mg/L	800	150
2.	COD	Mg/L	1232	275
3.	pH	Mg/L	4,5	6,0-9,0

Tabel 2. Data Hasil Penurunan Limbah Menggunakan *Sub-Surface Wetland*

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	BOD	Mg/L	640	150
2.	COD	Mg/L	858	275
3.	pH	Mg/L	5	6,0-9,0

Tabel 3. Data Hasil Penurunan Limbah Menggunakan *Surface Wetland*

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
1.	BOD	Mg/L	693	150
2.	COD	Mg/L	944	275
3.	pH	Mg/L	4,5	6,0-9,0

Tabel 4. Data Hasil Penurunan BOD dan COD dengan Variasi Lama Penanaman

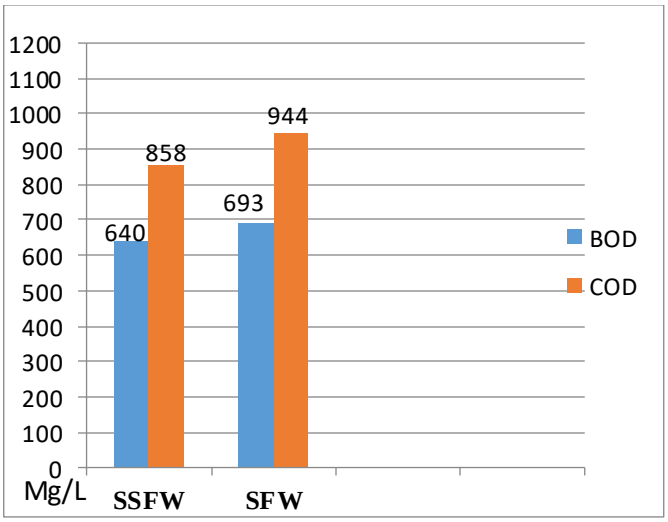
No	Parameter	Waktu Penanaman (Hari)			
		4 Hari	8 Hari	12 Hari	16 Hari
1.	BOD	640 Mg/L	623 Mg/L	266 Mg/L	177 Mg/L
2.	COD	1072 Mg/L	837 Mg/L	602 Mg/L	277 Mg/L
3.	pH	5,5	6,0	6,5	6,0

Tabel 5. Data Hasil Penurunan BOD dan COD dengan Variasi Berat Tanaman

No	Parameter	Berat Tanaman (Kg)			
		1 Kg	2 Kg	3 Kg	4 Kg
1.	BOD	400 Mg/L	160 Mg/L	106 Mg/L	80 Mg/L
2.	COD	752 Mg/L	330 Mg/L	261 Mg/L	165 Mg/L
3.	pH	6,0	6,5	7,0	7,0

3.1 Penurunan limbah Industri Tahu Dengan Sistem *Constructed Wetland*

Hasil pengukuran terhadap uji BOD dan COD menggunakan perbandingan sistem *constructed wetland* dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



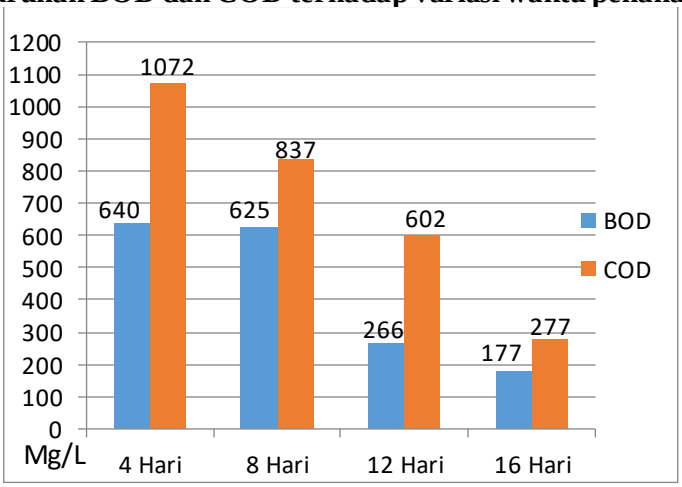
Gambar 1. Grafik perbandingan sistem SSFW dan SFW terhadap penurunan limbah cair BOD dan COD selama 10 hari.

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penurunan kadar limbah cair BOD dan COD tertinggi adalah menggunakan sistem *horizontal subsurface wetland* dengan kandungan BOD 640 mg/L (30,3%) dan COD 858 mg/L (20%).

Ditinjau dari pola aliran air limbah terlihat bahwa aliran air limbah yang masuk secara *horizontal* kedalam lahan basah ternyata lebih efektif menurunkan kadar pencemaran (COD dan BOD) daripada yang mengalir secara *vertical* kebawah. Sistem *horizontal subsurface wetland* (aliran dari bawah) lebih efektif untuk proses berlangsungnya degradasi secara simultan antara kondisi aerobik dan anaerobik. Dengan demikian proses biodegradasi lebih besar daripada sistem aliran dari atas *(vertical surface wetland)* yang kontak awal berlangsungnya degradasi dalam kondisi aerobik, sehingga proses biodegeadasi hanya terbatas pada senyawa organik sederhana saja (Supradata, 2005).

Penggunaan galon vertikal pada sistem constructed wetland menghasilkan penurunan kadar BOD dan COD yang rendah karena adanya kelemahan pada galon (reaktor) tersebut. Salah satu kelemahan reaktor *vertical* adalah kemungkinan adanya aliran pendek yang terjadi dalam reaktor dimana air limbah yang masuk sebagai *influen* akan melewati jalur terpendek untuk dapat keluar dari reaktor. Hal ini menyebabkan air limbah tidak mencapai akar-akar *cattail* dengan optimal dan merata. Air limbah akan sulit didegradasi sempurna karena air limbah hanya mencapai permukaan tanah sehingga proses pengolahan yang terjadi akan Penggunaan reaktor vertikal pada sistem constructed wetland menghasilkan penurunan kadar BOD dan COD yang rendah karena adanya kelemahan pada reaktor tersebut.

Penurunan BOD dan COD terhadap variasi waktu penanaman



Gambar 2. Penurunan Kadar BOD dan COD dengan variasi lama penanaman

Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin lama waktu penanaman semakin besar penurunan kadar BOD dan COD pada limbah tahu. Setelah perlakuan kadar BOD dan COD mengalami penurunan pada hari ke 4 dengan nilai kadar BOD 640 mg/L (14,2%) dan COD 1072 mg/L (12,9%). Penurunan yang sangat maksimum terjadi pada hari ke 16 dengan nilai BOD 177 mg/L (77,8%) dan COD 277 mg/L (77,1%)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kecenderungan penurunan konsentrasi COD sejalan dengan penurunan konsentrasi BOD secara bertahap mengindikasikan bahwa bahan organik yang terkandung dalam air limb ah sebagian besar merupakan bahan organik yang bersifat *biodegradable* (dapat terdegradasi secara biologis). Hal senada juga dinyatakan oleh Tebbut (1977), bahwa komposisi padatan yang terdapat dalam limbah industri tahu 70% merupakan bahan organik. Hal ini disebabkan dari hasil proses biodegradasi oleh mikroorganisme dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan unsur hara selama masa pertumbuhan.

Aktivitas mikroorganisme dalam reaktor mampu mendegradasi sebagian besar bahan organik dalam air limbah yang akan mempengaruhi konsentrasi BOD dan COD pada awal penelitian. Disamping itu proses pengolahan secara fisik (filtrasi dan sedimentasi) yang terjadi di dalam media reaktor cukup besar pada hari ke-16 sehingga mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD dan COD pada effluent air limbah.

Menurut Tangahu dan Warmadewanthi (2001) mekanisme filtrasi dan sedimentasi juga terjadi dalam sistem lahan basah buatan aliran bawah permukaan (*SSF-Wetlands*) tersebut. Proses filtrasi dilakukan oleh media dan akar tanaman yang terdapat dalam reaktor, dimana proses tersebut terjadi karena kemampuan partikel-partikel media maupun sistem perakaran membentuk filter yang dapat menahan partikel-partikel solid yang terdapat dalam air limbah.

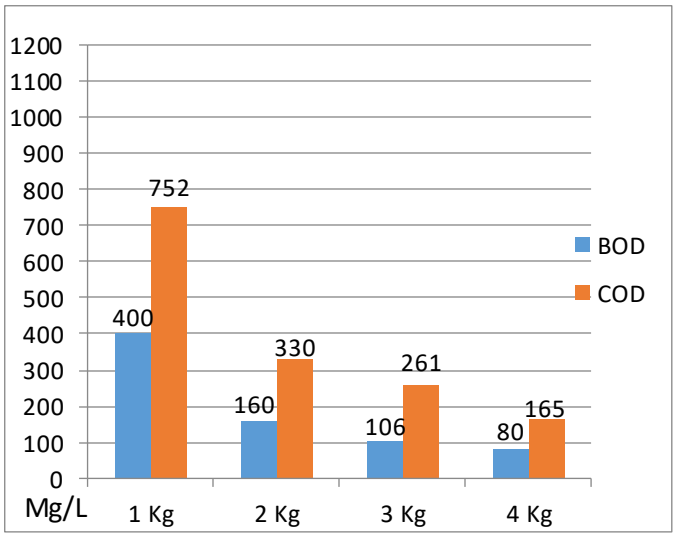
Hasil penelitian ini menunjukkan kadar nilai BOD dan COD terjadi penurunan walaupun masih dibawah standar baku mutu limbah industri. Berdasarkan waktu tinggal penanaman, maka penggunaan tanaman air jenis *Cattail* (Lidi

Air) memiliki efektivitas / kinerja yang tidak jauh berbeda dengan jenis tanaman yang telah umum digunakan dalam *SSFWetlands.*

Hasil yang sama diperoleh oleh Tjokrokusumo (2003) bahwa eceng gondok (*Eichhornia crassipe)* dengan berat 1 kg mampu menurunkan nilai BOD dan COD berturut-turut sebesar 64%, 67%,dan 65% selama 10 hari waktu tinggal. Oleh sebab itu perlu dilakukan suatu perlakuan untuk menghasilkan penurunan yang lebik baik yaitu dengan merubah variasi berat tanaman *cattail* dengan waktu penanaman maksimum untuk menghasilkan penurunan yang lebih baik.

Pembahasan Penurunan maksimum kadar BOD dan COD terhadap variasi berat tanaman

Penurunan kadar BOD dan COD terhadap variasi waktu penanaman dapat menurunkan kadar BOD dan COD , akan tetapi hasil tersebut masih belum layak untuk dibuang keperairan sehingga masih dibutuhkan suatu perlakuan lebih lajut untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Berdasarkan hasil pemeriksaan BOD dan COD dari keempat reaktor bak wetland dengan berat tanaman sebesar 1, 2, 3 dan 4 kg selama 16 hari terjadi penurunan kadar yan g maksimum dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Penurunan kadar BOD dan COD dengan variasi berat cattail

Gambar 3. menunjukkan penurunan kadar BOD dan COD pada hari ke 16 dengan berat 1 kg sudah terjadi penurunan selama proses wetland. Hal ini menunjukkan berat jumlah tanaman dan lama waktu tinggal ternyata akan meningkatkan penurunan kadar BOD dan COD yang terjadi. Semakin lama waktu kontak antara air limbah dengan biomassa maka proses degradasi parameter-parameter pencemar organik dapat berlangsung lebih lama sehingga kinerja reaktor akan semakin baik dan konsentrasi effluent yang dihasilkan juga semakin rendah.

Tanaman *cattail* memiliki rongga batang yang banyak, akar lebat dan daun tanaman *cattail* sangat kuat tidak seperti tanaman air lainnya sehingga resiko jatuhnya daun yang dapat mengganggu pembusukan dapat terhindarkan. Jumlah biomassa atau berat tanaman sangat mempengaruhi proses penurunan kadar BOD dan COD. Semakin k ecil berat tanaman akan semakin besar kemungkinan tanaman tersebut akan mati mengakibatkan proses penurunan kadar limbah cair akan terganggu, sehingga jumlah berat tanaman sangat diperlukan untuk menggantikan tanaman yang mati (Suriawira 2003). Hasil penelitian menunjukkan biomassa berat tanaman *cattail* sangat berpengaruh terhadap penurunan maksimal kadar limbah BOD dan COD. Tanaman kayu apu sama hal nya dengan tanaman jenis air lainnya, akan tetapi dari segi kemampuan untuk menurunkan kadar BOD dan COD tanaman *cattail* cenderung lebih baik daripada tanaman kayu apu.

Media yang digunakan dalam reaktor wetland berupa tanah, pasir dan kerikil yang tingkat permeabilitas dan konduktivitas hidrolis media tersebut sangat berpengaruh terhadap waktu detensi air limba h, dimana waktu detensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah (Kurniawan, 2005). Menurut Crites & Tchobanoglous (1998), media pasir yang digunakan pada galon *SSF-Wetland* akan dapat menurunkan kecepatan aliran air limbah yang masuk dalam reaktor. Penurunan debit air limbah ini akan memudahkan terjadinya proses sedimentasi partikel-partikel solid dalam air limbah. Proses penurunan kandungan kadar limbah BOD dan COD daripada industri tahu dengan sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman *cattail* (Lidi Air) dalam variasi waktu penanaman dan jumlah berat tanaman cattail mampu menurunkan kadar BOD dan COD sehingga hasil yang diperoleh layak dibuang keperairan dan sesuai baku mutu limbah industri tahu.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Sistem *Sub-Surface wetland* mampu menurunkan kadar BOD dengan prosentase sebesar 30,3% dan COD : 20% dibandingkan *Surface wetland* prosentase penurunan BOD hanya sebesar 23,3% dan COD:13,3%, Waktu lama penanaman *cattail* pada hari ke 5 mampu menurunkan prosentase kadar BOD sebesar 14,6%, COD : 12,2% dan TSS : 23,4%, dan penurunan maksimum terjadi pada hari ke 20 dengan prosentase BOD sebesar 78% dan COD : 77,3% dan berat tanaman *cattail* 1 kg mampu menurunkan kadar BOD sebesar 38,2% dan COD : 39,4%, dan penurunan maksimum terjadi pada berat 4 Kg dengan prosentase BOD sebesar 86,7% dan COD : 88,8 %.

4.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menambahkan penelitian dengan beberapa variabel beberapa proses.

5. DAFTAR PUSTAKA

Alaerts G., & S.S Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya. Indonesia.

Anonim. 2004. *Laboratorium Pengujian Limbah dan Lingkungan dan Aneka Komoditi.* Badan Penelitian dan Pengembangan Industri dan Perdagangan : Semarang.

Awalina, Ami A. dan Meutia. 2005. Aplikasi Lahan Basah Buatan Tropis Jenis Aliran Permukaan Untuk Menyisihkan SS dan Konstituen Organik dalam Limbah Industri Tepung Tapioka. *Jurnal* Vol.4, No.12, Bogor : Puslit Limnologi-LlPI.

Bagwell, E. C. 1998. Physiological of Rhizophere DiazotrophAssemblages of Selected Salt Marsh Grasses, Applied and Environmental Microbiology *Journal of Science Education*, Vol. 64, No.11, p.c4276-4282. Borkar.R.P,

Mahatme.P.S. 2011. Wastewater Treatment with Vertical Flow Constructed Wetland. *International Journal of Environmental Sciences* Volume 2 No.2.

Haberl, R., and Langergraber, H. 2002. Constructed wetlands:a chance to solve wastewater problems in developing countrie s. *Wat. Sci. Technol*. 40:11-17.

Hammer, M. J. 1986. *Water and Wasterwater Tecnology* 5th ed,Prentice-Hall, Inc, Upper Sadlle River, New Jersey 07458.

Hartati. 2003. *Mengelola Air Limbah Hasil Proses Pembuangan Tahu.* Surabaya : ProRistand Indag.

Hidayah, E. N dan Aditia, W. 2010. Potensi Dan PengaruhTanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem *Constructed Wetland*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol.2 No. 2: 11-18

Kafadi, N. M. 1990. *Memproduksi Tahu Secara Praktis*. Surabaya: Karya Anda.

Khiatuddin, M. 2003. *Melestarikan Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa Buata.* Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta : Ando Offest

Kurniawan. 2005. *proses pengolahan air limbah dengan sistem wetland.* Jakarta :Karya Anda Edisi 2.

Leady, B. 1997. *Constructed Subsurface Flow Wetlands For Wastewater Treatment*, Purdue University.

Masturi. 1997. *Pengambilan Minyak Kedelai Pra Proses Pembuatan Tahu*. Laporan Penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang.

Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse*. Mc Graw Hill Inc. New York.

Metcalf and Eddy. 2003. *Wastewater Engineering :Treatment and Reuse, Fourth Edition, International Edition*. McGraw-Hill. New York.