

Pengaruh Delignifikasi Termal terhadap Substansi Dinding Sel pada Limbah Bunga Jantan Kelapa Sawit Pasca Anthesis

(The Influence of Thermal Delignification of Cell Substantials for The Waste of Oil Palm Mail Flowers Post Anthesis)

Ratih Rahhutami^{1)*}, Aline Sisi Handini¹⁾, Indriana Lestari²⁾

¹⁾ Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Jl. Gapura No. 8 Rawa Banteng Cibuntu, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat 17520, ²⁾ Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Jl. SWK No. 104 Ngropoh Condongcatat, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55283
E-mail: rahhutamiratih@gmail.com

ABSTRACT

The post anthesis of male oil palm is one of the under utilized solid wastes, with potential for processing into biofuel or bioethanol, as a welcome alternative to fossil fuels. The purpose of this study is to determine the best levels and the effect of several thermal delignification cycles on the levels of lignin, holocellulose, and cellulose. This research used a one factor completely randomized design method with 3 treatments; one, two, and three cycle thermal delignification and data analyzed has a 5% variance. The results showed that the treatment of thermal delignification with several cycles had a significant effect on the levels of lignin, holocellulose, and cellulose. The best levels of lignin, holocellulose and cellulose were shown in the treatment of three cycles of thermal delignification.

Keywords: bioethanol, cellulose, hemicellulose, holocellulose, lignin

DOI: <http://dx.doi.org/10.25181/jaip.v8i2.1377>

Diterima: 4 Oktober 2019 / Disetujui: 11 Agustus 2020 / Diterbitkan: 1 Oktober 2020

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang perkembangannya semakin pesat di Indonesia. Seiring perkembangannya yang pesat, limbah yang dihasilkannya pun semakin banyak. Jika tidak dimanfaatkan dengan baik limbah-limbah tersebut sangat berpotensi mencemari lingkungan. Salah satu limbah padat kelapa sawit adalah bunga jantan pasca anthesis. Dalam satu hektare jumlah populasi tanaman kelapa sawit berkisar antara 135-145 tanaman. Ginting & Panjaitan (2018) menunjukkan bahwa jumlah bunga jantan dalam satu tanaman kelapa sawit berjumlah 3,2–5,5 sehingga dalam satu hektare kelapa sawit dapat dihasilkan bunga jantan sebanyak 432–797,5.

Bunga jantan kelapa sawit merupakan bahan berlignoselulosa yang apabila diolah dapat menghasilkan produk seperti bioetanol. Prastowo (2007) menyatakan bahwa bioetanol adalah bahan bakar alternatif nabati yang berasal dari tumbuhan. Kelangkaan yang sering terjadi dan kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat akan bahan bakar fosil menyebabkan perlu

adanya suatu upaya untuk mencari sumber energi alternatif terbarukan. Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif baru dan terbarukan yang berasal dari bahan alam non pangan yaitu lignoselulosa (Hermiati *et al.*, 2010). Konversi bahan nabati menjadi bioetanol dihambat oleh keberadaan lignin. Lignin merupakan salah satu penyusun tumbuhan yang melindungi selulosa dan hemiselulosa sehingga perlu dihilangkan agar selulosa dan hemiselulosa dapat dikonversi menjadi bioethanol. Proses untuk menghilangkan kandungan lignin ini disebut dengan proses delignifikasi.

Proses delignifikasi bisa dilakukan secara panas (*thermal*), kimia dan biologis (Sun & Cheng, 2012). Dari ketiga proses delignifikasi tersebut, delignifikasi termal merupakan proses yang paling mudah dan sederhana. Agustini & Efiyanti (2015) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa secara fisis (termal) proses delignifikasi dilakukan dengan memasukkan biomasa ke dalam autoklaf. Secara kimia, larutan H_2SO_4 1% ditambahkan selama proses di dalam autoklaf. Sedangkan secara biologi, biomasa yang telah diperlakukan dalam autoklaf diinokulasi dengan mikroorganisme. Hasil penelitiannya terlihat bahwa delignifikasi secara kimiawi dengan H_2SO_4 1% menunjukkan efektivitas degradasi lignin yang paling tinggi dibandingkan secara termal dan biologi pada serbuk kayu sengon dan pelepah kelapa sawit. Namun, Fitria (2008) menyatakan bahwa delignifikasi secara kimia pada umumnya bersifat tidak ramah lingkungan karena menggunakan sulfat, alkali dan bahan kimia lainnya yang dapat menyebabkan masalah yang tidak sedikit bagi lingkungan sekitar. Belum optimalnya perlakuan delignifikasi termal pada penelitian tersebut disebabkan karena pemanasan sampai $121^\circ C$ pada tekanan 1 atmosfer selama 30 menit, bukan kondisi yang optimal untuk proses delignifikasi. Sehingga perlu dilakukan penelitian dengan menambahkan siklus termal pada proses delignifikasi termal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh delignifikasi termal beberapa siklus terhadap kadar lignin, holoselulosa, dan selulosa serta untuk mengetahui kadar lignin holoselulosa dan selulosa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi dan Laboratorium Biokimia Institut Pertanian Bogor mulai April 2019 sampai Juni 2019. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah saringan mesh 100, oven, erlenmeyer, timbangan analitik, dan autoklaf. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah bunga jantan pasca anthesis, aquades, asam sulfat 72%, air, natrium klorida, asam asetat glasial, asam nitrat 3,5%, NaOH, natrium klorida 10%, dan asam asetat .

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap satu faktor dengan 3 perlakuan yaitu delignifikasi termal satu siklus, dua siklus, dan tiga siklus. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh dianalisis ragam pada taraf 5%, apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Tukey. Peubah yang diamati yaitu kadar lignin, holoselulosa, dan selulosa. Sebelum dilakukan pengukuran kadar lignin, holoselulosa, dan selulosa terlebih dahulu

dilakukan proses delignifikasi termal. Proses delignifikasi termal dilakukan menggunakan autoklaf dengan berbagai siklus yaitu satu, dua, dan tiga siklus. Sebelum dilakukan delignifikasi termal, bunga jantan kelapa sawit diautoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C. Kemudian, sampel direndam selama 24 jam dengan akuades steril. Sampel ditiriskan dan dikeringkan pada suhu 60 °C hingga kering. Setelah sampel kering, sampel dilakukan delignifikasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit dengan siklus sebanyak satu, dua, dan tiga siklus. Sampel yang telah dilakukan delignifikasi termal dilakukan pengukuran kadar lignin, holoselulosa, dan selulosa. BSN (2008) menjelaskan bahwa pengukuran kadar lignin dengan metode Klason-Lignin. Serbuk sampel sebanyak 1 g dimasukkan dalam gelas piala lalu ditambahkan asam sulfat 72% sebanyak 15 mL secara perlahan dan bertahap sambil diaduk pada suhu tetap 2 °C. Setelah tercampur sempurna, sampel pada gelas piala disimpan pada suhu 20 °C selama 2 jam sambil diaduk sesekali. Sampel dipindahkan dalam labu Erlenmeyer 1000 mL yang berisi air 300-400 mL. Sampel dilarutkan dalam air hingga mencapai konsentrasi 3% dengan volume total 575 mL. Setelah itu, sampel dididihkan selama 4 jam, volume sampel tetap dijaga dengan penambahan air panas. Lignin disaring dengan gelas filter dan dicuci dengan air panas hingga bebas asam. Sampel kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C hingga bobotnya konstan lalu didinginkan dan ditimbang. Kadar lignin dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kadar lignin} = \frac{\text{Bobot lignin (g)}}{\text{Bobot kering sampel (g)}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Browning (1967) menjelaskan bahwa pengukuran kadar holoselulosa adalah dengan cara sampel sebanyak 2 gram dimasukkan dalam labu Erlenmeyer 250 mL lalu ditambahkan 80 mL akuades, 1 gram natrium klorida, dan 0.5 mL asam asetat glasial kemudian dipanaskan pada penangas air dengan suhu 70 °C. Permukaan air pada penangas air dijaga agar tidak lebih tinggi dari larutan dalam labu Erlenmeyer. Sampel ditambahkan 1 gram natrium klorida dan 0.5 mL asam asetat setiap interval pemanasan selama 1 jam yang dilakukan sebanyak 4 kali. Setelah itu, sampel disaring dengan menggunakan gelas filter dan dicuci dengan air panas. Sampel ditambahkan 25 mL asetat 10% lalu dicuci kembali dengan air panas hingga bebas asam. Setelah itu, sampel dimasukkan oven pada suhu 105 °C hingga beratnya konstan kemudian ditimbang. Kadar holoselulosa dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kadar holoselulosa} = \frac{\text{Bobot holoselulosa (g)}}{\text{Bobot kering sampel (g)}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Cross & Bevan (1912) menjelaskan pengukuran selulosa dilakukan dengan cara sebanyak 2 g sampel dimasukkan dalam labu Erlenmeyer 300 mL lalu ditambahkan 125 mL asam nitrat 3.5% dan dipanaskan dalam penangas air selama 12 jam pada suhu 80 °C. Sampel disaring dengan air destilata hingga tidak berwarna kemudian dikeringkan di udara. Sampel dimasukkan dalam labu Erlenmeyer kemudian ditambahkan 125 mL campuran NaOH dan dinatrium sulfit lalu dipanaskan selama 2 jam pada suhu 50 °C. Setelah itu, sampel disaring dengan cawan saring dan dibilas dengan air destilata hingga filtrat tidak berwarna dan ditambahkan 50 mL larutan natrium klorida

10% kemudian dicuci dengan air hingga diperoleh endapan berwarna putih. Sampel kemudian ditambahkan 100 mL asam asetat 10% dan dicuci hingga bebas asam. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C dan ditimbang hingga bobotnya tetap. Kadar selulosa dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{\text{Bobot selulosa (g)}}{\text{Bobot kering sampel (g)}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses delignifikasi merupakan proses yang digunakan untuk menghilangkan atau memisahkan komponen lignin dari selulosa sebelum dilakukan proses fermentasi oleh mikroba. Delignifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa cara antara lain, dengan menggunakan suhu (delignifikasi termal), delignifikasi asam, dan menggunakan enzimatis atau mikroba (biodelignifikasi). Delignifikasi termal dapat menggunakan autoklaf. Pada penelitian ini digunakan beberapa siklus dengan autoklaf yaitu satu, dua, dan tiga siklus. Hasil menunjukkan terjadi perubahan kadar lignin, holoselulosa, dan selulosa dari ketiga proses tersebut. Delignifikasi termal satu, dua, dan tiga siklus dapat dilihat pada Tabel 1-3.

Tabel 1. Pengaruh delignifikasi termal satu siklus terhadap substansi dinding sel

Substansi dinding sel	Sebelum delignifikasi (%)	Setelah delignifikasi (%)	Persentase perubahan (%)
Lignin	15,35	14,16	7,75
Holoselulosa	65,37	64,17	1,83
Hemiselulosa	35,33	34,81	1,47

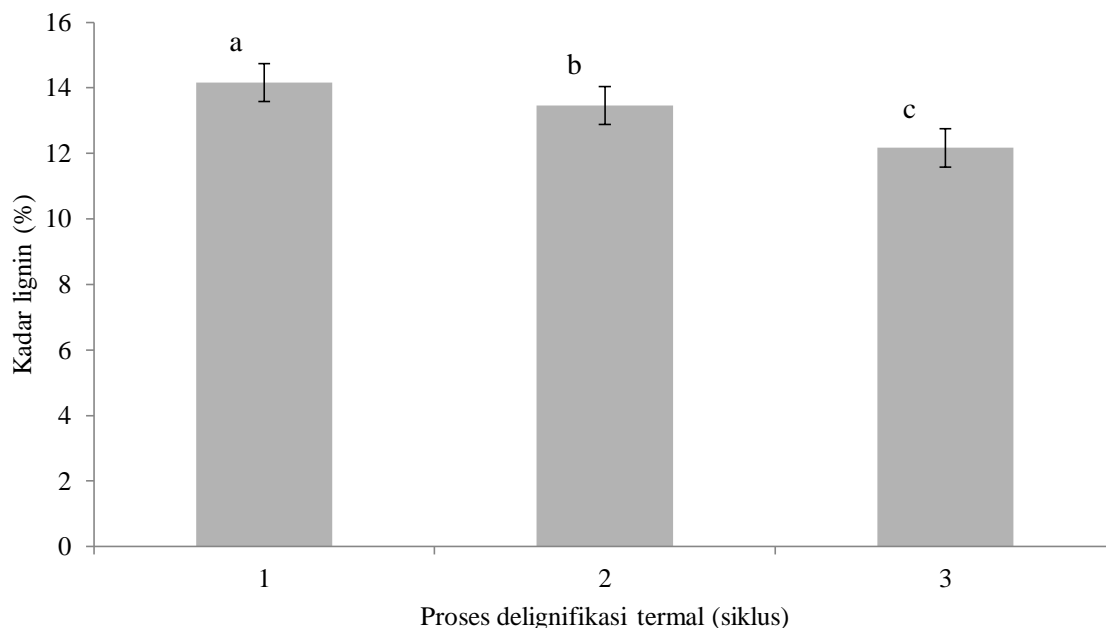
Tabel 2. Pengaruh delignifikasi termal dua siklus terhadap substansi dinding sel

Substansi dinding sel	Sebelum delignifikasi (%)	Setelah delignifikasi (%)	Persentase perubahan (%)
Lignin	15,35	13,46	12,31
Holoselulosa	65,37	63,37	3,06
Hemiselulosa	35,33	34,32	2,86

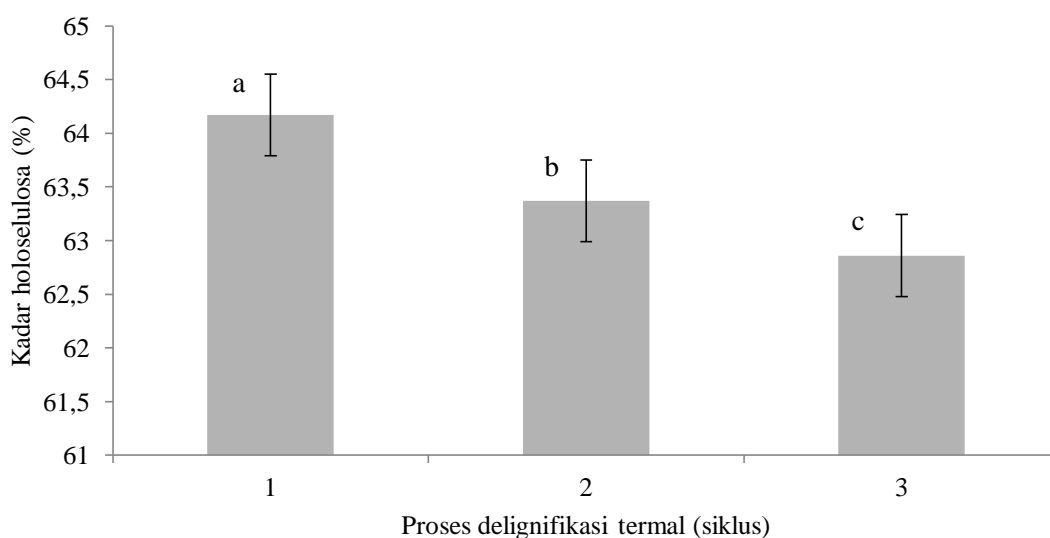
Tabel 3. Pengaruh delignifikasi termal tiga siklus terhadap substansi dinding sel

Substansi dinding sel	Sebelum delignifikasi (%)	Setelah delignifikasi (%)	Persentase perubahan (%)
Lignin	15,35	12,17	20,72
Holoselulosa	65,37	62,86	3,84
Hemiselulosa	35,33	33,81	4,30

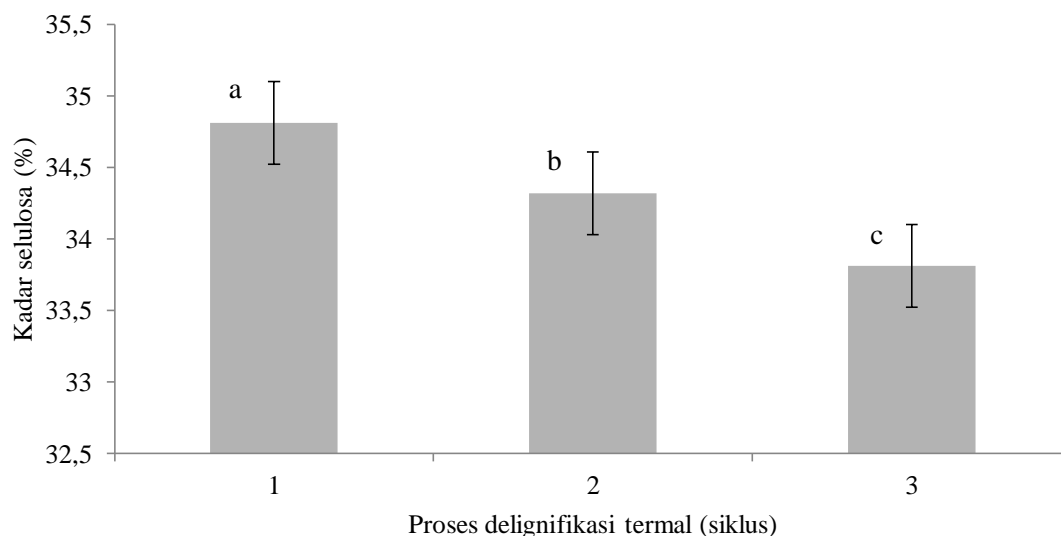
Hasil analisis statistik juga menunjukkan perbedaan nyata dari ketiga proses tersebut. Semakin banyak siklus autoklaf maka proses delignifikasi akan semakin bagus (Gambar 1-3). Hal tersebut dikarenakan, semakin lama dan semakin banyak proses delignifikasi dengan suhu maka semakin banyak juga lignin yang terdegradasi. Proses pemanasan dapat memutuskan ikatan glikosidik pada selulosa, sehingga ketika difermentasi dengan mikroba akan lebih efektif.



Gambar 1. Pengaruh proses delignifikasi termal satu, dua, dan tiga siklus terhadap kadar lignin



Gambar 2. Pengaruh proses delignifikasi termal satu, dua, dan tiga siklus terhadap kadar holoselulosa



Gambar 3. Pengaruh proses delignifikasi termal satu, dua, dan tiga siklus terhadap kadar selulosa

Pada Gambar 1 terlihat bahwa kadar lignin setelah proses delignifikasi termal satu, dua, dan tiga siklus terjadi penurunan dari 14.16 %, 13.46%, menjadi 12.17% dan menunjukkan perbedaan nyata. Semakin lama waktu delignifikasi maka kadar lignin yang dihasilkan pun akan semakin berkurang. Oktaveni (2009) menyatakan bahwa penambahan waktu pemasakan akan mempengaruhi proses delignifikasi. Semakin lama waktu pemasakan maka lignin yang terlarut akan semakin banyak sehingga proporsinya dalam serbuk kayu akan semakin berkurang. Novia *et al.* (2017) dalam penelitiannya juga melaporkan bahwa semakin lama waktu delignifikasi maka kadar lignin pada sekam padi yang dihasilkan akan semakin kecil, terjadi penurunan kadar lignin dari 1,18 % pada waktu 30 menit menjadi 1,09% pada waktu 90 menit.

Pada Gambar 2 dan 3 terlihat bahwa kadar holoselulosa dan selulosa menunjukkan perbedaan nyata. Kadar holoselulosa setelah proses delignifikasi termal satu, dua, dan tiga siklus berturut-turut adalah 64,17 %, 63,37%, dan 62,86%. Sementara kadar selulosa setelah proses delignifikasi termal satu, dua, dan tiga siklus berturut-turut adalah 34,81 %, 34,32%, dan 33,81%. Semakin lama waktu delignifikasi maka kadar holoselulosa dan selulosa yang dihasilkan pun akan semakin berkurang. Hal ini diduga karena selulosa dan holoselulosa mengalami hidrolisis. Lismeri *et al.* (2018) menyatakan bahwa setelah proses hidrolisis jumlah selulosa dan hemiselulosa mengalami penurunan, hal ini menunjukkan bahwa selulosa dan hemiselulosa telah terdekomposisi menjadi monomer-monomer gula yang berupa glukosa, xylosa, dan arabinosa. Holoselulosa terdiri atas selulosa dan hemiselulosa. Holoselulosa erat kaitannya dengan selulosa dan hemiselulosa. Secara teoritis, selisih nilai antara kadar holoselulosa dan alfa-selulosa disebut sebagai kadar hemiselulosa. Menurunnya kadar selulosa dan holoselulosa juga dapat disebabkan karena suhu yang digunakan pada saat delignifikasi yaitu 121⁰C bukan merupakan suhu yang optimum untuk memecah selulosa dari bahan. Harmsen (2010) menyatakan bahwa selulosa merupakan senyawa

polimer yang memiliki ikatan hidrogen antar molekulnya serta memiliki derajat polimerisasi yang tinggi antara 800-10000 unit. Adanya ikatan hidrogen serta derajat polimerisasi yang tinggi menyebabkan selulosa sukar untuk dipecah. Untuk memecah selulosa dibutuhkan energi atau suhu yang tinggi, pada bahan bagas sorgum yang belum diberikan perlakuan awal mengalami kenaikan kadar selulosa yang signifikan setelah melewati proses pretreatment. Kadar selulosa tertinggi diperoleh pada sampel dengan temperatur 130 °C dalam waktu 30 menit (Sudiyani *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapat maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan delignifikasi termal dengan beberapa siklus berpengaruh nyata terhadap kadar lignin, holoselulosa, dan selulosa. Kadar lignin, holoselulosa, dan selulosa terbaik ditunjukkan pada perlakuan delignifikasi termal tiga siklus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (Kemenristekdikti RI) yang telah memberikan dana pada penelitian ini melalui hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP).

DAFTAR PUSTAKA

- Browning, B.L. (1967). *Methods of Wood Chemistry*. New York: Interscience.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (1989). *Standar Nasional Indonesia Nomor 1032 tentang Cara Uji Kadar Sari Ekstrak Benzene Dalam Pulp dan Kayu*. Jakarta.
- Cross, C.F., & Bevan, E.J. (1912). *Researches on Cellulose III*. London: Longmans Green.
- Fitria. (2008). Pengolahan biomassa berlignoselulosa secara enzimatik dalam pembuatan pulp: studi kepustakaan. *J. Teknologi Pertanian*, 9(2), 69-74.
- Ginting, C., & Panjaitan, M. (2018). Perkembangan fruit set tandan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan perlakuan berbagai formula hara. *Agroista J. Agroteknologi*, 2(01), 41-51.
- Harmen, P.F.H. (2010). *Literature Review of Physical and Chemical Pretreatment Processes for Lignocellulosic Biomass*. Food & Biobased Research. Energy Research Centre of the Netherlands.
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., Suparno, O., & Prasetya, B. (2010). Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol. *J. Litbang Pertanian*, 29(4), 121-130.
- Lismeri, L., Utami, R.S., Darni, Y., Hanif, M., & Riyanto, A. (2018). Produksi gula reduksi dari batang ubi kayu dengan hidrolisis menggunakan asam encer dan induksi medan elektromagnetik. *J. Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 13(1), 8-14.

- Novia, Wijaya, D., & Yanti, P. (2017). Pengaruh waktu delignifikasi terhadap lignin dan waktu SSF terhadap etanol pembuatan bioetanol dari sekam padi. *J. Teknik Kimia*, 23(1), 19-27.
- Oktaveni, D. (2009). Lignin Terlarut Asam dan Delignifikasi Pada Tahap Awal Proses Pulping Alkali. Unpublished undergraduate thesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Prastowo, B. (2007). Potensi sektor pertanian sebagai penghasil dan pengguna energi terbarukan. *Perspektif*, 6(2), 84 - 92.
- Sudiyani, Y., Waluyo, J., Riandi, A.P., Primandaru, P., & Novia. (2015). Pengaruh temperatur dan waktu tinggal pada perlakuan awal bagas sorgum dengan metode steam explosion. *J. Teknik Kimia*, 21(4), 47-56.
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology*, 83, 1-11.