

Reduction of TSS and ammonia in the tofu liquid waste by combined process biofilter mediated plastic and water plants for media of fish life

By :

Agus Amsah¹⁾, Budijono²⁾, M.Hasbi²⁾

Agus Amsah@yahoo.co.id

Abstract

This study was conducted in September-December 2013 in the factory know which is located on Jl. Build Kubang Kingdom Village Tarai Mining District of Kampar district in Riau Province. The purpose of this study was to determine the effectiveness of a decrease in TSS and ammonia wastewater know. The decrease in the concentration of TSS and ammonia made with plastic bottles of media biofilter system anaerobic-aerobic process plastic scrap plastic pieces containing medium and without (controls). Then proceed with the process of phytoremediation by water hyacinth and without media. The combined performance of the biofilter and phytoremediation of media is very effective to reduce the concentration of TSS and ammonia. This is evident from a decrease in the effectiveness of the TSS concentration during the observations ranged from 66.38 to 90.82% with an average concentration at the inlet of 411.4 mg / l to 57.2 mg / l. While the effectiveness of the reduction in ammonia concentrations ranged from 54.74 to 92.56% with an average concentration at the inlet of 13.16 mg / l to 4.28 mg / l. For other parameters also are in accordance with the quality standards that have been established, such as pH 7, temperature 28 0C, and DO of 3.76 mg / l. Further tests of the survival of fish and tilapia on the marsh Sepat wastewater that has been treated with a biofilter media and plastic bottles of water hyacinth respectively reached 87% and 70% except 47% of fish monitored.

Keywords: Biofilter, phytoremediation, wastewater

1. Students of the Faculty of fisheries and marine sciences, Riau University

2. Lecturer of the Faculty of fisheries and marine sciences, Riau University

PENDAHULUAN

Limbah cair industri tahu berpotensi menimbulkan pencemaran perairan. Hal ini tidak terlepas dari ketiadaan unit pengolahan yang dimiliki oleh industri tahu yang umumnya berskala rumah tangga. Jika pun ada, hanya sebatas kolam penampung. Buangan limbah cair tahu yang dihasilkan pun tergolong cukup banyak dengan kandungan polutan organik yang tinggi.

Polutan organik dalam limbah cair tahu dalam bentuk padatan yang tinggi

dapat mempengaruhi lingkungan perairan seperti TSS. Hal ini menurut Mispar (2001), karena dapat mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam badan air, sehingga menyebabkan gangguan pertumbuhan organisme produser. Menurut PerMen LH No.15 Tahun 2008 kandungan TSS yang boleh dibuang ke perairan tidak lebih dari 200 mg/l. Selain TSS, limbah cair tahu pun memiliki kandungan amoniak yang tinggi dari penguraian protein dan lemak dalam

kacang kedelai oleh mikroorganisme (bakteri).

Menurut Sutomo (1989), amoniak merupakan produk akhir dari metabolisme nitrogen yang bersifat beracun. Limbah cair yang mengandung amoniak dengan konsentrasi tinggi, terutama amonia bebas sangat toksik bagi biota akuatik (Limbong, 2005). Konsentrasi amoniak yang dapat mematikan ikan adalah $> 1 \text{ mg/l}$ (Satyani, 2001). Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah cair tahu untuk menurunkan kandungan TSS dan amoniak dalam limbah cair tahu.

Salah satu upaya untuk menurunkan TSS dan amoniak tersebut dengan proses pengolahan biologis seperti biofilter, dimana mikroorganisme tumbuh dan berkembang diatas suatu media yang dapat terbuat dari plastik, kerikil, yang di dalam operasinya dapat tercelup sebagian atau seluruhnya, atau yang hanya dilewati air saja (tidak tercelup sama sekali), dengan membentuk lapisan lendir untuk melekat di atas permukaan media tersebut sehingga membentuk lapisan biofilm (Herlambang, 2002).

Penggunaan biofilter dengan berbagai media seperti zeolit, ban bekas dan botol plastik berisikan arang bakau pada limbah cair tahu telah dilakukan, diantaranya oleh Ahmali (2009), Situmorang (2009), Gultom (2011), Yova (2011), Merdekawati (2012) dan Putra (2012). Namun dalam penelitian ini, media biofilter yang digunakan adalah botol plastik yang berisikan potongan plastik karena mampu menurunkan TSS dan amoniak yang lebih tinggi dari media lainnya. Hal ini berdasarkan dari penurunan TSS mencapai 90,34% (Saputra, 2013) dan amoniak 83,34% (Mantyasno, 2013) pada limbah cair RPH sapi Kota Pekanbaru. Selain itu, plastik juga memiliki keunggulan seperti umumnya sebagai limbah padat yang ketersediaannya melimpah, mudah

diperoleh, bersifat tahan lama dan ringan serta harganya murah.

Kualitas olahan limbah cair tahu dengan menggunakan biofilter bermedia botol plastik diperkirakan masih belum memenuhi syarat untuk kehidupan ikan secara umum. Untuk lebih meningkatkan kualitas limbah cair yang telah diolah tersebut, maka dilanjutkan dengan menggunakan konsep fitoremediasi. Menurut Supradata (2005), fitoremediasi merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (pasir, kerikil, tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

Tumbuhan air yang digunakan adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan jenis tanaman yang hidupnya mengapung di permukaan air. Jenis tanaman air ini dipilih karena kemampuan eceng gondok dalam menurunkan TSS mencapai 86,07% pada limbah cair tapioka (Sari, 1995) dan amonia sebesar 72.7% pada limbah cair PT. Capsugel Indonesia (Rahmaningsih, 2006).

Untuk lebih menyakinkan bahwa hasil olah limbah cair tahu dengan gabungan biofilter bermedia botol plastik dengan tumbuhan air tidak bersifat toksik bagi biota akuatik, maka dilakukan uji biologi pada ikan. Ikan yang digunakan sebagai uji biologi yaitu ikan nila (*Oreochromis niloticus*), sepat rawa (*Trichogaster trichopterus*) dan ikan pantau janggut (*Esomus sp*). Ketiga jenis ikan tersebut merupakan ikan yang dapat dikategorikan sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan seperti *Oreochromis niloticus* dan *Esomus sp* mewakili famili cyprinidae. Sementara, *Trichogaster trichopterus* masih dianggap sebagai ikan liar yang belum dibudidayakan, namun bernilai ekonomis, mudah diperoleh dan

toleran terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim.

Berdasarkan uraian diatas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas reduksi TSS dan amoniak dalam limbah cair tahu dengan gabungan proses biofilter bermedia botol plastik dan tanaman air; dan untuk mengetahui tingkat kelulushidupan ikan *Oreochromis niloticus*, *Trichogaster tricopterus*, dan *Esomus sp* yang dipelihara dalam limbah cair tahu yang telah diolah tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - Desember 2013 di pabrik tahu yang terletak di Jl. Kubang Raya Desa Tarai Bangun Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Analisis parameter limbah cair dilakukan di Laboratorium Ekologi Perairan Universitas Riau Pekanbaru, Pekanbaru. Sedangkan analisis total bakteri dilakukan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menguji cobakan gabungan proses biofilter bermedia botol plastik dengan tanaman air dengan menggunakan enam unit reaktor, dimana tiga unit reaktor biofilter diisi dengan media botol plastik dan tiga unit reaktor sebagai kontrol (tanpa media). Hasil pengolahan limbah cair tahu dengan proses biofilter dilanjutkan ke unit fitoremediasi, dimana hanya 1 unit fitoremediasi yang berisikan tanaman air eceng gondok, sedangkan 1 unit lainnya tanpa diisikan tanaman air. Parameter limbah cair tahu yang dianalisis adalah TSS, amoniak, suhu, pH, oksigen terlarut (DO).

Media Biofilter

Media biofilter yang digunakan adalah botol plastik yang dirangkai saling

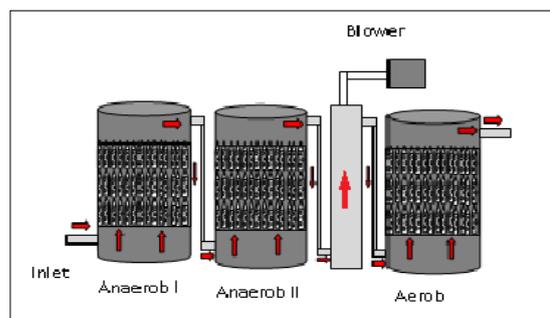
berkaitan dengan menggunakan *Cable Tie* dan diisi dengan potongan plastik dengan ukuran 2 cm (L) x 12 cm (P) sebanyak 11 potong. Jumlah rangkaian plastik bekas yang digunakan yaitu 9 rangkaian, dimana 6 rangkaian dimasukkan ke dalam 2 reaktor biofilter anaerob dan 3 rangkaian ke dalam reaktor biofilter aerob. Satu rangkaian plastik bekas terdiri dari 60 botol plastik yang berisikan potongan botol plastik. Botol plastik bekas yang digunakan disusun sesuai dengan reaktor yang digunakan dengan ketinggian mencapai 50 cm. Rangkaian botol plastik yang digunakan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Botol Plastik dan Media Isi Potongan Plastik yang Digunakan.

Model Reaktor Biologis

Reaktor biologis yang digunakan terbuat dari drum plastik dengan ukuran tinggi 80 cm dan diameter 55 cm. Reaktor pengolahan yang digunakan dilengkapi dengan lubang inlet dan lubang outlet yang terletak pada ketiga reaktor. Model reaktor yang digunakan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaktor Biofilter yang Digunakan

Peralatan pendukung yang diperlukan adalah blower 1 unit, max 3 m, 2 batang paralon PVC 1", 3 unit elbow PVC 1/2", 6 unit elbow PVC 1", 6 socket drat dalam, 3 unit kran PVC 3/4", 3 gulung selotif, 1 pasta lem PVC, gergaji besi, meteran, ampelas, dan 2 unit drum penampung

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel limbah cair tahu yang berasal dari segala aktifitas proses pembuatan tahu. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian untuk mendukung lancarnya penelitian adalah akuarium, drum plastik, botol plastik bekas, botol sampel, DO meter, spuit, ember, pipet tetes, gelas ukur, termometer, spektrofotometer.

Lokasi pengambilan sampel kualitas air dibagi menjadi lima stasiun yaitu :

T1= Limbah cair tahu sebelum diolah (Inlet)

T2= Limbah cair tahu yang telah melalui reaktor biofilter media botol plastik proses anaerob-aerob

T3= Limbah cair tahu yang telah melalui reaktor biofilter tanpa media botol plastik proses anaerob-aerob

T4= Limbah cair yang telah melalui unit bak Eceng gondok

T5= Limbah cair yang telah melalui unit bak tanpa Eceng gondok

Analisis parameter kualitas air kadar TSS dan amoniak untuk mengetahui peningkatan efektifitasnya selama lima minggu pengamatan dihitung dengan menggunakan rumus:

❖ EP nitrat dan fosfat

$$EP = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100 \%$$

Keterangan:

EP=Nilai efektifitas peningkatan (TSS, amoniak)

C_{in} = Konsentrasi polutan organik (TSS, amoniak) di inlet

C_{out} = Konsentrasi polutan organik (TSS, amoniak) di outlet

Untuk mengetahui seberapa besar efektifitas reduksi TSS dan amoniak dilakukan uji biologi terhadap ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sepat rawa (*Trichogaster trichopterus*) dan Pantau janggut (*Esomus* sp) dengan melihat tingkat kelulus hidupan ikan tersebut dengan menggunakan rumus:

❖ Kelulushidupan ikan

Untuk mengetahui tingkat kelulushidupan ikan menggunakan persamaan Effendie (1979) dalam Yanie (2013), yaitu:

$$\text{Kelulushidupan ikan} = \frac{\text{Jumlah ikan hidup}}{\text{Jumlah ikan keseluruhan}} \times 100 \%$$

Data primer berupa kualitas air ditabulasikan ke dalam bentuk tabel dan dianalisa secara deskriptif. Hasil pengukuran kualitas limbah cair tahu dibandingkan dengan literatur yang mendukung dan PerMenLH No.15/2008 mengenai Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ TSS

Konsentrasi TSS selama lima minggu pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Pengamatan	Reaktor Biofilter Bermedia Botol Plastik + Eceng gondok					
	Konsentras TSS (mg/l)			Efektifitas TSS (%)		
	T1	T2	T4	T1-T2	T2-T4	T1-T4
1	351	118	82	66,38	30,51	66,38
2	437	96	74	78,03	22,91	78,03
3	416	76	53	81,73	30,26	87,25
4	361	62	41	82,97	33,87	88,73
5	392	53	36	86,48	30,77	90,82

Pengamatan	Reaktor Biofilter Tanpa Media Botol Plastik + Tanpa Eceng gondok					
	Konsentrasi TSS (mg/L)			Efektifitas TSS (%)		
	T1	T3	T5	T1-T3	T3-T5	T1-T5
1	351	215	210	38,75	2,33	40,17
2	437	236	227	45,99	3,81	48,05
3	416	221	215	46,88	2,71	48,31
4	361	218	209	40,11	4,13	42,58
5	392	206	203	47,45	1,46	48,21

Sumber : Data Primer

Konsentrasi TSS pada T1 reaktor bermedia dan tanpa media adalah sama.

Hal ini terjadi karena titik pengambilan sampel pada T1 yang sama yaitu pada bak penampungan limbah sementara sebelum diolah dengan reaktor pengolahan. Selain itu konsentrasi TSS pada T1 juga mengalami fluktuasi, yang disebabkan oleh jumlah dan kualitas kedelai yang diolah tiap harinya juga berbeda-beda. Semakin banyak jumlah kedelai yang diolah, maka akan semakin banyak menghasilkan padatan tersuspensi yang berasal dari kulit kedelai dan sisa potongan tahu yang akan menyebabkan konsentrasi TSS semakin tinggi pula.

Berdasarkan tabel di atas juga terlihat bahwa selama pengolahan dengan proses anaerob-aerob, konsentrasi TSS di T2 (*Outlet* reaktor anaerob-aerob bermedia) dan T3 (*Outlet* reaktor anaerob-aerob tanpa media) sama-sama mengalami penurunan. Efektivitas reduksi konsentrasi TSS pada reaktor anaerob-aerob bermedia (T1-T2) lebih tinggi dan terus meningkat. Efektivitas reduksi TSS berkisar antara 66,38-86,48%. Sedangkan efektivitas penurunan konsentrasi TSS pada reaktor anaerob-aerob tanpa media (T1-T3) lebih rendah. Efektivitas reduksi konsentrasi TSS berkisar antara 38,75-47,45%. Penurunan TSS pada reaktor biofilter bermedia botol plastik yang berisikan potongan-potongan plastik proses anaerob-aerob bermedia (T2) maupun pada reaktor tanpa media (T3) disebabkan oleh adanya aktifitas bakteri yang bekerja menguraikan polutan organik.

Hasil pengolahan dengan proses fitoremediasi nilai konsentrasi TSS juga menunjukkan penurunan konsentrasi TSS baik pada fitoremediasi berisikan tanaman air maupun tanpa tanaman air. Penurunan konsentrasi TSS pada fitoremediasi bermedia (T4) berkisar antara 53-118 mg/l pada inlet hingga 36-82 mg/l pada outlet dengan efektifitas reduksi TSS antara 22,91-33,87%. Sedangkan penurunan konsentrasi TSS pada fitoremediasi tanpa media (T5) berkisar antara 206-236 mg/l

pada inlet hingga 203-227 mg/l pada outlet dengan efektifitas reduksi TSS antara 1,46-3,81%. Penurunan konsentrasi TSS pada bak fitoremediasi bermedia (T4) tidak terlepas dari kemampuan tanaman air (*eceng gondok*) dalam menahan padatan tersuspensi melalui akar dan batang *eceng gondok*.

Berdasarkan hasil penelitian, teknologi pengolahan kombinasi biofilter anaerob-aerob dengan fitoremediasi berisi tanaman air (T1-T4) dapat penurunan konsentrasi TSS limbah cair tahu pada setiap pengamatan dengan efektifitas pengolahan 66,38-90,82%, dengan konsentrasi TSS rata-rata pada outlet 29,67 mg/l. Hal ini sudah sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan pada PerMenLH No.15/2008, bahwa konsentrasi TSS yang boleh dibuang ke dalam perairan tidak lebih dari 200 mg/L. Sehingga hasil olahan limbah cair tahu ini aman untuk di buang ke suatu perairan.

❖ Amoniak

Konsentrasi amoniak selama lima minggu pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Pengamatan	Reaktor Biofilter Bermedia Botol Plastik + Eceng gondok					
	Konsentrasi Amoniak (mg/L)			Efektifitas Pengolahan Amoniak (%)		
	T1	T2	T4	T1-T2	T2-T4	T1-T4
1	13,7	7,6	6,2	44,53	18,42	54,74
2	14,4	8,4	6,4	41,67	17,86	55,56
3	13,2	6,5	3,6	50,76	44,62	72,73
4	12,4	3,2	2,5	74,19	21,88	79,84
5	12,1	1,4	0,9	88,43	35,71	92,56
Pengamatan	Reaktor Biofilter Tanpa Media Botol Plastik + Tanpa Eceng gondok					
	Konsentrasi Amoniak (mg/L)			Efektifitas Pengolahan Amoniak (%)		
	T1	T3	T5	T1-T3	T3-T5	T1-T5
1	13,7	12,1	11,7	10,37	3,31	13,33
2	14,4	11,7	11,2	13,97	4,27	17,65
3	13,2	10,4	10,1	22,96	2,88	25,19
4	12,4	9,6	9,3	28,36	3,13	30,60
5	12,1	7,8	7,6	41,35	2,56	43,28

Sumber : Data Primer

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa konsentrasi amoniak air limbah cair tahu sebelum diolah (T1) pada reaktor bermedia dan tanpa media adalah sama. Hal ini disebabkan oleh titik

pengambilan sampel yang sama yaitu pada drum penampungan sebelum air limbah dialirkan ke dalam reaktor pengolahan. Selain itu konsentrasi amoniak T1 mengalami fluktuasi, perbedaan jumlah dan kandungan bahan organik dan jumlah organisme pengurai bahan organik yang terdapat di dalam limbah cair tahu. Berbedanya kandungan bahan organik tersebut disebabkan karena tidak tetapnya jumlah kedelai dan kualitas kedelai yang diolah per harinya. Semakin banyak bahan organik yang didekomposisi oleh mikroorganisme, maka akan semakin tinggi amoniak yang dihasilkan.

Selanjutnya, setelah dilakukan pengolahan dengan proses anaerob-aerob, konsentrasi amoniak mengalami penurunan baik pada reaktor bermedia (T2) maupun tanpa media (T3). Proses penurunan konsentrasi amoniak adalah dengan memanfaatkan aktivitas metabolisme bakteri anaerob. Pengujian kinerja alat reaktor anaerob-aerob bermedia (T1-T2) ditunjukkan dengan penurunan kadar amoniak pada minggu pertama sebesar 7,6 mg/l, hingga minggu ke-5 menjadi 1,4 mg/l dengan efektifitas pengolahan antara 44,53-88,43 %. Sedangkan kinerja anaerob tanpa media (T1-T3) sama-sama menurunkan kadar amoniak namun konsentrasi yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan anaerob bermedia yaitu berkisar 11,7 mg/l pada pengamatan pertama dan 7,6 mg/l pada pengamatan ke-5 dengan efektifitas pengolahan pada antara 10,37-41,35 %.

Setelah melalui pengolahan dengan proses anaerob-aerob, pengolahan cair tahu limbah dilanjutkan dengan proses fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok. Hasil pengolahan dengan proses fitoremediasi juga menunjukkan penurunan konsentrasi amoniak baik pada fitoremediasi berisikan tanaman air maupun tanpa tanaman air. Penurunan konsentrasi amoniak setelah mengalami

pengolahan pada fitoremediasi berisikan tanaman air (T4) selama pengamatan sebesar 6,2-0,9 mg/L dengan efektifitas pengolahan antara 17,86-44,62 %. Sedangkan pada fitoremediasi tanpa tanaman air (T5) penurunan amoniak dari pengamatan pertama hingga pengamatan kelima sebesar 11,7-7,6 mg/L dengan efektifitas pengolahan antara 2,56-4,27 %.

Penurunan konsentrasi amoniak pada reaktor anaerob-aerob bermedia (T2) disebabkan oleh adanya media dalam reaktor anaerob-aerob yang menyebabkan terbentuknya lapisan *biofilm* yang berfungsi menguraikan amoniak dalam limbah cair tahu. Penurunan konsentrasi amoniak ini disebabkan oleh perkembangan bakteri pada media botol plastik yang digunakan dalam reaktor seiring dengan pengaliran air limbah secara kontinyu. Perkembangan bakteri pada media membentuk lapisan *biofilm* yang bersifat sebagai biofilter.

Adanya penurunan konsentrasi amoniak yang pada proses fitoremediasi bermedia eceng gondok menunjukkan tumbuhan eceng gondok tersebut mampu menurunkan konsentrasi amoniak dalam limbah cair tahu yaitu melalui penyerapan akar tumbuhan tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Walverton *et al.* dalam Anonim (1986) bahwa eceng gondok mempunyai kemampuan menyerap unsur hara dari air limbah dalam jumlah yang besar. Selanjutnya Street dan Bielecki, 1974 dalam Anonim (1996) bahwa struktur tumbuhan eceng gondok tua mempunyai struktur akar yang lebih besar dan banyak sehingga penyerapan terhadap kandungan amoniak tentunya lebih besar.

Nilai penurunan amoniak bila dikombinasikan reaktor anaerob-aerob dengan fitoremediasi bermedia (T1-T4) maka didapatkan total efektifitas penurunan mencapai 92,56 % dengan kadar amoniak diakhir pengolahan 0,9 mg/l. Kadar ini sudah mencapai baku mutu yang telah ditetapkan pada Kep-

122/MENLH/10/2004 bahwa baku mutu kadar amoniak untuk kegiatan industri berkisar 5 mg/l. Sedangkan kadar amoniak bila dikombinasikan reaktor anaerob-aerob dengan fitoremediasi tanpa media (T1-T5) masih berada diatas baku mutu yaitu sebesar 7,6 mg/l.

Parameter Kualitas Air Pendukung

❖ Suhu

Suhu adalah derajat panas air yang dinyatakan dalam derajat Celcius (SNI, 1991). Pengukuran suhu sewaktu penelitian selama lima minggu pengamatan dapat pada Tabel 3.

Pengamatan (minggu)	Titik Pengamatan				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	34	30	30	28	28
2	34	31	29	28	29
3	32	28	28	28	28
4	30	28	28	28	28
5	30	28	28	28	28
rata-rata (°C)	32	29	28,6	28	28,2

Sumber: Data primer

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan suhu pada inlet selama lima minggu pengamatan rata-rata 32 °C. Tingginya nilai suhu pada buangan limbah cair tahu berasal dari pemasakan kacang kedelai, yaitu proses perebusan kacang kedelai. Menurut Herlambang (2002), suhu limbah cair tahu pada umumnya lebih tinggi dari air baku untuk proses produksi tahu, yaitu 40 – 45 °C.

Namun nilai suhu mengalami penurunan pada outlet reaktor anaerob-aerob dan bak fitoremediasi, hal ini disebabkan karena adanya pengaliran limbah cair tahu secara kontinu dari reaktor anaerob menuju reaktor aerob serta adanya kontak langsung dengan udara pada saat berada di reaktor aerob yang terbuka.

Setelah melalui pengolahan dengan reaktor biofilter bermedia botol plastik proses anaerob-aerob suhu limbah cair tahu mengalami penurunan yang signifikan. Suhu limbah cair tahu rata-rata yaitu 28 -31°C merupakan suhu normal

sehingga dapat mendukung pertumbuhan optimal mikroorganisme air yang terdapat dalam limbah cair tahu. Menurut Hutabarat dan Evans (1985) yang menyatakan bahwa kisaran suhu optimum bagi kehidupan organisme perairan adalah 25 – 32 °C. Sedangkan Barus (2002) menyatakan suhu air yang baik dalam perairan untuk kehidupan ikan yaitu berkisar 23 – 32 °C.

❖ Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) merupakan parameter yang dianalisis untuk mengetahui besaran tingkat keasaman atau kebasaaan dari suatu larutan yang dinyatakan dengan konsentrasi ion hydrogen terlarut. Pengukuran pH sewaktu penelitian adalah 4-7. Dapat dilihat pada tabel 4.

Pengamatan (minggu)	Titik Pengamatan				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	4	6	6	7	7
2	5	7	7	7	7
3	5	7	7	7	7
4	4	6	7	7	7
5	4	6	6	7	7
Rata-rata	4,4	6,4	6,6	7	7

Sumber: Data Primer

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan pH pada inlet rata - rata 4,4. Nilai pH ini merupakan awal masuknya limbah cair tahu yang akan diolah. Rendahnya nilai pH ini menunjukkan bahwa limbah cair tahu bersifat asam. Hal ini sesuai pernyataan Herlambang (2002), pada umumnya konsentrasi ion hidrogen cukup tinggi sehingga buangan limbah cair tahu cenderung bersifat asam. Limbah cair tahu yang bersifat asam ini berkaitan erat dengan proses pembuatan tahu dengan cara mengekstraksi protein, kemudian menggumpalkannya, sehingga terbentuk padatan protein (Hartati, 1994). Selama penelitian ini berlangsung pengrajin tahu menggunakan asam cuka (CH₃COOH) sebagai bahan penggumpalan.

Setelah dilakukan pengolahan dengan gabungan biofilter bermedia botol plastik dan eceng gondok ternyata mampu meningkatkan pH limbah cair tahu menjadi 7. Peningkatan pH pada reaktor aerob selama lima minggu pengujian diduga karena aktifitas mikroorganisme (bakteri) metanogenik. Bakteri metanogenik memerlukan asam asetat, CO₂ dan ion hidrogen (H₂) dalam pembentukan gas metana. Penurunan kandungan asam asetat, CO₂ dan ion hidrogen akan meningkatkan pH limbah cair tahu.

Secara umum, nilai pH limbah cair tahu yang berkisar 4 - 7 selama lima minggu pengujian dapat mendukung kehidupan mikroorganisme pada reaktor anaerob – aerob dan tumbuhan eceng gondok. Said dan Hidayati (2002) menyatakan bakteri umumnya memiliki kondisi pertumbuhan antara 4 - 9,5 dengan pH optimum 6,5 - 7,5. Selanjutnya Gerbano (2005) menyebutkan, tempat tumbuh yang ideal bagi tanaman eceng gondok adalah perairan yang dangkal dan berair keruh, dengan kondisi pH berkisar 4-12.

❖ Oksigen Terlarut (DO)

Kondisi oksigen terlarut (DO) selama 5 minggu pengujian pada inlet bervariasi, yaitu 1,3-1,8 mg/l dengan rata-rata 1,6 mg/l dapat dilihat pada Tabel 5.

Pengamatan (Minggu)	Titik Pengamatan				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	1,3	4,2	4,2	3,8	4,2
2	1,4	3,8	4,3	3,7	4,2
3	1,7	3,2	4,0	3,8	4,0
4	1,8	4,0	4,0	3,8	4,0
5	1,8	3,8	4,2	3,7	4,2
Rata-rata(mg/l)	1,6	3,8	4,14	3,76	4,12

Sumber: Data primer

Rendahnya nilai DO pada inlet diakibatkan kandungan polutan yang ada dalam limbah cair tahu sangat tinggi. Kemudian nilai DO mengalami kenaikan setelah diolah dengan proses anaerob-aerob baik pada reaktor bermedia dan

tanpa media. Peningkatan nilai oksigen terlarut tersebut karena adanya suplai oksigen dari proses aerasi pada reaktor aerob. Penambahan oksigen dibutuhkan ketika pengolahan dilakukan secara aerob. Tetapi untuk proses anaerob tingginya DO dapat menyebabkan kegagalan bakteri dalam mendegradasi polutan organik (Silalahi, 2012).

Pengolahan dengan gabungan reaktor bermedia botol plastik proses anaerob-aerob dan eceng gondok mampu menaikkan nilai oksigen menjadi 3,76 mg/l. Menurut Salmin (2005), kandungan oksigen terlarut minimum yang dapat mendukung kehidupan ikan adalah 2 mg/l dalam keadaan normal. Selanjutnya Ryding dan Rast (*dalam* Krismono, 2003) yang menyatakan bahwa kandungan oksigen terlarut yang tidak mengganggu kehidupan organisme yang ada diperairan tidak boleh kurang dari 3 mg/l.

❖ Kelulushidupan Ikan Uji

Persentase kelulushidupan ikan uji selama pengamatan dapat dilihat pada Tabel 6.

Minggu	Persentase Kelulushidupan Ikan (%)					
	Pengolahan Bermedia			Pengolahan Tanpa Media		
	Pantau	Nilai	Sepat rawa	pantau	Nilai	Sepat rawa
I	0	0	0	0	0	0
II	0	6,67	23,33	0	0	0
III	20	40	63,33	0	0	0
IV	13,33	30	50	0	0	0
V	46,67	70	86,67	0	0	0

Sumber : Data Primer

Dari data Tabel 6 dapat dilihat pada pengamatan pertama semua jenis ikan uji mengalami kematian. Hal ini disebabkan belum maksimal kinerja gabungan reaktor biofilter bermedia botol plastik proses anaerob-aerob dan eceng gondok dimana kadar TSS dan amoniak dalam limbah cair tahu yang diolah masih tinggi sehingga belum mendukung untuk kehidupan ikan. Namun setelah memasuki pengamatan kedua sampai kelima kinerja reaktor biofilter kombinasi anaerob-aerob dengan tumbuhan eceng gondok

mengalami perubahan yang sangat signifikan dan mulai berkembangnya koloni mikroba pada media botol plastik sehingga dapat menurunkan kandungan TSS dan amoniak dalam limbah cair tahu.

Dari pengamatan pertama sampai pada pengamatan kelima persentase kelulushidupan ikan Pantau berkisar 13,3 – 46,67%, ikan Nila berkisar 6,67 - 70% dan ikan sepat rawa 23,33 - 86,67%. Hal ini didukung dengan semakin menurunnya kadar TSS dan amoniak pada limbah cair tahu setelah diolah. Pada akhir pengolahan konsentrasi TSS sebesar 36 mg/l dan amoniak 0,9 mg/l. Dimana kadar ini telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan menurut PerMen LH No.15 Tahun 2008. Selain itu nilai pH 7, suhu 28 °C, dan DO 3,76 mg/l juga telah mendukung untuk kehidupan ikan uji.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan kombinasi biofilter bermedia botol plastik proses anaerob – aerob dengan tumbuhan eceng gondok mampu menurunkan lebih tinggi konsentrasi TSS.

Konsentrasi TSS, amoniak dan suhu yang diturunkan telah memenuhi baku mutu (PerMenLH No.15/2008), begitu juga dengan peningkatan pH, dan DO.

Hasil olahan limbah cair tahu telah mampu mendukung kehidupan ikan (Nila, Sepat rawa dan Pantau janggut) seiring dengan penurunan TSS, amoniak dan suhu begitu juga dengan parameter lainnya seperti peningkatan pH dan DO.

Saran

Untuk penelitian lanjutan disarankan variasi jenis, bentuk dan ukuran media, dan jumlah unit reaktor. Selain itu, disarankan dengan variasi tanaman air yang digunakan selain eceng gondok seperti tanaman yang dikategorikan *submerged plants* termasuk memvariasikan ikan uji yang lebih sensitif

terhadap perubahan lingkungan dan bernilai ekonomis tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan S.S. Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya. 309 halaman.
- Anam, M., E. Kurniati. 2011. Penurunan Kandungan Logam Pb dan Cr *Leachate* Melalui Fitoremediasi Bambu Air (*Equisetum Hyemale*) dan Zeolit. Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Balch. 1979. *Wastewater Microbiology*. Wiley-Liss. New York. American.
- Effendie, M.I. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius Yogyakarta. 249 halaman.
- Gultom, S. 2011. Efektifitas Ban Bekas Sebagai Media Biofilter dengan Sistem Anaerob-Aerob dalam Menurunkan Kadar Polutan Organik pada Limbah Cair Industri Tahu. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.
- Herlambang, A. 2002. Pengaruh Pemakaian Biofilter Struktur sarang Tawon pada Pengolahan Limbah Organik Sistem Kombinasi Anaerobik-aerobik. Desertasi Program Pasca Sarjana IPB. Bogor. 304 hal.
- Kiatuddin, M. A. 2003. Melestarikan Sumberdaya Air Dengan Teknologi Rawa Buatan

- Tanaman *Eichhornia crassipes*. Gajah Mada University Press.
- Merdekawati, D. 2012. Reduksi Padatan Tersuspensi dan Terlarut Dalam Limbah Cair Tahu Dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob Bermedia Ban Mobil Bekas terhadap Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.
- Ningsih. H. R. 2006. Kajian Penggunaan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Pada Penurunan Senyawa Nitrogen Efluen Pengolahan Limbah Cair PT. Capsugel Indonesia. IPB.
- Nurhasan dan Pramudyanto, B. 1987. Pengolahan Air Buangan Industri tahu. Yayasan Bina Laestari dan WALHI, Semarang. 37 halaman.
- Rossiana. 2006. Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Anaerob dan Aerob. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sari, R, M. 1995. Pengolahan Limbah Cair Tapioka Secara Biologis Menggunakan Eceng Gondok, *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms, dan Mikroba Rizosfirnya. S2 Biologi. Institut Teknologi Bandung.
- Sastrawidjaya, A. T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta
- Sitanggang, B.P.H. 2012. Penurunan TSS dan TDS Air Limbah Rumah Potong Hewan Sapi Kota Pekanbaru dengan Proses Biofilter Bermedia Botol Plastik Bekas Untuk Media Hidup Ikan Budidaya. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan UNRI, Pekanbaru.
- Suhermanto, 2003. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Menurunkan Zat Organik Limbah Tahu di Kota Jambi Tahun 2003. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatra Utara.
- Suriawiria. 2005. Bioremediasi Limbah Cair Dengan Sistem Simulasi Tanaman Air Pada Rawa Buatan. Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatra Utara.
- Sutomo, 1989. Pengaruh Amoniak Terhadap Ikan Dalam Budidaya System Tertutup. *Pewarta Oseana XIV (1): 19-26 Hal.*
- Suyanto, R. 1994. Nila. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Syafriadiman., A. Niken dan Saberina. 2005. *Prinsip Dasar Pengelolaan Kualitas Air*. MM Press CV. Mina Mandiri, Pekanbaru.
- Wardoyo, S. 1981. Analisis Dampak Lingkungan Suatu Proyek Terhadap Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. IPB Bogor. 208 hal.