

Biodelignifikasi Bunga Jantan Kelapa Sawit *Pasca Anthesis* Menggunakan *Trametes Versicolor*

Ratih Rahhutami¹; Aline Sisi Handini²; Indriana Lestari³

^{1,2}Program Studi Budidaya Perkebunan Kelapa Sawit

Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi

³Program Studi Teknik Kimia

Universitas Pembangunan Nasional Veteran – Yogyakarta

Email : ¹rahhutamiratih@gmail.com; ²alinesisihandini@gmail.com; ³gennaionana@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh biodelignifikasi menggunakan *Trametes versicolor* dan mendapatkan dosis terbaik *Trametes versicolor* terhadap kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosa dan selulosa bunga jantan kelapa sawit *pasca anthesis*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi dan Laboratorium Biokimia Institut Pertanian Bogor mulai April sampai Oktober 2019. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan dua perlakuan yaitu *Trametes versicolor* 40 ml (A1), dan *Trametes versicolor* 60 ml (A2). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 6 satuan percobaan.. Analisis data yang digunakan adalah uji Anova pada taraf 5% dan uji lanjut BNT. Hasil penelitian menunjukkan biodelignifikasi menggunakan *Trametes versicolor* tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter dan dosis *Trametes versicolor* yang diujikan menunjukkan keefektifan yang sama terhadap kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosa dan selulosa bunga jantan kelapa sawit *pasca anthesis*.

Kata Kunci:

Bioethanol, Hemiselulosa, Holoselulosa, Lignin, Selulosa.

Abstract

The purpose of this study were to determine the effect of biodelignification with *Trametes versicolor* and to get the best dosage of *Trametes versicolor* on the levels of lignin, holocellulose, hemicellulose and cellulose of oil palm male flowers post anthesis. This research was conducted at Laboratory of Chemistry Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi and Laboratory of Biochemistry Institut Pertanian Bogor in April – Oktober 2019. This study used a one factor completely randomized design method with 2 treatments: *Trametes versicolor* 40 ml (A1) and *Trametes versicolor* 60 ml (A2). Each treatments were three replications. The total unit of experiments were 6 unit. Data were analyzed with analysis of variance with α 5 %, if there was a significant treatment effect, the further analysis using LSD (Least Significant Differences). The results showed that biodelignification with *Trametes versicolor* did not significantly affect for all variabls and the dose of *Trametes versicolor* showed the same effectiveness for the levels of lignin, holocellulose, hemicellulose, and cellulose of oil palm male flowers post anthesis.

Keywords:

Bioethanol, Hemicellulose, Holocellulose, Lignin, Cellulose.

Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan andalan Indonesia sebagai penghasil devisa negara. Luas lahan kelapa sawit dari tahun ke tahun semakin meningkat. BPS (2017) menyatakan bahwa pada tahun 2017 luas areal perkebunan kelapa sawit diperkirakan kembali mengalami peningkatan 9,80 persen dari tahun 2016 menjadi 12,30 juta hektar. Seiring meningkatnya luas lahan maka limbah yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit pun akan semakin meningkat. Pahan (2007) menyatakan bahwa yang dikatakan sebagai limbah kelapa sawit adalah sisa hasil tanaman kelapa sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau hasil ikutan dari proses pengolahan kelapa sawit. Limbah kelapa sawit dibedakan menjadi limbah cair yang biasa dikenal dengan istilah POME (*Palm Oil Mill Effluent*) serta limbah padat. Salah satu limbah padat yang dihasilkan dari kelapa sawit adalah bunga jantan *pasca anthesis*. Limbah tersebut jika tidak dikelola dengan baik maka dapat berpotensi mencemari lingkungan dan menjadi inang hama dan penyakit. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengolah limbah bunga jantan kelapa sawit *pasca anthesis* menjadi bioethanol.

Bahan bakar fosil yang berasal dari batubara, minyak bumi, dan gas alam saat ini memasok lebih dari 86% energi dunia (Vermerris, 2008). Bahan bakar fosil ini merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan akan habis jika dikonsumsi terus menerus, sehingga perlu adanya energi alternatif terbarukan seperti bioethanol. Bioethanol adalah sumber bahan bakar alternatif nabati yang berasal dari tumbuhan. Menurut Balai Besar Teknologi Pati (B2TP) ada 3 kelompok tanaman sumber bioethanol yaitu tanaman yang mengandung pati, bergula, dan berserat selulosa. Bunga jantan kelapa sawit merupakan tanaman berlignoselulosa sehingga dapat diolah menjadi bioethanol.

Untuk mengolah bunga jantan kelapa sawit menjadi bioethanol dibutuhkan proses delignifikasi yaitu suatu proses untuk menghilangkan lignin dari bahan. Lignin merupakan salah satu penyusun tumbuhan yang melindungi selulosa dan hemiselulosa. Lignin ini perlu dihilangkan agar selulosa dan hemiselulosa dapat dikonversi menjadi bioethanol. Proses delignifikasi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara kimiawi, fisis, dan mikrobiologis (Novia *et al.*, 2017). Delignifikasi secara biologis memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode fisikokimia yaitu biaya lebih rendah, penanganan murah, reaksinya tidak terlalu rumit, produknya lebih baik, reaksi samping minimum, kebutuhan energi yang rendah, dan tidak menimbulkan korosi pada instalasi (Mosier *et al.*, 2005). Salah satu jamur yang dapat digunakan untuk biodelignifikasi adalah *Trametes versicolor*. Hossain dan Ananthraman (2006) menyatakan bahwa *T. versicolor* mampu menghidrolisis lignin dengan cara mengeluarkan enzim ligninase. Hasil penelitian Nurjanah *et al.* (2014) menunjukkan bahwa biodelignifikasi dengan *Trametes versicolor* menghasilkan penurunan kadar lignin sebesar 31.38 % pada sekam padi

Penelitian ini bertujuan untuk:

Ratih Rahhutami dkk

Biodelignifikasi Bunga
Jantan Kelapa Sawit
Pasca Anthesis
Menggunakan *Trametes*
Versicolor

1. Mengetahui pengaruh biodelignifikasi menggunakan *Trametes versicolor* terhadap kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosa dan selulosa bunga jantan kelapa sawit *pasca anthesis*.
2. Mendapatkan dosis *Trametes versicolor* terbaik terhadap kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosa, dan selulosa bunga jantan kelapa sawit *pasca anthesis*.

Metodologi

Alat dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi dan Laboratorium Biokimia Institut Pertanian Bogor mulai April sampai Oktober 2019. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah saringan mesh 80, oven, erlenmeyer, timbangan analitik, autoklaf, dan penggiling. 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%, asam asetat, jamur *Trametes versicolor*, dan media PDB.

Metode

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL satu faktor, yang terdiri dari 2 perlakuan yang diuji yaitu : A1 : *Trametes versicolor* 40 ml, dan A2 : *Trametes versicolor* 60 ml. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 6 satuan percobaan.. Analisis data yang digunakan adalah Uji Anova dan Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5% menggunakan *software* STAR 2.0.1.

Prosedur percobaan terdiri dari persiapan substrat dan peremajaan mikroba, delignifikasi biomassa oleh *Trametes versicolor*, pengukuran kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosa, dan selulosa. Persiapan substrat dan peremajaan mikroba dimulai dengan disiapkan biomassa limbah bunga jantan kelapa sawit lalu digiling dengan penggiling Willey dan disaring sehingga diperoleh ukuran yang seragam sebesar 80 mesh. Sampel dikeringkan dengan oven hingga kadar airnya mencapai 10% dan disimpan dalam kondisi kering. Peremajaan jamur *Trametes versicolor* dilakukan dalam 100 mL media PDB selama 7 hari pada suhu ruang. Setelah peremajaan mikroba siap dilakukan proses delignifikasi menggunakan metode Akhtar *et al* (1997) yang dimodifikasi dengan cara sampel kering berukuran 80 mesh sebanyak 150 gram direndam dalam akuades selama 24 jam lalu ditiriskan. Sampel dimasukkan dalam plastik tahan panas dan disterilisasi pada suhu 121 °C selama 15 menit. Suspensi *T. versicolor* yang telah ditumbuhkan dalam media PDB diinokulasikan pada sampel sesuai perlakuan yang telah ditetapkan (40 ml dan 60 ml). Sampel tersebut diinkubasi pada suhu ruang selama 20 hari. Setelah itu, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C hingga beratnya tetap. Sampel yang telah kering dianalisis kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosanya, dan selulosa.

Analisis Lignin, Holoselulosa, Hemiselolosa, dan Selulosa

BSN (2008) menjelaskan bahwa pengukuran kadar lignin dengan metode Klason-Lignin. Serbuk sampel sebanyak 1 gram 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 1.000 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:

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

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:

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

Cross dan Bevan (1912) menjelaskan pengukuran hemiselulosa dilakukan dengan cara sebanyak 2 gram sampel dimasukkan dalam gelas piala 250 ml lalu ditambahkan 10 ml NaOH 17.5% pada suhu 20 °C dan diaduk pelan. Setelah itu, sampel ditambahkan 5 ml NaOH 17.5% setiap interval waktu 5 menit. Penambahan dilakukan sebanyak tiga kali sehingga volume total NaOH 17.5% sebanyak 25 ml. Saat penambahan terakhir, sampel dibiarkan selama 30 menit sehingga total waktu perlakuan selama 45 menit. Sampel kemudian ditambahkan 33 ml air destilata, diaduk, dan dibiarkan selama 1 jam pada suhu 20 °C. Sampel disaring dengan cawan saring lalu dibilas dengan 100 ml NaOH 8.3%. Pembilasan dilanjutkan dengan air destilata hingga semua sampel terpindahkan dalam cawan saring. Setelah itu, pembilasan dilanjutkan dengan 250 ml air destilata. Sampel dikeringkan pada suhu 105 °C selama 24 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang bobotnya hingga konstan. Kadar hemiselulosa dihitung dengan persamaan:

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

Cross dan Bevan (1912) menjelaskan pengukuran selulosa dilakukan dengan cara sebanyak 2 gram 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:

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{\text{Bobot selulosa (g)}}{\text{Bobot kering sampel (g)}} \times 100\% \quad (4)$$

Hasil dan Pembahasan

Biodelignifikasi adalah delignifikasi secara biologi dengan memanfaatkan makhluk hidup seperti jamur. Proses biodelignifikasi melibatkan berbagai enzim ekstraseluler yang disekresi oleh jamur seperti lignin peroxidases, manganese peroxidases, veksatile peroxidases, dan enzim laccases yaitu enzim yang mengawali proses oksidasi pada tahapan awal degradasi lignin (Pollegioni *et al.*, 2015). Pada penelitian ini digunakan jamur *Trametes versicolor* untuk mendelignifikasi bunga jantan kelapa sawit *pasca anthesis*. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosa, dan selulosa dari dua dosis *Trametes versicolor* (Tabel 1-2). Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Azhari *et al* (2014) yang menunjukkan bahwa kadar lignin dalam sampel kayu sengon setelah perlakuan delignifikasi oleh *T. versicolor* mengalami penurunan sebesar 37.31 % dari kadar lignin yang sebelumnya 23.96 % menjadi 16.09 %. Kadar holoselulosa dan selulosa setelah perlakuan delignifikasi mengalami penurunan secara berturut 20.77 % dan 52.14 %. Kadar selulosa ini turun sejalan dengan turunnya kadar lignin. Hal ini terjadi karena *T. versicolor* merombak lignin dan menggunakan selulosa sebagai sumber karbonnya. Holoselulosa adalah salah satu penyusun dinding sel tanaman yang terdiri dari hemiselulosa dan selulosa sedangkan selulosa adalah komponen utama penyusun dinding sel tanaman yang berikatan β-1,4 glukosida dalam rantai lurus (Lynd *et al.*, 2002; Daniel, 2003).

Tabel 1 Pengaruh Biodelignifikasi Bunga Jantan Kelapa Sawit *Pasca Anthesis* dengan *Trametes Versicolor* 40 ml

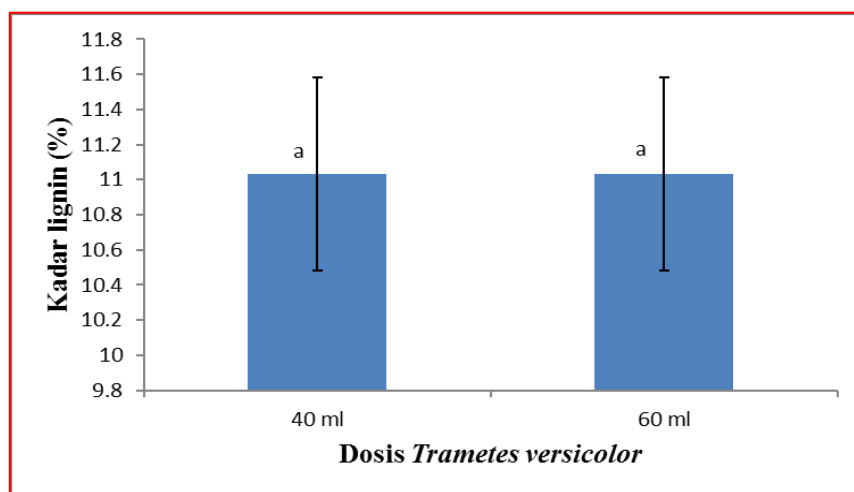
Komponen kimia	Sebelum delignifikasi (%)	Setelah delignifikasi (%)	Persentase perubahan (%)
Lignin	15,35	11,03	28,14
Holoselulosa	65,37	61,08	6,56
Selulosa	35,33	25,88	26,75
Hemiselulosa	32,23	30,75	4,59

Tabel 2 Pengaruh Biodelignifikasi Bunga Jantan Kelapa Sawit *Pasca Anthesis* dengan *Trametes Versicolor* 60 ml

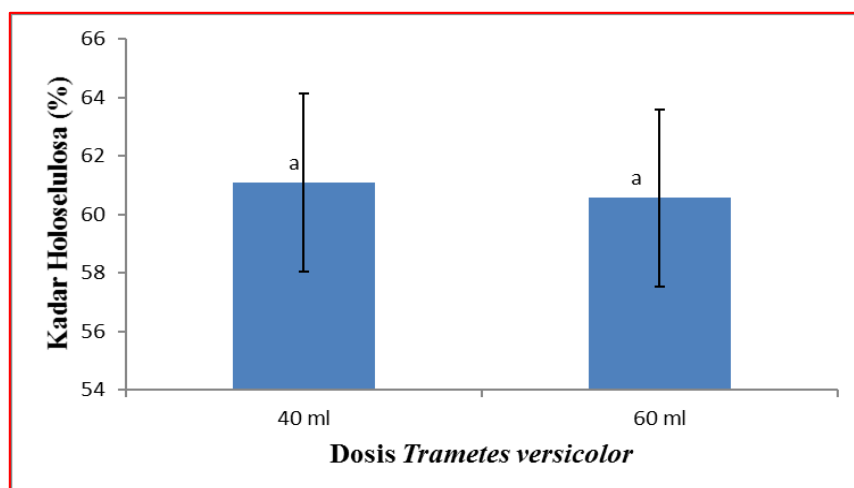
Komponen kimia	Sebelum delignifikasi (%)	Setelah delignifikasi (%)	Persentase perubahan (%)
Lignin	15,35	11,03	28,14
Holoselulosa	65,37	60,57	7,34
Selulosa	35,33	25,65	27,40
Hemiselulosa	32,23	30,83	4,34

Berdasarkan hasil analisis statistika menunjukkan bahwa semua parameter (lignin, holoselulosa, hemiselulosa, dan selulosa) tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada perlakuan yang diujikan yaitu *Trametes versicolor* 40 ml dan 60 ml (Gambar 1-4). Hal ini diduga karena dosis yang digunakan masih tergolong rendah sehingga kurang optimal dalam melakukan delignifikasi. Hasil penelitian Sidqi (2017) menunjukkan bahwa kadar lignin, holoselulosa dan selulosa pada TKKS berturut-turut mengalami penurunan sebesar 45.11 %, 5.62 %, dan 13.64 % setelah biodelignifikasi menggunakan *Trametes versicolor* dengan dosis 100 ml selama 20 hari.

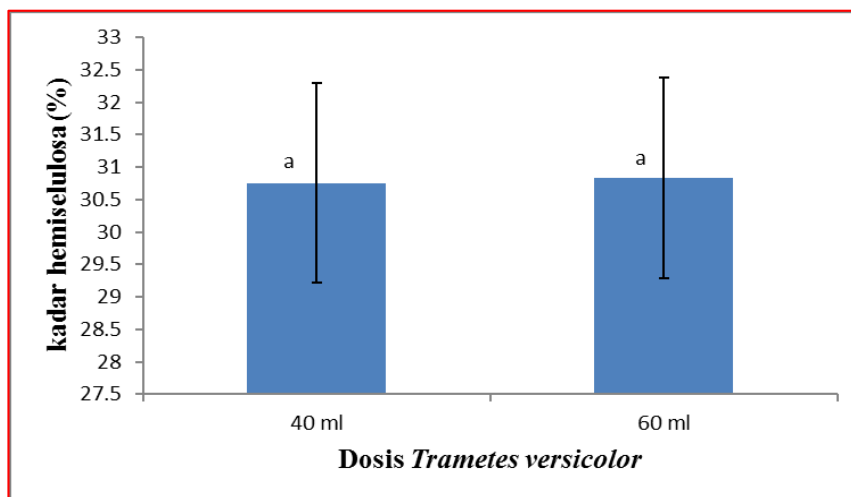
Proses delignifikasi secara biologi dengan menggunakan mikroorganisme sudah banyak dilakukan seperti pada hasil penelitian Devi *et al* (2019) yang menunjukkan bahwa perlakuan biodelignifikasi menggunakan *Trichoderma reesei* dengan dosis isolate sebanyak 5 ml menghasilkan hemiselulosa sebesar 36,21% pada pelepah salak. Begitu juga yang dilaporkan oleh Akin *et al.* (1995) menggunakan fungi *Ceriporiopsis subvermispora* dan *Cyathus stercoreus* dengan waktu inkubasi 6 minggu mampu meningkatkan proses biodegradasi sekitar 29 – 77%.



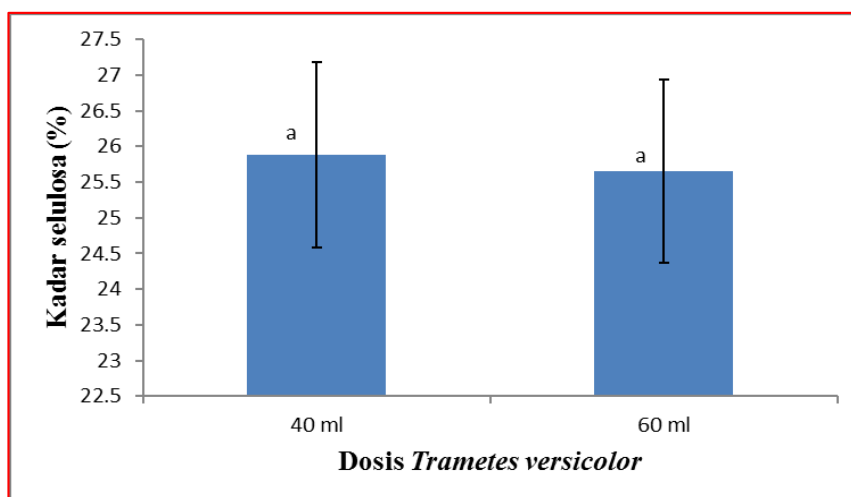
Gambar 1 Pengaruh Biodelignifikasi dengan *Trametes Versicolor* terhadap Kadar Lignin



Gambar 2 Pengaruh Biodelignifikasi dengan *Trametes Versicolor* terhadap Kadar Holoselulosa



Gambar 3 Pengaruh Biodelignifikasi dengan *Trametes Versicolor* terhadap Kadar Hemiselulosa



Gambar 4 Pengaruh Biodelignifikasi dengan *Trametes Versicolor* terhadap Kadar Selulosa

Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah didapatkan, maka dapat disimpulkan:

1. Biodelignifikasi menggunakan *Trametes versicolor* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosa dan selulosa bunga jantan kelapa sawit *pasca anthesis*.
2. Dosis *Trametes versicolor* yang diujikan menunjukkan keefektifan yang sama terhadap kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosa dan selulosa bunga jantan kelapa sawit *pasca anthesis*.

Ucapan Terima Kasih

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

Daftar Pustaka

- Akhtar, M., Blanchette, R.A., & Kirk, T.K. (1997). Fungal Delignification and Biomechanical Pulping of Wood. *Advance in Biochem Engineering/Biotech.* 57, 159-195.
- Akin, D.E., Rigsby, L.L., Sethuraman, A., Morrison, W.H., Gamble, G.R., & Eriksson, K.E.L. (1995). Alterations in Structure, Chemistry, and Biodegradability of Grass Lignocelluloses Treated with White Rot Fungi *Ceriporiopsis subvermisporea* and *Cyathus stercoreus*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 61(4), 1591-1598.
- Azhari, A., Falah, S., Nurjannah, L., Suryani, & Bintang, M. (2014). Delignifikasi Batang Kayu Sengon oleh *Trametes versicolor*. *Current Biochemistry*, 1(1), 1-10.
- Browning, B.L. (1967). *Methods of Wood Chemistry Volume II*. New York: Interscience.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2017). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia (Indonesian Oil Palm Statistic)*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (1989). *Standar Nasional Indonesia Nomor 1032 tentang Cara Uji Kadar Sari Ekstrak Benzena dalam Pulp dan Kayu*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cross, C.F., & Bevan, E.J. (1912). *Researches on Cellulose III*. London: Longmas Green.
- Daniel, G. (2003). Microview of Wood Under Degradation by Bacteria and Fungi. In *Wood Deterioration and Preservation*. Washington DC: ACS Symposium series 845.
- Devi, Astutik, D., Cahyanto, M.N., & Djaafar, T.F. (2019). Kandungan Lignin, Hemiselulosa, dan Selulosa Pelepah Salak pada Perlakuan Awal secara Fisik Kimia dan Biologi. *J. Ilmiah Rek. Pertanian dan Biosistem*, 7(2), 273-282.
- Hossain, S.M., & Anantharaman, N. (2006). Activity Enhancement of Ligninolytic Enzymes of *Trametes Versicolor* with Bagasse Powder. *Afri. J. Biotechnol*, 5(1), 189-194.
- Lynd, L.R., Weimer, P.J., van Zyl, W.H., & Pretorius, I.S. (2002). Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. *Microbiol Mol Biol Rev.* 66(3), 506-577.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzapple, M., & Ladisch, M. (2005). Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass. *Biores Technol*, 96(6), 673-686.
- Novia, Wijaya, D., Yanti, P. (2017). Pengaruh Waktu Delignifikasi terhadap Lignin dan Waktu SSF terhadap Etanol Pembuatan Bioetanol dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(1), 19-27.
- Nurjannah, L., Falah, S., Azhari, A., Suryani, Artika, I.M. (2014). *Trametes Versicolor* as Agent for Delignification of Rice Husks. *Current Biochemistry*, 1(1), 37-44.
- Pahan, I. (2007). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pollegioni, L., Tonin, F., & Rosini, E. (2015). Lignin-degrading Enzymes. *The Febs Journal*, 282(7), 1190-1213.
- Sidqi, T. (2017). Biodelignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit oleh *Trametes Versicolor* untuk Produksi Bioetanol dengan Teknik Sakarifikasi Fermentasi Simultan. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Vermerris, W. (2008). Why Bioenergy Makes Sense. In *Vermerris W (ed.) Genetic Improvement of Bioenergy Crops*. New York: Springer Science.

Ratih Rahhutami dkk

Biodelignifikasi Bunga
Jantan Kelapa Sawit
Pasca Anthesis
Menggunakan *Trametes*
Versicolor
