

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN LUMPUR AKTIF YANG DIPACU *ACLIMATED ARTIFICIAL SEWAGE*

Yuli Pratiwi¹

ABSTRACT

This research is to know the effectivities of household processing biological with active mud pushed by acclimated artificial sewage, it is done by observing parameter DO (Disolved Oxygen), BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), SS (Suspended Solid) and plankton as proponent data and then it is compared with quality standard included on SK Gubernur DIY No.281/KPTS/1998 about liquid waste.

Household which is used for researching is from installation unit of waste water Sewon-Bantul. Waste is treatment with active mud pushed by acclimated artificial sewage concentration 0 % (control), 15 %, 30 %, 45 % with time of observation 0 hour, 2 hours, 4 hours, 6 hours, 24 hours. To know concentration of active mud to improve waste quality, it is used SPSS that is anava and Tukey test.

The result of this research has shown that processing of household with active mud pushed by acclimated artificial sewage concentration 30 % is the most optimal and it can be improved: DO (63,64 %), BOD (74,06 %), COD (71,96 %), SS (65,57 %), where as the number of identified plankton is 24. The result of waste processing has been also suitable with quality standard of liquid waste included on SK Gubernur DIY No.281/KPTS/1998.

Key words: household, active mud, acclimated artificial sewage

INTISARI

Penelitian ini bertujuan mengetahui efektifitas pengolahan limbah cair rumah tangga secara biologi dengan lumpur aktif yang dipacu limbah cair yang diaklimatisasi, yaitu dengan mengamati parameter DO (oksigen terlarut), BOD (kebutuhan oksigen biologi), COD (kebutuhan oksigen kimia), SS (zat padat tersuspensi) dan plankton sebagai data pendukung kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang tercantum pada SK Gubernur DIY No.281/KPTS/1998 tentang limbah cair.

Limbah rumah tangga yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari unit instalasi air limbah Sewon-Bantul. Limbah diperlakukan dengan Lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* konsentrasi 0 % (kontrol), 15 %, 30 %, 45 % dengan waktu pengamatan 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 24 jam. Untuk mengetahui konsentrasi lumpur aktif yang paling optimal dalam memperbaiki kualitas limbah menggunakan SPSS yaitu anava dan uji tukey.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah rumah tangga dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* konsentrasi 30 % adalah yang paling optimal dan dapat memperbaiki: DO (63,64 %), BOD (74,06 %), COD (71,96 %), SS (65,57 %), sedangkan plankton yang teridentifikasi sebanyak 24. Hasil pengolahan limbah ini juga sudah sesuai dengan baku mutu limbah cair yang termuat dalam SK Gubernur DIY No.281/KPTS/1998.

Kata kunci: limbah cair rumah tangga, lumpur aktif, limbah cair yang diaklimatisasi

PENDAHULUAN

Limbah rumah tangga adalah limbah yang berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, l kotoran manusia dan termasuk

limbah industri rumah tangga. Oleh karena itu jumlah limbah rumah tangga menjadi relatif besar yaitu 80 % dari

¹ Staf pengajar Jurusan Teknik Lingkungan ISTA Yogyakarta

jumlah limbah yang ada, apalagi dengan bertambahnya jumlah penduduk maka limbah rumah tangga semakin menjadi masalah yang cukup memprihatinkan. Hal ini disebabkan dalam air limbah terdapat bahan kimia yang sukar untuk dihilangkan dan dapat memberi kehidupan bagi kuman-kuman penyebab penyakit seperti disentri, tipus, kolera dan sebagainya.

Menurut Yan, N.D (2005) bahwa untuk mengurangi pencemaran yang terjadi maka air limbah harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan, dengan tujuan:

1. Tidak mencemari sumber air minum yang ada di daerah sekitarnya baik air di permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah.
2. Tidak mengotori permukaan tanah.
3. Mencegah berkembang biaknya lalat dan serangga lain.
4. Tidak menimbulkan bau yang mengganggu.

Pengolahan limbah dengan lumpur aktif merupakan pengolahan secara biologi dengan memanfaatkan kegiatan mikroorganisme untuk melakukan degradasi bahan-bahan kimia yang terkandung di dalam limbah, menjadi bentuk lain yang lebih sederhana. Hasil akhir dari proses pengolahan ini sangat tergantung pada kondisi lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap berlangsungnya proses degradasi yaitu aerob ataupun anaerob. Degradasi bahan-bahan kimia terutama organik pada kondisi aerob akan diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa-senyawa sederhana tersebut digunakan untuk sumber nutrisi bagi kelangsungan hidup mikroorganisme.

Tujuan penelitian ini adalah:

Mengetahui efektifitas pengolahan limbah rumah tangga dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* (konsentrasi 0 %, 15%, 30 %, 45 %) yaitu dengan parameter yang diamati meliputi: DO (*Disolved Oxygen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), SS (*Suspended Solid*) dan plankton pada setiap tahap pengujian

0 jam (kontrol sebelum aerasi) dan setelah diaerasi 2 jam, 4 jam, 6 jam, 24 jam.

Limbah rumah tangga karakteristiknya hamper sama dengan limbah hotel, namun dalam jumlah yang tidak banyak. Menurut Davis & Cornwell (1991), komposisi limbah cair hotel terdiri dari 99,9 % air dan sisanya berupa partikel-partikel padat terlarut dan tidak terlarut 0,1 %. Partikel padat tersebut terdiri dari 70 % zat organik dan 30 % anorganik. Zat organik terdiri dari protein, karbohidrat dan lemak, yang mudah terurai dan merupakan sumber makanan yang baik bagi mikroorganisme. Karakteristik lain limbah rumah tangga kadar COD, BOD, dan SS tinggi sedangkan DO yang rendah serta kemungkinan akan terikut bakteri-bakteri pathogen yang berasal dari tinja.

Pencemaran limbah rumah tangga menyebabkan banyak akibat buruk, dan yang paling ringan adalah menurunnya keindahan lingkungan diikuti bau busuk. Lingkungan menjadi kotor sehingga dapat mengganggu kesehatan manusia akibat air untuk keperluan rumah tangga jadi kotor, hal ini dapat menyebabkan timbulnya wabah penyakit seperti kolera dan disentri. Air comberan merupakan tempat hidup yang baik untuk jenis-jenis hewan yang dapat menularkan penyakit seperti nyamuk, lalat dan tikus.

Konsep yang digunakan dalam proses pengolahan limbah secara biologi adalah eksploitasi kemampuan mikrobial yang umumnya sudah tersedia di alam dalam mendegradasi atau mengkonsumsi dengan cara absorpsi senyawa-senyawa polutan yang terkandung dalam air limbah (Zhore, H. & Smith, D.W., 2002). Kemampuan mikrobial tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: kondisi lingkungan dimana mikrobial tumbuh (pH, oksigen terlarut, suhu, nutrisi, padatan untuk pertumbuhan mikrobial); sifat-sifat limbah (konsentrasi, struktur kimia); jenis mikrobial.

Pada umumnya mikrobial berperan dalam degradasi senyawa organik mempunyai pH optimum 6-8. pH untuk

pertumbuhan mikrobia dapat berubah karena faktor luar seperti penambahan nutrisi, maupun faktor dalam misalnya produksi asam-asam karboksilat selama proses biodegradasi. Hal ini dapat mengakibatkan bergantinya *dominant microbial species*, yang pada akhirnya dapat mengubah hasil akhir dari biodegradasi. Untuk menanggulangi ini maka ke dalam unit pengolahan limbah harus ditambahkan *buffer*.

Berdasarkan adanya oksigen, mikrobia dikelompokkan sebagai aerob dan anaerob. Menurut Syamsiah, S. (1995), pada proses biodegradasi aerob, oksigen berfungsi sebagai *terminal electron acceptor* dan fungsi oksigen dapat digantikan oleh senyawa lain seperti nitrat, sulfat, hidrogen, sehingga biodegradasi masih tetap berlangsung meskipun dalam kondisi oksigen terbatas.

Berdasarkan suhu pertumbuhan optimum, mikrobia dikelompokkan sebagai *psychrophiles* (4-10°C), *mesophiles* (20-40°C) dan *thermophiles* (50-55°C). Menurut Caudy (1980) mayoritas mikrobia yang digunakan untuk pengolahan limbah secara biologi adalah *mesophiles*, karena mampu melakukan metabolisme optimal sehingga efektifitas dan efisiensi pengolahan limbah sangat tinggi.

Nutrien untuk pertumbuhan mikrobia terutama adalah unsur C, H, O, N, P dalam bentuk senyawa sederhana sehingga mudah dikonsumsi mikrobia. Hal ini berarti meskipun suatu limbah mengandung semua unsur yang diperlukan untuk pertumbuhan mikrobia, belum tentu dapat didegradasi. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur tersebut kemungkinannya ada dalam keadaan terikat dalam suatu senyawa kompleks, sehingga diperlukan penambahan nutrisi.

Mikrobia mempunyai kecenderungan untuk tumbuh melekat di atas permukaan padatan membentuk biofilm. Dalam bentuk biofilm umumnya mikrobia mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dalam mendegradasi polutan, dibandingkan dengan bentuk tersuspensi.

Sifat limbah yang penting dan menentukan degradasi adalah konsentrasi limbah dan struktur kimia limbah. Pada konsentrasi yang tinggi, limbah dapat meracuni mikrobia sehingga tidak dapat didegradasi. Konsentrasi tertinggi yang dapat ditolerir berbeda-beda pada jenis mikrobia yang berbeda. Sebagai contoh pertumbuhan *Nitrifying bacteria* dapat terhambat dengan adanya phenol pada konsentrasi 5,6 ppm, tetapi pada *Pseudomonas* terhambat adanya phenol konsentrasi diatas 70 ppm.

Umumnya pada limbah, kecenderungan untuk terdegradasi adalah berbanding terbalik dengan kompleksitas struktur kimianya. Polutan yang mempunyai struktur kimia makin kompleks maka akan semakin sukar terdegradasi oleh mikrobia dan memerlukan lebih banyak tahapan sampai membentuk senyawa yang tidak berbahaya bagi lingkungan.

Mikrobia yang digunakan dalam suatu unit pengolahan limbah dapat berasal dari dua macam sumber yaitu langsung dan tidak langsung. Pada keadaan yang pertama, mikrobia dapat berasal dari alam misalnya tanah atau unit pengolahan limbah lain. Jenis mikrobia yang sesuai dengan kondisi operasi (lingkungan dan jenis polutan) akan bertahan dan terus berkembang biak, sedangkan yang tidak sesuai akan mati. Pada keadaan yang kedua, seleksi jenis mikrobia yang dapat bertahan pada kondisi operasi, dilakukan diluar bak pengolahan biologi. Hal ini dilakukan dengan cara mengontakan terus menerus antara mikrobia dengan jenis limbah yang akan diolah pada kondisi yang mendekati kondisi sebenarnya, sehingga diharapkan didapatkan jenis mikrobia yang sesuai dengan jenis limbah.

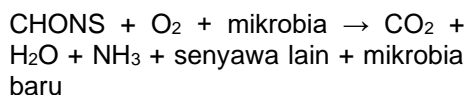
Dengan berkembangnya ilmu *genetic engineering*, para peneliti telah berhasil merekayasa beberapa jenis mikrobia yang mampu mendegradasi senyawa yang sukar didegradasi oleh mikrobia yang berasal dari alam. Kemampuan mikrobia buatan ini sudah diuji di laboratorium dan

terbukti memberikan hasil yang diinginkan. Tetapi adanya sedikit perubahan kondisi dapat menyebabkan mikrobia buatan ini kehilangan kemampuannya. Oleh karena itu penggunaannya di lapangan masih terus dalam taraf uji coba.

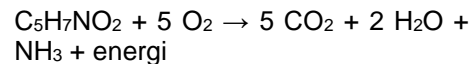
Salah satu contoh bentuk penerapan penggunaan mikrobia untuk pengolahan limbah adalah dalam bentuk lumpur aktif. Menurut Davis & Cornwell (1991) Lumpur aktif adalah kumpulan mikrobia (bakteri, fungi, alagae) yang berperan dalam biodegradasi suatu limbah. Untuk suatu jenis limbah, jenis dan macam mikrobia yang hidup sudah tertentu pula. Hal ini berhubungan dengan makanan yang tersedia di dalam limbah maupun kondisi lingkungannya. Jenis mikrobia yang hidup di lumpur aktif sebagian besar adalah aerobik, sehingga proses pengolahannya memerlukan aerasi (menggunakan aerator).

Lumpur aktif berdasarkan mikrobia yang terkandung di dalamnya, dibedakan menjadi mikrobia campuran (*mixed culture*) dan mikrobia satu jenis (*mono culture*). *Mono culture* akan bekerja cepat dan spesifik dalam mendegradasi pencemar dalam air limbah, namun kelemahannya setiap kali harus di *seeding* atau dilakukan pembenihan kembali. Pada *mixed culture* proses degradasi pencemarnya tidak cepat, keuntungannya tidak perlu dilakukan pembenihan kembali setiap saat dan hanya memerlukan penambahan nutrisi secara periodik.

Pada uraian perhitungan menurut Rochmadi (1995), lumpur aktif sering dinyatakan dengan MLSS (*Mixed Liquor Suspended Solids*) dan proses yang terjadi tergantung dari kandungan senyawa organik dan anorganik dalam limbah. Senyawa organik yang akan dimakan mikrobia dinamakan substrat dan persamaan reaksi sering disederhanakan dalam bentuk:



Jadi sebagian substrat didalam limbah akan diubah menjadi sel mikrobia baru. Komposisi kimiawi mikrobia adalah $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$ atau $\text{C}_{60}\text{H}_{87}\text{O}_{23}\text{N}_{12}\text{P}$ dan apabila mikrobia sudah mati, maka mikrobia yang masih hidup akan memakannya yang reaksinya dinamakan *endogeneous respiration*:



Untuk kelangsungan hidupnya, mikrobia juga membutuhkan nutrisi yang harus ditambahkan ke dalam lumpur aktif, karena nutrisi ini belum ada atau mungkin belum cukup tersedia di dalam air limbah, dan biasanya yang ditambahkan hanya nitrogen, fosfor dan kalium (N, P, K.).

PEMBAHASAN

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah: limbah rumah tangga (dari unit instalasi pengolahan limbah rumah tangga Sewon-Bantul yang belum diolah); lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage*; akudes; bahan kimia untuk pemeriksaan BOD, COD, DO, SS dan plankton. Alat yang diperlukan penelitian meliputi: pH meter; BOD reactor; COD reactor; mikroskop; bak *aerobik biofilter*; DO meter; aerator; tabung reaksi; erlenmeyer; gelas ukur; pipet; slang plastik. Analisis data hasil penelitian menggunakan SPSS yaitu anava dan uji tukey terutama untuk mengetahui konsentrasi lumpur aktif yang paling optimal dalam memperbaiki kualitas limbah.

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage*: peptone 6 gr; meat ekstrak 4 gr; urea 1 gr; Na_2HPO_4 1 gr; NaCl 0,3 gr; HCl 0,14 gr; CaCl_2 0,14 gr; MgSO_4 0,1 gr. Semua bahan dilarutkan dalam 1 liter akuades, dipanaskan sambil diaduk, selanjutnya dilakukan sterilisasi dengan cara dipanaskan dalam *autoclave* dengan panas 110°C dan tekanan 1 atmosfer selama 30 menit. Untuk

menentukan jumlah kebutuhan *aclimated artificial sewage* berdasarkan hasil pemeriksaan COD limbah rumah tangga, misalkan didapat 255 ppm, maka kebutuhan *artificial sewage*:

$$\begin{aligned} & 255 \text{ mg/l} \\ & \text{-----} \times 1000\text{cc} = 25,5 \text{ ml/l limbah} \\ & 10.000 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Jadi untuk aklimatisasi 5 liter limbah rumah tangga ditambahkan 127,5 ml *artificial sewage*, selanjutnya ditambahkan 872,5 ml akudes, kemudian dimasukkan ke akuarium dan ditambahkan 5 liter limbah rumah tangga. Selanjutnya dilakukan aklimatisasi dengan cara diaerasi terus menerus hingga COD konstan (± 12 hari).

Pada tahap pengujian menggunakan lumpur aktif yang dipacu *aclimated artificial sewage* konsentrasi : 0 %, 15 %, 30 %, 45 % yaitu dengan cara limbah rumah tangga dialirkan ke bak yang berisi lumpur aktif dengan konsentrasi seperti di atas dan debit diatur sedemikian rupa sehingga waktu tinggal limbah menjadi 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 24 jam. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel untuk pemeriksaan DO, BOD, COD, SS, plankton pada jam ke: 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 24 jam.

Berdasarkan data yang didapat dari pemeriksaan selama penelitian, ternyata pengolahan limbah cair rumah tangga menggunakan lumpur aktif yang dipacu *aclimated artificial sewage*, mampu memperbaiki kualitas limbah cair rumah tangga. Hal ini dapat terdeteksi dari evaluasi data beberapa parameter lingkungan yang diperiksa meliputi DO, BOD, COD, SS dan identifikasi plankton sebagai data pendukung, yang kemudian dibandingkan baku mutu limbah cair yang dikeluarkan oleh Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta nomor 281/KPTS/1998.

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1, DO kontrol (0%) pada 0 jam sebesar 1,0 ppm dan setelah 24 jam menjadi 1,1 ppm yang berarti terjadi perbaikan 0,1 ppm (9,09%). DO kelompok perlakuan yang dipacu *aclimated*

artificial sewage kadar 15% pada 0 jam adalah 1,2 ppm dan setelah 24 jam menjadi 2,3 ppm yang berarti terjadi perbaikan 1,1 ppm (47,83%). DO kelompok perlakuan yang dipacu *aclimated artificial sewage* kadar 30% pada 0 jam adalah 1,6 ppm dan setelah 24 jam menjadi 4,4 ppm yang berarti terjadi perbaikan 2,8 ppm (63,64%). DO kelompok perlakuan yang dipacu *aclimated artificial sewage* kadar 45% pada 0 jam adalah 1,3 ppm dan setelah 24 jam menjadi 2,2 ppm yang berarti terjadi perbaikan 0,9 ppm (40,91). Kandungan DO pada waktu tinggal yang semakin lama, maka kandungannya semakin meningkat, termasuk pada kelompok kontrol walaupun kenaikannya sangat kecil apabila dibandingkan dengan kelompok perlakuan. Sebab secara alamiah sebenarnya limbah cair rumah tangga pada kontrol juga mengalami perombakan oleh mikrobia yang terkandung di dalamnya, namun karena jumlah mikrobia sedikit karena tidak diperlakukan dengan lumpur aktif yang dipacu *aclimated artificial sewage*, sedangkan jumlah polutan lebih besar sehingga mikrobia kurang mampu melakukan degradasi polutan akibatnya DO sangat kecil.

Pada pengolahan limbah dengan kelompok perlakuan kemungkinan jumlah mikrobia yang terkandung di dalamnya memadai apalagi pertumbuhannya dipacu *aclimated artificial sewage*, sehingga memungkinkan terjadi degradasi lebih sempurna, akibatnya jumlah polutan berkurang dan oksigen yang dibutuhkan mikrobia untuk proses degradasi juga sedikit sehingga menyebabkan DO limbah meningkat. Peningkatan DO pada kelompok perlakuan yang paling optimal setelah diuji statistik dengan anava dan uji tukey adalah pada kadar 30%.

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 2, BOD pada kontrol (0%) pada 0 jam sebesar 190,2 ppm dan setelah 24 jam hanya 189,5 ppm, jadi penurunannya hanya 0,7 ppm (0,37%). BOD kelompok perlakuan kadar 15% pada 0 jam adalah 185,0 ppm dan setelah 24 jam menjadi 98,5 ppm berarti perbaikannya 86,5 ppm

(46,76%) dan ternyata belum sesuai baku mutu limbah cair yang berlaku. Demikian pula pada kadar 45% terjadi perbaikan 85,4 ppm (45,52%) juga belum sesuai standar baku limbah cair, sedangkan pada kadar 30% kandungan BOD setelah 24 jam adalah 45,05 ppm dan ternyata sudah memenuhi baku mutu. Pada kadar 30% kemungkinan besar perbandingan antara jumlah mikrobia yang ada sesuai dan seimbang, sehingga dalam proses degradasi polutan dapat berjalan optimal, yang akhirnya menghasilkan penurunan BOD cukup besar.

BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan mikrobia untuk mengoksidasi

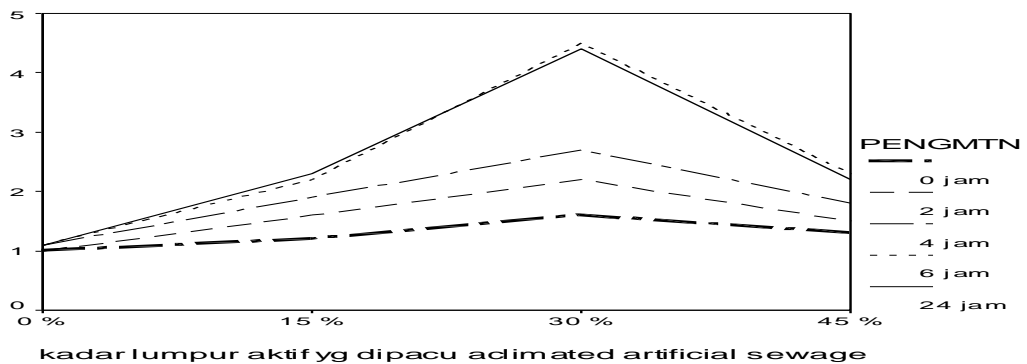
atau mendegradasi polutan, terutama senyawa organik yang ada di limbah. Hal ini dapat terjadi karena semakin banyak jumlah mikrobia maka kebutuhan oksigen terlarut untuk degradasi polutan semakin banyak. Kemungkinan yang lain adalah adanya plankton di limbah dapat menambah jumlah oksigen terlarut melalui aktivitas fotosintesis sehingga proses degradasi polutan dapat optimal. Hal ini terbukti pada kelompok perlakuan kadar 30% ternyata jumlah yang teridentifikasi sebanyak 24 plankton yang terdiri dari 17 *phytoplankton* dan 7 *zooplankton*.

Tabel 1. Hasil analisis DO (ppm) limbah rumah tangga yang diperlakukan dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage*

Waktu Pengamatan	Kadar lumpur yang dipacu <i>acclimated artificial sewage</i>				Rujukan (#)
	0 %	15 %	30 %	45 %	
0 jam	1,0	1,2	1,6	1,3	-
2 jam	1,0	1,6	2,2	1,5	
4 jam	1,1	1,9	2,7	1,8	
6 jam	1,1	2,2	4,5	2,3	
24 jam	1,1	2,3	4,4	2,2	
Perbaikan	9,09 %	47,83 %	63,64 %	40,91 %	

Keterangan:

#) : Baku Mutu Limbah Cair menurut SK.Gubernur DIY No.281/KPTS/1998



Gambar 1. Grafik hasil analisis DO (ppm) limbah rumah tangga yang diperlakukan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* kadar 0 %, 15 %, 30 %, 45 % dengan waktu pengamatan 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 24 jam

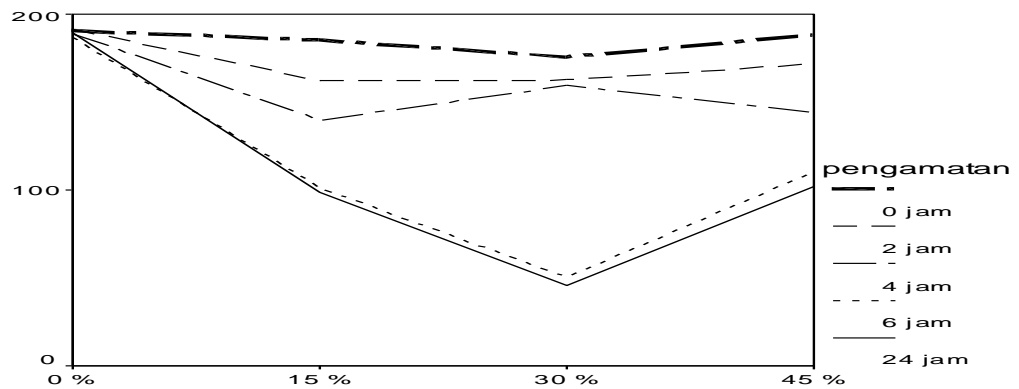
Tabel 2. Hasil analisis BOD (ppm) limbah rumah tangga yang diperlakukan dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage*

Waktu Pengamatan	Kadar lumpur yang dipacu <i>acclimated artificial sewage</i>				Rujukan (#)
	0 %	15 %	30 %	45 %	
0 jam	190,2	185,0	175,4	187,6	50

2 jam	191,4	162,2	162,6	171,8
4 jam	188,9	139,7	159,3	143,9
6 jam	186,7	101,2	50,4	110,4
24 jam	189,5	98,5	45,5	102,2
Perbaikan	0,37	46,76	74,06	45,52

Keterangan:

#) : Baku Mutu Limbah Cair menurut SK.Gubenuur DIY No.281/KPTS/1998



kadar lumpur aktif yang dipacu acclimated artificial sewage

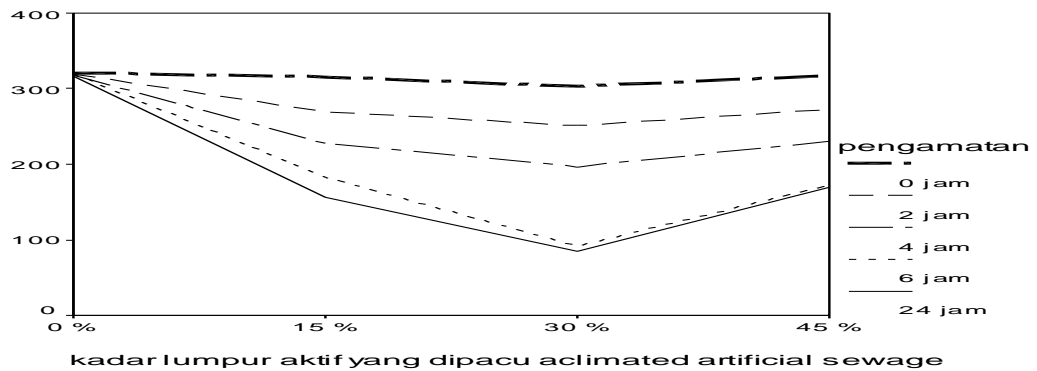
Gambar 2. Grafik hasil analisis BOD (ppm) limbah rumah tangga yang diperlakukan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* kadar 0 %, 15 %, 30 %, 45 % dengan waktu pengamatan 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 24 jam.

Tabel 3. Hasil analisis COD (ppm) limbah rumah tangga yang diperlakukan dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage*

Waktu Pengamatan	Kadar lumpur yang dipacu <i>acclimated artificial sewage</i>				Rujukan (#)
	0 %	15 %	30 %	45 %	
0 jam	320,4	315,1	302,4	316,3	100
2 jam	319,7	269,3	251,2	272,6	
4 jam	317,9	227,5	196,6	230,2	
6 jam	319,8	182,8	91,7	172,4	
24 jam	316,2	156,9	84,8	169,5	
Perbaikan	1,31 %	50,21 %	71,96 %	46,41 %	

Keterangan:

(#) : Baku Mutu Limbah Cair menurut SK.Gubenuur DIY No.281/KPTS/1998



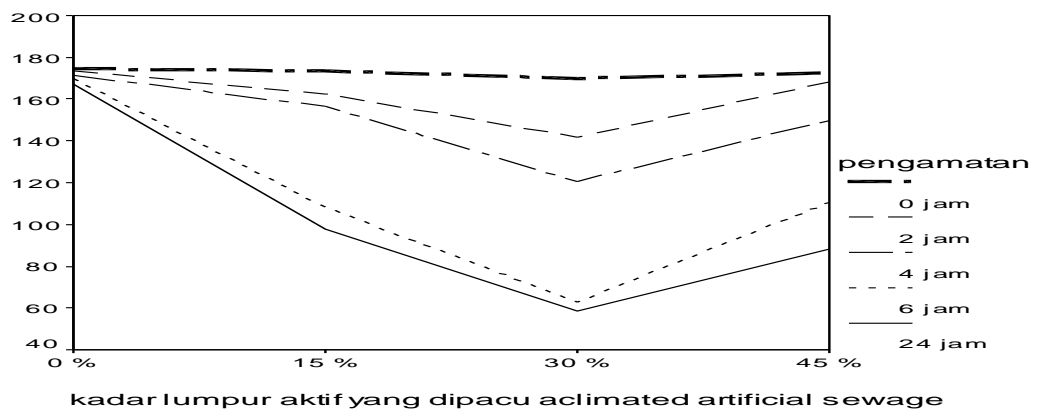
Gambar 3. Grafik hasil analisis COD (ppm) limbah rumah tangga yang diperlakukan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* kadar 0 %, 15 %, 30 %, 45 % dengan waktu pengamatan 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 24 jam.

Tabel 4. Hasil analisis SS (ppm) limbah rumah tangga yang diperlakukan dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage*

Waktu Pengamatan	Kadar lumpur yang dipacu <i>acclimated artificial sewage</i>				Rujukan (#)
	0 %	15 %	30 %	45 %	
0 jam	174,2	173,3	169,6	172,2	200
2 jam	173,5	162,4	141,7	168,1	
4 jam	171,3	156,6	120,5	149,9	
6 jam	169,8	108,2	62,8	110,6	
24 jam	166,9	97,9	58,4	88,3	
Perbaikan	4,12 %	43,50 %	65,57 %	48,72 %	

Keterangan:

(#) : Baku Mutu Limbah Cair menurut SK.Gubernur DIY No.281/KPTS/1998



Gambar 4. Grafik hasil analisis SS (ppm) limbah rumah tangga yang diperlakukan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* kadar 0 %, 15 %, 30 %, 45 % dengan waktu pengamatan 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 24 jam.

Tabel 5. Data jenis plankton yang terkandung pada limbah rumah tangga yang diperlakukan dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage*

Kadar Lumpur aktif	<i>Phytoplankton</i>	<i>Zooplankton</i>
0 %	<i>Volvox</i> : 2 <i>Oscillatoria</i> : 1	<i>Paramaecium</i> : 2
15 %	<i>Oscillatoria</i> : 8 <i>Chlorella</i> : 3	<i>Nemathelminthes</i> : 2 <i>Epiphares</i> : 1
30 %	<i>Oscillatoria</i> : 2 <i>Navicula</i> : 3 <i>Chlorella</i> : 9	<i>Euplotes</i> : 4 <i>Colpidium</i> : 2 <i>Epiphares</i> : 1
45 %	-	<i>Euplotes</i> : 2 <i>Nemathelminthes</i> : 2 <i>Epiphares</i> : 2

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 3, COD pada kontrol pada 0 jam adalah 320,4 ppm dan setelah 24 jam menjadi 316,2 ppm berarti penurunannya sebesar 4,2 ppm (1,31%) dan belum memenuhi baku mutu limbah cair yaitu sebesar 100 ppm. Pada kelompok perlakuan kadar 15% kandungan COD 0 jam adalah 315,1 ppm setelah 24 jam menjadi 156,9 ppm yang berarti penurunannya 158,2 ppm (50,21%) tetapi juga belum sesuai baku mutu limbah cair. Pada kadar lumpur aktif 30% kandungan COD 0 jam menjadi 302,4 ppm kemudian setelah 24 jam menjadi 84,8 ppm (perbaikan 217,6 ppm atau 71,96 %) dan sudah memenuhi baku mutu limbah cair. Sedangkan pada kadar lumpur aktif 45% kandungan COD setelah 24 jam sebesar 169,5 ppm (perbaikan 146,8 ppm atau 46,41% dan belum memenuhi baku mutu limbah cair. Dari ketiga kadar lumpur aktif yang diteliti setelah diuji statistik dengan anava dan uji Tukey, ternyata perbaikan COD limbah cair rumah tangga yang diperlakukan dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* kadar 30% adalah yang paling baik. Hal ini kemungkinan disebabkan perbandingan yang sesuai antara jumlah mikrobia dan volume polutan sehingga terjadi proses degradasi yang optimal. Kemungkinan yang lain adalah adanya plankton yang dapat melakukan proses fotosintesis yang dapat menghasilkan oksigen terlarut, sehingga COD turun, karena COD memang merupakan jumlah oksigen

yang dibutuhkan untuk menguraikan polutan secara kimia.

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 4, dapat diketahui bahwa pengolahan limbah cair rumah tangga dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* dapat memperbaiki kandungan SS terutama pada kadar lumpur aktif 30% pada 0 jam 169,6 ppm dan setelah 24 jam menjadi 58,4 ppm yang berarti terjadi penurunan 111,2 ppm (65,57%), sedangkan pada lumpur aktif kadar 15% perbaikannya sebesar 75,4 ppm (43,50%) dan pada kadar 45% terjadi perbaikan 83,9 ppm (48,72%). Kandungan SS pada ketiga kadar tersebut ternyata semuanya sudah sesuai baku mutu limbah cair yang berlaku. Penurunan kandungan SS pada kontrol dapat terjadi kemungkinan karena terjadi proses pengendapan atau terjadi degradasi oleh mikrobia. Penurunan kandungan SS pada kelompok perlakuan lebih baik dibandingkan kelompok kontrol, kemungkinannya karena jumlah mikrobia yang lebih banyak sehingga proses degradasi polutan menjadi optimal. Sebenarnya penurunan kandungan SS dapat dipercepat dengan koagulasi atau pemberian koagulan seperti tawas, *superpac* dan sebagainya tetapi ini tidak dilakukan karena penelitian ini menitik beratkan pada pengolahan limbah secara hayati.

Berdasarkan Tabel 5, *plankton* yang berhasil teridentifikasi pada limbah cair rumah tangga yang tidak diperlakukan (kontrol) persatu ml adalah 5 buah dengan perincian 3 *phytoplankton* terdiri dari

Volvox (2 spesies) dan *Oscillatoria* (1 spesies.), sedangkan *zooplankton* hanya *Paramecium* (2 spesies). Hal ini disebabkan polutan dalam limbah masih terlalu banyak sehingga hanya *plankton* jenis tertentu saja yang mampu bertahan hidup. Alasan lain adalah karena limbah cair rumah tangga pada kontrol masih asli dalam arti tidak diperlakukan dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage*, sehingga menyebabkan pertumbuhan plankton belum optimal.

Pada limbah cair rumah tangga yang diperlakukan dengan lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* kadar 15% jumlah *plankton* per 1 ml limbah yang dapat teridentifikasi 14 buah dengan perincian 11 *phytoplankton* yang terdiri dari *Oscillatoria* (8 spesies) dan *Chlorella* (3 spesies) sedangkan *zooplankton* ada 3 yang terdiri dari *Nemathelminthes* (2 spesies) dan *Epiphares* (1 spesies). Pada lumpur aktif kadar 30%, *plankton* yang berhasil teridentifikasi 24 buah dengan perincian 17 *phytoplankton* yang terdiri dari *Oscillatoria* (2 spesies), *Navicula* (3 spesies), *Chlorella* (9 spesies), *Volvox* (3 spesies) sedangkan *zooplankton* yang teridentifikasi berjumlah 7 buah terdiri dari *Euplotes* (4 spesies), *Colpidium* (2 spesies) dan *Epiphares* (1 spesies). Pada kadar lumpur aktif 45% teridentifikasi 6 *zooplankton* yang terdiri *Euplotes* (2 spesies), *Nemathelminthes* (2 spesies) dan *Epiphares* (2sp.). Jumlah *phytoplankton* dan *zooplankton* dari waktu ke waktu mengalami penurunan populasinya, dan pada waktu pengamatan 24 jam pada lumpur aktif kadar 45% sudah tidak terdapat *phytoplankton* hanya tinggal *zooplankton*. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya fenomena piramidal nutrisi pada ekosistem tersebut, dimana *phytoplankton* sebagai produsen dan *zooplankton* sebagai konsumen.

KESIMPULAN

Lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* dapat memperbaiki kualitas

limbah cair rumah tangga berdasarkan parameter DO, BOD, COD dan SS, sudah memenuhi syarat baku mutu limbah cair yang dikeluarkan oleh Gubernur DIY yaitu SK nomor 281/KPTS/1998.

Lumpur aktif yang dipacu *acclimated artificial sewage* kadar 30% dapat memperbaiki kualitas limbah cair rumah tangga yang paling optimal dibandingkan kadar 15% dan 45%. Perbaikannya sebesar 63,64% (DO), 74,06% (BOD), 71,96% (COD), 65,57% (SS). Demikian pula jumlah *plankton* yang berhasil diidentifikasi adalah yang paling banyak yaitu 24 sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Caudy, FA., 1980, *Microbiology for Environmental Sanitation and Engineer*, New York
- Davis, ML. and DA Conwell, 1991, *Introduction to Environmental Engineering*, McGraw-Hill International Edition. Singapore.
- Pemerintah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, 1991, Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta nomor: 214/KPTS/1991 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Wilayah Propinsi DIY.
- Rochmadi, 1995, *Activated Sludge*, Jurusan Teknik Kimia-UGM, Yogyakarta.
- Santoso, S., 2001, *SPSS Versi 10: Mengolah Data Statistik Secara Profesional*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Syamsiah, S., 1995, *Pengolahan Air Limbah Secara Biologi*, Jurusan Teknik Kimia-UGM, Yogyakarta.
- Zhore, H. and Smith, D.W., 2002, *Advanced Technologies in Water and Wastewater Treatment*, *Environment Engineering Sci. Journal*, vol. 1, 2002, Canada.
- Yan, N.D., 2005, *Research Needs for the Mngement of Water Quality Issues*, *Environment Engineering Sci. Journal*, vol. 13, 2005, Canada.