

ANALISIS KANDUNGAN SELULOSA SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN TREATMENT BLEACHING H₂O₂ VARIASI SUHU DAN WAKTU

Rizqi Adyatma Afdhal¹, Dina Marthadillah, S.TP, M.Si.², Kuni Faizah, S.Si, M.Sc.²

¹Mahasiswa Fakultas Pertanian INSTIPER

²Dosen Fakultas Pertanian INSTIPER

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang analisis kandungan selulosa serat tandan kosong kelapa sawit dengan treatment *bleaching* H₂O₂ variasi suhu dan waktu dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi H₂O₂ dan lama waktu *bleaching* terhadap penurunan lignin dan hemiselulosa dari serat TKS. Serta menentukan konsentrasi H₂O₂ dan lama waktu *bleaching* yang optimum dalam penurunan lignin dan hemiselulosa pada serat TKS. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan dua faktor. Faktor pertama waktu *bleaching* H₂O₂ (A) yang terdiri dari tiga taraf, (A1) waktu 30 Menit, (A2) waktu 1 jam, dan (A3) waktu 2 jam. Faktor kedua, suhu *bleaching* (B) yang terdiri dari tiga taraf yaitu (B1) suhu 50°C (B2) suhu 60°C dan (B3) suhu 70°C. Parameter analisa yang dilakukan adalah analisa kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin menggunakan metode chesson dan analisa FTIR (*Fourier Transform Infrared*), penurunan kadar lignin, penurunan kadar selulosa. Hasil menunjukkan waktu dalam proses *bleaching* TKS berpengaruh terhadap hasil kadar selulosa dan berpengaruh pada hasil kadar hemiselulosa dan lignin. Suhu dalam proses *bleaching* TKS berpengaruh terhadap hasil kadar hemiselulosa dan berpengaruh pada hasil kadar selulosa dan lignin. Waktu dan suhu *bleaching* yang optimum pada penelitian ini adalah pada perlakuan B3 (suhu 70°C) dan perlakuan A1 (30 menit) berdasarkan dari hasil selulosa tertinggi yaitu 59,42. Analisa FTIR didapatkan panjang gelombang untuk gugus fungsi spesifikasi selulosa yaitu gugus O-H pada daerah 3417,86 cm⁻¹, C-H pada 2915,37 cm⁻¹ dan C-O pada 1056,99 cm⁻¹.

Kata Kunci: *Tandan kosong sawit, selulosa, bleaching, konsentrasi H₂O₂.*

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar kedua setelah Malaysia. Luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia terus mengalami peningkatan beberapa tahun terakhir.

Hal tersebut terbukti dari data Direktorat Jendral Perkebunan Indonesia tahun 2014 yang menyatakan luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 10.956.231 hektar. Setiap satu hektar kebun kelapa sawit menghasilkan 20 ton/tahun tandan

buah segar kelapa sawit. Apabila dikalkulasikan maka Indonesia menghasilkan 219.124.620 ton/tahun tandan buah segar kelapa sawit. Peningkatan luas areal perkebunan meningkatkan produksi minyak kelapa dan jumlah industri pengolahannya. Peningkatan ini akan menyebabkan limbah padat yang dihasilkan dari industri tersebut juga meningkat. Salah satu limbah padat yang dihasilkan adalah tandan kosong kelapa sawit (TKS). Satu ton tandan segar akan menghasilkan 0,23-0,25 ton TKS, sehingga setiap tahun limbah TKS yang dihasilkan sebesar 50 sampai 54 ton. Komposisi kimia serat TKS sebagian besar terdiri dari 13-37% lignin, 40-60% selulosa, dan hemiselulosa. Kadar selulosa dari TKS adalah 37,50% (Herawan dan Rivani, 2010). Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit di Indonesia saat ini masih sangat minim, sehingga perlu dikembangkan lebih lanjut. Selulosa dengan kemurnian diatas 52% memenuhi syarat untuk bahan baku industri kertas dan kayu (serat rayon). Serat selulosa memiliki sifat fisik dan sifat termal yang berbeda. Serat-serat selulosa dapat bereaksi dengan resin-resin hidrofilik serta membentuk komposit struktur tiga dimensi yang sangat kompak (solid). Serat selulosa

yang kuat dan mempunyai sifat termal yang baik akan menghasilkan komposit yang baik pula karena tidak terpengaruh oleh faktor luar seperti suhu dan kelembaban. Untuk meningkatkan kemurnian selulosa diperlukan perlakuan kimia yaitu *scouring* dan *bleaching*. Untuk karakter selulosa yang kuat serta tidak larut akan air ini membuat selulosa memiliki banyak manfaat. Diantaranya yakni selulosa digunakan sebagai bahan tambahan untuk membuat kain atau karpet dan dimanfaatkan untuk pembuatan kertas, kardus ataupun tisu. Adapun serat pada selulosa juga dapat dimanfaatkan untuk membuat kerajinan tangan ataupun tali yang amat sangat kuat. Pada penelitian sebelumnya yaitu *scouring* di dapatkan hasil yang terbaik dari *scouring* yaitu dengan waktu 1 jam konsentrasi NaOH 5% dan suhu 80°C tetapi dari proses *scouring* masih di temukannya senyawa lignin dan hemiselulosa yang tersisa, maka dari itu harus diperlukan tahapan selanjutnya yaitu *bleaching* untuk menghilangkan senyawa lignin dan hemiselulosa tersebut. *Bleaching* adalah reaksi untuk memutihkan suatu zat/ menghilangkan suatu zat dari pada suatu bahan. Tujuan dilakukannya *bleaching* adalah untuk menghilangkan senyawa lignin dan hemiselulosa yang

masih ada pada proses *scouring*. Dalam proses bleaching menggunakan H_2O_2 , dimana konsentrasi H_2O_2 sangat memegang peranan penting untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa. Peranan penting selain itu waktu bleaching juga merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan untuk mendapatkan rendemen selulosa yang pasti, karena H_2O_2 terlalu tinggi dapat mendegradasi selulosa, sehingga rendemen selulosa semakin lama akan turun signifikan. Dari penjabaran diatas di perlukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi H_2O_2 yang di perlukan untuk bleaching dan berapa lama waktu yang paling optimal untuk menghasilkan selulosa.

METODE PENELITIAN

Alat – Alat yang digunakan adalah timbangan, gunting, gelas beker 2000 mL, hot plate stirrer, labu ukur 1000 mL, pengaduk kaca, erlenmeyer 250 mL, Erlenmeyer 500 mL, oven, aluminium foil, pH meter, alat uji FTIR (*Shimadzu IR Prestige 21*)

Bahan – bahan yang digunakan adalah tanda kosong sawit yang didapatkan dari KP 2 Ungaran, NaOH, Asam Asetat dan H_2O_2 .

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian pada

tanggal 11 Februari 2021 – 16 Februari 2021 dan untuk pengujian kadar Selulosa, hemiselulosa dan lignin dilakukan di Chem-mix pratama, Kretek, Jambidan, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta. Untuk pengujian FTIR dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA-UGM.

Perlakuan dalam penelitian ini disusun secara faktorial dalam Rancangan Blok lengkap (RBL) dengan dua faktor dan dua kali ulangan. Faktor pertama adalah waktu *bleaching* 30 menit, 1 jam, dan 2 jam. Faktor kedua adalah suhu *bleaching* yaitu 50°C, 60°C dan 70°C.

a. Faktor Waktu *bleaching*

- 1) 30 Menit
- 2) 1 Jam
- 3) 2 Jam

b. Faktor 2 Suhu *bleaching*

- 1) B1 50°C
- 2) B2 60°C
- 3) B3 70°C

Untuk membantu pelaksanaan percobaan maka dibuat tata letak dan urutan eksperimental (TLUdE) dengan total $3 \times 3 \times 2 = 18$ sebagai berikut.

Blok 1

A1B1 1	A1B2 2	A1B3 3
A2B1 ₄	A2B2 5	A2B3 6
A3B1 7	A3B2 ₈	A3B3 9

Blok 2

A1B1 ₁₀	A1B2 11	A1B3 12
A2B1 13	A2B2 14	A2B3 15v
A3B1 16	A1B2 17	A3B3 18

Keterangan:

A, B = taraf faktor

1, 2, 3...18 = urutan eksperimental

3. Pengenceran larutan H₂O₂

Dilakukan pengenceran H₂O₂ sesuai dengan konsentrasi yang digunakan, yaitu 1% adalah 100 mL H₂O₂ di larutkan dalam 1000 mL aquadest. Selanjutnya dilakukan pengenceran dengan aquades sampai volume 1000 mL menggunakan labu ukur.

4. Persiapan tandan kosong sawit (TKS)

Proses pertama yang dilakukan adalah melakukan *pre-treatment* serat, tandan kosong sawit (TKS) direndam dalam air selama satu minggu agar serat mudah untuk dipisahkan dan juga untuk membersihkan dari kotoran yang ada di

tandan kosong sawit. Serat yang dihasilkan dari perendaman selanjutnya dijemur sampai kering ditandai dengan menimbulkan bunyi yang menunjukkan menunjukkan TKS sudah kering ketika diremas. Sesudah itu serat tandan kosong sawit dipotong menggunakan gunting dengan ukuran kurang lebih 5 cm.

5. Proses *bleaching* (delignifikasi)

Mengacu pada TLUE untuk percobaan yang pertama kali dilakukan adalah A1B1. Pertama-tama disiapkan serat tandan kosong kelapa sawit. Kemudian disiapkan larutan H₂O₂ secukupnya di gelas beker. Selanjutnya dicampur serat TKS kedalam gelas beker berisi larutan H₂O₂. Setelah itu dilakukan *Bleaching* dengan *hotplate stirrer* selama 30 menit dengan suhu 50°C (B2). Setelah 30 menit, larutan yang digunakan untuk *Bleaching* dibuang dan serat TKS dicuci dengan aquades. Selanjutnya dilakukan penetralan pH pada serat TKS. Setelah pH serat TKS netral, dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 80°C selama 24 jam. Setelah percobaan pertama selesai, selanjutnya dilakukan percobaan lainnya sesuai dengan TLUE dan dilakukan dengan cara seperti diatas sampai seluruh percobaan selesai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang ini, proses bleaching serat selulosa pada tandan kosong sawit yang dilakukan adalah secara kimia yaitu dengan proses *bleaching*. Proses *bleaching* merupakan proses delignifikasi terhadap serat selulosa tandan kosong kelapa sawit dengan menggunakan larutan alkali. Pada penelitian, larutan alkali yang digunakan adalah H_2O_2 . Delignifikasi dilakukan dengan larutan H_2O_2 dengan berbagai konsentrasi, karena larutan ini dapat menyerang dan merusak struktur lignin, bagian kristalin dan amorf, memisahkan sebagian lignin dan hemiselulosa serta menyebabkan penggembungan struktur selulosa (Gunam, dkk., 2010). Hasil dari *bleaching* dalam penelitian ini selanjutnya dilakukan analisa kadar hemiselulosa, selulosa dan lignin dengan metode chesson, serta dilakukan analisa FTIR (*Fourier Transform Infrared*), perhitungan penurunan kadar lignin dan perhitungan penurunan kadar hemiselulosa.

A. Kadar Selulosa

Selulosa dimurnikan melalui proses pencucian/*bleaching* yang merupakan proses delignifikasi yang bertujuan untuk melarutkan komponen lain atau komponen *non-selulosa* dari TKS. Konsentrasi H_2O_2 yang digunakan adalah 1% dengan variasi waktu 30 menit, 1 jam dan 2 jam dan dengan suhu 50°C, 60°C, dan 70°C. Data

primer hasil dari analisa kadar selulosa dengan menggunakan metode Chesson dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data primer hasil analisis kadar selulosa (%)

Perlakuan	Blok		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
	B 1 (50°C)			
A1 (30 menit)	55,77	56,07	111,84	55,92
A2 (1 jam)	56,69	56,53	113,21	56,61
A3 (2 jam)	59,49	59,34	118,84	59,42
	B2 (60°C)			
A1(30 menit)	55,73	55,77	111,49	55,75
A2 (1 jam)	56,65	56,39	113,04	56,52
A3 (2 jam)	56,50	56,32	112,82	56,41
	B3 (70°C)			
A1 (30 menit)	55,80	55,44	111,238	55,62
A2 (1 jam)	58,75	58,14	116,882	58,44
A3 (2 jam)	56,15	56,12	112,27	56,14
Jumlah	511,53	510,12	1021,64	510,82
Rata-rata	56,83	56,68	113,51	56,75

Dari data primer tersebut diatas, selanjutnya dilakukan tabulasi untuk menganalisa nilai keragaman untuk mengetahui faktor dengan perlakuan yang mana yang berpengaruh terhadap nilai kadar selulosa tandan kosong sawit yang dihasilkan. Hasil dari analisa keragaman terhadap pengujian kadar selulosa serat tandan kosong sawit dapat dilihat pada Tabel 6 berikut

Tabel 6. Analisa keragaman kadar selulosa tandan kosong sawit

No	Sumber Keragaman	Db	Jk	Rk	Fh	Ft	
						5%	1%
1	Perlakuan						
	A	2	8,9769	4,4885	139,7833*	4,46	8,56
	B	2	3,5619	1,7809	55,4639*	4,46	8,56
2	AxB	4	14,50002	3,6250	112,8944*	3,84	7,01
3	Blok	1	0,1118	0,1118			
4	Eror	8	0,2569	0,0321			
Total		17	27,4077	10,0383			

Keterangan : * = berbeda nyata

tn = tidak berbeda nyata

Berdasarkan tabel diatas didapatkan bahwa penambahan konsentrasi H_2O_2 memberikan pengaruh nyata terhadap kadar selulosa pada serat tandan kosong sawit. Selanjutnya, dilakukan pengujian pada metode uji Jarak Berganda *Duncan (JBD)* untuk mengetahui sejauh mana pengaruh faktor perlakuan tersebut terhadap kadar selulosa yang dihasilkan. Uji Jarak Berganda *Duncan (JBD)* kadar selulosa tandan kosong sawit dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Suhu Bleaching	Waktu Bleaching			
	A1 (30 menit)	A2 (1 jam)	A3 (2 jam)	Rata
B1 (50°C)	55,92	55,75	55,62	55,76
B2 (60°C)	56,61	56,52	58,44	57,19
B3 (70°C)	59,42	56,41	56,14	57,32
Rerata	57,31	56,23	56,73	

Tabel 7. Analisa Uji Jarak Berganda *Duncan (JBD)* kadar selulosa serat tandan kosong sawit (%)

Keterangan : rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan adanya pengaruh nyata dengan uji *Duncan* jenjang 5%.

Dari tabel 7 terlihat B3 (70°C) kadar selulosa paling tinggi hal ini dikarenakan, proses penghilangan lignin dan hemiselulosa pada B3 (70°C) paling maksimal, sehingga didapatkan kadar selulosa yang paling tinggi, untuk lama waktu A1 (30 Menit) menghasilkan kadar selulosa paling tinggi karena pada waktu dan suhu ini menjadi waktu yang paling optimal untuk menghilangkan selulosa, terlihat semakin lama waktu *bleaching* kadar selulosa cenderung mengalami penurunan. Sehingga dari penelitian ini waktu *bleaching* yang paling baik adalah 30 menit, hal ini dikarenakan waktu *bleaching* yang semakin lama membuat selulosa terdegradasi dan rendemen selulosa berkurang. Kandungan selulosa harus dihilangkan karena agar serat menjadi serat yang murni dan tidak ada zat-zat pengganggu yang dapat merusak serat tersebut. Aplikasi selulosa di gunakan

sebagai zat pengikat, dan di gunakan sebagai campuran di bahan bangunan sebagai zat perekat/pengikat.

B. Kadar Hemiselulosa

Hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat. Berbeda dengan selulosa, hemiselulosa berbentuk amorf, mempunyai derajat polimerisasi lebih rendah dan mudah larut dalam alkali dan sukar larut dalam asam. Dengan faktor perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini nantinya dapat diketahui pengaruh dari faktor suhu dan waktu *bleaching* pada hasil kadar hemiselulosa tandan kosong sawit. Data primer hasil dari analisa kadar hemiselulosa dengan menggunakan metode Chesson dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data primer hasil analisis kadar hemiselulosa (%)

Perlakuan	Blok		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
	B1 (50°C)			
A1 (30 menit)	17,03	17,10	34,12	17,06
A2 (1 jam)	15,73	15,47	31,20	15,60
A3 (2 jam)	16,77	16,91	33,67	16,84
	B2 (60°C)			
A1 (30 menit)	19,14	19,19	38,32	19,16
A2 (1 jam)	18,64	18,40	37,04	18,52
A3 (2 jam)	17,84	17,59	35,43	17,71
	B3 (70°C)			
A1 (30 menit)	18,42	18,40	36,82	18,41
A2 (1 jam)	16,68	16,60	33,27	16,64
A3 (2 jam)	17,12	17,10	34,22	17,11
Jumlah	157,37	156,76	314,11	157,05
Rata-rata	17,48	17,41	34,90	17,45

Dari data primer tersebut diatas, selanjutnya dilakukan tabulasi untuk menganalisa nilai keragaman untuk mengetahui faktor dengan perlakuan yang mana yang berpengaruh terhadap nilai kadar hemiselulosa tandan kosong sawit yang dihasilkan. Hasil dari analisa keragaman terhadap pengujian kadar hemiselulosa serat tandan kosong sawit dapat dilihat pada Tabel 9 berikut

Tabel 9. Analisa keragaman kadar hemiselulosa tandan kosong sawit

No	Sumber Keragaman	Db	Jk	Rk	Fh	Ft	
						5%	1%
1	Perlakuan						
	A	2	5,4849	2,7424	237,2278*	4,46	8,65
	B	2	11,6314	5,8157	503,0703*	4,46	8,65
2	AxB	4	2,4741	0,6185	53,5036*	3,84	7,01
3	Blok	1	0,0208	0,0208			
4	Error	8	0,0925	0,0116			
	Total	17	19,7036	9,2090			

Keterangan : * = berbeda nyata

tn = tidak berbeda nyata

Berdasarkan tabel analisa keragaman kadar hemi selulosa tandan kosong sawit diatas didapatkan bahwa penambahan suhu *bleaching* memberikan pengaruh nyata terhadap kadar hemiselulosa tandan kosong sawit. Selanjutnya, dilakukan pengujian pada metode uji Jarak Berganda *Duncan* (*JBD*) untuk mengetahui sejauh mana pengaruh faktor perlakuan tersebut terhadap kadar hemiselulosa yang dihasilkan. Uji Jarak Berganda *Duncan* (*JBD*) kadar hemiselulosa tandan kosong sawit dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Analisa Uji Jarak Berganda *Duncan* (*JBD*) kadar hemiselulosa tandan

Suhu Bleaching	Waktu Bleaching			
	A1 (30 Menit)	A2 (1 Jam)	A3 (2 Jam)	Rata
B1 (50°C)	17,06	19,16	18,41	18,21
B2 (60°C)	15,60	18,52	16,64	16,92
B3 (70°C)	16,84	17,71	17,11	17,22
Rerata	16,50	18,47	17,39	

kosong sawit (%).

Keterangan : rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan adanya pengaruh nyata dengan uji *Duncan* jenjang 5%.

Dari tabel 10 terlihat B1 (50°C) kadar hemiselulosa paling tinggi hal ini dikarenakan, proses penghilangan hemiselulosa pada B1 (50°C) paling maksimal, sehingga didapatkan kadar selulosa yang paling tinggi, untuk lama waktu A2 (1 Jam) menghasilkan kadar hemiselulosa paling tinggi karena pada waktu dan suhu ini menjadi waktu yang paling optimal untuk menghilangkan hemiselulosa, terlihat semakin lama waktu *bleaching* kadar hemiselulosa cenderung mengalami penurunan. Sehingga dari penelitian ini waktu *bleaching* yang paling maksimal adalah 1 Jam, hal ini dikarenakan waktu *bleaching* yang semakin lama membuat hemiselulosa rusak. Proses zat H_2O_2 dalam menghilangkan hemiselulosa dan lignin yaitu meluruhkan zat-zat hemiselulosa dan lignin yang bersenyawa ketika di panaskan membuat hemiselulosa dan lignin menjadi hancur.

C. Kadar Lignin

Dengan faktor perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini nantinya dapat diketahui pengaruh dari faktor suhu dan waktu *bleaching* pada hasil kadar lignin tandan kosong sawit. Data primer hasil dari analisa kadar lignin dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Data primer hasil analisis kadar lignin (%)

Tabel 12. Analisa keragaman kadar lignin tandan kosong sawit

Perlakuan	Blok		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
	B 1 (50°C)			
A1 (30 menit)	14,24	14,50	28,74	14,37
A2 (1 jam)	17,32	17,57	34,89	17,45
A3 (2 jam)	18,35	18,17	36,52	18,26
	B2 (60°C)			
A1 (30 menit)	16,77	16,34	33,11	16,56
A2 (1 jam)	15,19	15,30	30,49	15,25
A3 (2 jam)	19,64	19,78	39,42	19,71
	B3 (70°C)			
A1 (30 menit)	16,93	16,72	33,65	16,83
A2 (1 jam)	17,05	17,16	34,21	17,11
A3 (2 jam)	18,42	18,49	36,91	18,46
Jumlah	153,91	154,03	307,94	154
Rata-rata	17,10	17,11	34,21	17,11

Dari data primer tersebut diatas, selanjutnya dilakukan tabulasi untuk menganalisa nilai keragaman untuk mengetahui faktor dengan perlakuan yang mana yang berpengaruh terhadap nilai kadar lignin tandan kosong sawit yang dihasilkan. Hasil dari analisa keragaman terhadap pengujian kadar lignin serat tandan kosong sawit dapat dilihat pada Tabel 12 berikut.

No	Sumber Keragaman	Db	jk	Rk	Fh	Ft	
						5%	1%
1	Perlakuan						
	A	2	27,4210	13,7105	500,1552*	4,46	8,65
	B	2	1,8135	0,9068	33,0788*	4,46	8,65
2	AxB	4	13,5231	3,3808	123,3293*	3,84	7,01
3	Blok	1	0,0008	0,0008			
4	Error	8	0,2193	0,0274			
Total		17	42,9777	18,0263			

Keterangan : * = berbeda nyata

tn = tidak berbeda nyata

Dari data analisa keragaman kadar lignin tandan kosong sawit yang dihasilkan dapat diketahui bahwa perlakuan dengan penambahan suhu yang berbeda dan variasi waktu *bleaching* berpengaruh terhadap kadar lignin dari tandan kosong sawit dalam penelitian ini. Nilai rerata parameter kadar lignin dari tandan kosong sawit dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Rerata nilai kadar lignin dari tandan kosong sawit (%)

Suhu Bleaching	Waktu Bleaching			Rerata
	A1 (30 menit)	A2 (1 jam)	A3 (2 jam)	
B1 (50°C)	14,37	16,56	16,83	15,92
B2 (60°C)	17,45	15,25	17,11	16,60
B3 (70°C)	18,26	19,71	18,46	18,81
Rerata	16,69	17,17	17,46	

Pada Tabel 13 dapat dilihat bahwa B3 (70°C) dengan waktu 1 jam menjadi penurunan lignin yang paling efektif sedangkan penurunan lignin yang paling sedikit terjadi pada B1 (50°C) dengan waktu 30 menit hal ini dikarenakan lignin

terdegradasi pada suhu 200°C sampai 500°C. Kadar lignin tandan kosong sawit, perlakuan dengan penambahan suhu dan variasi waktu *bleaching* dalam penelitian ini menunjukkan berbeda nyata terhadap kadar lignin yang dihasilkan. Pada faktor A dengan perlakuan waktu *bleaching* hasil rerata keseluruhan menunjukkan semakin tinggi suhu semakin meningkat hasil lignin yang larut dalam pencucian. Hal tersebut karena lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman. Faktor lain yang menyebabkan tersebut bisa dari tandan kosong sawit yang menjadi bahan baku, terdapat bagian-bagian yang berbeda dari suatu tandan kosong sawit yang memiliki kandungan lignin berbeda. Sehingga, hasil lignin yang didapatkan akan berbeda meskipun sumber tandan kosong sawit adalah pohon kelapa sawit yang sama (Buchari, 2006).

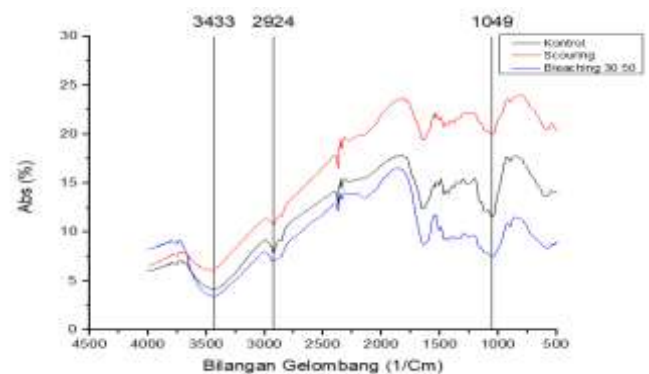
D. Analisa Gugus Fungsi Dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Dari hasil analisis statistik yang optimal *Bleaching* yang dilakukan dengan dengan suhu dan waktu *Bleaching* yang berbeda dalam proses degradasi lignoselulosa atau dari komponen non-selulosa memberikan pengaruh pada hasil selulosa tandan kosong sawit yang dihasilkan. Komponen utama dari biomassa lignoselulosa adalah lignin, selulosa, hemiselulosa, ekstraktif, dan abu. Terdapat beberapa metode pengukuran kandungan komponen biomassa lignoselulosa, salah satunya adalah metode yang dikemukakan oleh Chesson (Datta 1981) dengan sedikit modifikasi. Metode ini adalah analisis gravimetri setiap komponen setelah dihidrolisis atau dilarutkan. Tahapan langkanya adalah: pertama, mengilangkan kandungan ekstraktif (dalam metode ini disebut Hot Water Soluble (HWS), kemudian hidrolisis hemiselulosa dengan menggunakan asam kuat tanpa pemanasan, dilanjutkan dengan hidrolisis menggunakan asam encer pada suhu tinggi.

Bagian terakhir yang tidak larut adalah lignin. Kandungan lignin dikoreksi dengan kandungan abu. Sampel biomassa lignoselulosa dikeringkan (menggunakan pengering vakum atau kering angin) dan dihaluskan. Metode analisa secara ringkas ditunjukkan pada Gambar 1. Penurunan berat kering (oven dry weight, ODW) setiap langkah fraksinasi memberikan fraksi berat komponen lignoselulosa utama: larut dalam air panas (hot water soluble, HWS),

hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Berat kering ditentukan setelah pengeringan sampel pada suhu 105 ± 3 oC selama 24 jam sesuai dengan metode TAPPI T264 cm tes standar-97.

a. Analisis FTIR tanpa perlakuan dengan *scouring* 5% dan waktu *bleaching* 30 menit 50°C .



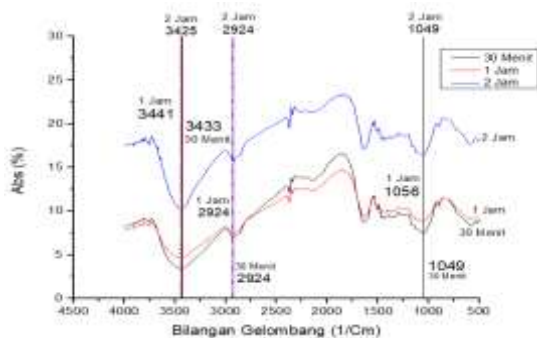
Gambar 9. Analisis FTIR tanpa perlakuan dengan *scouring* 5% dan *bleaching* 30 menit 50°C .

Serat tandan kosong kelapa sawit terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Berdasarkan hasil analisa FTIR didapatkan panjang gelombang untuk gugus fungsi spesifikasi selulosa TKS yaitu gugus O-H pada daerah $3433,29\text{ cm}^{-1}$, C-H pada $2924,09\text{ cm}^{-1}$ dan C-O pada $1049,28\text{ cm}^{-1}$. Hasil analisa FTIR dari penelitian ini menunjukkan hasil yang mirip dengan penelitian sebelumnya yaitu gugus O-H pada daerah 3348 cm^{-1} , 2901 cm^{-1} dan C-O pada 1065 cm^{-1} (Isroi, 2012).

Gugus-gugus fungsi spesifik yang ada pada komponen selulosa adalah gugus O-H asam

karboksilat pada daerah serapan 3000-3600 cm^{-1} (Khalil, 2011). C-H alkana pada daerah serapan 2850-2960 cm^{-1} (Xiao, 2014). Pada puncak wave number antara 3000 dan 3500 cm^{-1} mengindikasikan ikatan O-H mengalami peregangan akibat pengaruh alkalisasi. Alkalisasi mengurangi ikatan hidrogen karena gugus hidroksil bereaksi dengan natrium hidroksida yang menyebabkan meningkatnya konsentrasi -OH jika dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan. Pada spektra yang terbentuk, penyerapan yang terdapat di daerah 1327,03 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus C-O-C (aryl-alkyl eter), dimana ini mengindikasikan masih terdapatnya polimer lignin dikarenakan ikatan eter ini (Reddy, 2005).

b. Analisis FTIR dengan variasi waktu dan suhu sama



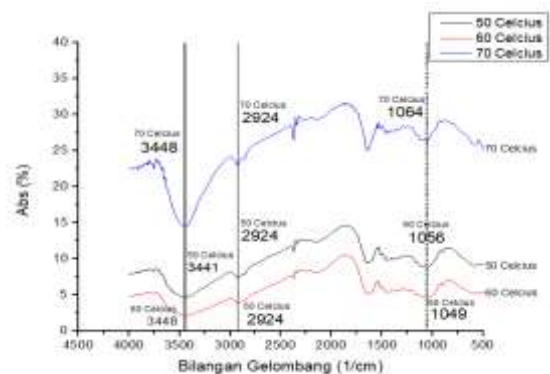
Gambar 10. Analisis FTIR dengan variasi waktu dan suhu yang sama.

Pergeseran gugus -OH pada tandan kosong sawit disebabkan oleh berkurangnya kadar lignin yang memiliki gugus -OH di dalam tandan kosong sawit. Hal itu menyebabkan gugus -OH bergeser dari bilangan gelombang 3433,29 cm^{-1} ke 3441,01 cm^{-1} . Adapun

pengaruh larutan H_2O_2 berfungsi untuk menghilangkan lignin, hemiselulosa dan zat pengotor lainnya.

Pada hemiselulosa terdapat gugus C=C pada daerah serapan 1500-1600 cm^{-1} . Pada gugus C=O ester pada daerah serapan 1600-1700 cm^{-1} . Kemudian pada lignin tersusun atas gugus C=C aromatik pada daerah serapan 1200-1300 cm^{-1} , C-O-C (eter) pada daerah serapan 1080-1300 cm^{-1} (Reddy, 2005). Kehadiran akan kelompok gugus acetyl dan ester pada hemiselulosa atau kelompok asam karboksil pada kelompok lignin, akan ditunjukkan pada spektra yang terdapat di sekitar 1700 cm^{-1} (Alemdar, 2008).

c. Analisis FTIR variasi suhu dan waktu 1 jam

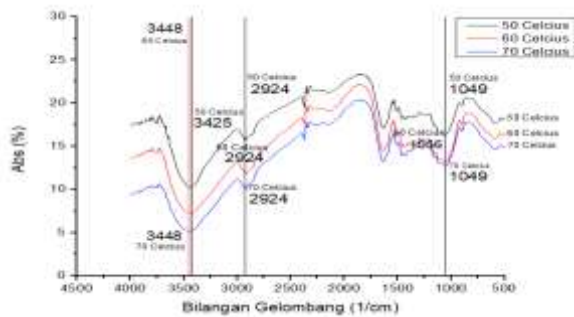


Gambar 11. Analisis FTIR dengan variasi suhu dan waktu 1 jam.

Berdasarkan analisis FTIR diatas selulosa di tunjukkan dengan ikatan-OH bergeser dari bilangan gelombang 3441,01 cm^{-1} ke 3448,72 cm^{-1} C-H pada 2924,09 cm^{-1} dan C-O pada 1049,28 cm^{-1} ke 1064,71 cm^{-1} hal ini di sebabkan penambahan zat H_2O_2 menyebabkan berkurangnya zat lignin dan hemiselulosa dan

zat pengotor lainnya. Dengan adanya penambahan suhu pemanasan memberikan pengaruh pada penghilangan zat lignin dan hemiselulosa.

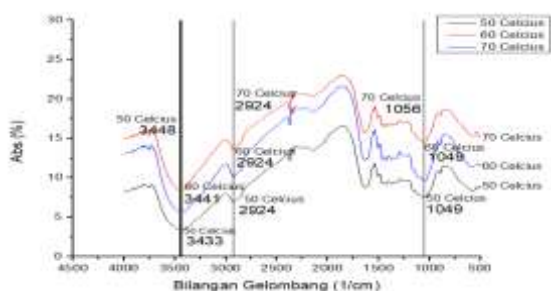
d. Analisis FTIR variasi suhu dan waktu 2 jam



Gambar 12. Analisis FTIR dengan variasi suhu dan waktu 2 jam.

Berdasarkan analisis FTIR diatas selulosa di tunjukkan dengan ikatan-OH bergeser dari bilangan gelombang $3425,58 \text{ cm}^{-1}$ ke $3448,72 \text{ cm}^{-1}$ C-H pada $2924,09 \text{ cm}^{-1}$ dan C-O pada $1049,28 \text{ cm}^{-1}$ ke $1056,99 \text{ cm}^{-1}$ hal ini di sebabkan penambahan zat H_2O_2 menyebabkan berkurangnya zat lignin dan hemiselulosa dan zat pengotor lainnya. Dengan adanya penambahan suhu pemanasan memberikan pengaruh pada penghilangan zat lignin dan hemiselulosa.

e. Analisis FTIR variasi suhu dan waktu 30 menit



Gambar 13. Analisis FTIR dengan variasi suhu dan waktu 30 menit.

Berdasarkan analisis FTIR diatas selulosa di tunjukkan dengan ikatan-OH bergeser dari bilangan gelombang $3433,29 \text{ cm}^{-1}$ ke $3448,72 \text{ cm}^{-1}$ C-H pada $2924,09 \text{ cm}^{-1}$ dan C-O pada $1049,28 \text{ cm}^{-1}$ ke $1056,99 \text{ cm}^{-1}$ hal ini di sebabkan penambahan zat H_2O_2 menyebabkan berkurangnya zat lignin dan hemiselulosa dan zat pengotor lainnya. Dengan adanya penambahan suhu pemanasan memberikan pengaruh pada penghilangan zat lignin dan hemiselulosa. Hal ini menandakan bahwa setelah dilakukan perlakuan pendapatan selulosa pada kandungan hemiselulosa dan lignin telah turun karena telah terlarutkan oleh pelarut yang digunakan (Alemдар, 2008). Hasil uji FTIR menunjukkan serat tandan kosong sawit dialkalisasi kurang optimal dengan masih menyisakan sebagian kadar lignin yang ditunjukkan dengan masih terdapatnya peak pada rentang $1200 - 1300 \text{ cm}^{-1}$.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Waktu yang optimal selulosa untuk terdegradasi adalah waktu 30 menit dengan suhu 70°C dan konsentrasi H_2O_2 1 g/ml.

2. Suhu Pemanasan dengan H₂O₂ dalam proses *bleaching*/pencucian TKS berpengaruh terhadap hasil kadar selulosa dan berpengaruh pada hasil kadar hemiselulosa dan lignin.
3. Berdasarkan kadar selulosa tertinggi dan persentase penurunan hemiselulosa dan lignin terbesar maka perlakuan terbaik adalah pada Suhu 70°C dengan kadar selulosa 59,72%. Dan pada waktu *bleaching* 30 menit dengan kadar selulosa 59,72%.

DAFTAR PUSTAKA

- A. H. P. S. Khalil, M. M. Marlina, and T, Alshammari. 2011. *Material properties of epoxy-reinforced biocomposites with lignin from empty fruit binc as curing agent*, *Bioresour*, Vol. 6, pp. 5206-5223.
- Aprilia, Sri Bandiyah. 2012. *Spektrofotometer IR*. http://bandiyahsriaprilliafst09.web.unair.ac.id/artikel_detail-48339-Umum-SPEKTROFOTOMETER%20IR.html . Diakses pada tanggal 18 Maret 2021.
- Alemdar, A., Sain, M. 2008. *Isolation and Characterization of Nanofibers from Aricultural Residue*. *Bioresour*, 99, 1664-1671.
- Blanchette R.A. 1995. *Degradation of lignocellulose complex in wood*. *Can. J. Bot.* 73 (Suppl. 1):S999-S1010.
- Lynd L.R., P.J. Weimer, W.H. van Zyl WH and I.S. Pretorius. 2002. *Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology*. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 66(3):506-577.
- Darnoko, 1995. *Pengolahan Kelapa Sawit dan Turunannya*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Eka, Bakti. 2000. *Ekstraks iNano selulosa dengan Metode Hidrolisis Asam sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara*. *Jurnal teknik ITS* Vol.6, No.2, 243-246.
- Fessenden, R.J. and Fessenden, J.S., 1982. *Kimia Organik*, diterjemahkan oleh Pudjaatmakan, A. H., Edisi Ketiga, Jilid 1, 237-239, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Filho, 2002.
- Gunam, I.B., K. Buda, I.M.Y.S. Guna. 2010. *Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NAOH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi terhadap Produksi Enzim Selulase dari (Aspergillus niger)NRRL A-II*, 264. *Jurnal Biologi*, XIV: 55-61.
- Hadi, Mustofa. 2004. *Teknik Berkebun Kelapa Sawit*. Yogyakarta: Adicita Karya Nusa
- Herawan, Rivani. 2010. *Teknik Berkebun Kelapa Sawit*. Yogyakarta: Adicita Karya Nusa.
- Isroi. 2012. *Komponen-Komponen Dalam Kelapa Sawit*. Yogyakarta: Adicita Karya Nusa

- Judo Admidjojo. 1989. *Kajian Struktur Arang Dari Lignin*. Jurnal teknik ITS Vol.6, No.2, 243-246.
- Lynd L.R., P.J. Weimer, W.H. van Zyl WH and I.S. Pretorius. 2002. *Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology*. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 66(3):506-577. Sjöberg, 2003.
- N, Reddy and Y. Yang. 2005. *Structure and properties of high quality natural Cellulose fiber from cornstalks*. Polymer (Guildf). Vol. 46, no. 15, pp. 5494-5500.
- Perez, J., J.M. Dorado, T. Rubia, J. Martinez. 2002. *Biodegradation and Biological treatments of Cellulose, Hemicellulose and Lignin: An Overview*. Int. Microbiol. 5, 53- 63.
- Ristianingsih. 2014. *Potensi selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Ramah Lingkungan*. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol.19, No.1
- Sunarno, 2011. *Catalytic Slurry Cracking Cangkang Sawit Menjadi Crude Bio Fuel dengan Katalis Ni/ZSM-5 dan NiMo/ZSM-5*. Universitas Riau: Riau.
- Taherzadeh, M.J. and Karimi, K. 2007. *Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Materials : A Review*. Bioresources 2(3), pp. 472-499.
- X, Xiao, J. Bian, M. F. Li, H. Xu, B. Xiao, and R. C, Sun. 2014. *Enhanced enzymatic hydrolysis of bamboo (Dedra colamus gigantum munro) culm by hydrothermal pretreatment*, Bioresour. Technol. Vol. 159, pp. 41-47.