

Pemurnian Etanol Hasil Fermentasi Kulit Nanas (*Ananas comosus L. Merr*) dengan Menggunakan Distilasi Vakum

Dony Fahmi*, Bambang Susilo, Wahyunanto Agung Nugroho

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: doankdony21@gmail.com

ABSTRAK

Kenaikan harga bahan bakar minyak dan perkiraan tentang penurunan produksi minyak bumi pada masa yang akan datang serta ketergantungan yang besar terhadap sumber energi minyak bumi. Salah satu bahan pembuatan bioetanol adalah kulit nanas karena penggunaan bahan pangan sebagai bahan baku bioetanol dapat mengancam ketersediaan bahan-bahan pangan jika tidak dilakukan dengan arif dan bijaksana dalam pengelolaannya. Kulit nanas mengandung 81,72 % air, 20,87 % serat kasar, 17,53 % karbohidrat, 4,41 % protein dan 13,65 % gula reduksi, oleh karena itu kulit nanas potensial untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan perlakuan monofaktor yaitu suhu distilasi vakum dengan lingkungan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan respon yang diamati adalah rendemen dan kadar etanol destilat. Dilakukan penentuan kondisi optimum proses sehingga dihasilkan produk etanol yang optimal. Perlakuan yang diberikan dibagi dalam 3 taraf dengan ulangan sebanyak 3 kali. Adapun taraf perlakuan yang digunakan adalah suhu distilasi vakum 40°C, 50°C dan 60°C pada tekanan mutlak 31 Kpa. Pada penelitian pemurnian etanol hasil fermentasi kulit nanas menggunakan distilasi vakum, nilai kadar etanol destilat tertinggi yang diperoleh pada penelitian ini yaitu sebesar 21,250%, suhu yang paling optimal dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan suhu 50°C. Nilai rendemen tertinggi yang diperoleh dalam penelitian pemurnian etanol hasil fermentasi kulit nanas dengan menggunakan distilasi vakum ini adalah 1,166%.

Kata kunci: Bioetanol, Kulit Nanas, Pemurnian, Distilasi Vakum, Suhu Distilasi Vakum

The Purification of Ethanol Produced from Pineapple (*Ananas comosus L. Merr*) Peel Fermentation Using Vacuum Distillation

ABSTRACT

The increase of oil fuel price and the estimated decline of oil production in the future as well as great dependence on oil for energy, must have triggered the searching for alternative renewable fuel with environmental friendliness. One raw material of bio-ethanol is pineapple peel. The use of food material as bio-ethanol material may danger the supply of food crop unless the processing is wisely conducted. Pineapple peel contains of 81.72 % water, 20.87 % crude fiber, 17.53 % carbohydrate, 4.41 % protein, and 13.65 % reduced sugar. Therefore, pineapple peel must be used as the raw material of bio-ethanol. Research method is experiment with monofactor treatment. The treated factor is vacuum distillation. The design of research is Complete Random Planning. The observed responses are rendement rate and distilled ethanol rate. Optimum condition of process is determined to produce optimum ethanol product. Treatment is divided into 3 levels with 3 replications. Treatment levels are vacuum distillation temperatures at 40°C, 50°C and 60°C at absolute pressure of 31 Kpa. The purification of ethanol produced from pineapple peel fermentation is indeed using vacuum distillation. The highest ethanol distillate is 21.250 % and the most optimum temperature is

50°C. The highest rendement obtained in the purification of ethanol produced from pineapple peel fermentation using vacuum distillation is 1.166 %

Key words: Bio-ethanol, Pineapple Peel, Purification, Vacuum Distillation, Vacuum Distillation, Temperature

PENDAHULUAN

Bahan baku pembuatan bioetanol dibagi menjadi tiga kelompok yaitu bahan bersukrosa, bahan berpati, dan bahan berselulosa. Penggunaan bahan-bahan tersebut sebagai bahan baku bioetanol sudah banyak dilakukan. Diantaranya sari buah-buahan, ubi kayu, ubi jalar dan lain-lain. Penggunaan bahan pangan tersebut sebagai bahan baku bioetanol dapat mengancam ketersediaan bahan-bahan pangan jika tidak dilakukan dengan arif dan bijaksana dalam pengelolaannya. Sementara ini, untuk menghindari masalah tersebut dicari alternatif lain, yaitu limbah dari bahan pangan yang masih mengandung kandungan bahan karbohidrat diantaranya adalah limbah kulit nanas. Menurut Wijana, dkk (1991) kulit nanas mengandung 81,72 % air, 20,87 % serat kasar, 17,53 % karbohidrat, 4,41 % protein dan 13,65 % gula reduksi. Etanol atau etil alkohol dapat diproduksi secara fermentasi dari bahan baku yang mengandung gula atau secara sintesis dapat juga diproduksi dari turunan minyak, tetapi sebagian besar yaitu sekitar 93% produksi etanol di dunia di produksi secara fermentasi.

Bioetanol merupakan etanol yang diproduksi dari makhluk hidup sehingga keberadaannya dapat diperbarui. Bahan baku pembuatan etanol berasal dari berbagai tanaman, baik yang secara langsung menghasilkan gula sederhana seperti tebu, gandum manis ataupun yang menghasilkan pati seperti jagung, ubi kayu dan gandum. Secara umum bahan yang mengandung pati dikonversi menjadi gula melalui proses pemecahan menjadi gula kompleks (likuififikasi) dan pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana (sakarifikasi) dengan penambahan air dan enzim (Hidayat, 2003). Konversi glukosa menjadi bioetanol memerlukan perantara mikroba seperti *Saccharomyces cerevisiae*.

Prinsip pembentukan alkohol adalah pelepasan energi yang tersimpan pada bahan-bahan organik, yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi, dengan bantuan mikroba sebagai fermentor. Terdapat sejumlah jenis mikroba yang memiliki kemampuan untuk memfermentasikan alkohol, di antaranya khamir dan bakteri. Proses pembentukan alkohol dengan perantara mikroba tersebut berlangsung secara anaerob. Secara sederhana, proses fermentasi etanol merupakan penguraian karbohidrat menjadi alkohol (etanol) dan gas karbondioksida (CO₂) dengan bantuan enzim (Nursiyah, 2000).

Pada akhir proses fermentasi, etanol masih tercampur di dalam larutan. Untuk memisahkannya perlu dilakukan distilasi atau penyulingan, yaitu dengan memanaskan campuran air dan etanol pada suhu 78°C. Menurut Hidayat (2003), titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C (kondisi standar). Pada suhu 78°C etanol lebih dulu menguap dari pada air. Uap etanol dialirkan melalui pipa yang terendam air sehingga terkondensasi dan kembali menjadi etanol cair. Kondensasi atau proses pengembunan uap menjadi cairan, dan penguapan suatu cairan menjadi uap melibatkan perubahan fase cairan dengan koefisien pindah panas yang besar. Kondensasi terjadi apabila uap jenuh seperti steam bersentuhan dengan padatan yang temperaturnya dibawah temperatur jenuh sehingga membentuk cairan seperti air (Geankoplis, 1983). Bila terdapat perbedaan besar antar titik didih, proses distilasi dapat dilangsungkan pada tekanan yang lebih rendah, yang akan menurunkan titik didih senyawa dan memungkinkan distilasi berlangsung pada suhu rendah.

Beberapa bahan organik tidak dapat didistilasi secara memuaskan pada tekanan atmosfer, sebab akan mengalami penguraian atau dekomposisi sempurna sebelum titik didih normal tercapai. Dengan mengurangi tekanan eksternal 0,1-30 mmHg, titik didih dapat diturunkan dan distilasi dapat berlangsung tanpa mengakibatkan terjadinya dekomposisi. Titik didih dapat didefinisikan sebagai suhu pada tekanan atmosfer atau pada tekanan tertentu lainnya, dimana

cairan akan berubah menjadi uap atau suhu pada saat tekanan uap dari cairan tersebut sama dengan tekanan gas atau uap yang berada disekitarnya. Jika dilakukan proses penyulingan pada tekanan atmosfer maka tekanan uap tersebut akan sama dengan tekanan air raksa dalam kolom setinggi 760 mmHg. Berkurangnya tekanan pada ruangan di atas cairan akan menurunkan titik didih, dan sebaliknya peningkatan tekanan di atas permukaan cairan akan menaikkan titik didih cairan tersebut (Guenther, 1987).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan digital Hitachi, pisau, timbangan analitis AND / GR-200, *blender*, gelas ukur, erlenmeyer, pipet volume, *timer*, termometer, pH meter Schott CG 842, kain saring, tabung fermentor, *aluminium foil*, *alcohol meter*, seperangkat alat distilasi vakum, alat analisis alkohol dengan metode *Gas Chromatography*. Bahan yang digunakan adalah limbah kulit nanas. Bahan pembantu yang digunakan dalam penelitian ini adalah ragi roti dengan merk dagang fermipan, NaOH, HCl, dan aquades

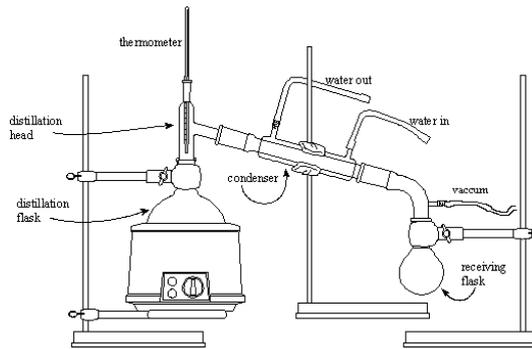
Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan perlakuan monofaktor yaitu suhu distilasi vakum dengan lingkungan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan respon yang diamati adalah rendemen dan kadar etanol destilat. Dilakukan penentuan kondisi optimum proses sehingga dihasilkan produk etanol yang optimal. Pelaksanaan penelitian dimulai dengan membuat larutan fermentasi dari 80 gram kulit nanas yang dipotong kecil-kecil, dicampur dengan aquades 160 ml lalu dihancurkan dengan *blender*. Larutan Fermentasi diatur pHnya menjadi pH 4,5 – 5,5 dengan ditambahkan HCl atau ditambah NaOH sampai nilai pH berada pada kisaran yang telah ditentukan. Larutan kulit nanas yang telah disesuaikan pHnya kemudian sterilisasi pada suhu 70° C - 80° C selama 15 menit . Larutan kulit nanas yang sudah diatur pHnya, ditambah fermipan sebanyak 0,5% (b/v) dan difermentasi dalam kondisi anaerob selama 4 hari. Penyaringan dilakukan dengan menggunakan kain saring untuk memisahkan larutan fermentasi dengan kotoran yang tercampur didalam larutan tersebut agar proses evaporasi berjalan dengan lancar dan lebih optimal. Tahap distilasi vakum dilakukan dengan menggunakan seperangkat alat *vacuum distillation* untuk memisahkan etanol dari larutan fermentasi yang terbentuk. Alat ini bekerja seperti alat distilasi sederhana, penurunan tekanan diberikan kepada labu yang berisi sampel menyebabkan terjadinya penurunan titik didih larutan. Pompa vakum digunakan untuk menguapkan larutan agar naik ke kondensor yang selanjutnya akan diubah kembali ke dalam bentuk cair. Perlakuan yang diberikan dibagi dalam 3 taraf dengan ulangan sebanyak 3 kali. Adapun taraf perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

T1= suhu distilasi vakum 40° C

T2= suhu distilasi vakum 50° C

T3= suhu distilasi vakum 60° C



Gambar 1. Rangkaian Alat Distilasi Vakum

HASIL DAN PEMBAHASAN

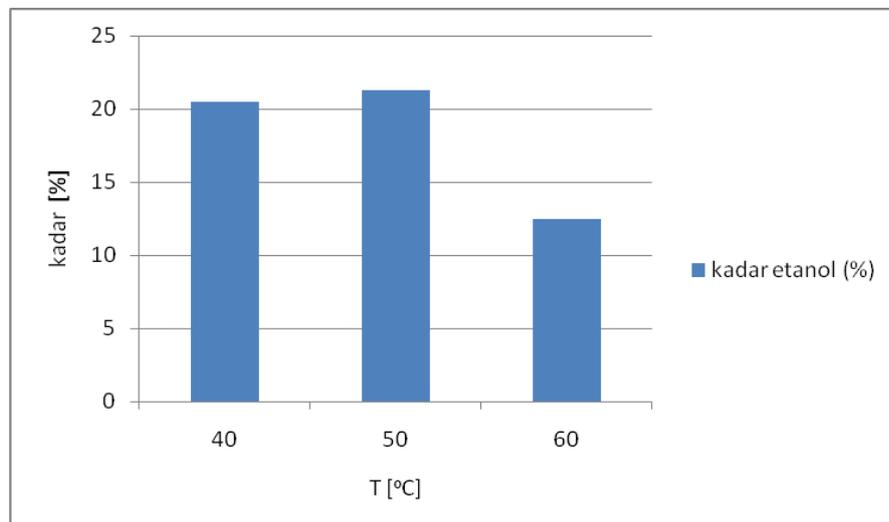
Proses Fermentasi

Pada proses fermentasi menggunakan bahan baku larutan kulit nanas didapatkan data sebelum dan sesudah fermentasi sebagai berikut :

Tabel 1. Fermentasi terhadap larutan kulit nanas sebanyak 200 ml, selama 4 hari

| No | Analisa | Fermentasi | |
|----|--------------|-----------------------|--|
| | | Sebelum | sesudah |
| 1 | pH | 5 | 5,3 |
| 2 | Kadar Etanol | - | 2,47 % |
| 3 | Warna | Kuning kecokelatan | Atas : kuning tua Bawah : kuning muda |

Kadar Etanol Destilat



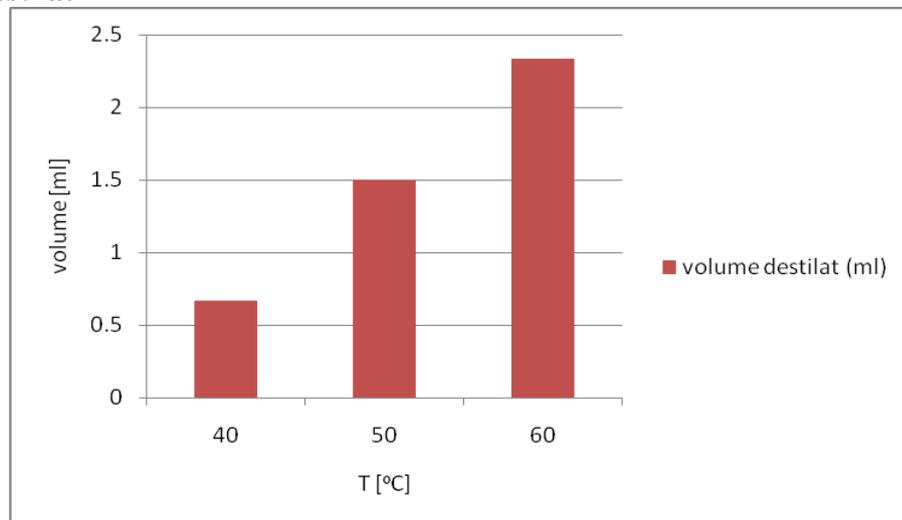
Gambar 2. Pengaruh Suhu Distilasi terhadap Kadar Etanol Destilat

Dari Gambar 2 dapat dilihat pengaruh suhu distilasi vakum terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Penurunan kadar etanol destilat pada suhu 60°C disebabkan karena semakin banyak pula fase cair lain selain etanol yang ikut teruapkan pada saat proses distilasi berlangsung. Kadar etanol destilat yang diperoleh dalam penelitian ini masih sangat rendah jika akan digunakan sebagai bahan baku pembuat bahan bakar, karena hanya mencapai 21,250% yaitu dengan suhu distilasi vakum 50°C. Sedangkan untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar,

diperlukan etanol dengan kadar 99,5% atau bahkan lebih. Rendahnya kadar etanol destilat yang didapat selama penelitian ini dapat disebabkan oleh alat distilasi, bahan yang digunakan dan proses yang dilakukan pada saat penelitian. Selain itu, proses distilasi yang dilakukan pada penelitian ini hanya sekali saja, untuk mendapatkan etanol dengan kadar yang lebih tinggi memungkinkan untuk dilakukan distilasi berulang.

Ardi (2009), telah melakukan penelitian terhadap pemurnian etanol dengan menggunakan alat distilasi sederhana dengan menggunakan bahan baku tape ubi kayu. Hasil yang diperoleh melebihi kadar alkohol 40% dengan waktu distilasi selama 5 jam. Pada penelitian ini waktu yang digunakan hanya 3 jam, sehingga penggunaan waktu yang lebih lama dimungkinkan dapat meningkatkan kadar etanol yang diperoleh. Sebagai suatu proses yang menghasilkan energi, jumlah input energi dan output energi harus dihitung dalam suatu neraca massa dan energi. Energi yang dimasukkan ke dalam suatu proses diharapkan seminimum mungkin, mengingat output dari proses yang diharapkan adalah energi pula, sehingga total energi yang dihasilkan dari proses dihitung. Jika terlalu banyak energi yang harus ditambahkan ke dalam proses, maka proses tidak efisien.

Volume Destilat



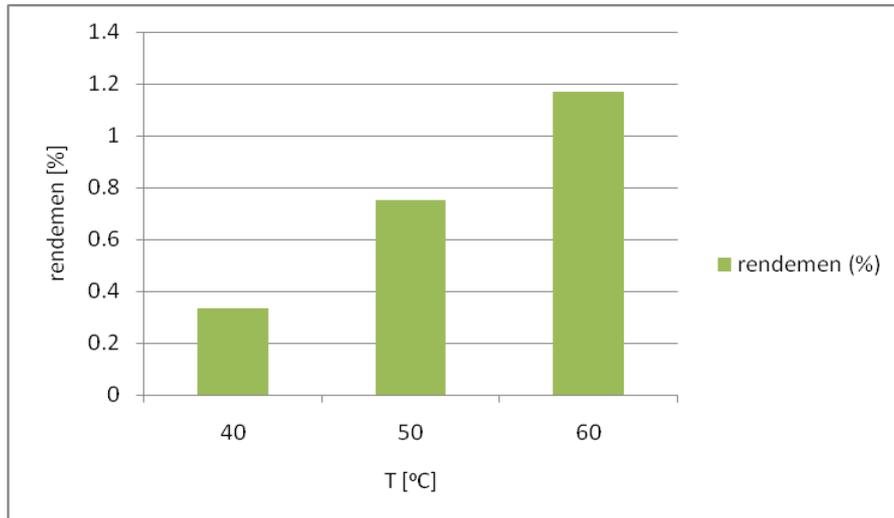
Gambar 3. Pengaruh Suhu terhadap Volume Destilat

Gambar 9 menunjukkan bahwa pada suhu 40°C, volume destilat yang diperoleh sebesar 0,666 ml. Pada suhu 50°C, volume destilat mengalami peningkatan menjadi 1,500 ml. Dan pada suhu distilasi vakum 60°C kembali mengalami peningkatan menjadi 2,333 ml, ketiganya menggunakan waktu distilasi vakum yang sama yaitu 3 jam. Nilai rerata volume destilat mengalami peningkatan seiring dengan semakin meningkat pula suhu distilasi vakum. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu distilasi vakum yang digunakan, maka semakin banyak fase cair yang menguap kemudian terkondensasi sehingga semakin meningkatkan volume destilat yang diperoleh. Menurut Sari (2009) pemurnian menggunakan distilasi vakum pada tekanan yang sama menggunakan temperatur berbeda, volume destilat yang dihasilkan sedikit dan kadar etanol yang dihasilkan tinggi sebaliknya pada tekanan berbeda dan temperatur sama, menghasilkan volume destilat yang tinggi, dan kadar etanol yang dihasilkan kecil.

Rendemen

Dari Gambar 10 dapat diketahui bahwa semakin meningkatnya suhu distilasi vakum terjadi pula peningkatan nilai rendemen. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu distilasi yang digunakan, maka cairan yang teruapkan pada saat proses distilasi vakum berlangsung juga akan semakin banyak sehingga akan semakin banyak pula uap yang dihasilkan yang selanjutnya akan terkondensasi menjadi etanol destilat di dalam wadah penampung. Distilasi vakum dengan suhu

40°C menghasilkan rendemen sebesar 0,333%. Kemudian meningkat menjadi 0,750% pada suhu 50°C dan terus meningkat menjadi 1,166% dengan suhu distilasi vakum 60°C.



Gambar 4. Pengaruh Suhu Distilasi Vakum terhadap Rendemen

Alat distilasi yang digunakan pada penelitian ini menyebabkan nilai rendemen yang didapat tidak terlalu besar, bahkan dapat dikatakan kecil, nilai rendemen selain dipengaruhi oleh suhu distilasi vakum juga sangat dipengaruhi oleh alat distilasi yang digunakan, bahan baku dan proses. Untuk memperoleh rendemen yang lebih besar dapat dilakukan dengan menambah waktu distilasi vakum.

Penelitian yang dilakukan oleh Ardi (2009), hasil pemurnian etanol dengan distilasi sederhana, menunjukkan bahwa rendemen tertinggi yang dihasilkan adalah 6% dengan waktu distilasi yang digunakan adalah selama 5 jam dan suhu distilasi 85°C. Rendemen yang diperoleh pada penelitian ini jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan rendemen yang diperoleh dari pembuatan etanol tape ubi kayu tersebut, karena dari suhu dan waktu yang digunakan pada penelitian tersebut jauh lebih besar sehingga didapatkan rendemen yang besar pula. Untuk mendapatkan nilai rendemen yang lebih besar, dapat dilakukan proses distilasi lanjutan misalnya dengan menggunakan *Azeotropic distillation* karena dengan distilasi azeotrop, larutan yang sudah mempunyai tingkatan fase uap dan fase cair yang sama akan dapat teruapkan dan akan dihasilkan kembali etanol yang lebih murni. sebagainya.

KESIMPULAN

Berdasarkan paparan hasil yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa nilai kadar etanol destilat tertinggi yang diperoleh pada penelitian pemurnian etanol hasil fermentasi kulit nanas menggunakan distilasi vakum ini yaitu sebesar 21,250%. Suhu yang paling optimal dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan suhu 50°C. Nilai rendemen tertinggi yang diperoleh dalam penelitian pemurnian etanol hasil fermentasi kulit nanas dengan menggunakan distilasi vakum ini adalah 1,166%, semakin tinggi suhu distilasi yang digunakan, maka cairan yang teruapkan pada saat proses distilasi vakum berlangsung juga akan semakin banyak sehingga akan semakin banyak pula uap yang dihasilkan yang selanjutnya akan terkondensasi menjadi etanol destilat di dalam wadah penampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, W.R. 2009. “*Pemurnian Etanol dari Fermentasi Tape Ubi Kayu (Manihot utilissima) (Kajian Suhu dan Lama Waktu Distilasi)*”. Skripsi. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya, Malang.
- Geankoplis, GJ. 1983. *Transport Process and Unit Operation*, Second Edition, Allyn and Bacon, Inc, Boston, London, Sydney, Toronto.
- Guenther, E, 1987. *Minyak Atsiri*. Diterjemahkan oleh R.S. Ketaren dan R.Mulyono. Jakarta, UI Press.
- Hidayat, A. N. 2003. *Produksi Bioetanol*. <http://www.migas-indonesia.com/index.php?module=article&sub=article&act=view&id=415&page2>. Tanggal akses 12 Nopember 2013.
- Nursiyah. 2000. *Rekayasa Teknologi Pemurnian Alkohol*. http://www.balitbangjatim.com/bul_d2.asp?id_subBab=4. Tanggal akses 17 Maret 2008.
- Sari, Mita T. 2009. *Pengaruh Tekanan dan Temperatur Terhadap Pemurnian Etanol Dari Tetes Tebu Secara Distilasi Vakum*. Jurusan Teknik Kimia. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Wijana S, Kumalaningsih A, Setyowati U, Efendi dan Hidayat N. 1991. “*Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi*”. ARMP (Deptan). Universitas Brawijaya. Malang.