

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DARI INDUSTRI KECIL
PENGOLAHAN TAHU SECARA BIOFILTRASI MENGGUNAKAN
ENCENG GONDOK (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms)**

Poppy Arsil, Supriyanto

ABSTRAK

Sebagian besar industri tahu merupakan industri rumah tangga yang belum memiliki unit pengolahan limbah. Padahal sebanyak 1,5-3 m³ limbah cair akan dihasilkan untuk setiap pengolahan satu kuintal kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah cair tahu secara biofiltrasi dengan menggunakan enceng gondok sebagai unit pengolahan limbah yang mudah dan murah bagi industri kecil tahu dan membuat model matematika dari pengolahan limbah cair tahu secara biofiltrasi menggunakan enceng gondok.

Penelitian menggunakan bak kaca kapasitas 60 liter dengan komposisi enceng gondok menutupi 50% luas permukaan bak penampung dan limbah cair tanpa enceng gondok. Debit pompa sebesar 163,10⁻⁶ m³/dtk dengan lama aerasi 6 menit 6 detik dan waktu aerasi setiap 6 jam. Variabel yang diamati adalah warna, dan bau, sedangkan variabel yang diukur adalah suhu, pH, BOD, COD, dan TSS yang dilakukan setiap 2 hari selama 6 hari waktu retensi. Hasil penelitian menunjukkan pengolahan limbah cair tahu secara biofiltrasi menggunakan enceng gondok pada waktu retensi 6 hari mengalami penurunan nilai BOD sebesar 68,06% dan nilai COD sebesar 72,76%, serta mengalami peningkatan nilai TSS sebesar 7,29% dan nilai pH sebesar 47,56%. Model matematika yang dihasilkan dari analisis regresi adalah: BOD (mg/l) = - 447,878 - 11,706 jenis perlakuan - 11,629 warna + 11,378 bau + 21,307 suhu (°C); COD (mg/l) = 1220,602 - 149,330 waktu retensi (hari) + 317,602 jenis perlakuan - 93,295 warna; TSS (mg/l) = - 4,543 + 0,079 waktu retensi (hari) + 0,210 jenis perlakuan + 0,085 warna + 0,117 bau + 0,177 suhu (°C); dan pH = 2,306 + 0,559 waktu retensi (hari) - 0,427 jenis perlakuan - 0,133 warna + 0,560 bau.

Kata kunci: *limbah cair tahu, biofiltrasi, enceng gondok, model matematika.*

A. PENDAHULUAN

Prinsip pembuatan tahu adalah mengekstrak protein kedelai melalui penggilingan biji kedelai menggunakan air. Konsumsi kedelai masyarakat Indonesia setiap tahunnya mencapai 2,24 juta ton (BPS, 2006). Lebih dari separuh konsumsi kedelai digunakan untuk bahan baku pembuatan tahu (Sarwono, 1989 *dalam* Herlambang dan Said, 2001). Setiap kwintal kedelai yang digunakan untuk pembuatan tahu menghasilkan air limbah 1,5-2 m³ (Nurhasan dan Pramudyanto, 1991), sehingga dapat diperkirakan setiap tahun akan dihasilkan limbah cair tahu lebih dari 16,8 juta ton.

Besarnya volume limbah yang dihasilkan akan menjadi masalah jika melebihi daya dukung lingkungan. Efek negatif yang mungkin timbul seperti bau busuk, merembesnya air limbah mencemari air tanah, penyakit gatal dan diare jika tercemar ke dalam air sungai yang dimanfaatkan manusia.

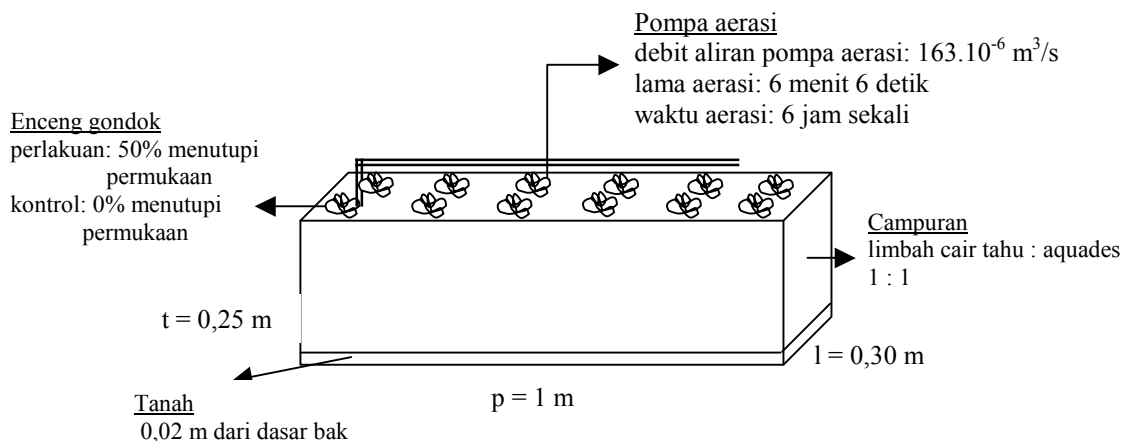
Sebagian besar industri tahu merupakan industri kecil sehingga pengolahan air limbah menjadi beban ekonomi bagi proses produksi selain keterbatasan sumberdaya yang ada. Effendi (1984) menggunakan biofiltrasi dengan enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan kapu-kapu (*Salvinia molesta*) untuk mengolah limbah cair tapioka. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan BOD sebesar 76,38%, TSS sebesar 80,77%, dan peningkatan pH sebesar 88,25%. Sehingga penelitian ini bertujuan mengolah limbah cair tahu secara biofiltrasi dengan menggunakan enceng gondok sebagai unit pengolahan limbah yang mudah dan murah bagi industri kecil tahu dan membuat model matematika dari pengolahan limbah cair tahu secara biofiltrasi menggunakan enceng gondok.

B. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Pertanian dan Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman. Penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu: (1) Penelitian pendahuluan yang meliputi: penentuan debit aliran, lama aerasi, dan waktu aerasi yang tepat dengan menggunakan parameter BOD, (2) penelitian utama mengkaji pengaruh komposisi penutupan permukaan kolam dengan faktor 50 persen tertutupi enceng gondok dan kontrol tanpa menggunakan enceng gondok. Penelitian dilakukan dari November 2006 sampai Juni 2007.

Bahan yang digunakan adalah limbah cair tahu dari pengrajin tahu di desa Kalikidang Kecamatan Sokaraja, Kabupaten Banyumas, tanah sebagai filter fisik diambil dari sekitar lokasi limbah cair tahu, enceng gondok sebagai biofilter didapatkan dari laboratorium Fakultas Biologi, UNSOED dan aquades.

Alat yang digunakan adalah corong dan gayung, jerigen besar dan gelas plastik, ember besar, bak kaca kapasitas 60 liter, alat laboratorium, pompa aerasi, kamera, serta alat pelengkap lainnya. Adapun desain alat dapat dilihat pada Gambar 1.



Lama waktu tinggal/waktu retensi

1. L_1 : 0 hari
2. L_2 : 2 hari
3. L_3 : 4 hari
4. L_4 : 6 hari

Gambar 1. Desain alat

Parameter yang diukur adalah: suhu, pH, BOD, COD, dan TSS. Parameter yang diamati adalah warna dan bau yang dilakukan setiap 2 hari sekali hingga mencapai waktu retensi 6 hari.

Data penelitian terdiri dari 2 jenis data, kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dan kuantitatif dibandingkan dengan Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) Tahu dan Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Jenis C (Lampiran 1). Data kuantitatif yang meliputi suhu, pH, BOD, COD, dan TSS dianalisis menggunakan regresi yang terdiri dari uji F, uji T, dan model regresinya.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui besarnya debit aliran dari pompa aerasi yang digunakan, lama aerasi, dan waktu aerasi. Nilai debit aliran pompa aerasi yang diperoleh sebesar $163 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$. Lama aerasi ditetapkan 6 menit 6 detik berdasarkan lama waktu yang dibutuhkan untuk mengaerasi air limbah sebanyak 60 l. Selanjutnya lama aerasi akan digunakan untuk menentukan waktu aerasi terbaik. Variasi waktu aerasi yang digunakan adalah setiap 4 jam, 6 jam, 8 jam, dan 10 jam selama 2 hari. Parameter yang diukur adalah BOD, sebagai indikator pencemaran organik. BOD diukur pada hari ke-0 dan hari ke-2. Persentasi penurunan BOD dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh variasi waktu aerasi terhadap persentase penurunan BOD

Variasi waktu aerasi	Lama aerasi	BOD (mg/l)	Persentase penurunan (%)
4 jam	Hari ke-0	138	21,739
	Hari ke-2	108	
6 jam	Hari ke-0	129	50,388*
	Hari ke-2	64	
8 jam	Hari ke-0	116	22,414
	Hari ke-2	90	
10 jam	Hari ke-0	134	4,478
	Hari ke-2	128	

Waktu aerasi yang digunakan pada penelitian utama adalah waktu aerasi terbaik yaitu setiap 6 jam dengan persentase penurunan BOD sebesar 50,388%.

2. Penelitian Utama

Penelitian utama menggunakan lama aerasi 6 menit 6 detik dengan waktu aerasi setiap 6 jam. Pengamatan dilakukan setiap 2 hari hingga mencapai waktu retensi 6 hari.

a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD merupakan salah satu indikator pencemar di dalam air yang disebabkan oleh limbah organik. Proses pengolahan limbah cair tahu secara biofiltrasi baik yang menggunakan enceng gondok sebagai biofilter maupun tidak, sama-sama menurunkan BOD. Persentase penurunannya BOD dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1.

Tabel 2. Persentase penurunan BOD

Hari ke-	Jenis Perlakuan	BOD (mg/L)	Persentase penurunan (%)
0	EG	131,5	0
	TEG	104,5	0
2	EG	77	41,44
	TEG	73	30,15
4	EG	74	43,72
	TEG	65	37,08
6	EG	42	68,06
	TEG	61,5	41,15

Keterangan:

EG = Enceng gondok menutupi 50 persen permukaan kolam
 TEG = Tanpa enceng gondok



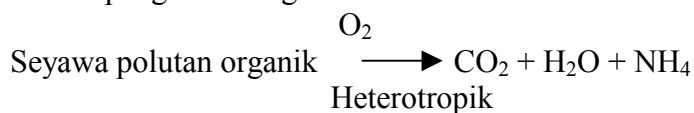
Gambar 2. Nilai BOD pada berbagai jenis perlakuan selama 6 hari waktu retensi.

Gambar 2 menunjukkan penurunan kadar BOD pada limbah cair yang diberi perlakuan enceng gondok lebih besar dari yang tidak menggunakan enceng gondok. Enceng gondok sebagai biofilter diduga dapat mempercepat penguapan air melalui proses evapotranspirasi. Proses evapotranspirasi yang terjadi akan mendukung laju pengambilan unsur hara yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis melalui mekanisme penyerapan air melalui bulu-bulu akarnya. Aktivitas fotosintesis yang tinggi, akan menghasilkan oksigen yang tinggi pula sehingga oksigen terlarut dalam limbah cair akan meningkat. Enceng gondok mensuplai oksigen ke dalam air limbah melalui akar dan menambah jumlah oksigen terlarut dalam air limbah sehingga akan memacu kerja mikroorganisme dalam menguraikan senyawa-senyawa pencemar (Fardiaz, 1992).

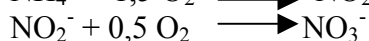
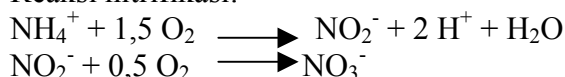
Oksigen ini akan digunakan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik menjadi anorganik, seperti NO_3^- , NO_2^- , H_2O dan lainnya. Enceng gondok akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air melalui akarnya yang serabut. Penyerapan tersebut dilakukan oleh akar tumbuhan dimana terdapat mikroorganisme yang hidup bersimbiosa di sekitar akar. Mikroorganisme yang biasa terdapat di akar adalah *Zoogela ramigera*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligens*, *Bacillus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Corynebacter*, *Comomonas*, *Acinetobacter*, dan *Brevibacterium* (Widowati, 2000).

Proses pengolahan air limbah organik secara biologis aerobik, dimana senyawa kompleks organik akan terurai oleh aktifitas mikroorganisme aerob. Secara sederhana reaksi penguraian senyawa organik aerobik dapat dituliskan sebagai berikut:

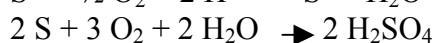
Reaksi penguraian organik:



Reaksi nitrifikasi:



Reaksi oksidasi sulfur:



Proses nitrifikasi dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Bakteri *Nitrosomonas* membantu pada saat proses perubahan NH_4^+ menjadi NO_2^- sedangkan NO_2^- yang terbentuk diubah menjadi NO_3^- oleh bakteri *Nitrobakter*. Kedua jenis bakteri ini adalah bakteri aerob. Masukan oksigen pada kolam enceng gondok lebih besar karena adanya suplai oksigen dari akar sebagai hasil metabolisme.

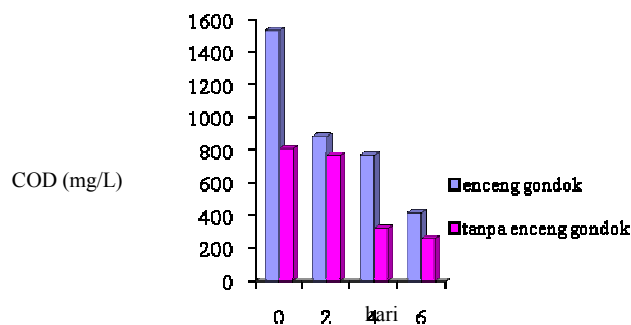
Kadar BOD awal telah memenuhi BMLC yaitu di bawah 300 mg/l, tetapi tidak memenuhi standar baku mutu limbah cair untuk industri jenis C golongan I dan II. Setelah diberi perlakuan enceng gondok selama 6 hari maka memenuhi baku mutu golongan I dan II. Sedangkan tanpa perlakuan tidak memenuhi Golongan I setelah 6 hari waktu retensi.

b. COD (Chemical Oxygen Demand)

Persentase penurunan COD dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Persentase penurunan COD

Hari ke-	Jenis Perlakuan	COD (mg/L)	Persentase penurunan (%)
0	EG	1537	0
	TEG	813	0
2	EG	888	42,23
	TEG	769	5,41
4	EG	771,5	49,81
	TEG	322,5	60,33
6	EG	418	72,76
	TEG	258	68,88



Gambar 3. Nilai COD selama 6 hari waktu retensi.

Tabel 3 memperlihatkan penurunan nilai COD lebih besar pada kolam yang diberi enceng gondok dibandingkan dengan yang tidak diberi perlakuan. Besarnya persentase penurunan COD pada air limbah yang diberi perlakuan diduga karena adanya penyerapan bahan organik oleh enceng gondok sehingga terjadi pengurangan bahan organik yang lebih cepat (Setyowati, 2000). Selain disebabkan oleh masuknya oksigen dari proses fotosintesis enceng gondok, penurunan kadar COD diduga juga disebabkan karena terjadinya proses aerasi.

Jika dibandingkan dengan standar baku mutu limbah cair untuk industri jenis C dengan batas maksimal sebesar 100 mg/l untuk golongan I dan 300 mg/l untuk golongan II, maka nilai awal limbah berada diatas baku mutu. Setelah mengalami waktu retensi 6 hari baik yang tidak diberi perlakuan sudah memenuhi baku mutu golongan II. Hal ini disebabkan karena nilai COD awal juga jauh lebih rendah dari COD kolam yang diberi enceng gondok. Nilai COD secara umum lebih tinggi dari nilai BOD karena sebagian besar bahan organik lebih mudah dioksidasi secara kimiawi daripada secara biologi (Aryani dan Widiyani, 2004).

c. TSS (*Total Suspended Solids*)

Padatan tersuspensi sangat erat hubungannya dengan kekeruhan, karena meningkatnya padatan tersuspensi akan diikuti pula dengan meningkatnya kekeruhan. Kekeruhan tidak hanya membahayakan ikan tetapi juga menyebabkan air tidak produktif karena menghalangi masuknya sinar matahari untuk fotosintesis. Apabila dalam air terdapat partikel yang berlebihan, akan menyebabkan terjadinya kekeruhan pada air.

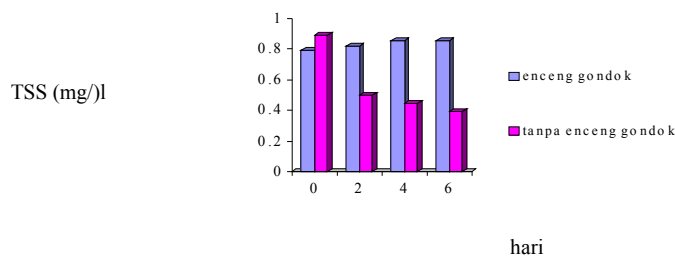
Nilai TSS pada proses pengolahan limbah cair tahu secara biofiltrasi yang menggunakan enceng gondok sebagai biofilter mengalami kenaikan, sedangkan tanpa enceng gondok cenderung turun. Persentasenya dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Persentase penurunan/peningkatan TSS

Hari ke-	JP	TSS (mg/L)	Persentase penurunan (%)
0	EG	0,7955	0
	TEG	0,894	0
2	EG	0,8185	2,89 ^{*)}
	TEG	0,503	43,74
4	EG	0,856	7,61 ^{*)}
	TEG	0,4505	49,61
6	EG	0,8535	7,29 ^{*)}
	TEG	0,3935	55,84

Keterangan:

^{*)}: mengalami peningkatan



Gambar 4. Nilai TSS pada berbagai jenis perlakuan selama 6 hari waktu retensi.

Pada air limbah yang mengalami perlakuan, padatan tersuspensi cenderung mengalami kenaikan. Hal ini diduga karena keluarnya sedimen dari dasar kolam, terlepasnya ikatan akar tumbuhan, adanya pembusukan pada sebagian enceng gondok, dan mungkin adanya penyebab-penyebab lain yang sulit dijelaskan.

Pada air limbah yang tidak mengalami perlakuan, padatan *tersuspensi* terus menerus turun sampai waktu retensi 6 hari. Penurunan kadar TSS ini diduga karena proses pengendapan dan pendegradasian zat organik.

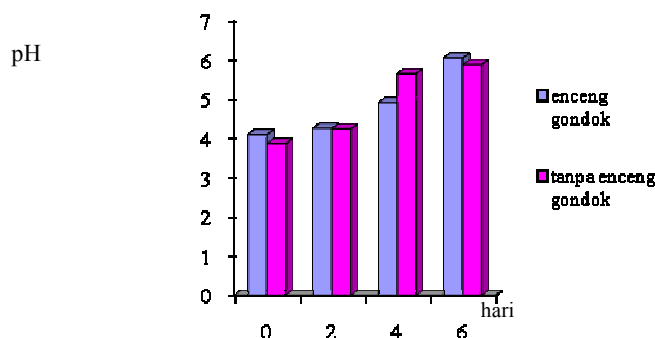
Berdasarkan standar baku mutu limbah cair untuk industri jenis C, kadar TSS air limbah yang diberi perlakuan dan tanpa perlakuan sudah memenuhi baik standar golongan baku mutu limbah cair I maupun II.

d. pH (potential *ion Hydrogen*)

Proses pengolahan limbah cair tahu secara biofiltrasi baik yang menggunakan enceng gondok sebagai biofilter maupun tidak, sama-sama meningkatkan pH. Persentase peningkatannya pH dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5.

Tabel 5. Persentase peningkatan pH

Hari ke-	Jenis Perlakuan	pH	Persentase penurunan (%)
0	EG	4,1	0
	TEG	3,87	0
2	EG	4,26	3,9
	TEG	4,24	9,56
4	EG	4,91	19,76
	TEG	5,65	45,99
6	EG	6,05	47,56
	TEG	5,88	51,94



Gambar 5. Nilai pH pada berbagai jenis perlakuan selama 6 hari waktu retensi.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat nilai pH limbah cair tahu mengalami peningkatan mendekati pH netral, dengan persentase peningkatan lebih tinggi pada kolam air limbah tanpa perlakuan. Nilai pH air yang mengalami peningkatan diduga disebabkan karena CO₂ yang dikeluarkan tanaman sebagai hasil respirasi dimanfaatkan kembali oleh enceng gondok untuk mengadakan proses fotosintesis. Widowati (2000), menyatakan bahwa pengurangan CO₂ karena proses fotosintesis

enceng gondok akan menggeser keseimbangan ke kanan yang berarti pengurangan ion H^+ (asam) dalam limbah cair sehingga limbah cair bersifat netral.

e. Warna, bau, dan suhu

Air normal tidak berwarna, sehingga tampak bersih, bening, dan jernih. Apabila kondisi air warnanya berubah, maka hal tersebut merupakan salah satu indikasi bahwa air telah tercemar. Limbah cair dari kegiatan industri yang berupa bahan organik dan bahan anorganik seringkali dapat larut di dalam air, sehingga air tidak lagi bening tetapi menjadi berwarna. Warna air pada dasarnya dibedakan menjadi warna sejati (*true color*) yang disebabkan oleh bahan-bahan terlarut dan warna semu (*apparent color*) yang selain disebabkan oleh adanya bahan-bahan terlarut juga karena adanya bahan-bahan tersuspensi, seperti yang bersifat koloid. Air limbah yang diberi perlakuan berwarna kuning pada waktu retensi 0 hari, kuning keputihan pada waktu retensi 2 hari, kuning keputihan keruh pada waktu retensi 4 hari, serta putih kekuningan keruh pada waktu retensi 6 hari. Sedangkan air limbah yang tidak diberi perlakuan berwarna putih keruh pada waktu retensi 0 hari, putih kekuningan pada waktu retensi 2 hari, kuning keputihan pada waktu retensi 4 hari, dan kuning pada waktu retensi 6 hari. Perubahan warna dari air limbah ini bisa dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 6. Perubahan warna pada air limbah dengan perlakuan.



Gambar 7. Perubahan warna pada air limbah tanpa perlakuan.

Timbulnya bau pada air lingkungan merupakan indikasi kuat bahwa air telah tercemar. Bau yang keluar dari dalam air limbah tahu dapat langsung berasal dari limbah tahu itu sendiri atau dari degradasi oleh mikroba yang hidup dalam air limbah. Mikroba yang hidup di dalam air akan mengubah bahan buangan organik, terutama gugus protein terdegradasi menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau, seperti limbah dari tahu. Air limbah yang mengalami perlakuan maupun tidak pada waktu retensi 0 hari sama-sama memiliki bau yang khas seperti bau tahu mentah, pada waktu retensi 2 hari baunya berubah menjadi agak busuk, serta pada waktu retensi 4 dan 6 hari baunya menjadi busuk. Sedangkan air limbah yang tidak diberi perlakuan baunya berubah menjadi busuk pada waktu retensi 2 dan 4 hari, serta berubah menjadi sangat busuk dan menyengat pada waktu retensi 6 hari.

f. Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk melihat hubungan antara variabel terikat (*dependent variable*) dan variabel bebas (*independent variable*). Hubungan yang berlaku diantara variabel bisa linear atau tak linear. Jika model yang akan dibuat melibatkan bebarapa variabel bebas maka akan menghasilkan model regresi linear berganda. Secara umum, hubungan antara variabel terikat Y dan variabel bebas X_1, X_2, \dots, X_n dapat dijelaskan sebagai satu hubungan fungsi sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_i X_i + \varepsilon = \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon$$

dimana *intercept* β_0 dan *slope* (kemiringan) β_i dengan $i: 0, 1, 2, \dots, n$ adalah konstanta yang tidak diketahui, ε adalah *error random* dengan rata-rata nol serta varian σ^2 , *error* juga diasumsikan sebagai variabel random yang tidak berkorelasi (Ghozali, 2005).

Menurut Barizi dan Nasution (1976), model yang akan digunakan dalam regresi linear terdiri dari 6 (enam) asumsi, yaitu:

Asumsi 1. X berpengaruh terhadap Y.

Asumsi 2. $Y = \beta_0 + \beta_i X_i + \varepsilon_i$ untuk setiap $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Asumsi 3. Nilai harapan dari ε_i adalah nol, atau $E(\varepsilon_i) = 0$ untuk setiap $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Asumsi 4. Variansi dari ε_i berharga sama, artinya konstan atau $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$ untuk setiap $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Asumsi 5. Distribusi dari ε_i adalah normal untuk setiap $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Asumsi 6. ε_i saling bebas atau *independent*.

Adapun regresi linear sebagai berikut:

Nilai BOD (mg/l) = - 447,878 – 11,706 jenis perlakuan – 11,629 warna + 11,378 bau + 21,307 suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Nilai COD = 1220,602 – 149,330 waktu retensi (hari) + 317,602 jenis perlakuan – 93,295 warna

Nilai TSS = - 4,543 + 0,079 waktu retensi (hari) + 0,210 jenis perlakuan + 0,085 warna + 0,117 bau + 0,177 suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Nilai pH = 2,306 + 0,559 waktu retensi (hari) – 0,427 jenis perlakuan - 0,133 warna + 0,560 bau

Keterangan:

Jenis perlakuan : EG = 1, dan TEG = 0

Warna : K = 1, KP = 2, PK = 3, dan P = 4

Bau : TM = 1, AB = 2, B = 3, SB = 4

Keterangan:

EG = Enceng gondok menutupi 50 persen permukaan kolam

TEG = Tanpa enceng gondok

Warna

K	: kuning
KK	: kuning keputihan
PK	: putih kekuningan
P	: putih
<u>Bau</u>	
TM	: seperti bau tahu mentah
AB	: agak busuk
B	: busuk
SBM	: sangat busuk & menyengat

D. KESIMPULAN

1. Proses pengolahan limbah cair tahu secara biofiltrasi menggunakan biofilter enceng gondok sebanyak 50% menutupi permukaan bak penampung yang memiliki volume sebesar 60 liter dan menggunakan filter fisik tanah dengan ketinggian 0,02 m dari dasar bak penampung.
2. Pengolahan limbah cair tahu secara biofiltrasi menggunakan enceng gondok secara umum dapat menurunkan kadar BOD dan COD serta meningkatkan nilai TSS dan pH cenderung netral dengan persentase penurunan/peningkatan yang lebih besar daripada tanpa perlakuan. Limbah cair yang mengalami perlakuan pada waktu retensi 6 hari mengalami penurunan nilai BOD sebesar 68,06% dan nilai COD sebesar 72,76%, serta mengalami peningkatan nilai TSS sebesar 7,29% dan nilai pH sebesar 47,56%.
3. Model matematika yang dihasilkan dari analisis regresi adalah:
 - a. $BOD (mg/l) = - 447,878 - 11,706 \text{ jenis perlakuan} - 11,629 \text{ warna} + 11,378 \text{ bau} + 21,307 \text{ suhu } (^{\circ}C)$;
 - b. $COD (mg/l) = 1220,602 - 149,330 \text{ waktu retensi (hari)} + 317,602 \text{ jenis perlakuan} - 93,295 \text{ warna}$;
 - c. $TSS (mg/l) = - 4,543 + 0,079 \text{ waktu retensi (hari)} + 0,210 \text{ jenis perlakuan} + 0,085 \text{ warna} + 0,117 \text{ bau} + 0,177 \text{ suhu } (^{\circ}C)$; dan
 - d. $pH = 2,306 + 0,559 \text{ waktu retensi (hari)} - 0,427 \text{ jenis perlakuan} - 0,133 \text{ warna} + 0,560 \text{ bau}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryani dan Widiyani. 2004. Toksisitas Akut Limbah Cair Pabrik Batik CV. Giyant Santoso Surakarta dan Efek Sublethalnya Terhadap Struktur Mikroanatomis Branchia dan Hepar Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* T.). *Biosmart*. Vol 6:147-153.
- Barizi dan Nasoetion. 1976. *Metode Statistika*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2006. Produksi Kedelai Tahun 2000 (Angka Tetap)-2006 (Angka Ramalan III). *Berita Resmi Statistik No.57 / IX / 1 Nopember 2006* (On-line). <http://www.bps.go.id/releases/files/padi-01nop06.pdf>? diakses 5 Juni 2007.
- Effendi, U., 1984, Netralisasi Limbah Cair Industri Tapioka Secara Biofiltrasi Dengan Menggunakan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Kapu-kapu (*Salvinia molesta*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Tidak dipublikasikan
- Fardiaz. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Ghozali. 2005. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS Edisi 3*. Badan Penerbit UNDIP. Semarang.
- Herlambang dan Said. 2001. Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob. (On-line) <http://www.kelair.bppt.go.id/Sipta/Artikel/Limbaht/html> diakses 20 Mei 2006.
- Nurhasan dan Pramudyanto. 1991. Informasi Praktis Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Tahu-Tempe. (On-line) <http://www.menlh.go.id/usaha-kecil/index-view.php?sub=7> diakses 20 Mei 2006.
- Widowati, H. 2000. Peranan Tumbuhan air sebagai Bioemidiator Pencemaran Akibat kegiatan Industri Batik. *Tesis*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.

Lampiran 1. Standar Baku Mutu Limbah Cair Tahu

Parameter	Kadar maksimum (mg/l)	Beban pencemaran maksimum (kg/ton)
COD	150	3
BOD	300	6
TSS	100	2
pH	6-9	-

Sumber: BBLH, 1998

Lampiran 3. Standar Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Jenis C

Parameter	Satuan	Golongan baku mutu limbah cair	
		I	II
Fisika			
Temperatur	° C	38	40
TSS	mg/l	200	400
Kimia			
pH	-	6,0-9,0	
BOD	mg/l	50	150
COD	mg/l	100	300

Sumber: Departemen Lingkungan Hidup, 1995