

EFISIENSI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DETERJEN MENGUNAKAN SISTEM *UPFLOW ANAEROBIC FILTER* DENGAN AKLIMATISASI LUMPUR AKTIF

*(Detergent Wastewater Treatment Efficiency Using Up flow Anaerobic Filter
And Activated Sludge Acclimatization)*

Uray Lusiana

Baristand Industri Pontianak Jl. Budi Utomo No.41 Pontianak

E-mail: padeci_babeda@yahoo.com

ABSTRACT. *One of the largest applications of detergent is for cleaning clothes. By society, waste water containing detergent dumped directly into the ground or river. This can lead to pollution of soil or river so that can degrade the quality of the environment. Wastewater treatment has been carried out by the community one of them using the well diffusion because it is cheap. The downside of this treatment is not suitable to be applied in areas with high groundwater level and swampy areas. This study aims to determine the efficiency of wastewater treatment by anaerobic filter and up flow detergent acclimatization activated sludge. Anaerobic system is a biological process that uses the activity of microorganisms that can grow and live in environments without oxygen. Anaerobic bacteria living in the stone surface and oxidized past wastewater. The method used was neutralized waste water until the pH 7 followed by adding it to anaerobic tank and closed. Inside anaerobic tank occurred inoculation by activated sludge and remaining it until 6 days. The temperature then must be watched between 37°C – 40°C in order of successfully acclimatization and it's indicated by formation of gas. After acclimatization, the wastewater in anaerobic tank was stream down to up flow anaerobic filter through bottom to the top of the tank. The sample was then retaining in 2, 4, 6, 8, 10, 12 and 14 days followed by the detergent content analysis. The result showed that it could degrade the detergent rate from 21,03 mg/L to 3,83 mg/L and the efficiency until 81,8 % with the maximum retention time was 14 days.*

Keywords: *Anaerobic, detergent, up flow filter*

1. PENDAHULUAN

Mencuci merupakan kegiatan sehari-hari yang dilakukan dalam rumah tangga, tetapi ada sebagian masyarakat yang menjual jasa mencuci pakaian dan mendapatkan penghasilan yang memadai dari usaha tersebut dan kegiatan ini dikenal dengan jasa *laundry*. Proses *laundry* terdiri dari beberapa tahapan yaitu pencucian, pembilasan, pemerasan, pengeringan dan penyetrakan. Limbah deterjen mempunyai kondisi awal berwarna putih keruh, berbau, dan berbusa. (Suastuti, 2010). Deterjen

merupakan bahan yang mempunyai sifat membersihkan sehingga dapat menghilangkan kotoran. Kemampuan deterjen untuk menghilangkan berbagai kotoran yang menempel pada kain atau objek lain sudah tidak diragukan lagi. Menurut Ryadi (1984), deterjen yang beredar di pasaran dapat dibedakan menjadi 3 tipe utama, yaitu anionik deterjen, kationik deterjen, dan non-ionik deterjen.

Pengolahan limbah cair *laundry* yang dilakukan oleh masyarakat saat ini masih sangat sederhana hanya

menggunakan sumur resapan sehingga limbah tersebut langsung diserap oleh tanah tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah deterjen yang dibuang langsung ke tanah dapat mengganggu struktur tanah sebagai media penerima air limbah. Hal ini menyebabkan tanah menjadi tercemar karena tidak mampu lagi menetralkan bahan-bahan polutan. Limbah cair mengandung deterjen yang dibuang ke lingkungan akan mengganggu karena dapat menaikkan pH air sehingga mengganggu organisme dalam air, bahan antiseptik yang ditambahkan ke dalam deterjen dapat mengganggu kehidupan mikroorganisme dalam air, bahkan sampai mematikan, dan ada sebagian bahan deterjen yang tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme yang ada di dalam air (Wardhana, 1995). Selain itu, deterjen di dalam air dapat menimbulkan busa dan menutupi permukaan air sehingga menghalangi sinar matahari yang masuk dan menghambat proses fotosintesis yang pada akhirnya mengganggu siklus hidup biota air.

Deterjen merupakan suatu derivat organik sehingga akumulasinya menyebabkan terjadi peningkatan COD, BOD dan angka permanganate. Pengolahan yang cocok untuk limbah deterjen ini adalah menggunakan sistem biologi. Ditinjau dari pemanfaatan oksigennya, proses biologi dibagi ke dalam dua kelompok utama, yaitu proses aerobik dan proses anaerobik. Proses anaerobik adalah proses yang terjadi karena aktivitas mikroba dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas. Benefield (1980), menyatakan bahwa proses anaerob pada hakekatnya adalah proses perubahan bahan buangan menjadi metana dan karbon dioksida dalam keadaan hampa udara oleh aktivitas mikrobiologi. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses anaerob adalah pH, suhu, ion logam, nutrisi dan waktu. Pengaruh pH sangat besar karena asam organik sudah akan terbentuk pada tahap pertama fermentasi. Penurunan suhu akan menyebabkan gagalnya proses fermentasi dan adanya ion logam dalam konsentrasi tertentu pada proses fermentasi akan menyebabkan keracunan bagi mikroba. Bahan-bahan organik biasanya

mengandung nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan mikroba dan waktu retensi minimum untuk proses anaerob ini umumnya berkisar antara 2-6 hari. Hal ini disebabkan karena waktu regenerasi bakteri metana umumnya mencapai 12 jam sedangkan untuk bakteri fakultatif, waktu regenerasinya lebih kurang 0,3 jam. Jenis bakteri anaerob dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis bakteri yang hidup pada rentang suhu tertentu

Jenis Bakteri	Rentang temperatur (°C)	Temperatur Optimum (°C)
Cryophilic	2 – 30	12 – 18
Mesophilic	20 – 45	25 – 40
Hermophilic	45 – 75	55 – 65

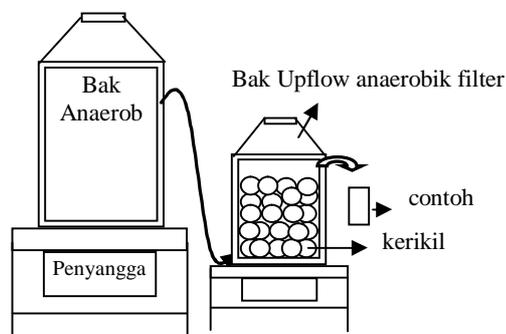
Pengolahan limbah merupakan suatu usaha untuk mengurangi konsentrasi bahan pencemar yang ada di dalam air limbah agar aman dibuang ke lingkungan, jadi pengolahan limbah bukan untuk memurnikan tetapi memperbaiki kualitas dengan tujuan melindungi kesehatan masyarakat, menghindari gangguan dari lingkungan, mencegah pencemaran terhadap lingkungan dan menghindari kerusakan-kerusakan lingkungan (Chatib, 1988).

Berdasarkan pengamatan, limbah cair *laundry* yang mengandung deterjen belum mendapat perhatian dan pengolahan yang baik. Deterjen sangat berbahaya bagi lingkungan karena memiliki kemampuan untuk melarutkan bahan dan bersifat karsinogen, misalnya 3,4 *Benzo(a)pyrene*, selain gangguan terhadap masalah kesehatan, kandungan deterjen dalam air minum akan menimbulkan bau dan rasa tidak enak. Deterjen kationik memiliki sifat racun jika tertelan dalam tubuh, bila dibanding deterjen jenis lain. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah cair *laundry* yang mengandung deterjen dengan cara anaerobik. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi pengolahan air limbah deterjen menggunakan *upflow anaerobic filter* dengan aklimatisasi lumpur aktif.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair mengandung deterjen dari tempat *laundry* dan lumpur aktif yang diambil dari pengolahan limbah *system trickling filter*. Peralatan yang digunakan terdiri dari bak anaerob, bak *upflow anaerobic filter*, pH meter, thermometer, botol sampel, jerigen, dan alat-alat untuk pengujian. Bak yang digunakan terbuat dari kaca dan dicat hitam yang berfungsi untuk menghindari cahaya masuk dengan volume 7 liter dan 15 liter. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara grab (sampling sesaat) pada saluran keluar limbah dengan menggunakan jerigen dan waktu pengambilan sampel dilakukan pada saat tempat *laundry* tersebut melakukan aktivitas puncak antara jam 09.00 WIB – 10.00 WIB.

Peralatan untuk pengolahan limbah deterjen ini dirancang secara sederhana yang terdiri dari bak anaerob dan bak *upflow anaerobic filter*. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dan rangkaian alat pengolahan limbah deterjen ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peralatan pengolahan limbah deterjen

Proses pengolahan limbah deterjen dilakukan dengan cara melakukan preparasi terhadap air limbah dengan mengkondisikan pH menjadi 7, kemudian dimasukkan ke dalam bak anaerob dan ditutup rapat. Pada bak *upflow anaerobic filter* dilakukan proses inokulasi dengan cara memasukkan air limbah yang mengandung deterjen dan lumpur aktif dengan perbandingan 1:1 dan dibiarkan selama 6 hari. Perkembangan

mikroorganisme dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik meliputi cahaya, temperatur, tekanan, dan turbiditas. Faktor biotik meliputi kompetisi nutrient, vitamin dan antibiotik serta keberadaan mikroorganisme lainnya (Waluyo, 2005).

Media yang digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme pada bak *upflow anaerobic filter* adalah batu kerikil yang berfungsi sebagai penyaring (*filter*). Untuk memperoleh hasil yang maksimal dengan mempertimbangkan sifat mikroorganisme perlu diperhatikan kondisi agar mikroorganisme dapat berkembang dengan baik sesuai dengan lingkungannya (Suastuti, 2010; Buchari, *et al.*, 2001). Untuk keberhasilan proses aklimatisasi maka faktor penting yang harus dijaga adalah suhu yang berkisar antara 37°C – 40°C, karena pada suhu tersebut bakteri mampu hidup dan berkembang biak untuk beradaptasi di dalam reaktor.

Keberhasilan proses aklimatisasi ditandai dengan adanya gas yang berupa uap dalam bak dan kemudian bakteri siap digunakan sebagai media pencerna pada proses anaerob. Setelah proses aklimatisasi, kemudian air limbah dalam bak anaerob dialirkan ke dalam bak *upflow anaerobic filter* melalui dasar bak dan melewati lapisan agregat (saringan batu kerikil) mengalir keatas dan keluaran melalui saluran pada bagian atas bak.

Hasil pengolahan air limbah yang keluar dari bak *upflow anaerobic filter* diambil sebagai sampel dengan variasi waktu 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari, 10 hari, 12 hari, dan 14 hari. Kemudian kandungan deterjennya dianalisa dilaboratorium dan dihitung efisiensi pengolahannya. Variasi waktu maksimum 14 hari ditentukan berdasarkan waktu retensi minimum untuk proses anaerob umumnya hanya berkisar antara 2 sampai 6 hari. Penentuan nilai efisiensi penurunan deterjen dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\% \text{ Efisiensi} = \frac{D_k - D_p}{D_k} \times 100\%$$

Ket : D_k = Deterjen kontrol

D_p = Deterjen setelah pengolahan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

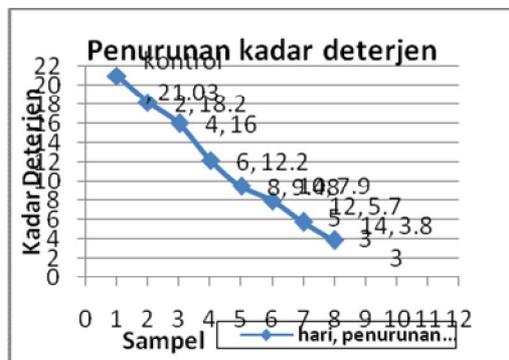
Sebelum dilakukan proses pengolahan terhadap limbah deterjen maka dilakukan pengujian awal untuk mengetahui kandungan deterjen dalam air limbah. Kandungan deterjen dalam air limbah sebelum dilakukan pengolahan adalah 23,19 mg/L. Tahap selanjutnya adalah dilakukan pengujian air limbah dalam bak anaerob yang telah didiamkan selama 6 hari dan kandungan deterjen

dalam air limbah adalah 21,03 mg/L dan digunakan sebagai kontrol. Nilai efisiensi yang diperoleh dari bak anaerob adalah sebesar 9,31 %. Sampel dari bak anaerob, dialirkan ke dalam bak *upflow anaerobic filter* dan diuji kandungan deterjennya dengan tiga kali ulangan, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik penurunan kadar deterjen dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Hasil pengujian laboratorium kandungan deterjen setelah dilewatkan pada bak *Upflow Anaerobic filter*

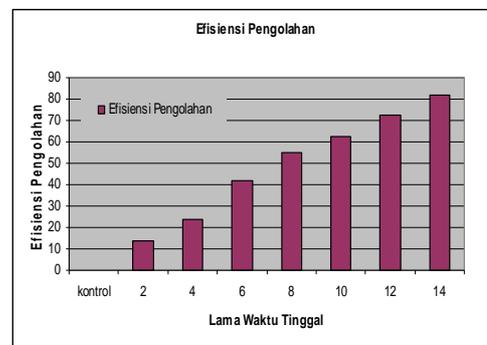
No	Kode Sampel	Kandungan Deterjen (mg/L)			Kandungan Deterjen Rata-rata (mg/L)	Efisiensi Pengolahan <i>Upflow anaerobic filter</i> (%)
		ulangan ke-1	2	3		
1	Kontrol	-	-	-	21,03	-
2	Hari ke-2	18,49	17,8	18,23	18,2	13,6
3	Hari ke-4	1,8	16,23	15,99	16,0	23,9
4	Hari ke-6	11,81	12,68	12,26	12,3	41,7
5	Hari ke-8	8,52	10,41	9,53	9,49	54,9
6	Hari ke-10	7,69	8,12	8,05	7,95	62,2
7	Hari ke-12	5,73	5,65	5,81	5,73	72,8
8	Hari ke-14	3,88	3,79	3,82	3,83	81,8

(Sumber : Data Primer)



Gambar 2. Grafik penurunan kadar deterjen

Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar deterjen turun dari 21,03 mg/L menjadi 3,83 mg/L dengan waktu pengolahannya selama 14 hari. Gambar 3 menunjukkan histogram efisiensi pengolahan limbah deterjen dengan menggunakan sistem anaerob yang dapat mengurangi kadar deterjen sampai dengan 81,8 %.



Gambar 3. Histogram persen efisiensi pengolahan deterjen.

Deterjen mempunyai sifat yang khas yaitu molekul-molekul bersifat fungsional yaitu bersifat hidrofilik (cenderung kontak dengan air atau suka air) dan bersifat hidrofob (cenderung menolak air) akan tetapi dapat terjadi kontak dengan kontaminan, sehingga deterjen dapat membentuk suatu jembatan antara dua bahan yang pada dasarnya saling tolak menolak menjadi tarik menarik. Dengan kemampuan tersebut deterjen memecah

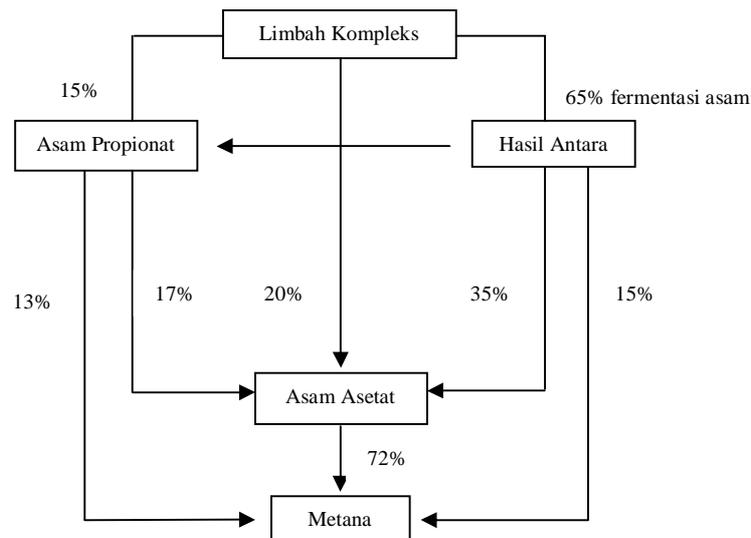
dan merusak ikatan-ikatan adhesi antara bahan-bahan kontaminan sehingga partikel-partikel tersebut akan terlepas (Fair, 1968).

Menurut Fardiaz (1992), komposisi kimia deterjen terdiri dari 3 (tiga) kelompok, yaitu surfaktan, builder filler dan additive. Surfaktan di dalam deterjen berfungsi sebagai bahan pembasah yang menyebabkan turunnya tegangan permukaan air sehingga air lebih meresap ke dalam kain yang dicuci. Keberadaan busa menyebabkan terbentuknya perluasan daerah antarfasa dan akumulasi surfaktant dalam air busa dan akibatnya terjadi penurunan kepekatan surfaktant dalam massa air.

Bak Anaerob

Pada proses pengolahan limbah deterjen di dalam bak anaerob terjadi proses penguraian senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair oleh mikroba

dengan proses anaerobik akan menghasilkan biogas yang mengandung metana, karbon dioksida dan sejumlah kecil nitrogen, hidrogen dan hidrogen sulfida. Penguraian bahan organik dengan proses anaerobik mempunyai reaksi yang begitu kompleks dan terdiri dari ratusan reaksi yang masing-masing mempunyai mikroorganisme dan enzim aktif yang berbeda. Penguraian tersebut dapat disederhanakan menjadi 2 tahap yaitu, tahap pembentukan asam dan pembentukan metana. Langkah pertama dari tahap pembentukan asam adalah hidrolisa senyawa organik baik yang terlarut maupun yang tersuspensi dari berat molekul besar (polimer) menjadi senyawa organik sederhana (monomer) yang dilakukan oleh enzim-enzim ekstraseluler. Substrat dalam fermentasi anaerobik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Substrat dalam fermentasi anaerobik (Betty dan Rahayu, 1995)

Pembentukan asam dari senyawa-senyawa organik sederhana (monomer) dilakukan oleh bakteri-bakteri penghasil asam yang terdiri dari sub *divisi acids/farming bacteria* dan *acetogenik bacteria*. Asam propionat dan butirat diuraikan oleh *acetogenic bacteria* menjadi asam asetat. Pembentukan metana dilakukan oleh bakteri penghasil metana yang terdiri dari sub *divisi acetocalstic methane bacteria* yang menguraikan asam

asetat menjadi metana dan karbon dioksida. Karbon dioksida dan hidrogen yang terbentuk dari reaksi penguraian di atas, disintesa oleh bakteri pembentuk metana menjadi metana dan air.

Bak anaerob ini bekerja hampir sama dengan fungsi septik tank. Septik tank merupakan tangki yang tertutup rapat untuk menampung aliran limbah sehingga kandungan bahan padat dapat dipisahkan, diendapkan dan diuraikan oleh aktivitas

bakteriologi didalam tangki. Fungsinya bukan untuk memurnikan air limbah tetapi untuk mencegah bau dan menghancurkan kandungan bahan padat (Salvato, 1992). Selama air limbah ditahan dalam septic tank maka benda-benda padat akan mengendap didasar tangki dimana benda-benda tersebut dirombak secara anaerobik. Lapisan tipis buih yang terbentuk dipermukaan membantu memelihara kondisi anerobik. Dari sudut pandang kesehatan masyarakat keluaran dari septic tank sama bahayanya dengan air limbah segar sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang (Mara, 1978).

Bak Upflow Anaerobic Filter

Pada beberapa penelitian membuktikan bahwa alkyl-benzena sulfonat dapat diuraikan dengan bakteri *Staphylococcus epidermis*, *Enterobacter gergoviae*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas facili*, *Pseudomonas fluoroscens*, *Pseudomonas euruginosa*, *Kurthia zopfii*, dan sebagainya. Bakteri ini akan merombak deterjen yang juga merupakan zat organik sebagai bahan makanan menjadi energi. Degradasi lebih efektif jika menggunakan lumpur aktif (Wignyanto. Dkk, 2008). Dengan tangki anaerobik upflow filter yang berisi batu kerikil sebagai media tempat hidup mikroba maka mikroba sanggup mereduksi kandungan *Metylene Blue Active Surfactan* atau MBAS hingga mencapai efisiensi 87,93 persen (Anonymous, 2009). Hal ini terjadi karena proses anaerobik merupakan proses biologi yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang dapat tumbuh dan berkembang baik dalam lingkungan dimana tidak terdapat molekul oksigen.

Adanya mikroorganisme yang terkandung di dalam media tumbuh dan mampu bertahan sehingga akhirnya dapat mendegradasi deterjen yang terkandung di dalam air (Titistiti, 2010). Bakteri anaerob tumbuh pada permukaan batu kerikil atau agregat dan mengoksidasi air limbah yang melewatinya. Sehingga air limbah yang keluar dari hasil pengolahan aman untuk dibuang ke lingkungan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pengolahan limbah cair deterjen dengan sistem *upflow anaerobic filter* yang diaklimatisasi dengan lumpur aktif selama 14 hari dapat menurunkan kadar deterjen dari 21,03 mg/l menjadi 3,83 mg/l dengan efisiensi pengolahan 81,83 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2009. *Tangki Septic-Filter up flow Pereduksi Deterjen*. Kompas, Kamis, 23 Februari 2006.
- Betty dan Rahayu, 1995, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Kanisius, Yogyakarta.
- Benefild dan Randall, 1979, *Biological Process Design for Wastewater Treatment*, Virginia Polytechnic Institute and State University, New York.
- Buchari, I Wayan Arka, K. G. Dharma Putra dan I G. A. Kunti Sri Panca Dewi, 2001, *Kimia Lingkungan*, UPT Udayana, Bali.
- Chatib B, 1998, *Pengolahan Air Limbah Secara Biologi*, ITB, Bandung.
- Fardiaz, 1992, *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
- Fair, G.M. Geyer.J.C. Okun.D.A, 1968, *Waste and wastewater Engineering*, Vol.2, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Mara D., 1978, *Sewarage Treatment in Hot Climates*, Wiley & Sons, New York.
- Ryadi S., 1984, *Pencemaran Air*, Karya Anda, Semarang.
- Salvato J.A, 1992, *Environmental Engineering and Sanitation*, A. Willey Interscience Publication, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Suastuti Adhi Dwi Ni G. A. M, 2008. *Efektifitas Penurunan Kadar Dodesil Benzen Sulfonat (DBS) dari Limbah deterjen yang di Olah dengan*

- Lumpur Aktif*, FMIPA, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali.
- Titistiti dan Hadi, 2010. *Pengaruh Roughing Filter dan Slow Sand Filter dalam Pengolahan Air Minum dengan Air Baku dari Intake Karangpilang Terhadap Parameter Kimia*, Jurusan Teknik Lingkungan-FTSP-ITS.
- Wardhana W.A, 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Wignyanto. Dkk, 2008. *Teknik Baru Cara Peningkatan Efektifitas dan Efisiensi Kemampuan Biodegradasi Surfaktan Deterjen Alkylbenzene Sulfonate*, F-MIPA Unibraw, Malang.
- Waluyo L., 2005, *Mikrobiologi Lingkungan*, UMM, Malang.