

## Synthesis of Vinegar Acid with Raja Uli Banana Peel (*Musa paradiaca*) by Adding Bagasse Water (*Saccharum officinarum*)

Nurhasanah \*, Zona Octarya

Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Jalan Raya Pekanbaru - Sungai Pagar, Rimba Panjang, Tambang, Riau 28293, Kota Pekanbaru

\*nurhasanahn239@gmail.com

### ABSTRACT

The large amount of banana peel waste that increased soil acidity and caused environmental pollution. Bagasse water was used to provide additional sugar besides using Raja Uli banana peel due to the use of sugar is less economical. This study is aimed at making vinegar acid with Raja Uli banana peel by adding bagasse water as the weak electrolyte solution on electrolyte and non-electrolyte practice. The optimization was done at the time used for fermentation by varying the time 1, 2, 3, and 4 days in each fermentation step. For testing vinegar acid,  $FeCl_3$  and  $H_2SO_4$  as the qualitative test and alkalimetric titration were used as the quantitative test. The results showed that the third day was the optimum time to produce alcohol content with an average percentage of 2.5% and optimum acetic acid of 0.063 g / 100 mL.

**Keywords:** vinegar acid, Raja Uli banana peel (*Musa paradiaca*), bagasse water (*Saccharum officinarum*), fermentation.

### I. Pendahuluan

Indonesia termasuk penghasil pisang terbesar di Asia dan setiap tahun produksinya terus meningkat. Bertambahnya produksi pisang, maka semakin banyak pula limbah kulit pisang yang dihasilkan. Limbah kulit pisang ini belum banyak dimanfaatkan, padahal limbah kulit pisang ini masih mengandung lemak, protein dan karbohidrat yang cukup tinggi.<sup>1</sup> Bertumpuknya limbah kulit pisang pada tanah juga akan meningkatkan keasaman pada tanah dan mencemari lingkungan.<sup>2</sup> Untuk memaksimalkan pemanfaatannya dan tidak mencemari lingkungan, kulit pisang yang kaya karbohidrat dapat dimanfaatkan sebagai sumber asam cuka melalui proses fermentasi.<sup>3</sup>

Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa salah satu jenis kulit pisang yaitu kulit pisang kepok dapat digunakan sebagai bahan baku

pembuatan asam asetat. Dimana pembuatan asam asetatnya digunakan beberapa starter, hasil yang diperoleh yaitu starter yang paling bagus digunakan adalah ragi tape, jumlah limbah kulit pisang kepok optimal dalam pembentukan asam asetat adalah 80% b/v, jumlah starter optimal dibutuhkan adalah 5 gram dan waktu fermentasi optimal adalah 4 hari dengan jumlah asam asetat yang terbentuk adalah  $0,75 \pm 0,05\%$  b/b.<sup>4</sup>

Pada penelitian ini jenis pisang yang digunakan adalah jenis pisang raja uli. Kultivar pisang raja masih memiliki kandungan karbohidrat sebesar 18,50%-59%,<sup>5</sup> dan pisang ini merupakan salah satu kultivar pisang yang terkenal baik di kota maupun di desa. Selain untuk buah yang dimakan langsung secara segar, pisang raja juga banyak digunakan untuk bahan utama berbagai

makanan olahan pisang misalnya pisang goreng, keripik pisang dan sale pisang.<sup>6</sup>

Sebagai upaya untuk memberikan hasil yang maksimal maka ditambahkan air ampas tebu untuk mensuplai kadar gula sebagai bahan pokok pembuatan asam cuka dengan persentase sebesar 2,34%.<sup>7</sup> Air ampas tebu digunakan sebagai penyedia gula tambahan di samping kulit pisang raja uli dikarenakan penggunaan gula pasir yang kurang ekonomis, mengingat kebutuhan gula pasir di Indonesia mencapai 3 juta ton/tahun dan negara belum mampu mencukupi kebutuhan tersebut.<sup>8</sup>

## II. Metodologi Penelitian

### 2.1. Bahan kimia, peralatan dan instrumentasi

Alat yang digunakan antara lain: toples, blender, panci, kompor, hotplate, botol 500 mL, statif dan klem, buret, erlenmeyer, corong gelas, alkoholmeter, termometer, labu destilat, pipet tetes, tabung reaksi, labu ukur, gelas ukur, batang pengaduk, spatula, gelas arloji, dan neraca analitik.

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: air, limbah kulit pisang raja uli, limbah ampas tebu, ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*), ragi tapai (*Acetobacter aceti*), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 0,1 M, besi (III) klorida ( $FeCl_3$ ), metanol (NaOH) 0,1 M, asam oksalat ( $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ) 0,1 M, aquades dan indikator fenolftalein.

### 2.2. Prosedur penelitian

#### 2.2.1. Persiapan air ampas tebu

Ampas tebu dikumpulkan sebanyak 1,5 kg dari penjual es tebu di Jl. Soebrantas kota Pekanbaru. Diambil sebanyak 250 gram ampas tebu kemudian dipanaskan dengan penambahan air sebanyak terendamnya sampel pada wadah dengan suhu 70°C selama 30 menit. Diambil air ampas tebu sebanyak 600 mL.<sup>9</sup>

#### 2.2.2. Persiapan substrat kulit pisang raja uli

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit pisang raja uli yang dikumpulkan dari penjual pisang coklat di Jl. Delima Kota Pekanbaru sebanyak 1,5 kg. Kulit pisang dibersihkan dari bonggolnya, kemudian direndam di dalam air lalu ditiriskan.<sup>10</sup> Selanjutnya sebanyak 250 gram kulit pisang dipotong kecil-kecil kemudian ditambahkan air sebanyak 750 mL dan diblender, selanjutnya sebanyak 600 mL substrat dimasukkan ke dalam toples.<sup>11</sup>

#### 2.2.3. Penentuan Kadar Alkohol Optimum

Substrat dari kulit pisang sebanyak 600 mL ditambah dengan air ampas tebu sebanyak 600 mL kemudian dimasukkan ke dalam toples. Selanjutnya larutannya dipanaskan sampai mendidih lalu didinginkan sampai suhu 30°C. Kemudian ditambahkan ragi roti sebanyak 30 gram (*Saccharomices cerevisiae*) dan difermentasi.<sup>12</sup> Fermentasi dilakukan dengan variasi waktu 1,2,3 dan 4 hari dan dilakukan pemeriksaan kadar alkohol setiap harinya dengan cara mendestilasi hasil fermentasi, kemudian dihitung kadar alkohol dengan alkoholmeter. Kadar alkohol optimum digunakan untuk proses fermentasi selanjutnya.

#### 2.2.4. Pembuatan Asam Cuka Kulit Pisang dengan Penambahan Air Ampas Tebu.

Substrat dari kulit pisang sebanyak 600 mL ditambah dengan air ampas tebu sebanyak 600 mL kemudian dimasukkan ke dalam toples. Selanjutnya larutannya didinginkan sampai suhu 30°C. Kemudian ditambahkan ragi roti sebanyak 30 gram (*Saccharomices cerevisiae*) dan difermentasi sampai waktu fermentasi optimum. Selanjutnya hasil fermentasi berupa larutan alkohol tersebut dipanaskan untuk mematikan ragi roti, lalu disaring lagi dan dipindahkan ke dalam gelas beaker. Kemudian larutan alkohol tersebut ditambah ragi tapai (*Acetobacter aceti*) sebanyak 20 gram setelah didinginkan sampai suhu 30°C. Kemudian difermentasi aerob dengan variasi waktu 1,2,3 dan 4 hari.

#### 2.2.5. Uji Kualitatif Asam Asetat dalam Cuka Kulit Pisang dengan Penambahan Air Ampas Tebu

Uji kualitatif dilakukan dengan penambahan  $FeCl_3$  dan  $H_2SO_4$ . Uji positif adanya ion  $CH_3COO^-$  dengan menggunakan  $FeCl_3$  ditandai dengan terbentuknya warna merah tua dan setelah dididihkan akan timbul endapan serta terbentuknya warna merah-kecoklatan.<sup>13</sup>

Jika ditambahkan  $H_2SO_4$ , uji positif adanya ion  $CH_3COO^-$  ditandai dengan terbentuknya bau asam asetat yang khas setelah dilakukan pemanasan.<sup>14</sup>

#### 2.2.6 Uji kuantitatif asam asetat.

Diambil sebanyak 10 mL sampel yang telah diencerkan dalam labu 100 mL. Kemudian ditambahkan indikator fenolftalein sebanyak 2 tetes. Selanjutnya dititrasi dengan NaOH 0,1 M. Volume NaOH 0,1 M yang habis digunakan sampai tercapainya titik ekuivalen digunakan untuk menghitung kadar asam cuka dengan rumus:

$$\text{Kadar} : \frac{100}{10} \times V_{\text{NaOH}} \times M_{\text{NaOH}} \times M_{\text{rCH}_3\text{COOH}}$$

Keterangan:

100: Jumlah volume sampel

10 : Jumlah volume sampel yang dititrasi.<sup>15</sup>

### III. Hasil dan Diskusi

#### 3.1 Persiapan Air Ampas Tebu

Air ampas tebu pada penelitian ini bertujuan untuk menambah suplai glukosa yang akan dicampur dengan substrat kulit pisang raja uli. Dengan ditambahkan glukosa pada medium fermentasi, maka akan semakin banyak glukosa yang akan diubah menjadi alkohol oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat di dalam ragi roti dan melalui fermentasi selanjutnya akan didapatkan asam asetat dengan kadar yang lebih tinggi. Karena komponen utama dalam pembuatan asam asetat adalah bahan bakunya mengandung glukosa. Air ampas tebu sendiri masih memiliki kandungan gula sebesar 2,34%.<sup>16</sup>

Suhu yang digunakan dalam pemanasan merupakan suhu optimum dalam mengekstrak kembali gula dari bahan baku yang mengandung gula.<sup>17</sup>

#### 3.2 Persiapan Substrat

Substrat adalah media pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*, berbentuk cair yang di dalamnya mengandung nutrisi untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*.<sup>18</sup> Substrat yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah kulit pisang raja uli yang telah dibersihkan dari bonggolnya. Bonggol kulit pisang tidak digunakan karena dalam proses penghancurannya bonggol tersebut tidak hancur, sehingga kulit pisang raja uli dengan air akan sulit untuk tercampur merata. Untuk menghancurkan kulit pisang raja uli ditambahkan air dengan perbandingan 1:1,5 (250 gram: 375 mL), perbandingan ini merupakan rasio yang paling baik untuk pembuatan substrat yang akan digunakan untuk fermentasi cuka.<sup>19</sup> Selanjutnya substrat dipanaskan hingga mendidih yang bertujuan untuk mematikan bakteri pengganggu yang tidak diharapkan yang dikhawatirkan akan mengganggu proses fermentasi. Setelah dipanaskan, substrat didinginkan sampai suhu 30°C dimana pada suhu antara 25-35°C *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh dengan optimal.<sup>20</sup>

Substrat merupakan komponen dasar tempat terjadinya proses fermentasi yang harus

mengandung kandungan yang akan dirombak menjadi produk yang diharapkan. Dalam pembuatan asam asetat, kandungan utama yang harus dimiliki sampel adalah glukosa. Pada umumnya bahan dasar yang mengandung senyawa organik terutama glukosa dan pati dapat digunakan sebagai substrat dalam proses fermentasi. Kulit pisang memiliki kandungan karbohidrat sebesar 18,50%-59%,<sup>21</sup> sehingga kulit pisang memenuhi syarat sebagai substrat. Kemudian ditambahkan air ampas tebu dengan perbandingan 1:1, perbandingan ini merupakan rasio terbaik untuk mendapatkan hasil yang maksimal.<sup>22</sup>

#### 3.3 Penentuan Kadar Alkohol Optimum

Dalam pembuatan asam cuka proses yang terjadi meliputi dua tahap fermentasi, yaitu perombakan glukosa menjadi alkohol dengan bantuan khamir dan perubahan alkohol menjadi asam asetat dengan bantuan bakteri asam asetat. Kadar alkohol mempengaruhi kadar asam asetat yang akan dihasilkan. Untuk itu perlu dilakukan pengamatan variasi waktu fermentasi sehingga didapat waktu optimum dimana akan diperoleh kadar alkohol maksimum.

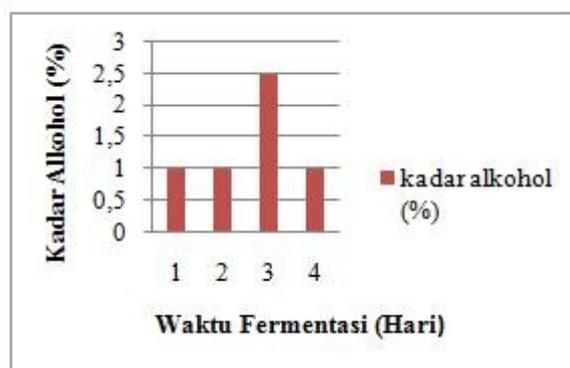
Langkah pertama dalam fermentasi perombakan glukosa menjadi alkohol adalah substrat yang telah ditambah dengan air ampas tebu ditambah ragi roti sebanyak 5% dari jumlah substrat yaitu sebanyak 30 gram. Ragi roti merupakan *starter* yang digunakan pada proses fermentasi pertama, yaitu perubahan glukosa menjadi alkohol. Digunakan ragi roti karena ragi roti mengandung *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat melakukan perombakan dari gula menjadi alkohol.<sup>23</sup> *Saccharomyces cerevisiae* digunakan dalam tahap ini karena bersifat stabil, tidak berbahaya atau menimbulkan racun, mudah didapat, mudah dalam pemeliharaannya, dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi.<sup>24</sup>

Selanjutnya ditambahkan *starter* sebanyak 5%, karena penambahan *starter* yang terlalu sedikit akan mengakibatkan produktivitas menurun karena menjadi lelah dan keadaan ini memperbesar terjadinya kontaminasi. Peningkatan volume *starter* akan mempercepat terjadinya fermentasi terutama bila digunakan substrat berkadar tinggi, tetapi jika volume *starter* berlebihan akan mengakibatkan hilangnya kemampuan bakteri untuk hidup sehingga tingkat kematian bakteri

sangat tinggi.<sup>25</sup> Proses fermentasi yang pertama ini adalah perombakan glukosa menjadi alkohol dimana proses fermentasinya terjadi secara anaerob, sehingga wadah fermentasi harus tertutup rapat. Reaksi yang terjadi pada tahap fermentasi ini adalah:



Setelah dilakukan proses fermentasi, hasil fermentasi didestilasi pada suhu 78°C yaitu suhu dimana etanol akan menguap sehingga akan ditampung pada erlenmeyer dan selanjutnya diukur menggunakan alkoholmeter. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Hasil Kadar Alkohol Optimum

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa hari ke-3 merupakan waktu dimana produksi alkohol paling tinggi yaitu sebesar 2,5%, sedangkan hari pertama, kedua dan keempat sebesar 1%. Hal ini dikarenakan mikroba dalam melakukan perombakan memiliki fase dalam pertumbuhannya. Fase pertumbuhan logaritma merupakan fase dimana kecepatan pembelahan paling tinggi. Selama fase ini metabolisme terjadi paling pesat.<sup>26</sup>

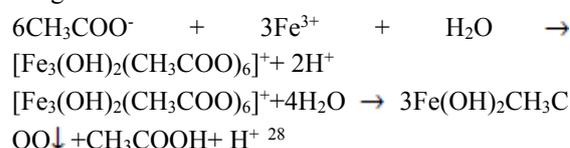
Jika dilihat hasil yang diperoleh maka waktu fermentasi dimana *Saccharomyces cerevisiae* mengalami fase pertumbuhan logaritma adalah pada hari ketiga. Sementara itu pada hari keempat telah terjadi penurunan alkohol, hal ini disebabkan oleh beberapa hal diantaranya beberapa nutrisi habis atau telah terjadi penimbunan atas hasil metabolisme yang bersifat racun sehingga jumlah bakteri telah banyak yang mati.<sup>27</sup>

### 3.4 Hasil Uji Kualitatif

#### 3.4.1 Uji kualitatif dengan FeCl<sub>3</sub>

Uji kualitatif asam cuka kulit pisang raja uli dengan penambahan air ampas tebu dilakukan dengan pengujian anion yaitu dengan menambahkan FeCl<sub>3</sub> yang akan menghasilkan warna merah kecoklatan dan selanjutnya jika

dipanaskan maka akan terdapat endapan merah kecoklatan. Warna merah kecoklatan disebabkan terbentuknya ion  $[Fe_3(OH)_2(CH_3COO)_6]^+$ . Sementara endapan merah kecoklatan ini sesuai dengan reaksi berikut:

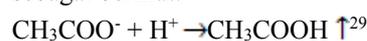


**Tabel 1.** Hasil Uji Kualitatif Asam Cuka dengan FeCl<sub>3</sub>

Fermentasi hari ke-	Warna	Endapan	
		Sebelum dipanaskan	Sesudah dipanaskan
1	Kuning kecoklatan	-	✓
2	Kuning kecoklatan	-	✓
3	Kuning kecoklatan	-	✓
4	Kuning kecoklatan	-	✓

#### 3.4.2 Uji kualitatif dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Uji kualitatif asam cuka dari kulit pisang raja uli dengan penambahan air ampas tebu dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilakukan untuk mengetahui adanya CH<sub>3</sub>COOH di dalam produk asam cuka yang ditandai dengan adanya bau khas asam cuka setelah dilakukan pemanasan. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Hasil uji kualitatif asam cuka dari campuran kulit pisang raja uli dan air ampas tebu dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> menunjukkan bahwa fermentasi hari pertama sampai hari keempat positif mengandung asam asetat.

#### 3.4.3 Hasil Uji Kuantitatif

Analisis kuantitatif bertujuan untuk mengetahui kadar asam cuka (g/100mL) pada cuka kulit pisang raja uli dengan penambahan air ampas tebu.

##### 3.4.3.1 Standarisasi NaOH 0,1 M

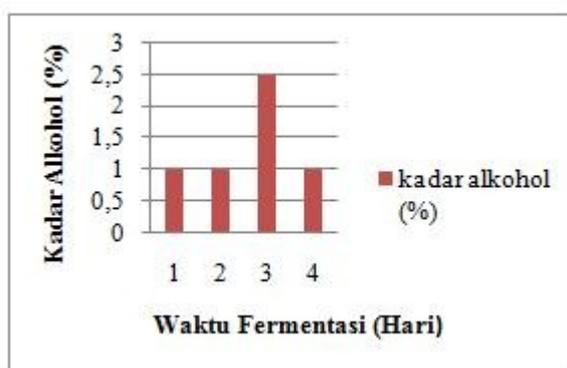
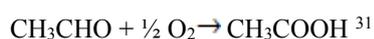
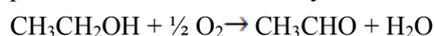
Metanol (NaOH) merupakan larutan standar sekunder, sehingga ketika akan digunakan untuk titrasi perlu distandarisasi dengan larutan standar primer terlebih dahulu. NaOH 0,1 M distandarisasi menggunakan asam oksalat 0,1 M. Banyaknya asam oksalat yang digunakan untuk standarisasi ini digunakan untuk menghitung mol NaOH sehingga dapat diketahui konsentrasi

sebenarnya dari NaOH yang akan digunakan untuk titrasi.

### 3.4.3.2 Kadar asam cuka kulit pisang raja uli dengan penambahan air ampas tebu

Kadar asam cuka ditentukan dengan metode alkalimetri, yaitu menitrasi sampel dengan NaOH yang telah distandarisasi. Banyaknya NaOH yang dibutuhkan untuk mencapai titik ekuivalen digunakan untuk menghitung kadar asam cuka yang dihasilkan.

Proses pembentukan asam asetat dari larutan alkohol yang telah terbentuk dilakukan dengan fermentasi aerob dan digunakan ragi tapai untuk menghadirkan bakteri asam asetatnya, karena bakteri asam asetat sebagai mikroorganisme yang dapat mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat adalah bakteri *Acetobacter aceti* yang banyak terdapat pada ragi tapai.<sup>30</sup> Reaksi yang terjadi pada proses fermentasi kedua ini yaitu:



Gambar 2. Kadar Asam Cuka (g/100 mL)

Setelah dihitung kadar asam asetat yang terbentuk, maka dapat dilihat bahwa hari ke-3 adalah hari yang menunjukkan waktu optimum terbentuknya asam asetat, sehingga total hari yang digunakan adalah 6 hari, yaitu 3 hari untuk pembentukan alkohol dan 3 hari untuk pembentukan asam asetat.

## IV. Kesimpulan

Pisang raja uli dapat digunakan sebagai bahan pembuatan asam cuka dengan penambahan air ampas tebu sebagai suplai gula. Proses fermentasi terjadi dalam dua tahap, tahap pertama merupakan perombakan dari karbohidrat menjadi alkohol dan tahap dua adalah proses alkohol teroksidasi menjadi asam asetat. Optimasi waktu dilakukan

untuk mendapatkan hasil yang maksimum, optimasi waktu untuk menghasilkan alkohol optimum didapatkan pada hari ketiga dengan persentasi rata-rata 2,5%. Optimasi waktu untuk mendapatkan kadar asam asetat optimum didapatkan pada hari ketiga dengan kadar asam asetat sebesar 0,063 g/100 mL.

## Acknowledgement

Ucapan terimakasih kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah membantu secara maeterial dalam proses penelitian, kepada Dosen kontributor dan Laboran di Laboratorium Pantologi Entomologi dan Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

## Referensi

1. S. Dilapanga, I. Isa, dan L. Alio.(2010). "Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Etanol Dengan Cara Hidrolisis dan Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*", Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo
2. D. T. Retno dan W. Nuri. (2011, Februari). "Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, pp. 1-7.
3. Ilham, Itnawita, dan Andi Dahliaty. (2014, Oktober). "Potensi Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Asam Asetat Menggunakan Berbagai Macam Starter". *JOM FMIPA*, 1(2).
4. Ilham, Itnawita, dan Andi Dahliaty. (2014, Oktober). "Potensi Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Asam Asetat Menggunakan Berbagai Macam Starter". *JOM FMIPA*, 1(2).
5. A. Munawaroh. (2015). "Pemanfaatan Tepung Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca*) dengan Variasi Penambahan Gliserol Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan". *Naskah Publikasi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
6. S. Utami, Joko Widiyanto dan Kristianita. "Pengaruh Cara Dan Lama Pemeraman Terhadap Kandungan Vitamin C Pada Buah Pisang Raja ( *Musa Paradisiaca* L)". *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 1(2), pp. 42-47.
7. A. N. Al- Baari, A. M. Legowo dan M. T. Fawaid. (2013, Januari). "Profil Produksi Alkohol dari Fermentasi *Whey* dan Ampas Tebu". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1).
8. L. Ernawati dan Erma Suryani. (2013). "Analisis Faktor Produktivitas Gula Nasional dan Pengaruhnya terhadap Harga Gula

- Domestik dan Permintaan Gula Impor dengan Menggunakan Sistem Dinamik”. *Jurnal Teknik POMITS*, 1(1), pp. 1-7.
9. A. N. Al- Baari, A. M. Legowo dan M. T. Fawaid. (2013, Januari). “Profil Produksi Alkohol dari Fermentasi *Whey* dan Ampas Tebu”. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1).
10. Ilham, Itnawita, dan Andi Dahliaty. (2014, Oktober). “Potensi Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Asam Asetat Menggunakan Berbagai Macam Starter”. *JOM FMIPA*, 1(2).
11. K. H. Wardhany. (2014). *Khasiat Ajaib Pisang*.
12. K. H. Wardhany. (2014). *Khasiat Ajaib Pisang*.
13. E. Kwartiningsih, dan Ln. Nuning Sri Mulyati. (2005, Juni). “Fermentasi Sari Buah Nanas Menjadi *Vinegar*”. *Jurnal Ekuilibrium*, 4(1), pp. 8-12.
14. E. Kwartiningsih, dan Ln. Nuning Sri Mulyati. (2005, Juni). “Fermentasi Sari Buah Nanas Menjadi *Vinegar*”. *Jurnal Ekuilibrium*, 4(1), pp. 8-12.
15. A. T. Nugroho. Studi Waktu Fermentasi dan Jenis Aerasi Terhadap Kualitas Asam Cuka dari Nira Aren (*Arenga pinnata*). Skripsi FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. 2012.
16. A. N. Al- Baari, A. M. Legowo dan M. T. Fawaid. (2013, Januari). “Profil Produksi Alkohol dari Fermentasi *Whey* dan Ampas Tebu”. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1).
17. N. Azizah, A.N. Al-Baari dan S. Mulyani. (2012, Agustus). “Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari *Whey* dengan Substitusi Kulit Nanas”. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2), pp. 72-77.
18. N. Azizah, A.N. Al-Baari dan S. Mulyani. (2012, Agustus). “Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari *Whey* dengan Substitusi Kulit Nanas”. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2), pp. 72-77.
19. K. H. Wardhany. (2014). *Khasiat Ajaib Pisang*.
20. D. T. Retno dan W. Nuri. (2011, Februari). “Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang”, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, pp. 1-7.
21. A. Munawaroh. (2015). “Pemanfaatan Tepung Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca*) dengan Variasi Penambahan Gliserol Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan”. *Naskah Publikasi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
22. A. N. Al- Baari, A. M. Legowo dan M. T. Fawaid. (2013, Januari). “Profil Produksi Alkohol dari Fermentasi *Whey* dan Ampas Tebu”. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1).
23. Ilham, Itnawita, dan Andi Dahliaty. (2014, Oktober). “Potensi Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Asam Asetat Menggunakan Berbagai Macam Starter”. *JOM FMIPA*, 1(2).
24. D. T. Retno dan W. Nuri. (2011, Februari). “Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang”, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, pp. 1-7.
25. D. T. Retno dan W. Nuri. (2011, Februari). “Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang”, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, pp. 1-7.
26. N. Hidayat, Nur, Masdiana C. Padaga dan Sri Suhartini. (2006). *Mikrobiologi Industri*.
27. N. Hidayat, Nur, Masdiana C. Padaga dan Sri Suhartini. (2006). *Mikrobiologi Industri*.
28. G. Svehla. (1985). *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro*.
29. G. Svehla. (1985). *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro*.
30. N. Hidayat, Nur, Masdiana C. Padaga dan Sri Suhartini. (2006). *Mikrobiologi Industri*.
31. E. Kwartiningsih, dan Ln. Nuning Sri Mulyati. (2005, Juni). “Fermentasi Sari Buah Nanas Menjadi *Vinegar*”. *Jurnal Ekuilibrium*, 4(1), pp. 8-12.