



PENURUNAN NILAI BOD COD LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN TANAMAN *Cyperus papyrus* SISTEM WETLAND

Laili Faridatuzzahro^{*}), Sri Mantini Rahayu Sedyawati dan Nuni Widiarti

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Maret 2015
Disetujui April 2015
Dipublikasikan Mei 2015

Kata kunci:
BOD
COD
limbah tahu
Cyperus papyrus
wetland

Abstrak

Limbah cair industri tahu merupakan limbah organik. Adapun parameter kualitas limbah yang digunakan adalah BOD dan COD. Salah satu pengolahan limbah yang sederhana adalah sistem *constructed wetland*. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan tanaman hias *Cyperus papyrus* yang merupakan tanaman air serta memiliki potensi dalam menurunkan nilai BOD dan COD. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan nilai BOD dan COD pada limbah cair industri tahu menggunakan tanaman hias *Cyperus papyrus* dengan sistem *constructed wetland*. Hasil analisis menunjukkan penurunan nilai BOD dan COD pada industri tahu tertinggi terdapat pada limbah yang diolah menggunakan berat tanaman 600 g, dengan media tanah, pasir dan batu, serta proses penurunan pada paparan sinar matahari. Penurunan nilai BOD tertinggi adalah 94,44% dan penurunan COD tertinggi adalah 92,50%. Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan jenis tanaman, dan jenis media yang berbeda serta perlu diadakannya sosialisasi tentang penggunaan *constructed wetland* pada pemilik industri-industri tahu sederhana.

Abstract

Liquid waste water industrial of tofu is an organic waste water. The wastewater quality parameter that used are BOD and COD. One of the simple waste water processing of sewage treatment is a constructed wetland system. This study was conducted by using ornamental hydrophyta *Cyperus papyrus* which is the water and have the potential to degrade the value of BOD and COD. The purpose of this study was to determine the impairment of BOD and COD in industrial wastewater out using *Cyperus papyrus* plants with constructed wetland systems. The analysis showed a decrease in the value of BOD and COD in the industry know the highest found in waste plants are processed using 600 g weight, with medium soil, sand and rock, as well as the decrease in exposure to sunlight. The decrease in value of 94.44% is the highest BOD and COD reduction in the highest was 92.50%. Suggestions from this study is need to conduct further research with different species and types of media as well as need to socialize on the use of the holding the constructed wetland to owners of simple tofu industries.

Pendahuluan

Tahu merupakan salah satu jenis makanan sumber protein dengan bahan dasar kacang kedelai (*Glycine spp*) yang sangat akrab, khususnya bagi masyarakat Indonesia, dan bahkan Asia umumnya. Sebagian besar produk tahu di Indonesia dihasilkan oleh industri skala kecil yang kebanyakan terdapat di pulau Jawa. Berdasarkan laporan proyek *Environment Management Development Indonesia* atau EMDI, pada tahun 1990 jumlah industri tahu di Indonesia sebanyak 25,870 buah dan 63 buah diantaranya merupakan skala besar dan menengah, sedangkan sisanya adalah berskala kecil (Husin; 2008).

Komposisi limbah cair industri tahu sebagian besar terdiri atas air (99,9%) dan sisanya terdiri atas partikel-partikel padat terlarut dan tersuspensi sebesar 0,1%. Partikel-partikel padat terdiri atas zat organik ($\pm 70\%$) dan zat anorganik ($\pm 30\%$). Zat-zat organik terdiri atas protein ($\pm 65\%$), karbohidrat ($\pm 25\%$) dan lemak ($\pm 10\%$) (Djabu; 1990). Menurut Djarwanti, *et al.* (2000), industri tahu pada umumnya menghasilkan air limbah yang polutif, dengan nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) berkisar antara 3000-4000 mg/L.

Limbah cair industri tahu yang tidak diolah lebih dulu dan langsung dibuang ke perairan, dapat mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan serta mengganggu kesehatan masyarakat. Penurunan kualitas lingkungan terjadi karena limbah cair tahu mengandung bahan organik tinggi serta oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme kurang sehingga menyebabkan naiknya angka BOD badan perairan, menurunkan kadar *Dissolved Oxygen* (DO atau oksigen terlarut), serta menyebabkan pengendapan bahan pencemar di dasar perairan dan terbentuk kondisi anoksik (tanpa oksigen) di badan perairan. Hal ini menciptakan kondisi yang sangat sesuai untuk pertumbuhan bakteri, termasuk bakteri patogen. Penurunan DO dapat mengakibatkan kematian ikan dan mikroorganisme air. Penurunan kualitas lingkungan juga ditandai dengan timbulnya bau tak sedap, perubahan warna dan rasa, sehingga mengganggu aktivitas sehari-hari.

Apabila kandungan zat-zat organik dalam limbah tinggi, maka semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi zat-zat organik tersebut, oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke perairan. Upaya untuk menurunkan kandungan bahan organik telah banyak dilakukan, diantaranya menggunakan metode kimia fisika (Husin;

2003), biologis *aerob* (Tay; 1990), dan pemanfaatan gulma air (Lisnasari; 1995). Akan tetapi, penerapan ketiga metode tersebut dalam skala riil, khususnya di Indonesia, relatif sulit karena beberapa alasan, antara lain metode dan operasi relatif kompleks, kebutuhan jumlah koagulan besar, biaya energi listrik untuk aerasi tinggi, dan lahan fasilitas pengolahan yang relatif luas (Metcalf dan Eddy; 2003), serta produksi lumpur atau biomassa tinggi (Tobing dan Loebis; 1994). Dengan demikian, para pengusaha industri tahu sering membuang limbah ke badan air tanpa pengolahan lebih dahulu. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah di atas, diperlukan metode pengolahan alternatif baru yang efektif, murah dan efisien.

Salah satu sistem pengolahan limbah yang murah dan efisien, yaitu dengan penggunaan tanaman air dalam sistem *constructed wetland*. *Constructed wetland* adalah sistem pengolahan air limbah yang meniru proses yang terjadi di lahan basah alami. Pada beberapa negara, sistem ini sudah banyak digunakan, namun di Indonesia belum begitu populer perkembangannya, karena kajian dan publikasi mengenai tumbuhan air tersebut masih kurang (Supradata; 2005). Beberapa penelitian pengolahan limbah dengan sistem *constructed wetland* yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu menggunakan tanaman air *Eceng gondok*, *Cattail*, *Typha* dan lainnya. Pada penelitian ini dilakukan menggunakan tanaman hias *Cyperus papyrus* untuk menurunkan BOD dan COD limbah tahu dengan sistem *constructed wetland*.

Tangahu (2006) dalam penelitiannya tentang aliran dalam *constructed wetland* pada lindi menyebutkan, bahwa pada aliran horisontal tanaman *Cyperus papyrus* mampu menyisihkan N sebesar 90,52% dan pada reaktor vertikal efisiensi penyisihan N tertinggi yaitu 91,24% dengan efisiensi penurunan tertinggi pada hari keempat, sedangkan pada penelitian Rossiana dan Adriastama (2008) penurunan kadar amoniak oleh lidi air (*Typha angustifolia*) dan *papyrus* (*Cyperus papyrus*) masing masing sebesar 62,52 dan 63,09%; nilai BOD sebesar 48,76 dan 54,96%, nilai COD sebesar 38,99 dan 51,77%. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penulis mencoba melakukan penelitian penurunan nilai BOD dan COD pada limbah tahu menggunakan *Cyperus papyrus* dengan sistem *constructed wetland*.

Metode Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah bak plastik transparan, paralon beserta tutupnya, selang

dan lem lilin, buret, tabung refluks, pendingin balik, *hotplate*, termometer, alat inkubasi, pH meter, neraca analitik dan timbangan. Bahan yang digunakan limbah tahu, tanaman *Cyperus papyrus*, H_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$, $MnSO_4 \cdot H_2O$, alkali iodida azida, $NaOH$, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, KI , amilum, Ag_2SO_4 , $HgSO_4$, $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ dengan *grade pro analyst* buatan Merck serta indikator ferroin.

Analisis awal yaitu dengan mengambil 10 mL sampel mula-mula pada erlenmeyer, kemudian diukur suhu, pH, BOD dan COD mula-mula. Reaktor *constructed wetland* dibuat dengan tinggi media kerikil 8 cm, tinggi media pasir 4 cm, tinggi media tanah 4 cm, serta tinggi bak media 23 cm. Limbah industri tahu dialirkan secara horisontal ke dalam masing-masing bak yang berisi media serta tanaman *Cyperus papyrus* untuk proses *constructed wetland*. Variasi dalam proses lahan basah ini adalah pada daerah terpapar sinar matahari dengan media tanah, pasir dan kerikil, daerah tanpa paparan sinar matahari dengan media tanah, pasir dan kerikil serta media yang hanya terdiri dari pasir dan kerikil yang terpapar sinar matahari dengan variasi berat semuanya adalah 200, 400, dan 600 g. Langkah selanjutnya melakukan sistem lahan basah jenis *subsurface flow* dengan masa diam selama empat hari. Selanjutnya dilakukan pengukuran nilai BOD dan COD pada limbah yang telah melalui sistem lahan basah.

Hasil dan Pembahasan

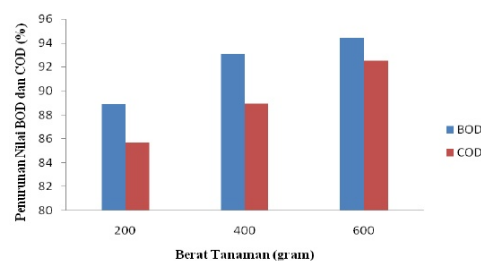
Sesuai dengan peraturan daerah provinsi Jawa Tengah nomor 10 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu, telah dipersyaratkan bahwa kandungan BOD dan COD maksimum dalam limbah cair industri tahu adalah 150 dan 275 mg/L. Berdasarkan hal tersebut, maka air limbah industri tahu di desa Sumur Jurang masih perlu dilakukan pengolahan, sehingga kualitas air limbah yang akan dibuang ke perairan umum dapat memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan, seperti terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji awal limbah cair industri tahu

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu Air Limbah
BOD	mg/L	720	150
COD	mg/L	2240	275
PH	-	4,5	6,0-9,0

Pada penelitian ini digunakan variasi berat tanaman hias *Cyperus papyrus* untuk menurunkan nilai BOD dan COD dengan sistem *constructed wetland*. Variasi berat yang digunakan adalah 200, 400 dan 600 g, dengan waktu tinggal empat

hari. Hasil uji yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pengukuran nilai BOD dan COD variasi berat tanaman

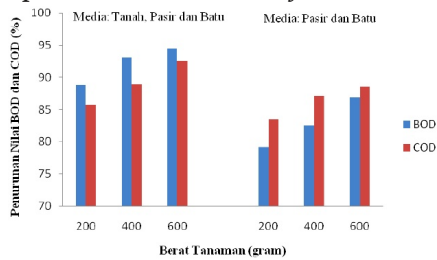
Berdasarkan Gambar 1. tampak bahwa penurunan nilai BOD dan COD tertinggi terdapat pada sampel dengan berat tanaman terbesar atau 600 g yaitu 94,44 dan 92,5%. Sedangkan penurunan nilai BOD dan COD terendah yaitu terdapat pada sampel dengan berat tanaman 200 g sebesar 88,88 dan 85,71%. Sehingga, tampak bahwa semakin banyak tanaman yang digunakan maka semakin baik hasil yang diperoleh, artinya nilai BOD dan COD semakin kecil.

Tanaman hias *Cyperus papyrus* memiliki rongga batang yang banyak, akar lebat dan daun tanaman sangat kuat sehingga resiko jatuhnya daun yang dapat mengganggu pembusukan dapat dihindarkan. Jumlah biomassa atau berat tanaman sangat mempengaruhi proses penurunan kadar BOD dan COD. Semakin banyak tanaman yang digunakan maka semakin banyak pula akar tanaman yang dipakai pada sistem *constructed wetland*. Pernyataan ini diperkuat oleh Hindarko (2003), yang menyebutkan bahwa berdasarkan pengalaman, kadar oksigen yang dipasok melalui daun, batang maupun akar tanaman yang terdapat dalam *SSF-wetlands* rata-rata sebesar $20 \text{ g O}_2/\text{m}^2/\text{hari}$. Pernyataan ini juga diperkuat oleh Armstrong dalam Tangahu dan Warmadewanthi (2001), yang menyebutkan bahwa jumlah oksigen yang dilepaskan oleh tanaman *Hydrophyta* sebesar $12 \text{ g O}_2/\text{m}^2/\text{hari}$, dengan sistem perakaran tiap batangnya mempunyai 10 akar adventif, dimana tiap akar adventif berisi 600 akar lateral.

Selanjutnya dilakukan penelitian dengan variasi jenis media. Tujuan dari variasi jenis media berikut adalah untuk mengetahui media terbaik yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah dengan sistem *constructed wetland*. Variasi media yang digunakan dalam uji adalah tanah, pasir, batu serta pasir dan batu saja.

Berdasarkan Gambar 2. bahwa reaktor yang menggunakan media tanah mempunyai penurunan nilai BOD dan COD yang lebih tinggi dibanding dengan yang menggunakan

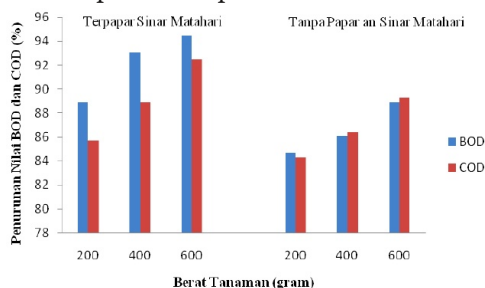
media pasir dan batu kerikil saja.



Gambar 2. Hasil penurunan nilai BOD dan COD variasi jenis media

Hasil penurunan nilai BOD dan COD pada limbah dengan media tanpa tanah (pasir dan batu) juga tinggi, hal ini berarti pasir dan batu juga mempunyai kemampuan yang cukup besar dalam mengolah limbah. Pada penelitian ini, tanah yang digunakan adalah tanah yang diambil di dekat sungai. Tanah mempunyai ukuran yang lebih kecil dibanding dengan media lainnya, sehingga luas permukaannya yang digunakan sebagai tempat tumbuh mikroorganisme semakin besar (Notodarmojo; 2005). Menurut Haridjadja (1980) tekstur tanah adalah distribusi besar butir-butir tanah atau perbandingan secara relatif dari besar butir-butir tanah. Butir-butir tersebut adalah pasir, debu dan liat. Pada pengolahan limbah, sangat dipengaruhi oleh kehidupan mikroorganisme. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa tanah merupakan media yang baik sebagai tempat tumbuh tanaman, media berkembangnya mikroorganisme, serta membantu dalam proses adsorpsi dari hasil biodegradasi.

Untuk penelitian berikutnya dilakukan pada dua tempat yaitu pada daerah yang terpapar sinar matahari dan tanpa paparan sinar matahari. Hasil yang diperoleh dari percobaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penurunan nilai BOD dan COD variasi paparan cahaya

Berdasarkan hasil penelitian, penurunan nilai BOD dan COD tertinggi terjadi pada media yang terpapar sinar matahari dengan berat tanaman 600 g. Penurunan BOD dan COD tertinggi tersebut adalah sebesar 94,44 dan 92,5%. Sedangkan penurunan terendah terjadi pada media tanpa paparan sinar matahari dengan

berat tanaman 200 g. Penurunan terendah tersebut adalah 84,72 dan 84,28 %.

Pada reaktor *constructed wetland* yang terpapar sinar matahari, penurunan nilai BOD dan CODnya lebih tinggi. Perbedaan penurunan tersebut diakibatkan oleh bantuan sinar matahari dalam mempercepat reaksi. Selain itu, fotosintesis akan berlangsung dengan baik dengan adanya bantuan dari sinar matahari. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Suriawiria (1993), yang menyebutkan bahwa temperatur akan dapat mempengaruhi reaksi, dimana setiap kenaikan suhu 10°C akan meningkatkan reaksi 2-3 kali lebih cepat.

Simpulan

Penurunan maksimum nilai BOD dan COD pada limbah cair industri tahu menggunakan tanaman hias *Cyperus papyrus* dengan sistem *constructed wetland* adalah sebesar 94,44 dan 92,5%. Penurunan maksimum terjadi pada reaktor yang mempunyai berat tanaman 600 g, dengan media tanah, pasir dan kerikil serta dalam keadaan terpapar sinar matahari.

Daftar Pustaka

- Djarwanti, Sartamtomo, dan Sukani. 2000. *Pemanfaatan Energi Hasil Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Laporan Penelitian. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang
- Djabu, U. 1991. *Pedoman Bidang Studi Pembuangan Tinja dan Air Limbah pada Institusi Pendidikan Sanitasi/Kesehatan Lingkungan*. Depkes: Jakarta
- EMDI-Bapedal. 1994. *Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia*. EMDI-BAPEDAL
- Husin, A. 2003. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biji Kelor (Moringa oleifera seeds) Sebagai Koagulan*. Laporan penelitian Dosen Muda. FT. USU. Medan
- Husin, A. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed*. Thesis. Program Pasca sarjana. USU. Medan
- Hindarko. 2003. Dalam Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius, L. dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-wetlands)*. Thesis. Ilmu Lingkungan. UNDIP. Semarang
- Lisnasari, S.F. 1995. *Pemanfaatan Gulma Air (aquatic Weeds) sebagai Upaya Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Thesis. Program Pasca Sarjana USU. Medan
- Metcalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Fourth Edition, International Edition. McGraw-Hill. New York
- Notodarmojo, S. 2005. *Pencemaran Tanah dan Air*. ITB. Bandung

- Rossiana, N. dan Adriastama, N.P. 2008. Kemampuan Lidi Air (*Thypha angustifolia L.*) dan Papyrus (*Cyperus papyrus L.*) dalam Menurunkan Kadar Amoniak, Nilai BOD dan COD Limbah Cair Minyak Bumi. *Jurnal Ilmiah*. UNPAD. Bandung
- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius, L. dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah permukaan (SSF- wetlands)*. Thesis. Ilmu Lingkungan. UNDIP. Semarang
- Tangahu, B.V. 2006. Studi Aliran Dalam *Constructed Wetland* Menggunakan Tanaman *Cyperus papyrus* dalam Mengolah Lindi. *Jurnal Purifikasi*. Teknik Lingkungan. ITS. Surabaya
- Tangahu, B.V. dan Warmadewanthi, I.D.A.A. 2001. Pengelolaan Limbah Rumah Tangga dengan Memanfaatkan Tanaman *Cattail (Typha angustifolia)* dalam Sistem *Constructed Wetland*. *Jurnal Purifikasi*. Vol. 2. No. 3. ITS. Surabaya
- Tay. 1990. *Biological Treatment of Soya Bean Waste*, dalam A. Husin. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reactor Fixed-Bed*. Thesis. USU. Medan
- Tobing, P.L. dan Loebis, S. 1994. *Penggunaan Betagen-Rispa untuk Pengendalian Limbah Pabrik Kelapa Sawit*. dalam A. Husin. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reactor Fixed-Bed*. THESIS. USU. Medan