

# PENGELOLAAN LIMBAH PADAT SABUT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN UNTUK MENGELOLA LIMBAH CAIR

Herman Alfius Manusawai  
P 0608207521

*Teknologi Lingkungan, Pascasarjana Unhas*

## ABSTRAK

Kelapa sawit merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi karena merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati. Produksi minyak kelapa sawit Indonesia saat ini mencapai 6,5 juta ton pertahun dan diperkirakan pada tahun 2012 akan meningkat menjadi 15 juta ton pertahun, karena terjadinya pengembangan lahan. Pemakaian sabut kelapa sawit dapat digunakan sebagai mediator pertumbuhan mikrobiologi, dimana mikrobiologi yang sangat berperan aktif dalam penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah kelapa sawit adalah bakteri hidrolik. Semakin berat/tebal sabut kelapa sawit yang digunakan maka semakin tinggi prosentasi penurunan kandungan BOD, COD dan TSS pada limbah cair pabrik kelapa sawit. Pencapaian penurunan kandungan konsentrasi BOD, COD dan TSS yang maksimal didapatkan pada proses perlakuan yang diawali dengan pencucian sabut kelapa sawit terlebih dahulu, karena pada proses ini kandungan lemak yang ada dalam sabut kelapa sawit sudah berkurang.

**Kata Kunci :** Limbah, Sabut Kelapa Sawit

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi karena merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati. Produksi minyak kelapa sawit Indonesia saat ini mencapai 6,5 juta ton pertahun dan diperkirakan pada tahun 2012 akan meningkat menjadi 15 juta ton pertahun, karena terjadinya pengembangan lahan. Limbah pabrik kelapa sawit yang mengandung sejumlah padatan tersuspensi, terlarut dan

mengambang merupakan bahan-bahan organik dengan konsentrasi tinggi. Selanjutnya disebutkan bahwa setiap ton tandan buah segar kelapa sawit menghasilkan limbah sebesar 900 kg yang berasal dari unit steresalisasi, klasifikasi dan unit hidrosiklon. Sabut kelapa sawit mengandung nutrient, fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan karbon (C), sehingga limbah ini dapat menjadi sumber pertumbuhan bakteri, dimana bakteri dapat juga digunakan dalam proses pengolahan limbah. Tabel berikut menunjukkan karakteristik limbah cair dari kegiatan industri kelapa sawit.

Limbah cair industri kelapa sawit memiliki kadar air 95%, padatan dalam bentuk terlarut/tersuspensi 4,5%, sisa minyak dan lemak emulsi 0,5 – 1%. Selamproses, asam lemak bebas akan dilepaskan. Limbahcair industri kelapa sawit juga memiliki temperatureyang tinggi yaitu 60 – 80°C karena limbah tersebutberasal dari proses kondensasi serta mengandungbahan organik yang tinggi sehingga limbah tersebutberpotensi untuk mencemari air tanah dan badan air. pH limbah adalah  $\leq 4,3$  yang menunjukkan bahwalimbah tersebut mengandung asam mineral atau asamorganik. Selain itu, gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan daripenggunaan zat organik oleh mikroorganismes, dapat

berdifusi dengan air membentuk asam karbonat yang bersifat umum. Industri kelapa sawit yang berada di Kecamatan Buraubur Kabupaten Luwu Utara didirikan sejak 20 tahun yang lalu. Dalam pengelolaannya, industri in menghasilkan tandan kelapa sawit yang ditumpuk disekitar lokasi pabrik dan limbah cair yang mengalir disepanjang sungai Lagego. Harian Tribun (2004)menyatakan bahwa BOD yang terkandung pada limbahcair mencapai 400 ppm, kandungan COD mencapai900 ppm dan limbah padat yang dihasilkan sekitar 50 – 60 ton produksi setiap minggu. Dalam proses industri memproses 500 – 600 ton tandan buah segar per hari sehingga kapasitas air buangan operasional maksimal 20/jam/hari menghasilkan limbah cair sekitar 25,5m<sup>3</sup>/jam/hari.

Sabut kelapa sawit mempunyai komposisi kimia yang cukup baik digunakan untuk mengolah limbah cair kelapa sawit dimana komposisi tersebut banyak mengandung selulosa yaitu sekitar 40%. Kuadrat (2001) menyatakan bahwa bahan yang mempunyai komponen selulosa dan lignin memiliki daya serap 6000 kali lebih besar dari pada daya serap karbon aktif.

Kandungan lain yang terdapat dalam jumlah kecil adalah abu, hemiselulosa yang dapat dilihat pada tabel berikut :

### 1.2 Rumusan Penelitian

Yang menjadi titik perhatian pada proses pengolahan limbah kelapa sawit adalah :

1. Apakah limbah padat (sabut) kelapa sawit dapat digunakan sebagai mediator pertumbuhan mikroorganismes guna mengolah limbah cair kelapa sawit?
2. Apakah limbah padat (sabut) kelapa sawit dapat digunakan untuk menurunkan kandungan BOD, COD dan TSS pada limbah cair kelapa sawit?

3. Apakah ada pengaruh berat sabut kelapa sawit terhadap penurunan kandungan BOD, COD dan TSS pada limbah cair kelapa sawit. Untuk mencapai titik perhatian tersebut maka diharapkan percobaan ini dapat:
- ILTEK, Volume 6, Nomor 12, Oktober 2011  
892
1. Menentukan seberapa efektifnya penggunaan sabut kelapa sawit sebagai mediator pertumbuhan mikroorganisme.
  2. Menentukan seberapa besar kandungan BOD, COD dan TSS yang dapat diturunkan dalam pengelolaan limbah cair kelapa sawit.
  3. Mengetahui pengaruh berat sabut kelapa sawit terhadap penurunan kandungan BOD, COD dan TSS pada limbah cair kelapa sawit.

#### METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

#### Penentuan Bahan dan Alat

Penentuan bahan dan alat dilakukan karena merupakan penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang akan menentukan kemampuan sabut kelapa sawit untuk penurunan kadar BOD, COD dan TSS.

#### Jenis dan Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang digunakan untuk mengetahui tingkat perkembangan bakteri pada limbah padat sabut kelapa sawit dan mengetahui seberapa besar kadar BOD, COD dan TSS yang dapat diturunkan dengan asumsi bahwa bila  $H_0: f_n > f_{(1-\alpha, \Sigma r_i - 1)}$  maka hipotesis ditolak dan bila  $H_0: f_n < f_{(1-\alpha, \Sigma r_i - 1)}$  maka hipotesa diterima (Sudjana, 1996), dengan bentuk desai sebagai berikut :

1. Pada penentuan waktu optimum dilakukan tiga kali perlakuan pada satu percobaan,  $t =$  waktu kontak :  $t_1 = 2$  hari  $t_2 = 4$  hari  $t_3 = 6$  hari
2. Pada penentuan berat optimum sabut kelapa sawit dilakukan tiga kali perlakuan pada satu percobaan dengan pengulangan tiga kali pula,  $W =$  Berat sabut kelapa sawit.  
 $W_1 = 1$  kilo gram  $W_2 = 2$  kilo gram  
 $W_3 = 3$  kilo gram

Dengan model matriks sebagai berikut :

**Waktu  
tinggal  
Berat  
sabut  
Kelapa  
sawit**

**(hari)  $W_1$   $W_2$   $W_3$**

$t_1$   $t_1 W_1$   $t_1 W_2$   $t_1 W_3$

$t_2$   $t_2 W_1$   $t_2 W_2$   $t_2 W_3$

$t_3$   $t_3 W_1$   $t_3 W_2$   $t_3 W_3$

#### Teknik Pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan tiga cara yaitu :

1. Perencanaan bak pengolahan

2. Penyediaan bahan
3. Pelaksanaan penelitian, yang dilakukan dengan cara pengambilan sampel dan pengolahan sampel. Ketiga hal diatas digunakan untuk penentuan kadar sebelum dan sesudah perlakuan untuk menurunkan kadar BOD, COD dan TSS.

#### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dan Analisa varians untuk mendapatkan hasil dari penelitian tersebut.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Kondisi Awal Limbah Cair Sebelum Pengolahan

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis awal pada limbah cair Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Luwu :  
Tabel 3. Hasil Analisis Awal Pada Limbah Cair Pabrik

Kelapa Sawit (PKS) Luwu

Parameter Satuan  
Kadar Sumber Sampel (Titik)  
Maksimum I II III IV  
BOD mg/l 80 9.172,65 5.875,29 6.623,49 5.539,56  
COD mg/l 160 50,040 26.688 40,032 13,344  
TSS mg/l 200 10.420 9.890 9.880 10.418

*Dianalisis : Laboratorium Pemberantasan Penyakit Menular Kelas I Makassar dan Laboratorium Pusat Studi Lingkungan Universitas Hasanuddin Makassar.*

Dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai BOD 5540mg/l, COD 13344mg/l dan TSS menghasilkan 10418 mg/l. Hasil ini masih melampaui standar baku mutu yang ditetapkan di Propinsi Sulawesi Selatan (Surat Keputusan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 14 Tahun 2003).

Tingginya nilai BOD, COD dan TSS pada limbah cair ini menunjukkan tingginya kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk melakukan dekomposisi terhadap bahan-bahan organik yang terdapat dalam limbah tersebut. Sebagai akibatnya, kehidupan dalam air dapat terganggu karena oksigen terlarut habis terpakai untuk proses dekomposisi aerobic dari zat-zat organik yang terkandung dalam limbah. Hal ini seiring dengan teori yang diungkapkan oleh Fardiaz (1992), bahwa badan air yang dialiri limbah akan kekurangan oksigen, sehingga kehidupan tumbuhan maupun hewan air akan terganggu, termasuk plankton yang penting artinya bagi ikan.

#### Hasil Analisis Setelah Pengolahan

##### 1). Penyaringan Dengan Sabut Kelapa Sawit Tanpa

##### Pencucian :

##### a. Biological Oxygen Demand (BOD)

Hasil analisis BOD setelah penyaringan melalui sabut kelapa sawit yang tidak dicuci diperlihatkan pada

Gambar 1. BOD sebagai fungsi waktu

Hasil analisis COD, dengan menggunakan berat sabut kelapa sawit sebesar 1 kg dengan waktu kontak 2

hari menunjukkan penurunan nilai BOD yang tidak terlalu menyolok yaitu sekitar 0,18%, sedangkan pada 0  
1000

2000  
3000  
4000  
5000  
6000  
2 4 6  
1 KG  
2 KG  
3 KG  
ILTEK, Volume 6, Nomor 12, Oktober  
2011  
893

4 dan 6 hari menunjukkan penurunan yang cukup signifikan yaitu 33,48% dan 42,65%. Analisis dengan menggunakan berat serabut kelapa sawit 2 kg dengan waktu kontak 2,4 dan 6 hari menunjukkan penurunan BOD yang cukup signifikan yaitu senilai 0,23%, 33,48% dan 52,49%. Sedangkan hasil analisis BOD dengan menggunakan berat sabut kelapa sawit 3 kg dengan waktu kontak 2,4 dan 6 hari menunjukkan penurunan yang cukup signifikan, prosentase penurunannya adalah 11,26%, 42,98% dan 66,75%. Penurunan nilai BOD yang cukup signifikan dari setiap penambahan sabut kelapa sawit pada tiap perlakuan, memberikan indikasi bahwa sabut kelapa sawit mampu digunakan sebagai bahan pengolah limbah.

Bakteri yang lebih berperan dalam proses penurunan BOD air limbah kelapa sawit adalah bakteri hidrolitik (mampu menghidrolisis/menguraikan bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah kelapa sawit).

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa factor berat sabut kelapa sawit dan waktu kontak berpengaruh nyata pada penurunan BOD dimana  $F_{hitung} = 0,003 < F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (9.28) seperti yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam BOD sebagai berikut :

Sumber  
Keragaman  
D<sub>b</sub> J<sub>k</sub> K<sub>t</sub> F<sub>hitung</sub> F<sub>tabel</sub>  
Perlakuan  
A  
B  
A x B  
Acak  
8  
2  
2  
4  
26  
13244087,56  
750326  
10127174  
375528,07  
-85441882,4  
13244087,56  
375163  
5063587  
93882,02  
-3386226,25  
0,003\*\*  
5,40\*  
-0,03\*\*  
9,28  
9,28  
19,43  
Jumlah 42 1019915939,63

Ket : \*\* = Berpengaruh sangat nyata

\* = Berpengaruh nyata

ns = non signifikan

(tidak berpengaruh) KK = 0,443

Uji Lanjut BNJ untuk BOD dengan nilai pembandingan 80

No Perlakuan BOD Simbol

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
t1W1  
t1W2  
t1W3  
t2W1  
t2W2  
t2W3  
t3W1  
t3W2  
t3W3  
5530  
5527  
4916  
3685  
3685  
3159  
3177  
2632  
1842  
A  
A  
B  
C  
C  
C  
C  
D  
E

Pengaruh interaksi antara sabut kelapa sawit dan waktu tinggal juga berpengaruh nyata dimana  $F_{hitung} =$

0,03 <  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (19.42). Nilai KK = 0,443 atau 4,43% dari keragaman hasil penurunan BOD disebabkan oleh factor berat sabut kelapa sawit dan waktu tinggal, sedangkan sisanya 95,57% disebabkan oleh faktor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Evalysa Siregar (1996) mengatakan pada proses ini perlu dilakukan perbaikan pada system, peningkatan aktifitas mikroorganisme, penambahan oksigen dan waktu penahanan hidrolisis. Perbaikan system yaitu dengan meningkatkan pengaliran udara ke dalam limbah. Pengaliran udara itu mempunyai peranan penting dalam merombak limbah. Udara dalam kolam aerobik, berfungsi sebagai pemasok oksigen untuk bakteri aerobik. Begitu juga juga penambahan hidrolisis,

kontribusi dapat ditingkatkan dari 2,71%-5,26% menjadi 3,46% hingga 5,76%.

Uji lanjut dengan menggunakan beda nyata jujur (BNJ) dengan nilai pembandingan (NP) adalah 80 untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa t1W1 dan t1W2 (simbol A) berbeda dengan t1W3 (symbol B), berbeda dengan t2W1, t2W2, t2W3 dan t3W3 (symbol C), berbeda dengan t3W4 (symbol D), dan berbeda pula dengan t3W3 (symbol E) seperti yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam BOD di atas.

Hasil uji lanjut BNJ ini menunjukkan bahwa penambahan berat sabut kelapa sawit dan waktu tinggal dari setiap perlakuan cenderung menunjukkan hasil yang berbeda, yang ditandai dengan penurunan hasil

konsentrasi BOD dari hasil perlakuan yang diamati.

### b. Chemical Oxygen Demand (COD)

Hasil analisis COD setelah penyaringan melalui sabut kelapa sawit yang tidak dicuci diperlihatkan pada

Gambar 2.

#### Gambar 2. COD Sebagai Fungsi Waktu

Hasil analisis COD, dengan menggunakan berat sabut kelapa sawit sebesar 1 kg dengan waktu kontak 2,4 hari dan 6 hari, menunjukkan penurunan nilai COD

dengan menggunakan sabut kelapa sawit sebesar 2 kg dengan waktu kontak 2, 4 dan 6 hari juga menunjukkan

penurunan nilai COD yaitu masing-masing 1,3 %, 5,73% dan 21,1%. Analisis COD dengan menggunakan

sabut kelapa sawit sebesar 3 kg dengan waktu kontak 2, 4 dan 6 hari menunjukkan penurunan yang cukup signifikan yaitu 5,65%, 21,1% dan 60,55%.

Penurunan nilai COD yang cukup signifikan dari setiap penambahan berat sabut kelapa sawit pada setiap

perlakuan, juga memberikan suatu indikasi bahwa sabut kelapa sawit jika digunakan sebagai bahan

pengolahan limbah mampu bekerja maksimal. Data tersebut di atas menunjukkan bahwa semakin berat sabut kelapa sawit maka semakin tinggi penurunan COD. Demikian pula dengan waktu kontak,

semakin lama waktu kontak maka semakin tinggi pula konsentrasi COD yang terserap oleh sabut kelapa sawit. Penurunan konsentrasi COD.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa factor berat sabut kelapa sawit berpengaruh nyata pada

0

2000

4000

6000

8000

10000

12000

14000

2 4 6

1 Kg

2 Kg

3 Kg

ILTEK, Volume 6, Nomor 12, Oktober 2011

894

penurunan COD dimana  $F_{hitung} = 4,03$ ,  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (9,28). Variasi waktu kontak berpengaruh sangat nyata pada penurunan COD

dimana  $F_{hitung} = 6,27$ ,  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (9,28). Tetapi interaksi antara berat sabut kelapa sawit dan waktu kontak tidak berpengaruh nyata

dimana  $F_{hitung} = 0,48$ ,  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (19,43) seperti yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam COD sebagai berikut :

Sumber Keragaman Db Jk Kt Fhitung Ftabel Perlakuan

A

B

A x B

Acak

8

2

2

4

26

366334332

2371854

937056942

-2880281844

-5724563676

1185927

468528471

-72007046

-22017564

0,0023\*

1,77\*\*

3,92\*\*

9,28

9,28

19,43

Jumlah 42 -7299082392

Ket : \*\* = Berpengaruh sangat nyata  
\* = Berpengaruh nyata

ns = non signifikan

(tidak berpengaruh) KK = 6,59%

Uji Lanjut Bnj untuk COD dengan nilai pembanding 160

No Perlakuan BOD Simbol

1

2

3

4

5

6

7

8

9

t1W1

t1W2

t1W3

t2W1

t2W2

t2W3

t3W1

t3W2

t3W3

13300

13170

12590

13278

12579

10528

10528

10528

5264

A

A

B

A

B

C

C

C

D

Nilai KK = 0,659 menunjukkan bahwa 6,59% dari keragaman hasil penurunan COD disebabkan oleh factor berat sabut kelapa sawit dan waktu kontak, sedangkan sisanya 93,41% disebabkan oleh factor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Uji lanjut dengan menggunakan beda nyata jujur (BNJ) dengan nilai pembanding (NP) adalah 160

untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa t1W1, t1W2, t2W1 (symbol A) berbeda dengan t1W2 dan t2W2 (symbol B), berbeda dengan t2W3, t3W1 dan t3W2 (symbol C), berbeda dengan t3W3 (symbol D) seperti yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam COD di atas.

Hasil uji lanjut BNJ ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi sabut kelapa sawit dari setiap perlakuan cenderung menunjukkan hasil yang berbeda,

yang ditandai dengan penurunan hasil konsentrasi COD dari hasil perlakuan yang diamati.

Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil yang terbaik terdapat pada berat sabut kelapa sawit 3 kg dengan waktu kontak 6 hari. Jika dilihat dari hasil perlakuan ini mempunyai kecenderungan bahwa semakin berat sabut kelapa sawit dan semakin lama waktu kontak, maka semakin baik pula hasil yang dicapai, sehingga berat sabut kelapa sawit 3 kg dan waktu kontak 6 hari merupakan perlakuan yang terbaik untuk parameter COD pada penelitian ini.

### c. Padatan Tersuspensi (TSS)

Hasil analisis TSS setelah penyaringan melalui sabut kelapa sawit yang tidak dicuci diperlihatkan pada

Gambar 3.

Gambar 3. TSS Sebagai Fungsi Waktu

Hasil analisis TSS dengan menggunakan berat sabut kelapa sawit sebesar 1 kg dengan waktu kontak 2,4 dan 6 hari, menunjukkan penurunan konsentrasi TSS yang cukup signifikan yaitu 93,3%, 95,19% dan 95,45%. Analisis TSS dengan menggunakan sabut kelapa sawit sebesar 2 kg dengan waktu kontak 2,4 dan

6 hari menunjukkan penurunan yang cukup signifikan yaitu masing-masing 95,43%, 96,56% dan 96,8%.

Sementara analisis TSS dengan menggunakan sabut kelapa sawit sebesar 3 kg dengan waktu kontak 2,4 dan

6 hari menunjukkan penurunan yang cukup signifikan yaitu 97,83%, 98,06% dan 98,32%.

Berdasarkan data tersebut di atas menunjukkan bahwa berat sabut kelapa sawit mempunyai nilai pariatif pada penurunan nilai TSS.

Analisis sidik raga menunjukkan bahwa factor berat sabut kelapa sawit dan waktu kontak berpengaruh nyata pada penurunan TSS dimana  $F_{hitung} = 0,02$ ,  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan  $F_{hitung} = 19,23$ .  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (9,28) seperti yang dapat dilihat pada

tabel analisis sidik ragam TSS sebagai berikut :

Sumber Keragaman	Df	Jk	Kt	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Perlakuan	A				
	B				
A x B					
Acak	8				
	2				
	2				
	4				
	26				
	701583				
	334574				
	2104694				
	-2394305				
	-4788609				
	167287				
	1052347				
	-598576,25				
	-184177,27				
	0,02*				
	19,23ns				
	4,00**				
	9,28				
	9,28				
	19,43				
	Jumlah 42 -4042063				

Ket : \*\* = Berpengaruh sangat nyata

\* = Berpengaruh nyata

ns = non signifikan

(tidak berpengaruh) KK = 3,28%

Uji Lanjut BNJ untuk TSS dengan nilai pembandingan 200

No Perlakuan BOD Simbol

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
t1W1  
t1W2  
t1W3  
t2W1  
t2W2  
t2W3  
t3W1  
t3W2  
t3W3  
698  
476  
226  
501  
358  
202  
474  
335  
174  
A  
C  
E  
B  
D  
E  
C  
D  
F

Interaksi antara sabut kelapa sawit dan waktu kontak juga berpengaruh sangata nyata dimana  $F_{hitung}$  =

4,00,  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (19,43). Nilai KK = 0,0328 atau 3,28% menunjukkan bahwa 3,28% dari keragaman hasil penurunan TSS disebabkan oleg factor bear sabut kelapa sawit dan waktu kontak,

0  
100  
200  
300  
400  
500  
600  
700  
800  
2 4 6  
1 Kg  
2 Kg  
3 Kg

ILTEK, Volume 6, Nomor 12, Oktober 2011  
895

sedangkan sisanya 96,72% disebabkan oleh factor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Uji lanjut dengan menggunakan beda nyata jujur (BNJ) dengan nilai pembandingan (NP) adalah 200 untuk

mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa t1W1 (symbol A) berbeda dengan

t2W1 (symbol B), berbeda dengan t1W2, t3W1

(symbol C), berbeda dengan t2W2, t3W2 (symbol D), dan berbeda dengan t3W3 (symbol F). seperti yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam TSS di atas.

Hasil uji lanjut BNJ ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi sabut kelapa sawit dari setiap perlakuan cenderung menunjukkan hasil yang berbeda,

yang ditandai dengan penurunan hasil konsentrasi TSS

dari hasil perlakuan yang diamati.

Dari Sembilan kombinasi yang diberikan dengan pengulangan sebanyak tiga kali, ternyata umumnya ditemukan penurunan yang optimal pada berat sabut kelapa sawit tanpa perlakuan pencucian 3 kg dengan waktu kontak 6 hari (t3W3) untuk nilai BOD, COD dan TSS. Hal ini memberikan indikasi bahwa semakin berat sabut kelapa sawit akan lebih memungkinkan terjadinya adsorpsi lebih banyak terhadap bahan organik yang terdapat dalam limbah.

Pada penelitian dengan perlakuan tanpa pencucian sabut kelapa sawit, semua parameter yang diamati masih belum memenuhi standar baku mutu limbah cair

kelapa sawit. Hasil analisis laboratorium dari sampel yang telah diproses ternyata nilai tertinggi yang didapatkan setelah melakukan perlakuan untuk nilai BOD = 5530 mg/L pada hal baku mutu limbah kelapa sawit yang diharapkan adalah 80 mg/l, sedangkan untuk nilai COD = 13300 mg/l pada hal baku mutu limbah cair kelapa sawit yang diharapkan adalah 160 mg/l, sementara untuk nilai TSS = 698 mg/l pada hal baku mutu limbah cair kelapa sawit yang diharapkan adalah 200 mg/l.

## 2). Penyaringan Dengan Sabut Kelapa Sawit dengan Metode Pencucian.

### a. Biological Oxygen Demand (BOD)

Hasil analisis BOD setelah penyaringan melalui sabut kelapa sawit yang sudah dicuci diperlihatkan pada Gambar 4.

Gambar 4. BOD Sebagai Fungsi Waktu

Hasil analisis BOD, dengan menggunakan berat sabut kelapa sawit 1 kg dengan waktu kontak 2,4 dan 6

hari menunjukkan penurunan yang cukup signifikan yaitu dengan 75,76%, 81% dan 89,6%. Analisis dengan

menggunakan berat sabut kelapa sawit 2 kg dengan waktu kontak 2,4 dan 6 hari menunjukkan penurunan nilai BOD yang cukup signifikan yaitu senilai 86,81%,

87,89% dan 89,77%. Sedangkan hasil analisis BOD dengan menggunakan berat sabut kelapa sawit 3 kg dengan waktu kontak 2,4 dan 6 hari menunjukkan kenaikan nilai BOD yaitu 92,2%, 92,64% dan 98%.

Pada perlakuan ini nilai BOD mengalami penurunan yang cukup signifikan pada setiap perlakuan, karena penurunan BOD sangat terkait dengan penurunan konsentrasi zat organik baik dalam badan air maupun pada limbah.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa factor berat sabut kelapa sawit dan waktu kontak berpengaruh

nyata pada penurunan BOD dimana  $F_{hitung} = 0,025$ ,  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (9,28), sedangkan variasi waktu tinggal  $F_{hitung} = 6,79$ ,  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (9,28) seperti yang dapat dilihat pada

tabel analisis sidik ragam BOD sebagai berikut :

Sumber Keragaman	Db	Jk	Kt	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Perlakuan					
A					
B					
A x B					
Acak					
8					
2					
2					
4					
26					
3245844					
1293872					
9749828					
-6671980					
-13346996					
3245844					
646936					
4874914					
-1667995					
-513230,62					
0,025*					
6,79**					
3,99**					
9,28					
9,28					
19,43					
Jumlah 42				-5729432	

Ket : \*\* = Berpengaruh sangat nyata

\* = Berpengaruh nyata

ns = non signifikan

(tidak berpengaruh) KK = 2,85%

Uji Lanjut BNJ untuk BOD dengan nilai pembandingan 80

No Perlakuan BOD Simbol

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
t1W1  
t1W2  
t1W3  
t2W1  
t2W2  
t2W3  
t3W1  
t3W2  
t3W3  
1343  
731  
432  
1079  
671  
408  
576  
567  
109  
A  
B  
E  
A  
C  
E  
D  
D  
F

Pengaruh interaksi antara berat sabut kelapa sawit dan waktu tinggal juga berpengaruh nyata dimana  $F_{hitung} = 3,99$ ,  $F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (19,43). Nilai KK = 0,0295 atau 2,85% dari keragaman

hasil penurunan BOD disebabkan oleh factor berat sabut kelapa sawit dan waktu tinggal, sedangkan sisanya 97,15% disebabkan oleh factor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Uji lanjut dengan menggunakan beda nyata jujur (BNJ) dengan nilai pembandingan (NP) adalah 80 untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa t1W1 dan t2W1 (symbol A) berbeda dengan t1W2 (symbol B), berbeda dengan t2W2 (symbol C), berbeda dengan t3W1 (symbol E) dan berbeda pula dengan perlakuan t3W3 (symbol F) seperti yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam BOD di atas.

Hasil uji lanjut BNJ di atas menunjukkan bahwa dari hasil uji penambahan berat sabut kelapa sawit dan waktu tinggal dari setiap perlakuan cenderung menunjukkan hasil yang berbeda, yang ditandai dengan

0  
200  
400  
600  
800  
1000  
1200  
1400  
1600  
2 4 6

1 Kg  
2 Kg  
3 Kg

ILTEK, Volume 6, Nomor 12, Oktober 2011  
896

penurunan hasil konsentrasi BOD dari hasil perlakuan yang diamati.

### b. Chemical Oxygen Demand (COD)

Hasil analisis COD setelah penyaringan melalui sabut kelapa sawit yang sudah dicuci diperlihatkan pada gambar 5.

*Gambar 5. COD Sebagai Fungsi Waktu*

Hasil analisis COD, dengan menggunakan berat sabut kelapa sawit sebesar 1 kg dengan waktu kontak 2,4 dan 6 hari, menunjukkan penurunan konsentrasi COD yang cukup signifikan yaitu 86,2%, 86,2% dan 95,66%. Analisis COD dengan menggunakan sabut kelapa sawit sebesar 2 kg dengan waktu kontak 2,4 dan

6 hari juga menunjukkan penurunan nilai COD yang cukup signifikan yaitu 90,14%, 95,26% dan 96,1%.

Sementara analisis COD dengan menggunakan sabut kelapa sawit sebesar 3 kg dengan waktu kontak 2,4 dan

6 hari juga menunjukkan penurunan nilai COD yang cukup signifikan yaitu 94,67%, 95,06% dan 97,4%.

Penurunan nilai COD yang cukup signifikan dari setiap penambahan berat sabut kelapa sawit setiap perlakuan, juga memberikan suatu indikasi bahwa sabut kelapa sawit jika digunakan sebagai bahan pengolah limbah mampu bekerja maksimal hal ini dapat dilihat dari hasil yang diperoleh setelah perlakuan.

Data tersebut ragam menunjukkan bahwa factor sabut kelapa sawit tidak mempunyai pengaruh nyata pada penurunan COD dimana  $F_{hitung} = 0,01 > F_{tabel}$

pada taraf kepercayaan 95% (9,28), sedangkan variasi waktu kontak berpengaruh sangat nyata pada penurunan COD dimana  $F_{hitung} = 2,17 < F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (9,28), namun pengaruh interaksi antara berat sabut kelapa sawit dan waktu kontak tidak berpengaruh nyata dimana  $F_{hitung} = 1,49 < F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (19,43) seperti yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam COD sebagai berikut :

Sumber Keragaman	Df	Jk	Kt	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Perlakuan	A				
	B				
	A x B				
Acak	8				
	2				
	2				
	4				
	26				
	7792702,67				
	1921868				
	23378054				
	-13435335,33				
	-26870685,33				
	7792702,67				
	960934				
	11689027				
	-3358833,83				
	-1033487,89				
	0,01*				
	2,17**				
	1,49**				
	9,28				
	9,28				
	19,43				
	Jumlah 42	-7213395,99			

Ket : \*\* = Berpengaruh sangat nyata

\* = Berpengaruh nyata

ns = non signifikan

(tidak berpengaruh) KK = 3,41%

Uji Lanjut BNJ untuk COD dengan nilai pembandingan 160

No Perlakuan BOD Simbol

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
t1W1  
t1W2  
t1W3  
t2W1  
t2W2  
t2W3  
t3W1  
t3W2  
t3W3  
1842  
1316  
711  
1842  
632  
658  
579  
526  
395  
A  
A  
B  
A  
C  
C  
D  
D  
E

Nilai KK = 0,0341 atau 3,41% menunjukkan bahwa 3,41% dari keragaman hasil penurunan COD

disebabkan oleh factor berat sabut kelapa sawit dan waktu kontak, sedangkan sisanya 96,56% disebabkan oleh factor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Uji lanjut dilakukan dengan beda nyata jujur (BNJ) dengan nilai pembandingan (NP) adalah 160 untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa t1W1 dan t1W2 (symbol A) berbeda dengan t1W3 (symbol B), berbeda dengan t2W2 dan t2W3 (symbol C), berbeda dengan t3W1 dan t3W2 (symbol D), dan berbeda pula dengan t3W3 dan A2B2 (symbol E) seperti yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam COD di atas.

Hasil uji lanjut BNJ ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi sabut kelapa sawit dari setiap perlakuan cenderung menunjukkan hasil yang berbeda,

yang ditandai dengan penurunan hasil konsentrasi COD dari hasil perlakuan yang diamati.

Nilai maksimum yang dicapai dari hasil pengamatan gambar 2 terlihat bahwa hasil yang terbaik

terdapat pada berat sabut kelapa sawit 3 kg dengan waktu kontak 6 hari. Jika dilihat dari hasil perlakuan ini mempunyai kecenderungan bahwa semakin berat sabut kelapa sawit dan semakin lama waktu kontak, maka semakin baik pula hasil yang dicapai, sehingga berat sabut kelapa sawit 3 kg dan waktu kontak 6 hari merupakan perlakuan yang terbaik untuk parameter COD pada penelitian ini.

### c. Padatan Tersuspensi (TSS)

hasil analisis COD setelah penyaringan melalui sabut kelapa sawit yang sudah dicuci diperlihatkan pada gambar 6.

Gambar 6. TSS Sebagai Fungsi Waktu

Hasil analisis TSS, dengan menggunakan berat sabut kelapa sawit sebesar 1 kg dengan waktu kontak

0  
500  
1000  
1500  
2000  
2 4 6  
1 Kg  
2 Kg  
3 Kg  
0  
20  
40  
60  
80  
100  
120  
2 4 6  
1 Kg  
2 Kg  
3 Kg

ILTEK, Volume 6, Nomor 12, Oktober 2011  
897

2,4 dan 6 hari, menunjukkan penurunan konsentrasi

TSS yang cukup signifikan yaitu 99,06%, 99,08% dan 99,14%. Analisis TSS dengan menggunakan sabut kelapa sawit sebesar 2 kg dengan waktu kontak 2,4 dan

6 hari menunjukkan penurunan yang cukup signifikan yaitu masing-masing 99,09%, 99,14% dan 99,27%. Sementara hasil analisis TSS dengan menggunakan sabut kelapa sawit sebesar 3 kg dengan waktu kontak 2,4 dan 6 hari menunjukkan penurunan yang cukup signifikan yaitu 99,23%, 99,17% dan 99,39%.

Berdasarkan data tersebut di atas menunjukkan bahwa berat sabut kelapa sawit mempunyai nilai pariatif pada kadar penurunan nilai TSS.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa factor berat sabut kelapa sawit dan waktu kontak berpengaruh

nyata pada penurunan TSS dimana  $F_{hitung} =$

$0,0009 < F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (9,28),

sedangkan variasi waktu kontak mempunyai  $F_{hitung} =$

$0,90 < F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (9,28). seperti

yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam TSS sebagai berikut :

Sumber Keragaman	Db	Jk	Kt	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>
Perlakuan					
A					
B					
A x B					
Acak					
8					
2					
2					
4					
26					
2725					
500					
8772					
-127791					
-255619					
2725					
250					
4386					
-31947,75					
-9831,5					
0,0009*					
0,90*					
3,99**					
9,28					
9,28					
19,43					
Jumlah 42				-371413	

Ket : \*\* = Berpengaruh sangat nyata

\* = Berpengaruh nyata

ns = non signifikan

(tidak berpengaruh) KK = 19,07%

Uji Lanjut BNJ untuk TSS dengan nilai pembandingan 200

No Perlakuan BOD Simbol

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
t1W1  
t1W2  
t1W3  
t2W1  
t2W2  
t2W3  
t3W1  
t3W2  
t3W3  
97  
94  
80



95  
89  
86  
89  
76  
64  
A  
A  
B  
A  
B  
B  
B  
C  
D

Pengaruh interaksi antara sabut kelapa sawit dan waktu kontak juga berpengaruh sangat nyata dimana  $F_{hitung} = 3,99 < F_{tabel}$  pada taraf kepercayaan 95% (19,43). Nilai KK = 0,1907 atau 19,07% menunjukkan bahwa 19,07% dari keragaman hasil penurunan TSS disebabkan oleh factor berat sabut kelapa sawit dan waktu kontak, sedangkan sisanya 80,93% disebabkan oleh factor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Uji lanjut dengan menggunakan beda nyata jujur (BNJ) dengan nilai pembandingan (NP) adalah 200 untuk

mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa t1W1, t1W2 dan t2W1 (symbol A) berbeda dengan t1W3, T2W2, T2W3 dan t3W1 (symbol B), berbeda dengan t3W2 (symbol C), berbeda

dengan T3W3 (symbol D). seperti yang dapat dilihat pada tabel analisis sidik ragam TSS di atas.

Hasil uji lanjut BNJ ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi sabut kelapa sawit dari setiap perlakuan cenderung menunjukkan hasil yang berbeda,

yang ditandai dengan penurunan hasil konsentrasi TSS

dari hasil perlakuan yang diamati.

Pada perlakuan ini nampak bahwa penurunan nilai TSS lebih tinggi dengan penurunan BOD, hal ini terjadi karena dalam uji TSS media penyaringan yang menggunakan sabut kelapa sawit yang mempunyai struktur sabut yang halus menyebabkan padatan tersuspensi solid mengendap di atas media penyaringan.

Penurunan konsentrasi kandungan BOD, COD dan padatan tersuspensi total setelah perlakuan terjadi, karena adanya kandungan selulosa dan lignin yang terdapat pada sabut kelapa. Selulosa merupakan serat utama dalam biomassa. Serat inilah yang berkemampuan tinggi menyerap zat warna dan bahan organik dalam limbah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemakaian sabut kelapa sawit dapat digunakan sebagai mediator pertumbuhan mikrobiologi, dimana mikrobiologi yang sangat berperan aktif dalam penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada

limbah kelapa sawit adalah bakteri hidrolis.

1. Waktu kontak yang paling optimal digunakan adalah pada waktu kontak 6 haru agar mendapatkan prosentase penurunan BOD, COD dan TSS yang maksimal.

2. Semakin berat/tebal sabut kelapa sawit yang digunakan maka semakin tinggi prosentasi penurunan kandungan BOD, COD dan TSS pada limbah cair pabrik kelapa sawit. Pencapaian penurunan kandungan konsentrasi BOD, COD dan TSS yang maksimal didapatkan pada proses perlakuan yang diawali dengan pencucian sabut kelapa sawit terlebih dahulu, karena pada proses ini kandungan lemak yang ada dalam sabut kelapa sawit sudah berkurang.

### Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam pengolahan limbah cair disarankan untuk lebih memperhatikan perbandingan antara konsentrasi sabut kelapa sawit dengan volume limbah yang diolah, karena penambahan konsentrasi sabut kelapa sawit atau penurunan volume limbah cair yang diolah akan memberikan pengaruh terhadap kualitas hasil pengolahan.

2. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan nilai ambang batas, maka diharapkan untuk menggunakan sabut kelapa sawit yang digunakan maka semakin baik hasil yang dicapai.

3. Untuk mendapatkan hasil yang optimal maka disarankan penggunaan sabut kelapa sawit yang mempunyai kadar lemak yang rendah. Hal ini didapatkan dari penggunaan mesin untuk mendapatkan hasil proses produksi yang

ILTEK, Volume 6, Nomor 12, Oktober 2011  
898

mempunyai kadar lemak pada limbah sudah menurun.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad, A.A., and Hameed, B.H., 2007, *Adsorption of Direct Dye on Palm Ash; Kinetic and Equilibrium Modeling*, J. Hazardous Mater, 141, 70 – 76.
2. Alaerts, G dan Santika, SS, 1987, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.
3. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 2001,

- Undang-undang RI Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*, Bapedal Regional III, Makassar.
4. Basri, H.B., Mannan, M.A., and Zain, M.F.M., 1999. *Textural and Chemical Properties of Adsorbent Prepared from Palm Shell by Phosphoric Acid Activation*, *Cement Concrete Res*, 29, 61 – 62.
  5. Betti dan Winiati, 1995. *Penanganan Limbah Industri Pangan*, IPB, Kansius, Yogyakarta.
  6. Guo. J., and Luo. Y., 2003. *Textural and Chemical Properties of Adsorbent Prepared from Palm Shell by Phosphoric Acid Activation*, *Mater, Chem.Phys.*, 80. 114 – 119.
  7. Guo. J., Lua. Y.A.C., Chi. R.A., Chen. Y. L., Bao. X.T., and Xiang. S.X., 2007, *Adsorption of Hydrogen Sulphide (H<sub>2</sub>S) by Activated Carbons Derived from Oil-Palm Shell*, *Carbon*, 45, 330 – 360.
  8. Hanafiah.K.A., 2005, *Rancangan Percobaan Aplikatif*, Raja Grafindo Persada, Jakarta.
  9. [http://www.iptek.net.id/ind/jurnal/jurnal index php? doc = vs.Ns.23.htm](http://www.iptek.net.id/ind/jurnal/jurnal%20index.php?doc=vs.Ns.23.htm).
  10. Kusnoputranto. H, 1983. *Kesehatan Lingkungan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
  11. Lua, A.C., and Guo, J., 1998, *Preparation and Characterization of Chars from Oil Palm Waste*, *Carbon*, 36, 1636 – 1670.
  12. Mannan, M.A., and Ganapathy,C., 2002. *Engineering Properties of Concrete with Oil Palm Shell as Coarse Aggregate*, *Construction & Building.*, Mater, 16, 29 – 34.
  13. Mannan, M.A., and Ganapathy,C., 2004, *Concrete from An Agricultural Waste-Oil Palm Shell (OPS)*, *Building Environt*, 39, 441 – 448.
  14. Mahida, UN., 1986, *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*, Jakarta.
  15. Marsono, 1997, *Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologi*, Media Informasi Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
  16. Miswan, 2004, *Penurunan Tingkat Pencemaran Limbah Cair Rumah Potong Hewan dengan Menggunakan Sabut Kelapa*, Universitas Hasanuddin, Makassar.
  17. Pahan. I, 2006, *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*, Penebar Swadaya, Jakarta.
  18. Sastrawijaya Tresna, 1991, *Pencemaran Lingkungan*, Penerbit Rhineka Cipta, Jakarta,
  19. Sudjana, 1996, *Metoda Statika*, Tarsito, Bandung.