

## Karakterisasi Sabut Siwalan (*Borassus flabellifer*) dan Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca* var. *Raja*) dalam Proses Produksi Bioetanol

Chandra Nur Fariha<sup>1</sup>, Adhi Setiawan<sup>2</sup>, Tarikh Azis Ramadani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Email : [adhi.setiawan@ppns.ac.id](mailto:adhi.setiawan@ppns.ac.id)

Diterima (Juli, 2020), direvisi (Agustus, 2020), diterbitkan (September, 2020)

---

### Abstrak

Sabut siwalan (*Borassus flabellifer*) dan kulit pisang (*Musa paradisiaca* var. *Raja*) merupakan limbah pertanian yang memiliki kandungan selulosa tinggi. Pemanfaatan limbah sabut siwalan dan kulit pisang sebagai pakan ternak maupun limbah organik. Limbah tadi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol yang mempunyai nilai jual yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari sabut siwalan dan kulit pisang dalam proses pembuatan bioetanol. Proses pembuatan bioethanol dilaksanakan dengan proses fermentasi dan proses distilasi secara *batch*. Hasil SEM membuktikan bahwa terjadi perubahan morfologi dari sabut siwalan (*Borassus flabellifer*) dan kulit pisang (*Musa paradisiaca* var. *Raja*) sebelum proses delignifikasi dan sesudah proses delignifikasi. Analisa menggunakan FTIR membuktikan bahwa pada sabut siwalan dan kulit pisang sebelum delignifikasi mengandung gugus fungsi O-H, C-O, dan C-H sehingga kedua bahan baku tersebut berpotensi menghasilkan etanol. Pengukuran kadar etanol dilakukan menggunakan *Gas Chromatography* (GC) dan diperoleh kadar etanol sebesar 1,011%.

### Abstract

*Palmera palm fiber (Borassus flabellifer) and banana peels (Musa paradisiaca var. Raja) are agricultural wastes that have high cellulose content. Utilization of palmera palm fiber waste and banana peels as animal feed or organic waste. This waste can be used as raw material for making bioethanol which has a better selling point. This study aims to determine the characteristics of palmera palm fiber and banana peels in the process of making bioethanol. The process of making bioethanol is consists of fermentation process and batch distillation process. SEM results there is a morphological change from palmera palm fiber (Borassus flabellifer) and banana peel (Musa paradisiaca var. Raja) before the delignification process and after the delignification process. Analysis using FTIR proved that the palmera palm fiber and banana peel before delignification contained O-H, C-O functional groups. and C-H so of these raw materials have the potential to produce ethanol. Ethanol content was measured using Gas Chromatography (GC) and an ethanol content of 1.011% was obtained.*

**Keyword:** *bioethanol; fermentation; yeast; banana king peel; palmera palm fiber*

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi hingga saat ini masih banyak didapatkan dari bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbarui sehingga dapat mengakibatkan krisis energi jika digunakan secara terus-menerus. Pengembangan dan penggunaan bahan bakar yang dapat diperbarui harus dilakukan untuk mencegah

penggunaan bahan bakar fosil, salah satu bahan bakar terbarukan yaitu bioetanol. Bioetanol merupakan etanol yang pembuatannya menggunakan bahan baku berupa tumbuh-tumbuhan [1].

Sabut siwalan (*Borassus flabellifer*) termasuk dalam limbah perkebunan. Kulit buah siwalan biasanya hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau dibuang sebagai sampah. Di Indonesia tanaman siwalan masih banyak ditemukan di kawasan lahan kering, salah satunya di Kabupaten Tuban. Produksi siwalan di Kabupaten Tuban pada tahun 2017 sebanyak 7.140,76 ton [2]. Buah siwalan mengandung 65-75% sabut dari 25-35% buah yang bisa dikonsumsi. Jika dilihat dari komposisinya, sabut siwalan mengandung selulosa sebesar 11,90% [3]. Karena kandungan selulosa yang cukup tinggi, maka sabut siwalan memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Limbah lain yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit pisang raja (*Musa paradisiaca var. Raja*). Kulit buah pisang hanya dimanfaatkan untuk pakan ternak atau dibuang sebagai limbah organik. Jawa Timur merupakan provinsi dengan produksi pisang terbesar di Indonesia selama kurun waktu tahun 2011-2015 dengan produksi terbanyak berada di Kabupaten Malang yaitu 690.136 ton [4]. Bobot kulit pisang mencapai sepertiga dari berat satu buah pisang. Kulit pisang mengandung pati sebesar 59%, hal ini menyebabkan kulit pisang berpotensi sebagai bahan bakar alternatif [5].

Berdasarkan data dan penelitian sebelumnya, limbah Sabut siwalan (*Borassus flabellifer*) dan kulit pisang raja (*Musa paradisiaca var. Raja*) memiliki potensi sebagai alternatif dalam proses pembuatan etanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari sabut siwalan dan kulit pisang dalam proses pembuatan bioetanol.

## 2. MATERI DAN METODE

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebuah reaktor fermentasi dan seperangkat alat destilasi. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah Sabut siwalan (*Borassus flabellifer*), kulit pisang raja (*Musa paradisiaca var. Raja*), ragi, NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Bahan baku limbah Sabut siwalan (*Borassus flabellifer*), kulit pisang raja (*Musa paradisiaca var. Raja*) dianalisa menggunakan metode Chesson. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui besar kadar lignin dan selulosa yang terkandung dalam limbah sabut siwalan dan kulit pisang. Dihitung kadar selulosa dan lignin dengan rumus sebagai berikut,

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{d-c}{a} \times 100\% \quad (2.1)$$

$$\text{Kadar lignin} = \frac{e-d}{a} \times 100\% \quad (2.2)$$

Bahan baku juga dikarakterisasi secara metode SEM menggunakan FEI type Inspect S50 dan metode FTIR menggunakan Shimadzu type IR Prestige-21. Karakterisasi SEM dilakukan untuk mengetahui struktur dan morfologi sabut siwalan dan kulit pisang sebelum dan sesudah delignifikasi. Karakterisasi menggunakan FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada sabut siwalan dan kulit pisang. Hidrolisat

hasil hidrolisis dimasukkan ke dalam fermentor dan ditambahkan ragi sesuai variasi (0 gram, 3,6 gram, dan 7,2 gram). Fermentor ditutup dan difermentasi sesuai waktu perlakuan (5 hari, 7 hari, 9 hari). Hasil fermentasi disaring dan dianalisa kadar etanol dengan metode *Gas Chromatography* (GC) menggunakan Agilent tipe 7890A.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

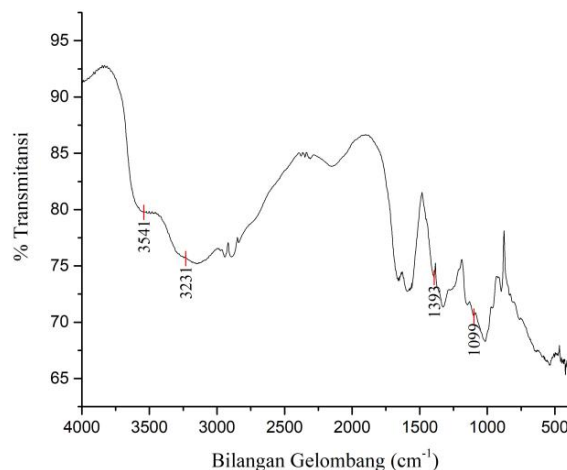
Hasil kandungan selulosa dan lignin pada sabut siwalan dan kulit pisang menggunakan metode *Chesson* disajikan pada Tabel 3.1 berikut ini.

**Tabel 1. Kadar Selulosa dan Lignin Sabut Siwalan dan Kulit Pisang**

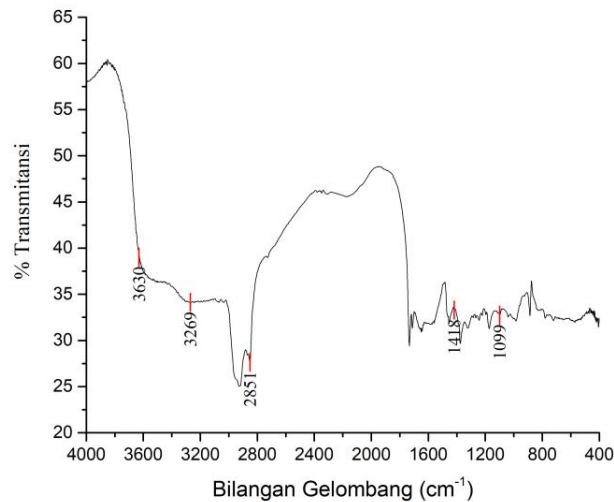
No	Nama Sampel	Hasil Analisis	
		Selulosa (%)	Lignin (%)
1.	Sabut siwalan sebelum delignifikasi	29,24	13,37
2.	Kulit pisang sebelum delignifikasi	14,58	35,22

Tabel 3.1 menyatakan bahwa kandungan selulosa yang dimiliki oleh sabut siwalan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan selulosa pada kulit pisang. Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa kandungan lignin pada sabut siwalan sebesar 17% [6] dan kadar selulosa yang dimiliki oleh sabut siwalan sebesar 40,86% [7]. Penelitian terdahulu juga menyebutkan bahwa kandungan selulosa pada kulit pisang sebesar 12,06% [8] dan kandungan lignin sebesar 32,24% [9].

Gambar 3.1 menunjukkan hasil FTIR sabut siwalan dan Gambar 3.2 menunjukkan hasil pengujian FTIR kulit pisang.

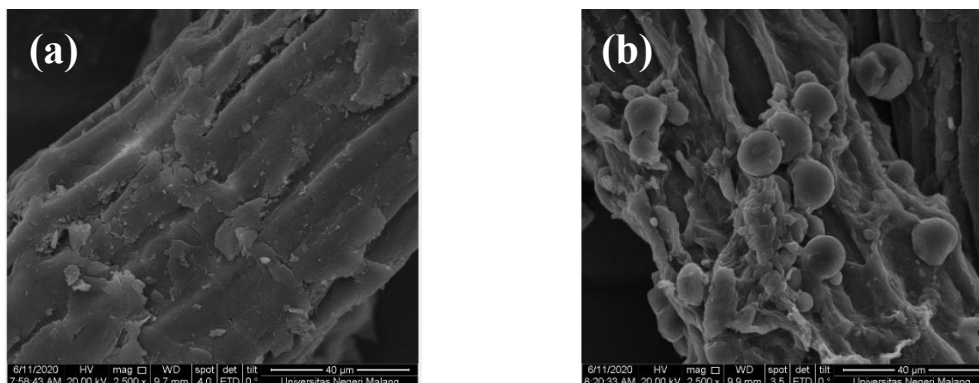


**Gambar 1. Spektra FTIR Sabut Siwalan Sebelum Delignifikasi**



**Gambar 2. Spektra FTIR Kulit Pisang Sebelum Delignifikasi**

Hasil spektra pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 dapat dianalisis bahwa pada range 3590-3650  $\text{cm}^{-1}$  atau 3300-3600  $\text{cm}^{-1}$  terdapat serapan yang melebar, hal ini menunjukkan adanya gugus O-H pada sabut siwalan dan kulit pisang [10]. Sabut siwalan menunjukkan adanya gugus fungsi O-H yaitu pada puncak 3231  $\text{cm}^{-1}$ , 3541  $\text{cm}^{-1}$ . Kulit pisang menunjukkan adanya gugus fungsi O-H pada puncak 3269  $\text{cm}^{-1}$ , 3630  $\text{cm}^{-1}$ . Serapan yang melebar menunjukkan adanya interaksi antar molekul antara elektro positif H dengan elektro negatif O yang membentuk ikatan hidrogen [11]. Serapan kecil atau lemah pada bilangan gelombang 2850-2970 dan 1340-1470  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi C-H [10]. Gugus fungsi C-H alkana ditunjukkan oleh sabut siwalan dengan puncak 1393  $\text{cm}^{-1}$ . Kulit pisang menunjukkan adanya gugus fungsi C-H pada puncak 2851  $\text{cm}^{-1}$  dan 1418  $\text{cm}^{-1}$ . Serapan pada bilangan gelombang 1000-1300  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C-O [10]. Sabut siwalan menunjukkan adanya gugus fungsi C-O pada puncak 1099  $\text{cm}^{-1}$  pada dan serbuk kulit pisang dengan puncak 1099  $\text{cm}^{-1}$ . Berdasarkan hasil tersebut dapat diidentifikasi bahwa sabut siwalan dan kulit pisang memiliki ikatan O-H, C-H, dan C-O. Hal ini menunjukkan bahwa sabut siwalan dan kulit pisang dapat menghasilkan etanol.

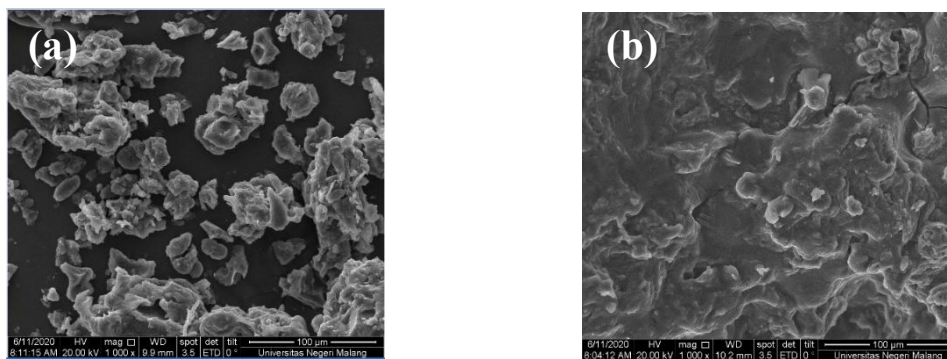


**Gambar 3. 3 SEM images sabut siwalan (a) sebelum delignifikasi dan (b) sesudah delignifikasi dengan perbesaran 2.500x**

Analisa SEM digunakan untuk mengetahui struktur morfologi dari sabut siwalan dan serbuk kulit pisang. Sabut siwalan dan serbuk kulit pisang sebelum delignifikasi dan sesudah delignifikasi dikarakterisasi menggunakan analisa SEM. Hasil analisa SEM sabut siwalan disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3 (a) menunjukkan sabut siwalan masih dapat terlihat jelas dan tidak pecah. Hal ini dikarenakan sabut siwalan masih terikat oleh lignin, hemiselulosa, dan komponen pengikat selulosa lainnya [12]. Pada Gambar 3 (b), serat sabut siwalan mengalami perubahan menjadi lebih kasar dan terlihat sudah pecah. Hal ini dikarenakan pada gambar tersebut sabut siwalan sudah melewati proses delignifikasi basa dengan menggunakan NaOH 2% yang dapat melarutkan lignin dan hemiselulosa [13].

Hasil penelitian serupa menggunakan NaOH 2% menunjukkan serat kelapa sawit sebelum delignifikasi menunjukkan serat yang masih berbentuk mulus dan tidak pecah dan serat kelapa sawit sesudah delignifikasi terlihat serat mengalami perubahan struktur menjadi lebih kasar dan pecah dikarenakan larutan NaOH dapat menghilangkan kandungan komponen-komponen yang mengikat selulosa seperti lignin dan hemiselulosa [14]. Serbuk kulit pisang juga mengalami perubahan morfologi seperti yang disajikan pada Gambar 4.

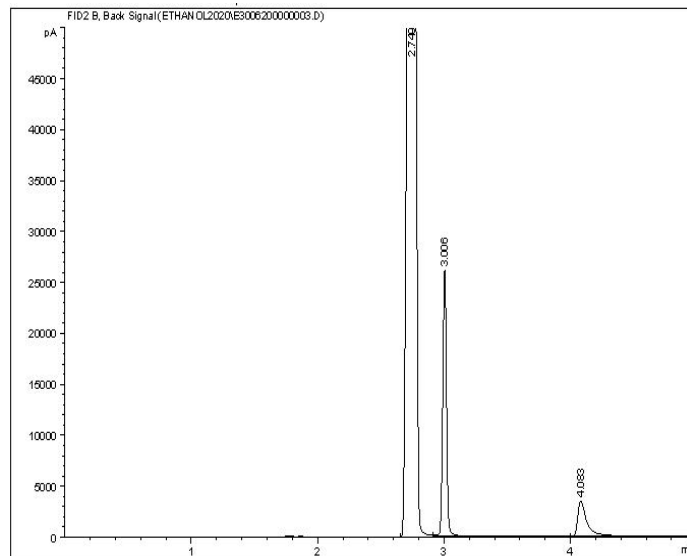


**Gambar 4. SEM images serbuk kulit pisang (a) sebelum delignifikasi dan (b) sesudah delignifikasi dengan perbesaran 2.500x**

Gambar 4(a) menunjukkan hasil uji SEM pada serbuk kulit pisang sebelum delignifikasi terlihat bahwa struktur morfologi serbuk kulit pisang masih berbentuk butiran. Hal ini dikarenakan kulit pisang masih terikat oleh lignin, hemiselulosa, dan komponen lain yang mengikat selulosa [12]. Gambar 4(b) merupakan hasil uji SEM serbuk kulit pisang sesudah delignifikasi memperlihatkan morfologi serbuk kulit pisang berupa gumpalan. Perubahan tersebut dikarenakan serbuk kulit pisang sudah melewati proses delignifikasi sehingga menyebabkan lignin berkurang atau bahkan hilang. Penelitian serupa juga melakukan uji SEM pada serbuk kulit pisang kepok dan memperlihatkan bahwa struktur morfologi serbuk kulit pisang kepok sebelum delignifikasi masih berbentuk mulus dan tidak pecah [15].

Bioetanol diuji menggunakan alat GC untuk melihat senyawa yang terdapat dalam sampel. Sampel yang diuji merupakan sampel dengan kadar etanol tertinggi yaitu pada variasi 100% kulit pisang. Hasil analisa bioetanol dengan menggunakan GC disajikan

pada Gambar 5.



**Gambar 5. Kromatogram Bioetanol**

Hasil analisa GC menunjukkan adanya kandungan etanol pada waktu retensi 3,006 menit dengan area sebesar 54.750,9. Kadar etanol hasil analisa GC yaitu 1,011% pada fermentasi hari ke-5. Penelitian terdahulu telah menganalisa kadar etanol kulit pisang dengan GC. Hasil GC menunjukkan bahwa kadar etanol hasil destilasi 0,03%. Kadar etanol yang rendah dapat dipengaruhi oleh kadar gula reduksi yang digunakan pada proses fermentasi berada pada konsentrasi kurang dari 10% sehingga mempengaruhi pertumbuhan ragi [16].

#### 4. KESIMPULAN

Limbah sabut siwalan dan kulit pisang raja memiliki kandungan selulosa sebesar 29,24% dan 14,58 % sehingga mempunyai potensi sebagai bahan baku pembuatan bioethanol dengan hasil kadar etanol sebesar 1,011%. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa terdapat gugus fungsi O-H, C-H, dan C-O. Hasil SEM yang menunjukkan bahwa morfologi limbah sabut siwalan dan kulit pisang raja sebelum delignifikasi dan sesudah delignifikasi mengalami perubahan bentuk.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anugrah, R., Efri M., Selly H. P., and Tri Y. (2020). *Karakterisasi Bioetanol Tandan Kosong Kelapa dengan Metode Pemurnian Adsorpsi (Adsorpsi menggunakan Adsorben Zeolit)*. Jurnal Industri Pertanian. Vol. 02 No. 02 pp. 113-123
- [2] Badan Pusat Statistika (2018). *Kabupaten Tuban Dalam Angka 2018*. Tuban: BPS Kabupaten Tuban
- [3] Dewati, Retno (2010). *Kinetika Reaksi Pembuatan Asam Oksalat dari Sabut Siwalan dengan Oksidator H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>*. Jurnal Penelitian Ilmu Teknik. Vol. 10 No. 1 pp. 29-37

- [4] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian (2016) *Outlook Komoditas Pisang 2016*. ISSN: 1907-1507 pp. 41
- [5] Anhwange, B., Ugye T., and T. Nyiaatagher (2009). *Chemical Composition of Musa Sapientum (Banana) Peels*. Electronic Journal Of Environmental, Agricultural, And Food Chemistry. Vol. 8 No. 6 pp. 437-442
- [6] Reddy, O. K., Shukla M., Uma M. C., and Varada R. A. (2012) *Mechanical and Physical Characterization of Sodium Hydroxide Treated Borassus Fruit Fibers*. Journal of Forestry Research. Vol. 23 No. 4 pp. 667-674
- [7] Gabriel, A. A. and Yunita S. M. (2019). *Pemanfaatan Limbah Perkebunan Siwalan (Borassus flabellifer) untuk Produksi Paper Kratf*. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia. Vol. 11 No. 01 pp. 1-5
- [8] Asih, S. (2013). *Thesis: Produksi Bioetanol dari Kulit Pisang melalui Hidrolisis Asam Sulfat*. Program Pasca Sarjana Magister Teknologi Industri Pertanian UNILA, Bandar Lampung
- [9] Ramadhana, H. (2019). *Skripsi : Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang (Musa textila) menjadi Karbon Aktif sebagai Kapasitansi Elektroda Kapasitor*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar
- [10] Suarsa, I W. (2016). *Analisis Gugus Fungsi pada Bensin dengan Spektrofotometri Infra Merah*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana
- [11] Putri, C. N., and Budi U. (2017). *Pembuatan Bioetanol dengan Cara Hidrolisis Menggunakan Kertas Koran Bekas serta Pemurnian Menggunakan Agen Pengering (MgSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan CaCl<sub>2</sub>)*. Jurnal Cis-Trans. Vol. 1 No. 1 pp. 10-15
- [12] Sundari, M. T., and Ramesh, A. (2012). *Isolasi and Characterization of Cellulose Nanofibers from the Aquatic Weed Water Hyacinth-Eichhornia crassipes*. Carbohydrate
- [13] Gunam, I. B., K. Buda, I. M. Y. S. Guna (2010). *Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaOH dengan Konsentrasi Substrat Jerami Padi terhadap Produksi Enzim Selulase dari Aspergillus Niger NRRL A-II, 264*. Jurnal Biologi. Vol. 14 pp. 55-61
- [14] Ni'mah, L., Angga A., dan M. Zainuddin (2015). *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Serat Kelapa Sawit Melalui Proses Pretreatment, Hidrolisis Asam dan Fermentasi Menggunakan Ragi Tape*. Jurnal Teknik, Vol. 16 No. 2 pp. 227-242
- [15] Hikmah, H. N. F., M. Noor and Meilana D. P. (2019). *Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Pisang Kepok (Musa paradisiaca) dengan Variasi Ragi melalui Hidrolisis Asam Sulfat*. Enviro Scientist. Vol. 15 No. 2 pp. 195-203
- [16] Sukowati, A., Sutikno, and Samsul R. (2014). *Produksi Bioetanol dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat*. Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian. Vol. 19 No.3 pp. 274-288