

RANCANG BANGUN INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH BUAH APEL DAN JERUK DI SENTRA HORTIKULTURA MENJADI BIOFUEL

Sutriyono, Rusdi

Teknik Mesin , Institut Teknologi Nsional Malang

ABSTRAK

. Buah apel dan jeruk mengandung kadar gula yang tinggi, disamping itu juga mengandung zat pati (amilum), sehingga apabila difermentasi akan merubah larutan kadar gula menjadi larutan berkadar alkohol ($C_6H_{12}O_6$). Apabila larutan kadar beralkohol didestilasi dapat menghasilkan alkohol dengan kadar tertentu yang disebut etanol (C_2H_5OH). Etanol yang destilasi dalam suhu titik didih 78-80°C akan mereduksi kadar hidrogen (H), sehingga dapat meningkatkan kadar karbon(C) yang diperlukan sebagai syarat untuk bahan bakar alternatif. Masalah yang menjadi fokus penelitian untuk merancang bangun instalasi dirumuskan : Bagaimana model proses instalasi terbaik untuk mengolah limbah apel dan jeruk menjadi bioetanol sebagai bahan bakar alternatif . Proses rancang bangun instalasi tersebut dilaksanakan dalam tiga tahap penelitian yaitu tahap I meneliti kandungan kadar gula dari buah apel dan jeruk, Tahap II, meneliti optimalisasi fermentasidan destilasi untuk meningkatkan kadar alkohol. Tahap III, merancang model instalasi pengolahan limbah buah apel dan jeruk menjadi bioethanol menjadi bahan bakar alternatif non fosil. Penelitian eksperimen tersebut dilakukan untuk mendapatkan data-data yang valid dan relabel sehingga dapat menghasilkan rancangan yang terbaik. Data-data diolah dengan Post Hoc untuk mendapatkan hasil terbaik (energi, ekonomis dan ekologi). Kesimpulan dari hasil penelitian adalah rancang bangun instalasi pengolahan limbah buah apel dan jeruk menjadi bioethanol dengan tahapan pemerasan,fermentasi dan destilasi. Kata kunci : Bioethanol, apel dan jeruk, fermentasi, destilasi.instalasi

PENDAHULUAN

Permasalahan yang ditimbulkan dari penanganan sampah terkait dengan manajemen pengolahan, transportasi, keterbatasan lahan tempat pembuangan akhir, biaya operasional dan teknologi pengolahan sampah menjadi material dasar yang

bermanfaat. (Clara dkk, 2004). Permasalahan khusus yang berkaitan dengan teknologi pengolahan yaitu peralatan untuk pengolah awal sampah yang sesuai untuk digunakan merombak sampah menjadi bahan dasar kurang dimanfaatkan maksimal. (Team DITJEN Listrik dan Pengembangan Energi, 1998).

Konversi biomassa dari berbagai sumber (termasuk sampah) menjadi bahan bakar alternatif belum diberdayakan karena masalah engineering, yaitu alat mesin yang tepat untuk digunakan mencacah sampah menjadi bahan dasar pembuatan alkohol. (Boedoyo, 2000). Yusri Yusuf, (2004), pakar bioenergi dari Yayasan Pengembangan Keterampilan dan Mutu Kehidupan Nusantara menjelaskan bahwa sampah perkotaan organik pada dasarnya ialah biomassa (senyawa organik) yang dapat dikonversi menjadi etanol, biogas melalui proses pengolahan tanpa oksigen (anaerob).

Konsep sampah untuk energi menjadi dasar pertimbangan tentang penggunaan teknologi dan alat mesin yang dipakai untuk mengubah sampah menjadi produk dasar yang bernilai energi, khususnya mengenai tahapan prosesnya.

Menurut Agus, (2004), dalam makalahnya yang bertema : Atasi Defisit Energi Listrik Indonesia Bisa Gunakan Biomass Sampah, memaparkan bahwa biomassa sampah merupakan sumber potensi yang perlu dikaji dan diteliti untuk diolah dengan teknologi tepat guna menjadi sumber energi, dalam upaya mengatasi defisit penggunaan listrik.

Team dari DITJEN Industri dan Dagang Kecil Menengah, (2005) dalam jurnalnya, telah meneliti pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi alkohol, pembuatan tepung dari kulit pisang dan pemanfaatan

limbah industri tahu menjadi pakan ternak. Pemanfaatan kulit pisang menjadi alkohol prosesnya sebagai berikut, bahan kulit pisang dihancurkan, dipanaskan, dan ditambah ragi sebagai starter, kemudian hasil bahan alkohol disuling secara bertingkat untuk pemurnian alkohol.

Tahap perombakan sampah (organik) menjadi bahan pembuatan alkohol yaitu melalui reduksi sampah menjadi potongan berukuran homogen. Karena bentuk ukuran potongan sampah akan mengoptimalkan proses biokonversi. Mereduksi sampah dilakukan melalui proses pemotongan, penggilingan atau pencacahan. Proses pemotongan atau pencacahan biasanya dilakukan dengan proses mekanis melalui mesin perajang atau penggiling sampah (Sri Wahyono, 2002).

Proses pencacahan bertujuan untuk mengoyak bahan organik, sehingga mempercepat dan memudahkan bercampur dengan air atau bahan tambahan lain sehingga mempengaruhi proses perombakan dari bentuk padatan menjadi cairan atau gas (Sarmidi, Amin, 2004).

BALITBANG JATIM, (2005), membuat inovasi teknologi pengolahan sampah menjadi alkohol dengan melalui tahapan pengolahan sebagai berikut, yaitu pemilahan sampah (organik), penghancuran material, konversi bubur sampah, pemisahan hasil (padatan dan cair) dan

destilasi bertingkat untuk pemurnian alkohol.

Proses pengolahan sampah organik yang menggunakan konsep biokonversi, persamaannya pada proses pengolahan awal, yaitu pengecilan ukuran potongan bahan menjadi lebih lembut. Pencacahan bahan organik menjadi lebih cepat dan lebih homogen ukurannya jika diproses dalam mesin yang dirancang khusus untuk pengolahan awal.

Pemanfaatan sampah organik menjadi alkohol didasarkan pada pendapat bahwa semua bahan organik yang mengandung karbohidrat dapat menghasilkan etanol jika ditambah enzim. (S. Amin).

Dalam penelitian ini, limbah buah apel dan jeruk di sentra hortikultura wilayah Batu jumlahnya sangat melimpah namun belum mendapat perhatian yang lebih dari pengelola perkebunan sehingga menjadi penumpukan sampah yang penanganannya sangat tradisional yaitu ditimbun atau dibakar untuk mereduksinya. Buah apel dan jeruk mengandung kadar gula yang tinggi, disamping itu juga mengandung zat pati (amilum), sehingga apabila difermentasi akan merubah larutan kadar gula menjadi larutan berkadar alkohol yang kemudian didestilasi dapat menghasilkan alkohol dengan kadar tertentu.

Wilayah obyek penelitian ini meliputi bahan, proses dan rancangan instalasi pengolahannya. Bahan yang dimaksud yaitu buah apel dan jeruk yang dikategorikan sebagai limbah di sentra hortikultura karena sudah dianggap rusak atau kurang bermanfaat. Jumlah limbah apel dan jeruk rata-rata tiap hari per hektar mencapai 500 kg/Ha.

Tahapan Penelitian.

Penelitian tahap I : Adalah meneliti persentase cairan dan kandungan kadar gula yang ada pada buah jeruk dan apel dilakukan di laboratorium T. Kimia dengan menggunakan alat kromatografi dan analisator glukose.

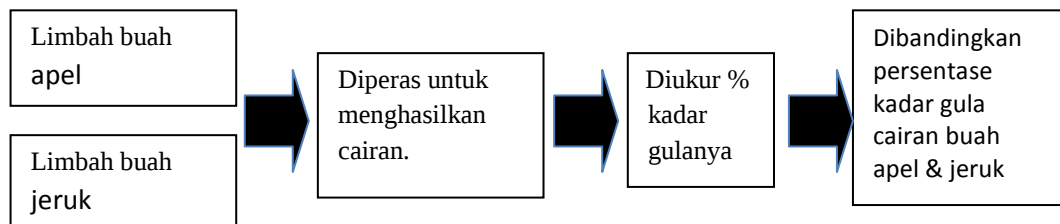
Penelitian tahap II : Proses fermentasi cairan buah jeruk dan apel dan didestilasi menjadi bahan cairan biofuel kemudian diukur persentase kandungan ethanol dari hasil destilasi. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia alat yang digunakan adalah analisator, destilator dan kromatografi gas.

Penelitian tahap III : Merancang model instalasi pengolahan buah apel dan jeruk menjadi biofuel, berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian tahap I dan tahap II.

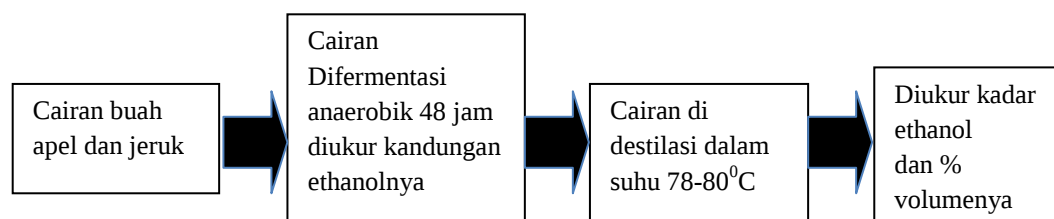
METODE PENELITIAN

Pelaksanaan Penelitian.

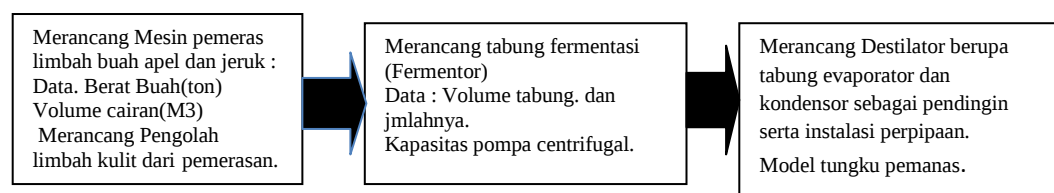
Penelitian tahap I. Meneliti persentase kadar gula.



Penelitian tahap II. Fermentasi dan destilasi ethanol.b



Penelitian tahap III. Model Instalasi pengolahan biofuel.



Model pengolahan limbah apel dan jeruk--

HASIL PENELITIAN .

Hasil pengukuran kadar gula pada limbah apel dan jeruk.

Berat limbah apel dan jeruk yang di ambil sebagai sampel masing-masing 2 kg dan diulangi 3 kali . Sehingga masing –masing masing sampel (apel dan jeruk) sebanyak 6 kg.

Langkah yang dilakukan ;

1. Limbah buah apel dan jeruk dibersihkan agar tidak bercampur kotoran tanah atau lumpur.
2. Sampel yang sudah dibersihkan kemudian diperas untuk diambil cairannya ,sedangkan limbah padatnya di buang .
3. Cairan nya ditampung dalam botol yang berwarna gelap untuk mereduksi cahaya dari sinar matahari .

Kandungan kadar gula dari limbah apel dan jeruk ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 1.Data Pengukuran Kadar Gula.

Jenis sampel .	Frekuensi	Kadar Gula dalam %	Rerata
Limbah Apel.	1.	70,50	70,60
	2.	71,00	
	3.	70,80	
Limbah Jeruk	1.	84,50	84,60
	2.	84,90	
	3.	84,70	

Dari hasil pengukuran kadar gula dari limbah apel dan jeruk tidak terjadi

perbedaan yang signifikan ,kadar gula limbah apel rata-rata 70,60 % sedangkan untuk limbah jeruk 84,60 % Persentase kadar gula tersebut sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan konversi enzim untuk pembentukan keasaman pada proses fermentasi.

Hasil pengukuran kadar Alkohol dari Proses Fermentasi.

Cairan yang dihasilkan dari pemerasan limbah apel untuk setiap berat 2 kg rata2 sebanyak 1,6 liter.Sedangkan untuk limbah jeruk untuk setiap 2 kg menghasilkan 1,8 liter cairan .Total cairan apel sebanyak 4,8 liter dan cairan jeruk 5,4 liter.

Bahan tambahan Sacaromises Cerevasiae (SC) ,sebagai enzim berfungsi untuk meningkatkan kadar gula dan mempercepat fermentasi , di tambahkan sebanyak 10 % dari jumlah cairan yang akan dipersiapkan sebagai bahan alkohol.

Bahan alkohol tersebut dikemas dalam botol kemasan 0,8 liter sehingga ada 6 buah botol cairan apel dan 7 botol cairan jeruk,kemudian botol ditutup rapat agar terjadi fermentasi anaerobik selama 4 hari dan 6 hari.

Hasil fermentasi cairan yang 4 har dan 6 hari diukur kadar alkoholnya untuk mengetahui perbedaan pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar alkohol nya.

Kadar alkohol dari cairan hasil fermentasi dari limbah apel dan jeruk yang diberikan bahan tambahan SC 10 % dengan waktu berbeda ,hasilnya ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 2.Data Pengukuran Kadar Alkohol.

Cairan Bahan Alkohol	Di Fermentasi 4 hari		Di Fermentasi 6 hari	
	Kadar Alkohol (%)	Rata-rata	Kadar Alkohol (%)	Rata-rata
Limbah Apel (La)	77,5 78,4 78,2	78,03		
			79,3 79,5 79,6	79,2%
Limbah Jeruk (Lj)	80,3 80,2 80,4	80,3		
			81,5 81,3 81,4 81,6	81,45%

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran kadar alkohol ,dalam cairan fermentasi limbah apel untuk 4 hari rata-rata 78,03 % dan untuk 6 hari rata-rata 79,2 % ada perbedaan 1,17 % . Perbedaan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil kadar alkohol tetapi perbedaannya tidak signifikan . Kadar alkohol dalam cairan fermentasi limbah jeruk untuk 4 hari rata-rata 80,3 % dan untuk 6 hari rata-rata 81,45 % ada perbedaan kadar alkohol 1,15%.Lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil kadar alkohol dan perbedaannya tidak signifikan. Jenis cairan dari limbah antara apel dan jeruk rata-rata berbeda 2,26 % hasil kadar alkoholnya ,jadi

jenis bahan limbah berpengaruh terhadap hasil kadar alkoholny tetapi perbedaannya tidak signifikan.

Jadi cairan limbah apel dan jeruk menghasilkan kadar alkohol yang berbeda persentasenya tetapi perbedaannya tidak signifikan.Sehingga limbah apel dan jeruk cairannya dapat di fermentasi secara ber sama-sama.

Hasil pengukuran volume alkohol dari proses destilasi .

1. Bahan alkohol yang berupa cairan limbah apel dan jeruk dengan volume rata-rata 1,8 liter kemudian didestilasi,yaitu diuapkan dengan temperatur pemanasan 78 -80°C untuk menarik molekul $C_2H_5(OH)$ atau etanol ,kemudian didinginkan dalam kondensor agar didapat etanol cair .
2. Etanol dari hasil destilasi selanjutnya di ukur volumenya ,untuk mengetahui pengaruh kandungan alkohol pada cairan fermentasi terhadap hasil alkohol dari proses destilasi.
3. Etanol $C_2H_5(OH)$ dari hasil destilasi diukur kadungan kadar karbon nya(C) untuk kemungkinan dapat ditingkatkan menjadi bahan bakar alternatif (biofuel).
4. Etanol yang dapat digunakan sebagai biofuel harus mempunyai kadar karbon (C) yang sama dengan nilai oktannya dalam

premium sebagai BBM(Bahan Bakar Minyak).

Tabel 3 Data Pengukuran Volume Etanol Hasil Destilasi.

Cairan Bahan Alkohol	Di Destilasi pada temperatur 78- 80 °C.		Rata-rata	
	Fermentasi 4 hari ml	Fermentasi 6 hari ml	4 Hari ml	6 Hari ml
Limbah Apel	722	728	726	736
	725	736		
	730	740		
	724	732		
	731	742		
	724	738		
Limbah Jeruk	735	745	739	793
	738	756		
	728	778		
	740	800		
	742	820		
	744	840		
	746	818		

Data pengukuran hasil bioetanol ($C_2H_5(OH)$) yang diperoleh dari destilasi cairan apel dan jeruk pada fermentasi 4 hari rata-rata 726 mlt dan 739 mlt berbeda 13 mlt. Sedangkan yang difermentasi 6 hari hasilnya bioetanol sebesar 736 mlt dari apel dan 793 mlt dari jeruk, berbeda 57 mlt. Perbedaan tersebut memberikan arti bahwa setiap 1800 mlt cairan bahan etanol yang dapat diuapkan menjadi bioetanol ($C_2H_5(OH)$) rata-rata 40 % sampai dengan 44 %.

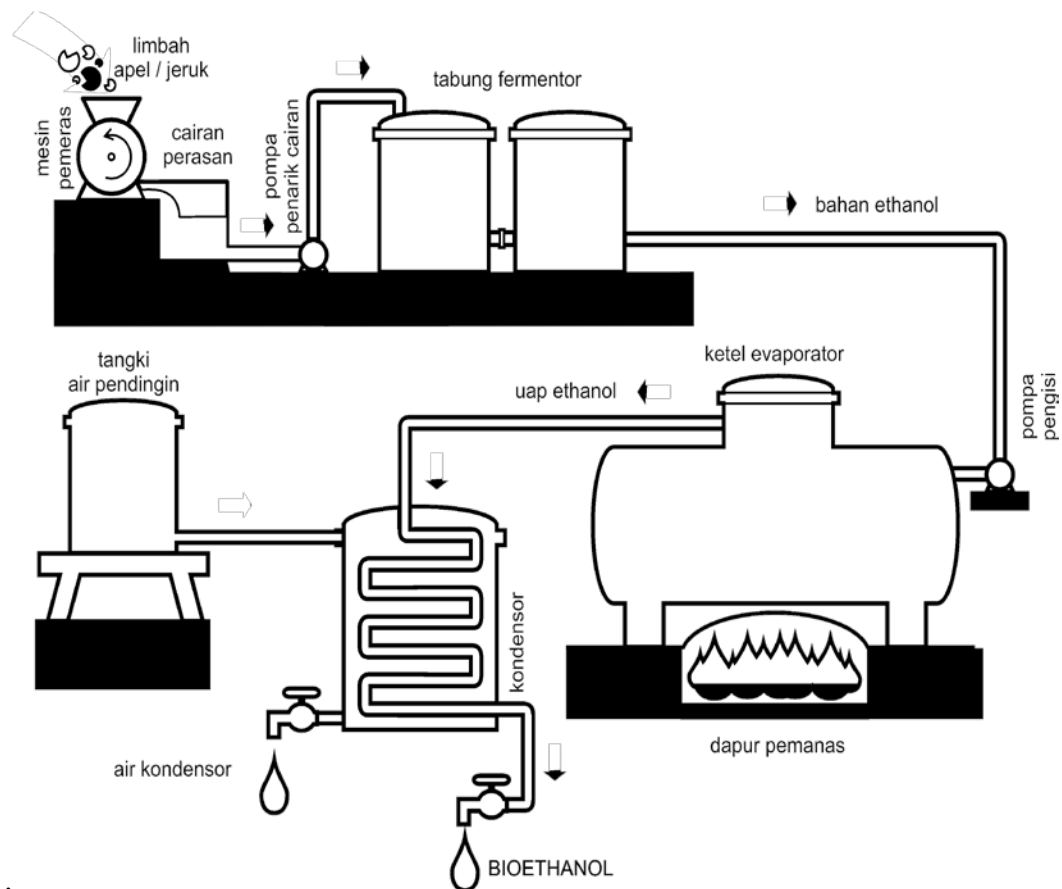
Jadi dari data hasil pengolahan limbah apel dan jeruk yang mencapai 1500 kg rata-rata per hektar 40 %- 44 % dapat di manfaatkan untuk diolah menjadi bioetanol yang tentunya menjadi solusi alternatif untuk mengatasi limbah di sentrahortikultura menjadi bahan yang bernilai energi dan ekonomis.

PEMBAHASAN.

Berdasarkan penelitian awal tentang proses pengolahan limbah apel dan jeruk menjadi bioethanol ($C_2H_5(OH)$), bahwa 40% -44% dari nilai total limbah di sentraholtikultura dapat dimanfaatkan menjadi produk yang bernilai ekonomi, ekologi dan bahan bakar energi alternatif (jika ditingkatkan nilai oktannya) . Agar terwujudnya proses pengolahan limbah perlu dirancang instalasinya yang ditata menurut pemerasan, fermentasi, destilasi (penguapan) dan bahan sisa pengolahan yang berupa ampas untuk direduksi dan dimanfaatkan selanjutnya.

Instalasi pengolahan limbah (IPAL) dirancang dengan memperhatikan kriteria sebagai berikut :

1. Jumlah bahan limbah yang diolah rata2 perhari (berdasarkan data perhari rata2 1500Kg).
2. Tata letak dan sirkulasi pengolahan serta ketersediaan lahan yang digunakan.
3. Ukuran kapasitas masing-masing proses yang terdiri dari bagian pemerasan, bagian fermentasi, bagian destilasi, bagian pembuangan ampas, konstruksi perpipaan, dapur pembakaran, cerobong asapnya



Gambar 1. Instalasi Pengolahan Bioethanol.

KESIMPULAN.

Dari hasil pengukuran kadar gula dari limbah apel dan jeruk tidak terjadi perbedaan yang signifikan, kadar gula limbah apel rata-rata 70,60 % sedangkan untuk limbah jeruk 84,60 %. Persentase kadar gula tersebut sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan konversi enzim untuk pembentukan keasaman pada proses fermentasi.

Jadi cairan limbah apel dan jeruk menghasilkan kadar alkohol yang

berbeda persentasenya tetapi perbedaannya tidak signifikan. Sehingga limbah apel dan jeruk cairannya dapat di fermentasi secara ber sama-sama.

Jadi dari data hasil pengolahan limbah apel dan jeruk yang mencapai 1500 kg rata-rata per hektar 40 %- 44 % dapat di dimanfaatkan untuk diolah menjadi bioetanol yang tentunya menjadi solusi alternatif untuk mengatasi limbah di sentra hortikultura menjadi bahan yang bernilai energi dan ekonomis.

Instalasi pengolahan limbah apel dan jeruk menjadi bioethanol (C_2H_5) (OH) tahapan prosesnya pemerasan untuk mendapatkan bahan cairan alkohol, fermentasi anaerobik bahan cairan untuk meningkatkan kadar alkoholnya, destilasi atau penyulingan cairan berkadar alkohol menjadi bioethanol.

DAFTAR PUSTAKA.

- 1 Ackerman, E., Redjani, 1988, Ilmu BIOFISIKA, Universitas Airlangga, Surabaya.
- 2 Agus, 2004, Atasi Defisit Energi Listrik, Indonesia Bisa Gunakan Biomassa Sampah, Media Indonesia.
- 3 Agus, S., 1999, Teknologi Turbin Gas / Gasifier Biomassa Terintegrasi Untuk Industri Gula, Dirjen Listrik dan Pengembangan Energi.
- 4 Amin, S., 2005, Proses Enzimatik Pada Fermentasi untuk Perbaikan Mutu Kakao, BPPT, Jakarta.
- 5 Anonim, 2004, Pembuatan Etanol Dengan Immobilized Cell, *Saccharomyces cerevisiae* dan Bahan Baku Molase di dalam reaktor Unggun Terfluidakan, Digilib.itb.ac.id, Bandung : ITB central-Library.
- 6 Anonim, 2005, Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Lahan Pangan, DIRJEN Industri dan Dagang Kecil Menengah.
- 7 Anonim, 2005, Dari Minyak Jelantah Hingga Bioetanol, GSA.
- 8 Anonim, 2006, Biofuel Cocok Untuk Indonesia, BPPT, Jakarta.
- 9 Anonim, 2006, Pentingnya Proses Fermentasi Bio Kakao, IPB.
- 10 Arbianto, P., 1996, Biokimia Konsep-Konsep Dasar, Jakarta : DIRJEN-DIKTI.
- 11 Boedoyo, M.S., 1998, Pemanfaatan Limbah Sebagai Energi Alternatif, Dirjen Listrik dan Pengembangan Energi.
- 12 Clara dkk., 2004, Pengolahan Sampah Terpadu, Salah Satu Upaya Mengatasi Sampah Di Perkotaan, PPS, IPB Bogor.
- 13 Endang, S., 1999, Metanogenesis Pada Limbah, PAU-BIO Teknologi UGM, Yogyakarta.
- 14 Indartono, Y., 2005, Bioetanol, Alternatif Energi Terbarukan, Kobe University.
- 15 Koh, H., 2005, Etanol dan Kelangkaan BBM, BPPT, Jakarta
- 16 Polpasert, C., 1989, Organic Waste Recycling, John Wiley & Sons, New York.
- 17 Rig, V., Kreger, N.J.W., 1956, *The Yeast*, A Taxonomic Study Third Revised and Enlarged Edition, The Netherland Groningen, Amsterdam.
- 18 Sutriyono, 2009, Alkohol dari Sampah Rumah tangga, Jurnal Purifikasi Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya.
- 19 Sutriyono, 2010, Energi Rekayasa Dari Limbah Organik, Jurnal Flywheel, jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri –ITN Malang.