

KAJIAN PENGARUH KECEPATAN AERASI DAN WAKTU INKUBASI TERHADAP KEMAMPUAN KONSORSIA BAKTERI INDIGEN DALAM MENDEGRADASI LIMBAH CAIR KULIT DI INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT KOTA MALANG

Nugroho Aji Prasetyo^{1*}, Hasminar Rachman Fidiastuti¹

¹Universitas Tribhuwana Tunggadewi, Malang, Indonesia

Abstrak: Tujuan dari penelitian adalah untuk: 1) menguji pengaruh kecepatan aerasi terhadap kemampuan konsobakteri mendegradasi limbah cair kulit 2) menguji pengaruh waktu inkubasi terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair. 3) menguji pengaruh interaksi antara kecepatan aerasi dan waktu inkubasi terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit. 4) menguji pengaruh efluen limbah cair kulit pasca perlakuan terhadap kelulushidupan ikan. Penelitian terbagi dalam beberapa tahap, yaitu penelitian pengaruh kecepatan aerasi dan waktu inkubasi terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit, pengaruh efluen limbah cair kulit pasca perlakuan terhadap kelulushidupan ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: kecepatan aerasi berpengaruh terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit, waktu inkubasi berpengaruh terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit, interaksi antara kecepatan aerasi dan waktu inkubasi berpengaruh terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit. Hasil uji hayati semua ikan yang diberi efluen limbah cair kulit mengalami kematian karena efluen masih berada di atas baku mutu yang ditetapkan pemerintah, sehingga disimpulkan efluen limbah cair berpengaruh terhadap kelulushidupan ikan.

Kata Kunci: biodegradasi, bakteri indigen, limbah cair kulit, kecepatan aerasi, waktu inkubasi

PENDAHULUAN

Sebagian besar industri kulit yang ada di Indonesia merupakan industri rumah tangga dan industri kecil yang berkembang di wilayah-wilayah tertentu, sehingga membentuk sentra-sentra industri. Industri ini mempunyai ciri-ciri yang hampir sama, yaitu berkembang dengan modal usaha kecil, teknik produksi sederhana, belum mengutamakan faktor kelestarian lingkungan, belum mampu mengolah limbah yang dihasilkan sampai baku mutu yang berlaku, keselamatan dan kesehatan kerja kurang mendapatkan perhatian, kegiatan riset dan pengembangan usaha masih minim. Dengan kondisi demikian, maka sebagian besar industri masih sangat memerlukan adanya uluran tangan dari pemerintah untuk pengembangan usaha, peningkatan teknik produksi untuk meningkatkan kualitas produk, penggunaan teknik produksi yang ramah lingkungan dan usaha pengolahan limbah guna melestarikan lingkungan.

Salah satu industri kulit di kota Malang yang memerlukan perhatian khusus adalah PT. Usaha Loka yang berada di kota Malang. Berdasarkan keluhan dan aduan masyarakat kelurahan Ciptomulyo yang termuat pada Radar Malang (2014), industri penyamakan kulit PT. Usaha Loka telah membuang limbah cair kulit pada daerah aliran sungai Badek yang

terletak di kawasan pemukiman warga sehingga sungai tercemar. Pencemaran tidak hanya terjadi pada sungai Badek tetapi pada sumur-sumur warga yang merupakan sumur resapan, air yang biasa dikonsumsi masyarakat menjadi berwarna, berbau serta berasa akibat dari pencemaran limbah cair kulit hasil pengolahan industri penyamakan kulit PT. Usaha Loka. Limbah cair kulit hasil pengolahan industri penyamakan yang dibuang ke aliran sungai Badek berwarna keabu-abuan hingga kecoklatan, berbau tidak sedap, memiliki pH rendah (bersifat asam), memiliki tingkat kekentalan yang tinggi (pekat) dan mengalir dalam debit yang besar dalam tiga kali periode pembukaan outlet. Pengambilan sampel penelitian berupa limbah cair untuk mengetahui tingkat pencemaran sungai Badek pada outlet pembuangan limbah yang akan menuju aliran sungai *Badek*, menunjukkan bahwa limbah cair kulit memiliki hasil perbandingan kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), dan pH yang berada di atas batas ambang yang telah ditentukan baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 1995 untuk limbah industri penyamakan kulit, sehinggasangat tepat jika dilakukan biodegradasi untuk memperbaiki kondisi perairan.

Salah satu teknologi pengolahan air limbah yang aman dan berwawasan lingkungan adalah menggunakan bakteri yang berpotensi sebagai pengurai, secara alamiah untuk memperoleh bakteri yang berpotensi sebagai pengurai dapat dilakukan dengan mengisolasi limbah itu sendiri (bakteri indigen), kemudian dikultur secara murni di dalam laboratorium secara *in vitro*. Biodegradasi yang memanfaatkan makhluk hidup untuk merombak substansi yang berbahaya menjadi komponen yang tidak berbahaya, memungkinkan diciptakannya kondisi lingkungan, sehingga terjadi suasana kondusif bagi terselenggaranya interaksi sinergistik bagi mikroba untuk mampu bekerja secara optimal. Optimalisasi kondisi lingkungan dilakukan agar aktivitas metabolisme mikroba dapat terselenggara dengan baik. Pemanfaatan konsorsia bakteri yang berpotensi akan diperbanyak di laboratorium untuk selanjutnya dipakai sebagai starter dalam pengolahan limbah.

Berdasarkan penelitian Fidiastuti (2014) penggunaan konsorsia bakteri indigen yang terdiri dari tiga jenis bakteri yaitu *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas pseudomallei*, dan *Actinobacillus sp.* mampu digunakan sebagai agen biodegradasi pada lingkungan sungai Badek yang tercemar limbah cair kulit PT. Usaha Loka. Pada penelitian tersebut konsorsia bakteri indigen mampu menurunkan parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), pH, dan lemak sehingga tidak

melebihi batas ambang baku mutu yang sudah ditetapkan pemerintah melalui Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri penyamakan kulit. Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan peneliti, limbah yang telah diberi starter konsorsia bakteri indigen tersebut mampu menurunkan parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), dan pH (Tabel 1).

Tabel 1 Perbandingan Parameter Kimia Organik dan Anorganik Limbah Cair Kulit PT. Usaha Loka Sebelum dan Sesudah Diberi Starter Konsorsia Bakteri Indigen

| Parameter | Satuan | Limbah sebelum diberi perlakuan | Limbah Setelah diberi starter konsorsia bakteri indigen |
|-----------|--------|---------------------------------|---|
| TSS | mg/l | 440 | 140 |
| pH | - | 8,1 | 6,5 |
| BOD | mg/l | 398,6 | 168,2 |
| COD | mg/l | 784 | 122 |

Sumber: Hasil analisis sampel limbah cair kulit PT. Usaha Loka di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang sebelum dan sesudah diberi starter konsorsia bakteri indigen

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses biodegradasi antara lain kecepatan aerasi dan waktu inkubasi (Wignyanto dkk., 2009). Kecepatan aerasi berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen bagi bakteri-bakteri aerob indigen yang menjadi agen biodegradasi. Sedangkan waktu inkubasi mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bakteri-bakteri indigen saat mendegradasi polutan limbah cair kulit. Pada penelitian ini akan diuji pengaruh keduanya terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS dan pH.

Dampak limbah cair kulit terhadap lingkungan tercemar salah satunya dapat dilihat menggunakan bioindikator. Ikan merupakan salah satu makhluk hidup yang dapat digunakan sebagai bioindikator. Menurut EPA (2001) ikan dapat digunakan sebagai alat biomonitoring karena sepanjang hidupnya hidup di air, toleransi ikan satu dengan yang lainnya berbeda terhadap kadar dan jenis pencemaran, mudah untuk didapatkan, hidup selama beberapa tahun serta mudah diidentifikasi di lapangan. Menurut Mason (1993) organisme yang dapat digunakan sebagai uji hayati adalah organisme yang penyebarannya luas dan mudah didapat dalam jumlah yang banyak, selain itu juga bernilai ekonomis. Dengan keunggulan yang dimiliki tersebut ikan dapat digunakan sebagai hewan uji untuk diketahui kelulushidupannya dalam suatu perairan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu: 1) penelitian pengaruh kecepatan aerasi dan waktu inkubasi terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit dan pengaruh efluen limbah pasca perlakuan terhadap kelulushidupan ikan; 2) pengembangan *booklet* penyuluhan masyarakat.

Penelitian pengaruh kecepatan aerasi dan waktu inkubasi terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit dilaksanakan menggunakan desain RAL (Rancangan Acak Lengkap), variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) variabel bebas, yaitu kecepatan aerasi dan waktu inkubasi; 2) variabel terikat: kemampuan bakteri dalam mendegradasi limbah cair kulit yang ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS, dan pH; 3) variabel kontrol: Sampel limbah cair kulit, jenis konsorsia bakteri, umur biakan bakteri, suhu inkubasi, jenis medium. Penelitian RAL ini melibatkan dua faktor yaitu kecepatan aerasi dan waktu inkubasi dengan 2 kali ulangan (*duplo*). Faktor kecepatan aerasi terdiri dari 1, 2, dan 3 vvm; dan waktu inkubasi 0, 3, 7 10 dan 14 hari (Wignyanto dkk., 2009). Rancangan penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil penelitian dianalisis menggunakan uji ANAVA ganda dengan rancangan faktorial yang diikuti dengan uji Duncan 5% untuk menunjukkan sumber variasi dengan perbedaan yang signifikan. Analisis statistik menggunakan program *SPSS v. 22* dengan signifikansi 0,05.

Penelitian pengaruh efluen limbah pasca perlakuan terhadap kelulushidupan ikan merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan menguji pengaruh efluen limbah cair pasca perlakuan terhadap kelulushidupan ikan komet (*Carrasius auratus*). Efluen limbah cair kulit dipilih berdasarkan perlakuan terbaik pada uji biodegradasi. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) variabel bebas, yaitu konsentrasi efluen limbah cair kulit 2) variabel terikat: kelulushidupan ikan komet (*Carrasius auratus*) ; 3) variabel kontrol: air PDAM, umur ikan, jenis ikan, ukuran ikan, aerasi, pakan ikan, akuarium.). Faktor konsentrasi efluen limbah cair kulit terdiri dari: 1) 50% efluen limbah cair kulit 50% air PDAM; 2) 100% efluen limbah cair kulit dan 3) kontrol 100% air PDAM. Rancangan penelitian selengkapnya pada Tabel 3. Perhitungan kelulushidupan ikan comet (*Carrasius auratus*) menggunakan perhitungan kelulushidupan (*Survival Rate*) (Birungi *et.al.*, 2006)

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Sintasan/Survival Rate (%) SR merupakan hasil persentase jumlah total ikan yang hidup pada akhir penelitian dengan jumlah total ikan pada awal penelitian.
 Nt = jumlah total ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor).
 No = jumlah total ikan pada awal penelitian (ekor).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Kecepatan Aerasi dan Waktu Inkubasi terhadap Kemampuan Bakteri Mendegradasi Limbah Cair Kulit

Hasil analisis data menunjukkan variabel kecepatan aerasi memiliki nilai signifikansi yang lebih kecil dari taraf signifikansi ($P < 0,05$), sehingga kecepatan aerasi berpengaruh terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS, dan pH. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan, perlakuan kecepatan aerasi 3 vvm berbeda nyata dengan perlakuan kecepatan aerasi lain pada semua parameter yang diuji yaitu BOD, COD, TSS, dan pH. Hasil penelitian sejalan dengan pernyataan Wigyanto dkk. (2009) bahwa semakin besar kecepatan aerasi yang diberikan sampai batas tertentu, semakin efektif untuk menurunkan nilai polutan di dalam limbah.

Aerasi merupakan suatu usaha penambahan konsentrasi oksigen yang terkandung dalam limbah, agar proses oksidasi biologi oleh mikroba akan dapat berjalan dengan baik. Prinsip aerasi yaitu memasukkan udara atau oksigen murni ke dalam air limbah melalui benda *porous* atau *nozzle*. *Nozzle* tersebut diletakkan di tengah-tengah sehingga akan meningkatkan kecepatan kontak gelembung udara tersebut dengan air limbah, dan proses pemberian oksigen akan berjalan lebih cepat. (Endahwati dan Suprihatin, 2010). Aerasi meningkatkan kecepatan pemindahan oksigen dari fase gas ke sel mikrobia. Jika kecepatan aerasi tinggi, maka aliran air semakin besar sehingga suplai oksigen juga semakin tinggi karena menghasilkan gelembung yang kecil. Kecepatan aerasi mempunyai pengaruh yang nyata terhadap efisiensi transfer oksigen di dalam fermentasi. Kondisi lingkungan fisik seperti temperatur dan aerasi serta faktor mekanik seperti pengadukan juga sangat mempengaruhi besarnya persentase degradasi (Nugroho, 2006).

Hasil analisis data menunjukkan variabel waktu inkubasi memiliki nilai signifikansi yang lebih kecil dari taraf signifikansi ($P < 0,05$), sehingga waktu inkubasi berpengaruh terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS, dan pH. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan, perlakuan waktu inkubasi 14 hari berbeda nyata dengan perlakuan waktu inkubasi lain pada semua parameter yang diuji yaitu BOD, COD, TSS, dan pH. Waktu inkubasi berpengaruh terhadap proses biodegradasi karena

berhubungan dengan pertumbuhan mikroba pendegradasi limbah. Judoamijoyo (1990) menyebutkan pertumbuhan mikroba ditentukan oleh waktu yang diperlukan untuk mengadakan massa sel. Waktu pengadaan massa sel dapat berbeda dengan waktu penggandaan jumlah karena massa sel dapat meningkat tanpa penambahan jumlah sel. Tetapi bila dalam suatu lingkungan tertentu interval antara penggandaan sel dan jumlah waktu berlangsung konstan, maka organisme akan tumbuh pada laju eksponensial.

Penambahan bakteri pendegradasi ke dalam limbah cair kulit dan pengaturan kondisi lingkungan yang cukup menunjang bagi aktivitas metabolismenya, seperti pengaturan kecepatan aerasi, akan menyebabkan setiap individu sel bakteri tumbuh dan berkembang biak menjadi mikrokoloni. Menurut Flannery (2006), pembentukan koloni bakteri pendegradasi ini mampu hidup bersama-sama dengan spesies bakteri pendegradasi lain. Karakter sel bakteri pendegradasi yang mampu membentuk biomasa dilengkapi dengan flagela, sehingga dengan adanya flagela tersebut akan membawa biomasa menempel pada dinding permukaan dalam (Flannery, 2006). Kelompok biomassa ini membentuk membran atau lapisan yang lazim disebut biofilm (Suarsini, 2007). Pada penelitian ini, pada dinding permukaan dalam fermentor terbentuk membran atau lapisan tipis berwarna kuning kecoklatan yang diduga merupakan biofilm sebagai bentukan dari biomassa yang menempel pada dinding permukaan dalam botol uji. Semakin lama biomassa penyusun biofilm akan memenuhi seluruh permukaan dinding botol uji yang tergenangi efluen limbah. Keadaan ini dapat mempercepat waktu reduksi senyawa organik yang ada dalam air limbah (Suarsini, 2007). Apabila sistem ini diterapkan dalam instalasi pengolahan limbah, akan menghemat biaya penyediaan inokulum starter karena tidak diperlukan pemberian starter baru pada waktu tiap kali mengolah limbah, tetapi cukup pada awal pengolahan limbah saja. Hal ini karena apabila bakteri berhasil melewati tahap aklimatisasinya dan membentuk biofilm, maka dengan adanya penambahan limbah baru berarti ada penambahan nutrisi yang akan meningkatkan pertumbuhan bakteri dan memperluas bentukan biofilm yang diharapkan semakin mempercepat waktu reduksi dan memperbesar jumlah bahan cemaran organik yang tereduksi.

B. Uji Hayati: Pengaruh Efluen Limbah Cair Kulit terhadap Kelulus-hidupan Ikan

Berdasarkan hasil pengamatan pada hari ke 0, seluruh ikan pada perlakuan 50% efluen limbah cair kulit 50% air PDAM mengalami kematian, kematian seluruh ikan juga terjadi pada perlakuan 100% efluen limbah cair kulit. Hal ini disebabkan karena hasil

analisis uji parameter BOD, COD, TSS dan pH pada perlakuan terbaik (kecepatan aerasi 3 vvm dan waktu inkubasi 14 hari) masih di atas baku mutu yang ditetapkan pemerintah dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 1995 (Tabel 2), sehingga tidak layak untuk kelangsungan hidup ikan.

Tabel 2 Perbandingan Parameter BOD, COD, TSS, dan pH pada Perlakuan Terbaik dengan Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Penyamakan Kulit

| Parameter | Satuan | Limbah Cair | |
|-----------|--------|-------------------------|-----------|
| | | Kulit PT. Usaha Loka | Baku Mutu |
| TSS | mg/l | 200 | 60 |
| pH | - | 5,86 | 6,0-9,0 |
| BOD | mg/l | 143,2 | 50 |
| COD | mg/l | 278,4 | 110 |

Hasil analisis statistik dengan metode ANAVA tunggal menunjukkan bahwa efluen berpengaruh terhadap kelulushidupan ikan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 0,00 lebih rendah daripada taraf signifikansi 0,05 ($P < 0,05$). Ketika kandungan BOD tinggi, menunjukkan bahwa mikroba sering menggunakan banyak oksigen terlarut untuk mendegradasi bahan organik, hal ini akan menciptakan kondisi delesi oksigen (penurunan kadar DO) dan menyebabkan kematian organisme yang lebih tinggi, seperti ikan yang membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup (Atlas *et al*, 1998).

Ikan komet (*Carrasius auratus*) dipilih karena merupakan ikan hias yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan memiliki nilai ekonomis. Ikan tersebut biasa dipelihara dalam akuarium air tawar dan bersih. Ikan komet (*Carrasius auratus*) dapat hidup pada kondisi BOD kurang dari 25 mg/l (Sutanto, 2011). Pada penelitian perlakuan terbaik memiliki rata-rata nilai BOD 143,2 mg/l, jauh di atas kemampuan hidup ikan komet (*Carrasius auratus*), hal ini menyebabkan kematian pada seluruh pada perlakuan pemberian efluen. Kematian juga bisa diakibatkan ikan mengkonsumsi biofilm yang dihasilkan oleh bakteri konsorsia dalam akuarium. Biofilm sendiri merupakan koloni konsorsia bakteri serta metabolit hasil metabolismenya, sehingga berpeluang meracuni ikan dan menyebabkan kematian pada seluruh perlakuan pemberian efluen pasca perlakuan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka kesimpulan penelitian sebagai berikut. 1) Ada perbedaan kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS, dan pH antar limbah yang diberi aerasi dengan kecepatan 1, 2, dan 3 vvm. 2) Ada perbedaan kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit ditinjau dari

parameter BOD, COD, TSS, dan pH antar limbah yang diinkubasi selama 0, 3, 7, 10 dan 14 hari. 3) Ada perbedaan kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS, dan pH akibat interaksi antara kecepatan aerasi (1, 2, dan 3 vvm) dengan waktu inkubasi (0, 3, 7, 10 dan 14 hari). 4) Ada pengaruh efluen limbah cair kulit pasca perlakuan terhadap kelulushidupan ikan komet (*Carrasius auratus*).

DAFTAR PUSTAKA

- Akter, M. S., Ahmed, A., Akhand A., Islam M. 2008. Acute Toxicity of Arsenik and Mercury to Fresh Water Climbing Perch *Anabas testudineus* (Bloch). Depratemen of Fisheries, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh. *World Journal of Zoology*. 3 (1) : 13-18. ISSN 1817-3098.
- Birungi, Z. Masola, B. Zaranyika, I. Nagigaga, I. & Marshall, B. 2006. Active Biomonitoring of Trace Heavy Metas Using Fish (*Oreochromis niloticus*) As Bioindicator Species: The Case of Nakivubo Wetland Along Lake Victoria. *Physics and Chemistry of the Earth* 32 (2007) 1350–1358.
- Endahwati, L. Dan Suprihatin. 2010. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol.1 No. 2
- EPA. 2001. *Freshwater Fish Identification and Their Use as Indicators*. (Online), (<http://www.epa.gov/bioindicators/html/fish>), diakses pada tanggal 17 Januari 2015
- Fidiastuti, H. 2014. *Pengembangan Modul Matakuliah Pencemaran Lingkungan Melalui Potensi Biodegradasi Sungai Badeg Kota Malang Menggunakan Bakteri Indigen Lipolitik*. Tesis Tidak Diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang
- Flannery, M. C. 2006. Biology Today. Think Small. *The American Biology Teacher* 68(8): 499-502
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri*. Buku Petnis Limbah Lingkungan Hidup (Pengelolaan Limbah Industri Kulit) Jakarta: Kelair BPPT.
- Mason, C. F. 1993. *Biology of Freshwater Pollution, Second Edition*. London: Longman Scientific and Technical.
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi Sludge Minyak Bumi Dalam Skala Mikrokosmos: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi *Land Treatment*. *Makara Teknologi*. Vol. 10, No. 2, November 2006: 82-89
- Radar Malang. 2014. *Beberapa Kawasan Di Malang Disiksa Pencemaran Lingkungan*. (Online), (<http://radarmalang.co.id/beberapa-kawasan-di-malang-disiksa-pencemaran-lingkungan-10238>), diakses tanggal 21 November 2014

- Shovitri, M. Kuswytasari, N.D & Paramita, P. 2012. Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangi Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. I September 2012. ISSN:2301-928X
- Suarsini, E. 2007. *Bioremediasi Limbah Cair Rumah Tangga Menggunakan Konsorsia Bakteri Indigen dalam Menunjuang Pembelajaran Masyarakat*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Sutanto, A. 2011. *Bioremediasi Limbah Cair Nanas Dengan Konsorsia Bakteri Indigen Dan Pemanfaatannya Untuk Penyusunan Buku Bioremediasi*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Tong, Y. Miao, Y. & Ania, U. 2012. *Biodegradation of Organic Compounds in OSPW with Microbial Communities Indigenous to MFT*. Departement of Civil and Environmental Engineering: University of Alberta
- Turista. 2010. *Penambahan Nutrisi Bakteri pada Proses Biologi Pengolahan Limbah Cair di Unit Pengolahan Limbah (UPAL) Laboratorium Pengembangan Penyamakan dan Pengeolahan Limbah Kulit (LP3K) Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta*. Laporan PKL tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang
- Wignyanto, Hidayat, N. Alfia, A. 2009. Bioremediasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Sanan Serta Perencanaan Unit Pengolahannya (Kajian Pengaturan Kecepatan Aerasi dan Waktu Inkubasi). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Fakultas Teknologi Pertanian: Universitas Brawijaya