

## Hidrolisis Limbah Tongkol Jagung Menggunakan Asam Sulfat Dengan Variasi Waktu Fermentasi

<sup>1)</sup>Ellysa Loviani, <sup>2)</sup>Nani Sofroh, <sup>3)</sup>Wahyu Firmansyah, dan <sup>4)</sup>Andri Kapuji

<sup>1,2,3,4)</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Serang Raya

### Informasi Artikel

Naskah Diterima : 17 Sep 2018

Direvisi : 21 Oktober 2018

Disetujui : 20 Desember 2018

\*Korespondensi Penulis:  
ellysaloviani1103@gmail.com

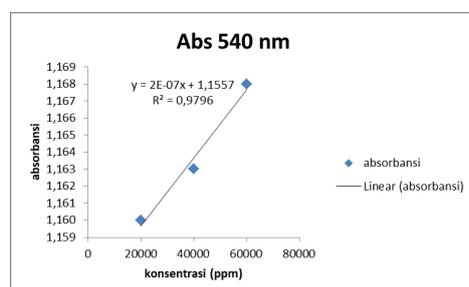
### Graphical abstract



### Abstract

Increasing fuel needs and limited petroleum reserves are serious problems faced by the Indonesian people and the world in general. This problem has triggered exploration of alternative materials that can be used as substitute fuels for fuel oil. Corn cobs are one of the alternative ingredients that can be converted into liquid fuels. Corn cobs which are hydrolyzed to produce glucose are then fermented to produce ethanol. This research carried out the hydrolysis step against corncob to become glucose so that it can be fermented into liquid fuel in the form of ethanol in the next stage. Hydrolysis is carried out using sulfuric acid. The results showed that from as much as 10 grams of dried corn cobs were crushed then oven for 4 hours at a temperature of 60°C then added 100 mL of sulfuric acid solution in various normalities. Hydrolysis is run at a temperature of 100 °C, the results of hydrolysis are analyzed at various time variations. The results of the trial showed hydrolysis using sulfuric acid with a variation of time can convert corncob into glucose  $\pm$  54 mL.

**Keywords :** hydrolysis, corn cobs, sulfuric acid, glucose, ethanol



### Abstrak

Kebutuhan bahan bakar yang terus meningkat serta cadangan minyak bumi yang terbatas merupakan masalah serius yang dihadapi oleh bangsa Indonesia dan dunia pada umumnya. Masalah ini telah memicu eksplorasi bahan-bahan alternatif yang bisa digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar minyak. Tongkol jagung merupakan salah satu bahan alternatif yang bisa diubah menjadi bahan bakar cair. Tongkol jagung yang dihidrolisis menghasilkan glukosa kemudian difermentasi sehingga menghasilkan etanol. Penelitian ini melakukan tahap hidrolisis terhadap tongkol jagung untuk menjadi glukosa agar dapat difermentasi menjadi bahan bakar cair berupa etanol pada tahap berikutnya. Hidrolisis dilakukan dengan menggunakan asam sulfat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari sebanyak 10 gram tongkol jagung kering dihancurkan kemudian dioven selama 4 jam pada suhu 60°C kemudian ditambah 100 mL larutan asam sulfat pada berbagai normalitas. Hidrolisis dijalankan pada suhu 100°C, hasil hidrolisis dianalisa pada berbagai variasi waktu. Hasil uji coba menunjukkan hidrolisis menggunakan asam sulfat dengan variasi waktu dapat mengkonversi tongkol jagung menjadi glukosa  $\pm$  54 mL.

**Kata kunci:** hidrolisis, tongkol jagung, asam sulfat, glukosa, etanol

© 2018 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

## 1. PENDAHULUAN

Tongkol jagung adalah salah satu biomassa yang dapat dijadikan bioetanol. Karena didalam tongkol jagung ini mengandung selulosa yang cukup tinggi yaitu 48%, yang memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol menggunakan mikroba *Saccharomyces cerevisiae*. Dengan menggunakan mikroba ini kandungan karbohidrat pada tongkol jagung dapat dikonversi menjadi gula atau glukosa untuk produksi bioetanol.

Glukosa juga dinamakan dekstrosa atau gula anggur, terdapat luas dialam dalam jumlah sedikit yaitu didalam sayur, buah, sirup jagung, sari pohon dan bersamaan dengan fruktosa dalam madu.

Tubuh hanya dapat menggunakan glukosa dalam bentuk D-glukosa. Glukosa murni yang ada dipasar biasanya diperoleh dari hasil olahan pati. Glukosa memegang peranan penting dalam ilmu gizi. Glukosa merupakan hasil akhir pencernaan pati, sukrosa, maltose, dan laktosa pada hewan dan manusia. Glukosa difermentasi akan menghasilkan alkohol, fermentasi glukosa adalah proses biologi dimana glukosa diubah menjadi energi seluler dan juga menghasilkan bioetanol dan karbon dioksida sebagai produk sampingan. Karena proses ini tidak membutuhkan oksigen melainkan khamir yang melakukannya, maka fermentasi glukosa ini digolongkan respirasi anaerob.

Bioetanol merupakan salah satu sumber bahan bakar alternative yang diolah dari tumbuhan, dimana memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO<sub>2</sub> hingga 18%. Bahan bakar minyak (BBM) merupakan kebutuhan yang sangat diperlukan bagi semua kalangan pengguna kendaraan, agar aktivitas dapat berjalan dengan lancar. Kebutuhan energi selama ini hanya dihasilkan dari minyak bumi dan batu bara. Energi tersebut tidak selamanya dapat memenuhi seluruh kebutuhan manusia dalam jangka waktu lama. Hal ini karena kualitas minyak bumi pada lapisan bumi terus menipis akibat dari eksploitasi terus-menerus dan sifatnya yang tidak mudah untuk diperbaharui [8]

Alternatif terbaru sebagai pengganti minyak bumi yang dibutuhkan adalah bioetanol. Sumber utama pembuatan bioetanol adalah bahan yang mengandung struktur gula sederhana yang dapat diubah menjadi etanol yang dalam beberapa decade terakhir, menjadi salah satu objek penelitian yang menarik untuk mengetahui potensi dari bahan-bahan ligniselulosa dalam memproduksi etanol (Wiratmaja, dkk., 2011). Bahan baku bioetanol dapat berasal dari biomassa sumber pati (jagung, ubi kayu, sorgum, dan lain-lain), sumber gula (molasses, nira tebu, nira kelapa, dan nira dari berbagai tanaman lain), dan sumber selulosa (onggok, jerami padi, ampas tebu, tongkol jagung, dan lain-lain sebagainya) [7].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan bioetanol dari hasil hidrolisis selulosa ampas tebu secara fermentasi dengan variasi penambahan ragi roti dan lama waktu fermentasi oleh Feri Susanto (2008), dimana kadar bioetanol tertinggi yaitu sebesar 5.12% pada penambahan ragi roti 2 gram dengan lama waktu 6 hari. Selain itu, Lisma Sari (2010) juga melakukan penelitian tentang pembuatan bioetanol dari hasil hidrolisis selulosa jerami padi secara fermentasi dengan variasi penambahan ragi roti dan lama waktu fermentasi, dimana kadar bioetanol tertinggi sebesar 7.43% pada penambahan ragi roti 6 gram dan lama waktu fermentasi 6 hari. Pada penelitian lainnya Annisa Suri (2008) melakukan penelitian tentang pembuatan bioetanol dari hasil hidrolisis selulosa tandan kosong kelapa sawit secara fermentasi dengan variasi penambahan ragi roti dan lama waktu fermentasi, dimana kadar bioetanol tertinggi sebesar 7.59% pada penambahan ragi roti 6 gram dan lama waktu fermentasi 6 hari. Pada penelitian tersebut hanya dibahas mengenai variasi penambahan ragi roti dan lama waktu fermentasi, tanpa membahas pengaruh lama waktu hidrolisis selulosa untuk menghasilkan larutan gula hasil hidrolisis.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh lama waktu hidrolisis terhadap glukosa hasil hidrolisis tongkol jagung dengan menggunakan Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 21%), dimana akan dilihat kadar glukosa dari setiap variasi hidrolisis untuk menghasilkan bioetanol.

## 2. TEORI

### 2.1 Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah pertanian yang mengandung bahan lignoselulosa yang potensial untuk dikembangkan menjadi bioethanol. Keberadaan limbah tongkol jagung ini melimpah dan kontinyu setelah pasca panen. Di Indonesia limbah tongkol jagung dihasilkan sekitar 2,29 juta ton/tahun (Suciyanto *et al.*, 2006) dengan kadar air 9,60% (Lorenz dan Kulp, 1991). Komponen utama limbah tongkol jagung yaitu selulosa (32,3-45,6%), hemiselulosa (39,8%), dan lignin (6,7-13,9%).

Pemanfaatan tongkol jagung sebagai alternative energi terbarukan berupa bioethanol dapat diolah melalui proses *Pretreatment*, hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Setelah melalui proses destilasi, maka akan didapatkan etanol dan residu tongkol jagung. Residu tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan konsentrat pakan ruminansia karena kandungan serat kasarnya telah turun dan telah terbentuk asam-asam organik yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ruminansia. Oleh karena itu, pengolahan tongkol jagung sebagai bahan baku pembuatan bioethanol dianggap lebih efektif karena selain diperoleh etanol juga dihasilkan residu yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak.

Karakteristik kimia dan fisika dari tongkol jagung sangat cocok untuk pembuatan tenaga alternative (bioethanol), kadar senyawa kompleks lignin dalam tongkol jagung adalah 6,7 – 13,9 % untuk hemiselulosa 39,8%, dan selulosa 32,2 – 45,6%. Selulosa hamper tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam melainkan selalu berikatan dengan bahan lain yaitu lignin dan hemiselulosa. Serat selulosa alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Selulosa murni mengandung 44,4% C ; 6,2% H dan 49,3% O. rumus empiris selulosa adalah  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Struktur berkristal dan adanya lignin serta hemiselulosa disekeliling selulosa merupakan hambatan utama untuk menghidrolisa selulosa.

Tabel 1 Komposisi tongkol jagung

Kandungan	Persentase
Selulosa	41
Hemiselulosa	36
Lignin	16
Air dan lain-lain	7

## 2.2 Hidrolisis Asam

Hidrolisis asam adalah hidrolisis yang menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida menjadi glukosa. Hidrolisis asam biasanya menggunakan asam klorida (HCl) atau asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Asam bersifat sebagai katalisator pemecah karbohidrat menjadi gula, dan pada saat fermentasi akan diuraikan dengan menggunakan *Sacharomyces cerevisiae* (ragi) menjadi alkohol. Hidrolisa asam pekat menghasilkan gula yang tinggi (90% dari hasil teoritik) dibandingkan dengan hidrolisa asam encer, dan dengan demikian akan menghasilkan etanol yang lebih tinggi.

Di dalam metode hidrolisa asam, biomassa ligniselulosa dipaparkan dengan asam pada suhu dan tekanan tertentu selama waktu tertentu, dan menghasilkan monomer gula dari polimer selulosa dan hemiselulosa. Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisa asam antara lain adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam perklorat, dan HCl. Asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam. Hidrolisa asam dapat dikelompokkan menjadi : hidrolisa asam pekat dan hidrolisis asam encer.

Keuntungan utama hidrolisa dengan asam encer adalah, tidak diperlukan *recovery* asam, dan tidak adanya kehilangan asam dalam proses. Umumnya asam yang digunakan adalah  $H_2SO_4$  atau HCl (Mussatto dan Roberto, 2004) pada range konsentrasi 2 – 5% (Irranmahboob et al., 2002; Sun dan Cheng, 2002), dan suhu reaksi  $\pm 160^\circ C$ .

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses hidrolisa antara lain :

### a. Kandungan Karbohidrat Bahan Baku

Jumlah kandungan karbohidrat pada bahan baku sangat berpengaruh terhadap hasil hidrolisis asam, dimana bila kandungan karbohidrat sedikit maka jumlah gula yang terjadi juga sedikit, dan bila sebaliknya bila kandungan karbohidrat terlalu tinggi mengakibatkan kekentalan campuran akan meningkat, sehingga tumbukkan antara molekul karbohidrat dan molekul air semakin berkurang dengan demikian kecepatan reaksi pembentukan glukosa semakin berkurang pula. Bahan yang hendak dihidrolisa diaduk dengan air panas dan jumlah bahan keringnya berkisar antara 18% hingga 22%.

### b. pH Hidrolisa

pH berpengaruh terhadap jumlah produk hidrolisis, pH ini erat hubungannya dengan konsentrasi asam, dimana pH makin rendah bila konsentrasi asam yang digunakan lebih besar, pH optimum adalah 2 – 3.

### c. Waktu Hidrolisis

Semakin lama pemnasan, warna akan semakin keruh dan semakin besar konversi pati yang dihasilkan. Waktu yang diperlukan untuk proses hidrolisa asam sekitar 1 hingga 3 jam.

### d. Suhu

Pengaruh suhu terhadap kecepatan hidrolisa karbohidrat adalah semakin besar suhunya semakin besar pula konversinya karena konstanta kecepatan reaksi juga semakin besar. Suhu yang digunakan untuk mencapai konversi selulosa adalah antara  $120^\circ C$  –  $180^\circ C$ .

### e. Tekanan

Tekanan berpengaruh terhadap jumlah produk hidrolisis. Tekanan yang digunakan untuk titik didih 120°C, tekanan atmosfer adalah 1 atm.

f. Konsentrasi katalisator

Penambahan katalisator bertujuan memperbesar kecepatan reaksi. Jadi semakin banyak jumlah katalisator yang dipakai makin cepat reaksi hidrolisis. Dalam waktu tertentu pati yang berubah menjadi glukosa juga meningkat.

### 3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dicoba untuk membandingkan hasil hidrolisis asam sulfat dengan konsentrasi 21% dengan waktu hidrolisis selama 1, 2, dan 3 jam. Hidrolisis asam dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi, tetapi diawali dengan treatment pelembutan tongkol jagung. Penelitian dilakukan dengan metode hidrolisis asam encer. Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Kinia FT-UNSEREA.

Percobaan dilakukan dengan menimbang padatan tongkol jagung 10 gram ditambahkan dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 21% 100 ml. Selanjutnya dimasukkan kedalam erlenmeyer dan dipanaskan pada suhu 100oC selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Filtrate hasil saringan kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui kadar gula atau glukosa pada tongkol jagung. Selanjutnya dilakukan tahap uji glukosa dengan menggunakan metode DNS. Timbang 8 gram NaOH dalam 100 ml, kemudian dihomogenkan menggunakan stirer sampai tercampur sempurna. Timbang 15 gram natrium kalium tartat ditambahkan 4 gram Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam 250 ml aquadest. Campurkan kedua larutan tersebut. Kemudian tambahkan 5 gram reagen DNS dalam 500 ml. Selanjutnya dilakukan pengecekan kadar glukosa menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan menambahkan 1 ml sampel, 1 ml larutan DNS, 2 ml aquadest kemudian panaskan selama 5 menit. Gula reduksi diukur pada spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hidrolisis berasal dari Greek dari kata *hydro* yang berarti air dan *lysis* yang berarti kehilangan (Swift dan Schaefer, 1962). Hidrolisis adalah suatu reaksi kimia dimana H<sub>2</sub>O (molekul air) akan diurai/dipecah kedalam bentuk kation H<sup>+</sup> (hidrogen) serta anion OH<sup>-</sup> (hidroksida) melalui sebuah proses kimiawi. Proses tersebut umumnya dipakai dalam memecah suatu polimer tertentu. Secara sederhana arti hidrolisis yaitu proses pembelahan ikatan kimia dengan penambahan air.

Hidrolisis asam adalah hidrolisis yang menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida menjadi glukosa. Hidrolisis asam biasanya menggunakan asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Proses hidrolisis berlangsung pada suhu 120oC menggunakan magnetic stirrer dengan perbandingan antara bahan dan larutan katalis adalah 1:2. Proses hidrolisa berlangsung pada suhu 120°C menggunakan magnetic stirrer dengan perbandingan antara bahan dan larutan katalis adalah 1 : 2. Katalis yang digunakan dalam proses hidrolisa adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> .

Tujuan penambahan katalis karena reaksi antara air dengan pati berlangsung sangat lambat, sehingga diperlukan penambahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang lebih banyak daripada air untuk membantu kereaktifan air dalam memecah senyawa agar cepat terurai. Hasil yang diperoleh dari proses hidrolisa mengalami beberapa perubahan fisik yaitu warna dari coklat muda menjadi coklat tua bahkan hingga berwarna hitam pekat, larutan menjadi lebih kental dan tidak terdapat gumpalan-gumpalan serbuk di dalam larutan, serta volume larutan berkurang dari 150 ml sebelum dihidrolisa menjadi 58 ml. perubahan-perubahan tersebut dikarenakan senyawa yang ada didalam serbuk tongkol jagung telah terurai dan homogen. pH hasil hidrolisa adalah 1 dan diatur menjadi 4,5 dengan menggunakan NaOH. Pengaturan pH dilakukan karena ragi memerlukan media suasana asam untuk fermentasi alcohol, yaitu pada keadaan pH yang paling optimum 4-5.

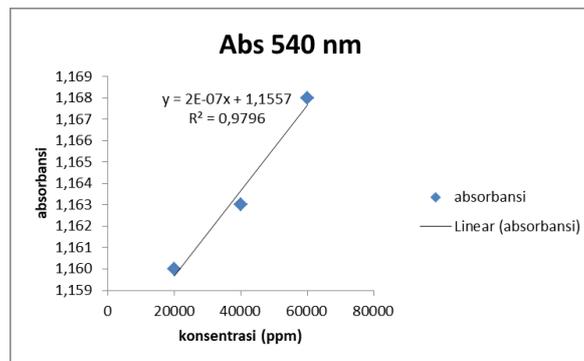


Gambar 1 Perubahan warna pada proses sebelum dan sesudah hidrolisia

Pada proses hidrolisa, proton  $H^+$  dari senyawa  $H_2SO_4$  akan mengubah gugus serat dari tongkol jagung menjadi gugus radikal bebas. Gugus radikal bebas tersebut kemudian akan berkaitan dengan gugus  $OH^-$  dari  $H_2O$  dan menghasilkan glukosa. Pada saat kebutuhan  $H^+$  dari  $H_2SO_4$  telah mencukupi pembentukan gugus radikal bebas dari tongkol jagung maka glukosa yang dihasilkan maksimal.

Tabel 1. Hasil penelitian kadar glukosa

No.	Lama Waktu Hidrolisis	Lama Waktu Hidrolisis	Konsentrasi	Absorban	Kadar Glukosa
1	1 jam	1 jam	20000	1,160	4,65%
2	2 jam	2 jam	40000	1,163	5,53%
3	3 jam	3 jam	60000	1,168	10%



Gambar 2 Grafik pengukuran sampel pada panjang gelombang 540 nm.

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kadar glukosa pada tongkol jagung pada waktu hidrolisis 1 jam sebesar 4,65%, pada waktu 2 jam sebesar 5,53%, dan pada waktu 3 jam sebesar 10%. Dan pada Tabel 1 menunjukkan hasil data larutan standar glukosa pada panjang gelombang 540 nm. Gambar 2 ditunjukkan persamaan nilai regresi linier  $Y = 2 \times 10^{-7}x + 1,1557$ . Dari hasil tersebut menunjukkan nilai determinasi masih dalam rentang yang baik yaitu 0,979.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu hidrolisis sangat berpengaruh terhadap kadar glukosa. Pada waktu hidrolisis 1, 2, dan 3 jam menghasilkan glukosa sebesar 4,65%, 5,53%, dan 10%.

## PERNYATAAN

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kemristek DIKTI yang telah membantu dalam pembiayaan penelitian ini, dan penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Teknik Kimia UNSERA untuk fasilitas yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] Agustina, Reni M., Ratman dan Irwan Said. (2016). *Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Kulit Jagung Manis Zea mays saccharata*. Jurnal Akademi Kimia. Vol. 5, No.4. Palu: Universitas Tadulako
- [2] Assegaf, F. 2009. *Prospek Produk Bioethanol Pisang (Musa paradisiacal) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatik*. Universitas Jendral Sudirman RSO Semarang DSO purwokerto. Online pada <http://www.indeni-unseod.net/Bioethanol/Bonggolpisang/Hidrolisis/Enzimatik.pdf> (akses 24 mei 2018)
- [3] Fachry, A. R., Astuti, P. & Puspitasari, T. G. (2013). Pembuatan bioethanol dari limbah tongkol jagung dengan variasi konsentrasi asam klorida dan waktu fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1), 60-69.
- [4] Fadly, Z. 2000. *Jamur Ragi Saccharomyces Cerevisiae*. Online pada <http://zhulmaycry.blogspot.com/2009/08/jamur-ragi-Saccharomyces Cerevisiae.html> (akses 24 mei 2018)

- [5] Fatimah., Deralisa Ginting dan Veronica Sirait. (2017). *Kinerja Mikroba Zymomonas mobilis dan Saccharomyces cerevisiae untuk menguraikan hidrolisat tongkol jagung menjadi bioetanol dengan pengaruh waktu fermentasi dan rasio penambahan mikroba*. Jurnal Teknik Kimia. Vol. 6, No.2. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara
- [6] Kartika, B., Sutanti, R., Nuzulis, A. 1992. *Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM
- [7] Mulyono, A.W., Handayani, C. B., Tari, A. I.N. & Zuprizal. (2011). *Fermentasi etanol dari jerami padi*. Prosiding seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Veteran Bagun Nusantara, Sukoharjo.
- [8] Simomara, S. (2008). *Membuat biogas pengganti bahan bakar minyak dan gas*. Jakarta: Agromedia.
- [9] Wiratmaja, I. G., Kusuma, I. G. B. W. & Winajaya, I. N. S. (2011). Pembuatan etanol generasi kedua dengan memanfaatkan limbah rumput laut *Cucheuma cottonii* sebagai bahan baku, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 75-84.
- [10] Said, G., (1987), *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi Edisi I*, Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- [11] Perry, R. H., (1999), *Chemical Engineering Handbook*, Mc. Graw Hill, New York.
- [12] Fessenden dan Fessenden, (1997), *Kimia Organik edisi ketiga*, PT Erlangga, Jakarta.