

Pengolahan Limbah Cair Industri Alkohol Bekonang Menggunakan Proses Fermentasi

Industrial Wastewater Treatment Using The Process of Fermentation Alcohol Bekonang

Karina Nurchayani A., Budi Utami

Pendidikan Kimia PMIPA FKIP UNS, Surakarta, Indonesia

Jl. Ir. Sutami No. 36 A, Surakarta, Indonesia

chaka_wuphie@yahoo.com

Abstract: This study aims to determine: (1) Wastewater treatment Bekonang alcohol industry using fermentation methods; (2) The content of wastewater alcohol Bekonang; (3) Glucose levels contained in wastewater alcohol Bekonang; (4) The optimum time alcoholic fermentation of liquid industrial waste Bekonang to produce the highest ethanol content. This study used an experimental method. Alcohol industry wastewater comes from Sembung, Bekonang, Mojolaban, Sukoharjo . The first step is to test the alcohol industry wastewater Bekonang with benedict test, Seliwanoff's test and the iodine test. Then analyzing glucose levels using Somogyi Nelson method. The second stage is fermentation process, namely in the form of liquid waste mixing with 0,529 grams of urea, NPK much as 0,106 g and 0,212 g *Saccaromyces cerevisiae* as to the erlenmeyer. Erlenmeyer sealed and allowed to stand for 24 , 48 , 72 , 96 and 120 hours. For the standing variation, waste water settling in advance for 2 , 6 and 10 days and then fermented for 96 hours . The third stage is the process of distillation of the fermented at a temperature of 70-80⁰C. The last stage is to determine the concentration of ethanol by using Gas Chromatography (GC) by comparing the area of standards and an area of the sample. Based on this study it can be concluded that : (1) Waste water treatment Bekonang alcohol industry can use the method of fermentation to produce ethanol again; (2) Alcohol industry wastewater containing dextrin identified by test benedict , Seliwanoff's test and test iodine; (3) Glucose contained in wastewater alcohol Bekonang is 1,3285 %; (4) The optimum time alcoholic fermentation of liquid industrial waste Bekonang is 96 hours due to ethanol results obtained showed the highest ethanol content is 81.83 %

Keywords: Wastewater, Bekonang, Fermentation, Distillation

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya sektor industri di Indonesia diiringi berbagai permasalahan. Masalah yang selalu dikaitkan dengan industri adalah limbah. Salah satu industri yang diberitakan bermasalah dengan limbah adalah industri alkohol terletak di desa Bekonang, Mojolaban, Sukoharjo. Di desa Bekonang hampir setiap rumah penduduknya menjadi pengrajin alkohol. Produksi alkohol yang dihasilkan sebanyak 1000-1500 liter/hari dengan limbah sebanyak 7000-10.000 liter/hari. Berdasarkan jumlah tersebut dapat diketahui bahwa setiap harinya proses produksi alkohol menghasilkan volume limbah cair yang cukup besar (Widyanto,2004:31-32).

Disamping itu, hasil penelitian Anik Kusrini (2004) menunjukkan bahwa limbah cair industri alkohol di desa Bekonang, Mojolaban, Sukoharjo mempunyai kadar BOD 55.000 mg/l, kadar COD

170.316 mg/l dan kadar TSS 5640 mg/l. Hasil tersebut berada diatas nilai baku mutu limbah cair yang ditetapkan pemerintah. Jika limbah mempunyai kandungan BOD dan COD yang tinggi memenuhi karakteristik limbah cair organik tinggi (Moertinah,2010:2).

Pada dasarnya pengelolaan limbah bertujuan untuk menetralkan air dari bahan-bahan tersuspensi dan terapung, menguraikan bahan organik *biodegradable*, meminimalkan bakteri patogen, serta memperhatikan estetika dan lingkungan. Pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu: (1) secara alami dan, (2) secara buatan. Sedangkan teknik-teknik pengolahan limbah telah dikembangkan secara umum menjadi tiga metode yaitu pengolahan secara fisika, kimia dan biologi (Hadi,2007:1). Pada penelitian ini menggunakan metode pengolahan limbah secara biologi dengan proses fermentasi.



Proses fermentasi merupakan salah satu proses anaerobik yang berkaitan dengan proses glikolisis yang mengubah gula menjadi alkohol dengan bantuan bakteri, kapang atau jamur. Jenis khamir yang sering digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Produk yang dihasilkan fermentasi alkohol adalah etanol dan CO₂. Besarnya konsentrasi alkohol yang dihasilkan pada proses fermentasi bergantung pada jenis ragi dan kadar glukosa substratnya. Pemilihan substrat harus memperhatikan ketersediaan dan mudah untuk diperoleh. Selain itu, pemilihan substrat juga diperhitungkan jumlah karbon yang tersedia pada substrat yang akan digunakan (Suprihatin, 2010:5).

Berdasarkan penjelasan diatas, ketersediaan limbah cair industri alkohol Bekonang yang melimpah dan masih mengandung senyawa organik mengindikasikan berpotensi untuk dimanfaatkan. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada ketua paguyuban pengrajin alkohol Bekonang menunjukkan bahwa limbah cair hanya diolah kembali selama 5 hari sehingga menghasilkan pupuk cair. Hal ini mengindikasikan keterbatasan pemanfaatan limbah cair alkohol. Padahal limbah cair ini dihasilkan setiap hari dan jumlahnya melimpah. Oleh karena itu, limbah cair alkohol ini memerlukan alternatif pengolahan lain. Penelitian ini berfokus pada pengolahan limbah cair industri alkohol Bekonang menggunakan proses fermentasi sehingga diperoleh alkohol kembali.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Pengolahan limbah cair industri alkohol Bekonang menggunakan metode fermentasi; (2) Kandungan dari limbah cair industri alkohol Bekonang; (3) Kadar glukosa yang terkandung dalam limbah cair industri alkohol Bekonang; (4) Waktu optimum fermentasi limbah cair industri alkohol Bekonang; (5) Waktu pendiaman limbah cair industri alkohol Bekonang yang menghasilkan kadar etanol tertinggi.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2013 sampai September 2014. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode secara eksperimental di laboratorium untuk mengetahui pengolahan limbah cair industri alkohol Bekonang menggunakan proses fermentasi. Sedangkan sampel diperoleh dari rumah pengrajin alkohol di dukuh Sembung, Bekonang, Mojolaban, Sukoharjo.

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat distilasi, peralatan gelas, pH meter, neraca analitik, vortex, pipet mikro, bunsen, instrumen GC (*Gas*

Chromatography) dan instrumen UV-VIS. Sedangkan bahan yang digunakan adalah limbah cair alkohol, *Saccaromyces cereviceae* dari ragi roti Fermipan, urea, NPK, akuades, glukosa standar, pereaksi Nelson A dan B, pereaksi arsenomolibdat, pereaksi Seliwanoff, pereaksi benedict, dan pereaksi iodin.

Prosedur penelitian ini diawali dengan tahap pendahuluan yaitu pengenceran limbah cair alkohol dengan perbandingan limbah dan akuades 1:2 untuk melakukan tahapan uji benedict, uji Seliwanoff, uji iodin dan penentuan kadar gula reduksi menggunakan metode Nelson Somogyi. Kemudian limbah cair ini difermentasi bersama ragi, urea dan NPK untuk mengetahui waktu optimum fermentasi dan lama pendiaman yang menghasilkan kadar etanol tertinggi. Tahap selanjutnya adalah proses distilasi etanol dan diakhiri dengan tahap karakterisasi alkohol/etanol menggunakan instrumen GC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tahapan Pendahuluan

Pada tahapan ini limbah melewati beberapa pengujian pendahuluan yaitu uji benedict, uji Seliwanoff, uji iodin dan uji Nelson Somogyi. Limbah cair yang digunakan sangat pekat sehingga harus diencerkan terlebih dahulu agar dapat mempermudah proses pengujian. Limbah cair ini diencerkan dengan perbandingan limbah dan akuades adalah 1:2 (Juwita, 2012) sebanyak enam kali pengenceran. Mula-mula limbah cair ini berwarna coklat tua dan pekat kemudian hasil pengencerannya menjadi larutan bening kuning kecoklatan.

Kemudian sampel yang telah diencerkan ini dilakukan beberapa pengujian yaitu uji benedict, Seliwanoff, dan iodin. Berdasarkan ketiga pengujian di atas dapat diperoleh data sampel seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kesimpulan Hasil Uji Sampel

| No | Uji | Hasil | | |
|----|----------------|----------|----------|----------|
| | | Tabung 1 | Tabung 2 | Tabung 3 |
| 1 | Uji Benedict | + | + | + |
| 2 | Uji Iodin | + | + | + |
| 3 | Uji Seliwanoff | - | - | - |

Sampel menunjukkan hasil positif pada uji benedict dan uji iodin sedangkan uji Seliwanoff

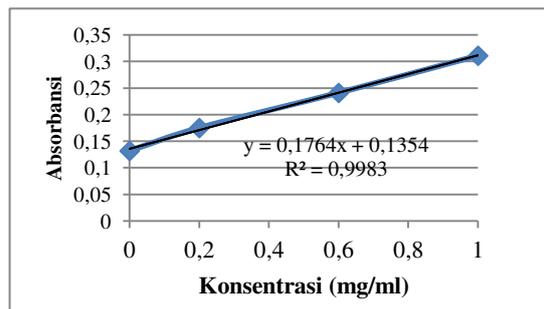
menunjukkan hasil negatif. Hal ini menunjukkan bahwa sampel merupakan polisakarida dan mengandung gugus aldehid. Berdasarkan warna yang diperoleh dari uji iodin, sampel menunjukkan warna merah kecoklatan. Perubahan warna pada pati (polisakarida) dapat diamati yang mengindikasikan adanya dekstrin pada sampel (Page, David S., 1989:160). Dekstrin merupakan sisa polisakarida dalam larutan setelah hidrolisa yang tidak sempurna dari amilopektin oleh enzim α -amilase karena tidak dapat memecahkan ikatan α (1 \rightarrow 6) pada titik-titik cabang. Dekstrin merupakan polisakarida yang satuannya glukosa.

3.2. Analisa kadar glukosa dengan metode Nelson Somogyi

Metode Nelson Somogyi digunakan untuk mengukur kadar gula reduksi dengan menggunakan pereaksi tembaga arsenomolibdat. Prinsip kerja pengujian ini adalah mereaksikan sampel dengan reagensia Nelson kemudian dipanaskan dalam air mendidih selama beberapa menit. Setelah itu, larutan didinginkan dengan air mengalir. Larutan ditambahkan reagen arsenomolibdat dan dikocok hingga homogen. Larutan ditambahkan akuades lalu divortex. Selanjutnya, larutan diabsorbansi pada panjang gelombang 540 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Mula-mula, kupri direduksi menjadi bentuk kupro dengan adanya pemanasan. Selanjutnya, kupro yang terbentuk dilarutkan dengan arsenomolibdat menjadi molybdenum berwarna biru. Berdasarkan hasil yang diperoleh, sampel maupun larutan glukosa standar ditambahkan reagensia arsenomolibdat membentuk larutan berwarna hijau kebiruan pekat. Pada glukosa standar, semakin besar konsentrasinya maka warna larutan yang terbentuk semakin hijau kebiruan pekat.

Pada pengujian ini, konsentrasi larutan standar yang digunakan adalah 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 mg/ml. Berdasarkan hasil absorbansinya, konsentrasi larutan standar 0,4 mg/ml dan 0,8 mg/ml menciptakan galat sehingga tidak digunakan. Hasil absorbansi larutan glukosa standar dibuat grafik terhadap konsentrasinya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsentrasi vs Absorbansi

Nilai regresi linier yang diperoleh sebesar 0,998 menunjukkan bahwa kurva tersebut cukup baik karena kurva hampir linier. Persamaan yang diperoleh adalah $y = 0,176x + 0,135$ yang digunakan pada perhitungan kadar gula pereduksi sampel. Nilai absorbansi sampel yang diperoleh dimasukkan ke dalam persamaan dan diperoleh kadar glukosanya. Hasil absorbansi sampel adalah 0,2675 sehingga diperoleh kadar glukosa limbah cair industri alkohol Bekonang adalah 1,3285 %. Kadar glukosa dalam limbah cair ini sangat kecil karena limbah yang digunakan merupakan sisa-sisa proses produksi yang telah dilakukan sebelumnya sehingga glukosa yang tersimpan sedikit.

3.3. Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti kapang, khamir dan bakteri. Pertumbuhan mikroorganisme dalam proses fermentasi ini terjadi tanpa adanya oksigen (anaerobik) (Suprihatin, 2010:1-2). Penelitian ini menggunakan bantuan mikroorganisme yaitu *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat pada ragi roti "Fermipan". Fermentasi ini menggunakan ragi untuk mengubah glukosa menjadi etanol dan CO_2 .

Prinsip kerja fermentasi ini adalah mencampurkan sampel dengan ragi, NPK dan urea. Hal yang terpenting di awal proses ini adalah mengkondisikan sampel pada pH tumbuhnya mikroorganisme yang digunakan. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan jenis khamir sehingga substrat harus memenuhi pH antara 4,5-5,5. Pada limbah cair industri alkohol ini dilakukan pengujian pH terlebih dahulu menggunakan pH meter dan diperoleh hasil pH yaitu 4,446. Oleh karena itu, limbah cair industri alkohol ini dapat langsung ditambahkan ragi, NPK dan urea.

Penelitian ini menggunakan variasi waktu fermentasi dan lama pendiaman sampel. Variasi waktu fermentasi bertujuan untuk mengetahui waktu optimal fermentasi pada limbah cair ini. Sedangkan variasi lama pendiaman bertujuan untuk mengetahui waktu pendiaman yang optimal sehingga menghasilkan kadar etanol tertinggi. Pendiaman sampel ini juga sebagai metode awal pengolahan limbah dan indikator lamanya limbah ini dapat disimpan untuk digunakan kembali sebagai bahan baku. Dalam penelitian ini, waktu fermentasi yang digunakan adalah 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam. Sedangkan lama pendiaman yang digunakan adalah 2 hari, 6 hari dan 10 hari.

Pemilihan waktu fermentasi didasarkan kemungkinan dalam rentang waktu tersebut mikroba mampu menunjukkan fase berkembang optimal. Pemilihan lama pendiaman didasarkan pada rentang waktu terlalu dekat tidak dapat membedakan kondisi sampel sebelum dan sesudah pendiaman. Limbah cair industri alkohol mempunyai kondisi yang pekat sehingga diperlukan waktu lebih lama untuk mengetahui pemisahan antara padatan sisa dan airnya.

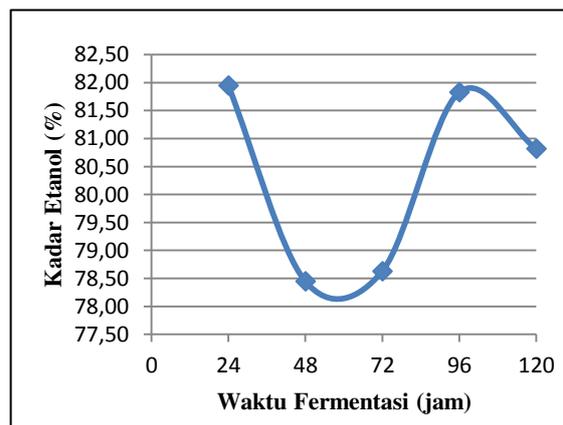
3.4. Distilasi

Hasil etanol yang diperoleh pada proses fermentasi masih bercampur dengan air dan zat pengotor sehingga untuk mendapatkan etanol murni harus melalui proses distilasi. Prinsip utama proses ini didasarkan perbedaan titik didih dari masing-masing senyawa campuran pada tekanan yang tetap. Titik didih air adalah 100°C , sedangkan titik didih etanol adalah $70\text{-}80^{\circ}\text{C}$. Sehingga proses distilasi pada penelitian ini akan mengacu pada titik didih etanol tersebut. Proses distilasi akan menguapkan etanol yang diperoleh melalui pemanasan yang berlangsung, kemudian uap dari etanol ini naik dan melewati kondensor. Di dalam kondensor, uap etanol tersebut mengalami proses pendinginan sampai mengembun pada dinding kondensor. Titik-titik cairan embun ini akan mengalir turun dan ditampung di labu distilat. Cairan etanol yang diperoleh dalam proses ini merupakan etanol berkadar tinggi.

3.5. Penentuan kadar etanol

Penentuan kadar etanol merupakan analisis kuantitatif pada GC. Penentuan kadar etanol didasarkan hasil luas area puncak dengan konsentrasi standar sehingga diperoleh persamaan yang dapat mengetahui kadar etanol sampel. Prinsip kerja analisis GC adalah menguapkan dan menginjeksikan sampel ke dalam ujung kolom

kromatografi. Setelah beberapa saat, sampel memasuki detektor untuk dideteksi kemudian hasil analisis dapat dibaca melalui print-out kromatogram GC. Penelitian ini menggunakan etanol standar 70%; 75%; 80%; 85% dan 90%. Perhitungan kadar etanol diperoleh persamaan fungsi etanol standar yaitu $y = 13168x + 67300$ sehingga persamaan ini dapat digunakan untuk menghitung kadar etanol sampel. Hasil kadar etanol sampel dapat ditunjukkan dengan grafik waktu fermentasi terhadap kadar etanol seperti pada Gambar 2.



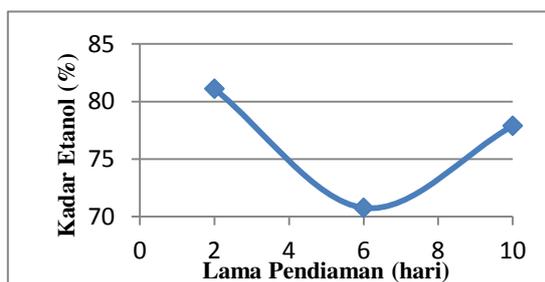
Gambar 2. Grafik Hasil Etanol Sampel

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar etanol tertinggi terdapat pada fermentasi selama 24 jam. Salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu optimum fermentasi limbah cair industri alkohol Bekonang. Penentuan waktu optimum didasarkan pada fase perkembangan mikroba selama proses fermentasi. Mula-mula, mikroba mengalami fase adaptasi yaitu fase dimana mikroba menyesuaikan diri dengan lingkungannya yang dapat ditunjukkan pada awal proses fermentasi. Fermentasi 24 jam menunjukkan hasil kadar etanol tertinggi tetapi bukan waktu optimum fermentasi. Hal ini dikarenakan fermentasi 24 jam termasuk fase awal fermentasi atau fase adaptasi sehingga dimungkinkan mikroba masih dapat berkembang dengan baik dalam substrat sehingga dikatakan bahwa fermentasi 24 jam bukan waktu optimum fermentasi.

Mikroba terus berkembang sehingga mencapai fase statis yaitu fase dimana jumlah mikroba yang tumbuh dan jumlah mikroba yang mati sama. Pada fase statis ini mikroba mengalami fase tumbuh optimal sebelum mengalami fase kematian. Sehingga penentuan waktu optimum fermentasi dapat diketahui dengan menentukan fase statis mikroba. Jika dilihat dalam Gambar 2 diketahui fase statis mikroba/waktu optimum fermentasi yaitu fermentasi selama 96 jam. Waktu fermentasi selama

96 jam ini selanjutnya digunakan untuk waktu fermentasi pada variasi lama pendiaman sampel.

Hasil etanol yang diperoleh berdasarkan variasi lamanya pendiaman dapat dilihat pada Gambar 3. Variasi lama pendiaman bertujuan untuk mengetahui waktu pendiaman yang optimal sehingga diperoleh kadar etanol tertinggi. Penentuan waktu optimal pendiaman terlihat jika hasil etanolnya menunjukkan kadar tertinggi. Berdasarkan Gambar 27 dapat terlihat bahwa kadar etanol tertinggi yaitu 81,11% dan dilihat waktu pendiamannya yaitu 2 hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu pendiaman selama 2 hari yang menghasilkan kadar etanol tertinggi.



Gambar 3. Grafik Hasil Etanol Variasi Lama Pendiaman

Kapang yang ditemukan pada serasah sangat berperan menguraikan serasah daun-daunan dalam rentang waktu singkat, karena umumnya kapang saprofit memiliki aktifitas selulolitik (Gandjar et al., 1999). Aktivitas selulolitik tertinggi ditunjukkan oleh *A. tamarii* - ISM 1. Species ini umum dikenal sebagai kapang tanah, terutama di daerah tropis (Domsch et al., 1980; Klich, 2002). *A. tamarii* memiliki kemampuan menghasilkan enzim selulase (Domsch et al., 1980), selain itu juga dikenal sebagai penghasil amilase yang dimanfaatkan pada berbagai industri misalnya industri detergent (Moreira et al., 1999).

Isolat *A. aculeatus* ISM 10 menunjukkan aktivitas amilolitik tertinggi. Kapang *A. aculeatus* dikenal sebagai penghasil amilase. Enzim α amilase dari species ini telah dimanfaatkan sebagai enzim tambahan pada makanan ternak (Bedford, 2010).

Aktivitas proteolitik tertinggi dipunyai oleh isolat *Aspergillus* sp. 2 ISM 17. Isolat ini belum teridentifikasi, dari ciri-cirinya menunjukkan bahwa isolat ini termasuk dalam section Terrei, dengan sebagian besar ciri yang mirip dengan *A. terreus*. Kapang *A. terreus* merupakan spesies potensial penghasil enzim protease pada suhu 30-37°C dan telah dimanfaatkan pada industri detergent (Niyonzima, 2013). Enzim protease dari species ini bersifat stabil (Chellapandi, 2008). Beberapa isolat menunjukkan aktivitas proteolitik yang cukup tinggi,

yaitu *A. terreus* ISM 15, *Aspergillus* sp.1 ISM 16, dan *E. nidulans* ISM 20.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: (1) Pengolahan limbah cair industri alkohol Bekonang dapat menggunakan metode fermentasi sehingga menghasilkan etanol kembali; (2) Limbah cair industri alkohol Bekonang teridentifikasi mengandung dekstrin berdasarkan uji benedict, uji Seliwanoff dan uji iodin; (3) Kadar glukosa yang terkandung dalam limbah cair industri alkohol Bekonang adalah 1,3285 %; (4) Waktu optimum fermentasi limbah cair industri alkohol Bekonang adalah 96 jam; (5) Waktu pendiaman selama 2 hari yang menghasilkan kadar etanol tertinggi yaitu 81,11%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada laboran Laboratorium Kimia Organik FMIPA UGM Yogyakarta, pengrajin alkohol Bekonang, dan segenap pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, A. (2007). *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta, Indonesia: PT Gramedia.
- Juwita, R. (2012). *Studi Produksi Alkohol Dari Tetes Tebu (Saccharum Officinarum L) Selama Proses Fermentasi*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Kusrini, A. (2004). Kajian Tentang Sistem Pengolahan Limbah Pada Industri Alkohol Di Desa Bekonang Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Moertinah, S. (2010). Kajian Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Teknologi. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Dan Pencemaran Industri*, 1 (2), 104-114.
- Page, D. S. (1989). *Prinsip-Prinsip Biokimia*. Jakarta, Indonesia: Erlangga.
- Suprihatin. (2010). *Teknologi Fermentasi*. Surabaya, Indonesia: UNESA Press.
- Widyanto, D. A. (2004). Pengaruh Limbah Cair Industri Alkohol Bekonang Terhadap Produktivitas Tanaman Padi (*Oryza Sativa L.*). Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.