Jurnal Fisika Unand (JFU)
Vol. 14, No. 4, Juli 2025, hal. 421 – 427
ISSN: 2302-8491 (Print); 2686-2433 (Online)
https://doi.org/10.25077/jfu.14.4.421-427.2025

Open Access

Sintesis Surfaktan Natrium Lignosulfonat ($C_{20}H_{24}Na_2O_{10}S_2$) Berbahan Dasar Serbuk Kayu Mahoni Menggunakan Proses Sulfonasi

Nabilah Maulida, Aisah, Dyah Suci Perwitasari*, Nana Dyah Siswati, Sani
Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur,
Jalan Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur, 60249, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:
Diajukan: 13 April 2025
Direvisi: 20 Juni 2025
Diterima: 25 Juli 2025

Kata kunci:
Biomassa
Kayu Mahoni
Natrium Lignosulfonat
Sulfonasi
Surfaktan

ABSTRAK

Produksi *furniture* berbahan dasar kayu mahoni menghasilkan limbah serbuk gergaji yang mengandung komposisi biomassa seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan lignin pada serbuk kayu mahoni dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku sintesis surfaktan natrium lignosulfonat. Delignifikasi lignin dilakukan secara alkali dan dilanjutkan dengan isolasi lignin secara presipitasi asam. Isolat lignin murni selanjutnya digunakan sebagai bahan baku sintesis surfaktan natrium lignosulfonat melalui proses sulfonasi. Proses sulfonasi dilakukan dengan mencampurkan isolat lignin dan larutan natrium bisulfit menggunakan variasi $NaHSO_3$ berlebih serta waktu sulfonasi. Kedua variabel dijalankan dengan penambahan katalis larutan natrium hidroksida sebesar 16,5% dan kondisi pH dijaga tetap pada pH 4. Larutan surfaktan natrium lignosulfonat yang terbentuk kemudian dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR dan spektrofotometer UV-Vis. Kondisi terbaik diperoleh pada waktu sulfonasi 150 menit dan $NaHSO_3$ berlebih 75% yakni dengan konsentrasi surfaktan natrium lignosulfonate sebesar 4100,784 mg/L.

Keywords:
Biomass
Mahogany Wood
Sodium Lignosulfonate
Sulfonation
Surfactant

Penulis Korespondensi:
Dyah Suci Perwitasari
Email: saridyah05@gmail.com

Furniture production made from mahogany wood produces sawdust that contains biomass such as cellulose, hemicellulose, and lignin. The lignin content in mahogany wood can be used as raw material for making sodium lignosulfonate surfactants. Delignification of lignin is carried out alkaline and continued with lignin isolation by acid precipitation. Pure lignin isolate is further used as a raw material for making sodium lignosulfonate surfactants using the sulfonation process. The sulfonation process is carried out by mixing lignin isolate and sodium bisulfite solution using excess NaHSO3 variation and sulfonation time. Both variables are run by adding sodium hydroxide as a catalyst and the pH condition was maintained at pH 4. The sodium lignosulfonate surfactant solution formed was then characterized using FT-IR spectrophotometer and UV-Vis spectrophotometer. The best condition was obtained at a sulfonation time of 150 minutes and $NaHSO_3$ exceeded 75%, namely with a surfactant concentration of 4100,784 mg/L.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kayu mahoni termasuk jenis kayu yang populer digunakan dalam industri meubel karena sifatnya yang kuat dan mudah dibentuk. Pengolahan kayu mahoni pada industri tersebut menghasilkan limbah berupa serbuk gergaji yang seringkali dibuang atau dibakar begitu saja tanpa adanya pemanfaatan lebih lanjut. Limbah kayu mahoni ini tergolong sebagai limbah organik dengan kandungan lignoselulosa yang tersusun atas beragam komponen. Kayu mahoni tersusun atas biomassa yang membentuk lignoselulosa dengan komposisi massa selulosa 47,26%, hemiselulosa 23,37%, dan lignin 25,82% (Ardiyanto et al, 2020). Kandungan lignin yang cukup tinggi dalam limbah serbuk kayu mahoni ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku sintesis surfaktan Natrium Lignosulfonat melalui proses sulfonasi (Shobib, 2023).

Lignin merupakan salah satu jenis polimer organik dengan monomer yang memiliki ikatan silang atau *crosslinked* sehingga sangat heterogen. Monomer ini dinamakan sebagai mono-lignol dan terdiri atas tiga jenis utama yaitu parakumaril, koniferil, dan sinapil. Masing-masing monomer lignin tersebut ditemukan pada kondisi tumbuhan tertentu. Parakumaril dan sinapil banyak terkandung dalam tumbuhan kayu yang lebih lunak dan pada jenis rumput sedangkan koniferil banyak terkandung dalam kayu keras (Fadhil, 2021). Optimalisasi lignin dapat dilakukan dengan cara meningkatkan sifat hidrofilitasnya menggunakan penambahan gugus sulfonat yang lebih polar sehingga didapatkan lignosulfonat yang larut dalam air (Hartari, 2023). Proses ini mengubah sebagian sifat hidrofobik dari lignin menjadi hidrofilik sehingga terdapat gugus hidrofilik berupa gugus sulfonat dan gugus hidrofobik berupa rantai karbon dalam lignin yang menyebabkan senyawa lignosulfonat dapat digolongkan sebagai surfaktan.

Sintesis surfaktan ini membutuhkan proses sulfonasi lignin dengan agen pensulfonasi berupa natrium bisulfit ($NaHSO_3$) dimana terjadi substitusi atom hidrogen pada lignin dengan gugus sulfonat sehingga terbentuk surfaktan natrium lignosulfonat. Surfaktan Natrium Lignosulfonat ini tergolong dalam jenis surfaktan anionik (Fiyani, 2021). Surfaktan jenis ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan pendispersi pada industri tekstil. Selain itu, surfaktan natrium lignosulfonat berperan penting sebagai *water reducer* pada pembuatan beton sehingga mampu mengurangi penggunaan air sebesar 25% (Hajir, 2023).

II. METODE

Pada penelitian ini alat yang digunakan untuk preparasi bahan baku berupa erlenmeyer yang dipanaskan di atas *waterbath* sedangkan untuk proses sulfonasi alat yang digunakan berupa *beaker glass* yang dilengkapi dengan *thermocouple,* dirangkai di atas *magnetic stirrer* dengan bantuan statif dan klem. Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi serbuk kayu mahoni sebagai sumber lignin, natrium hidroksida untuk proses delignifikasi awal, asam sulfat untuk proses isolasi lignin murni, dan natrium bisulfit ($NaHSO_3$) sebagai agen pensulfonasi pada proses sulfonasi lignin. Penelitian ini menggunakan metode yang meliputi:

2.1 Preparasi Bahan Baku

Preparasi lignin dilakukan dengan proses delignifikasi yakni 20 gram serbuk kayu mahoni dicampurkan dengan larutan natrium hidroksida 16,5% dan dipanaskan di atas *waterbath* pada suhu 95°C selama 2 jam. Ekstrak yang diperoleh lalu difiltrasi menggunakan kertas saring dan filtrat yang terbentuk kemudian dilakukan proses isolasi lignin menggunakan larutan asam sulfat 21% hingga pH larutan 2 dan didiamkan hingga 24 jam. Campuran tersebut disaring kembali dan filtrat berupa 2 gram isolat lignin murni dikeringkan dalam oven.

2.2 Proses Sulfonasi

Sintesis surfaktan natrium lignosulfonat dilakukan dengan proses sulfonasi lignin dimana isolat lignin kayu mahoni dituangkan ke dalam *beaker glass* dengan %*excess* volume $NaHSO_3$ sebesar 15%; 30%; 45%; 60%; 75% dengan waktu sulfonasi sebesar 30 menit; 60 menit; 90 menit; 120 menit; 150 menit serta ditambahkan larutan natrium hidroksida 16,5% hingga pH 4 sebagai katalisator. Proses sulfonasi dilakukan menggunakan pengadukan dengan kecepatan 100 rpm dan temperature 100°C. Larutan yang terbentuk kemudian didiamkan selama 24 jam untuk proses pemurnian dari *impurities* lalu

dilakukan penyaringan kembali dengan kertas saring. Filtrat yang didapatkan berupa surfaktan natrium lignosulfonat.

2.3 Analisa Hasil

Padatan lignin murni hasil proses isolasi sebagai bahan baku sintesis surfaktan natrium lignosulfonat dilakukan karakterisasi menggunakan analisa FT-IR untuk mendapatkan gugus fungsi dalam lignin. Surfaktan natrium lignosulfonat yang dihasilkan dari penelitian ini akan dilakukan analisa menggunakan analisa *Fourier Transform Infra-Red* (FT-IR) untuk mengetahui kandungan gugus fungsi dalam surfatkan dan analisa Spektrofotometer *UV-Visible* (UV-Vis) untuk mengetahui konsentrasi yang terkandung dalam surfaktan.

III. HASIL DAN DISKUSI

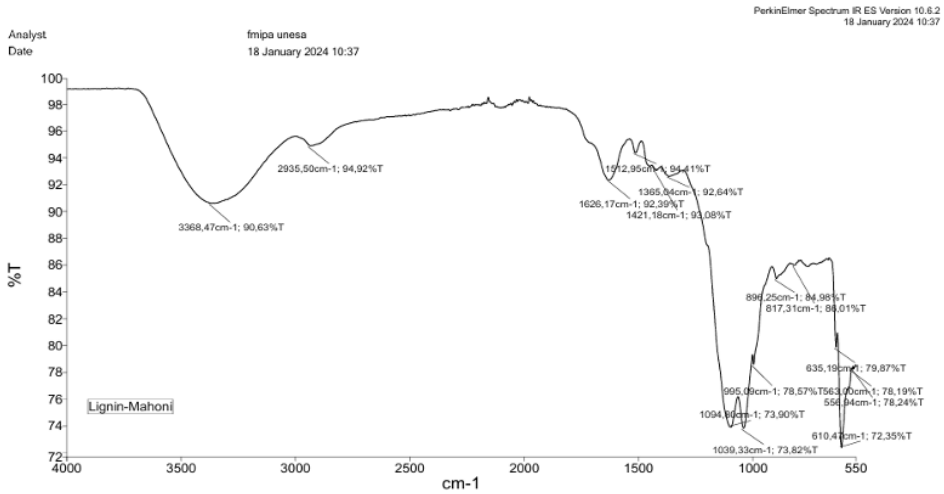
Isolat lignin yang terbentuk digunakan sebagai bahan baku sintesis surfaktan natrium lignosulfonat yang dapat dilihat pada gambar 1.



(a) **(b)**

Gambar 1. (a) Sampel Serbuk Kayu Mahoni (b) Sampel Lignin Kayu Mahoni

3.1 Analisa Gugus Fungsi

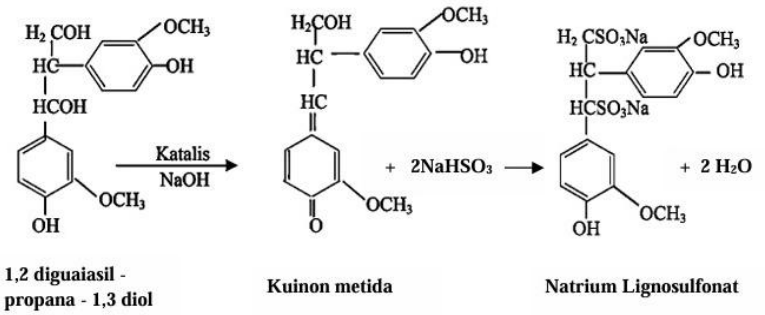


Gambar 2. Grafik Hasil Uji FTIR Lignin Serbuk Kayu Mahoni

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Lignin Serbuk Kayu Mahoni yang diperoleh kemudian diuji menggunakan FTIR. Hasil uji FTIR terhadap Lignin dari serbuk kayu mahoni menunjukkan adanya komponen-komponen yang terkandung dalam Lignin. Komponen-komponen tersebut terdiri dari enam komponen utama pembentuk lignin dan bilangan gelombangnya dicatat pada hasil FTIR tersebut. Pada Tabel 1, bilangan gelombang pada komponen lignin serbuk kayu mahoni mempunyai kesamaan dengan bilangan gelombang komponen pembentuk lignin standar yaitu menggunakan standar dari Aldrich dan Patricia (Fengel, 1989). Menurut (Setiati, 2018) hal tersebut menunjukkan bahwa proses delignifikasi pada serbuk kayu mahoni telah sesuai.

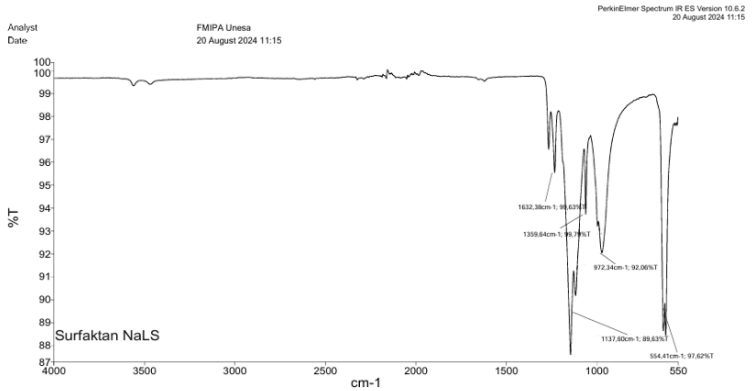
Tabel 1. Hasil FTIR Lignin Serbuk Kayu Mahoni

No	Bilangan Gelombang Lignin Kayu Mahoni	Standar Komersial (Aldrich)	Gugus Fungsi
1.	3368,47	3450-3400	Gugus O – H
2.	2935, 50	2940-2820	Gugus O – H pada CH3 dan CH2
3.	1512,95	1515-1505	Regang C – C (Cincin Aromatik)
4.	1421,18	1430-1425	Regang C – C (Cincin Aromatik)
5.	1365,04	1370-1365	Deformasi C – H (Symetric)
6.	1039,33	1085-1030	C-H, Deformasi C-O



Gambar 3. Reaksi Sulfonasi terhadap 1,2-diguaiasil propane-1,3-diol

Proses pembentukan surfaktan Natrium Lignosulfonat diawali dengan proses depolimerisasi monomer lignin karena penambahan katalis natrium hidroksida pada senyawa 1,2-diguaiasil propana – 1,3 diol. Senyawa tersebut merupakan unit penyusun monomer lignin yakni koniferil alkohol yang menyebabkan pemecahan gugus α-hidroksil dan terjadi pelepasan satu molekul air serta pembentukan ikatan rangkap pada atom c-α. Reaksi depolimerisasi tersebut menghasilkan struktur senyawa baru berupa kuinon metida. Reaksi sulfonasi terjadi dengan pembentukan gugus sulfonat pada kuinon metida akibat penambahan natrium bisulfat. Reaksi sulfonasi ini juga melepas satu molekul air dengan pembentukan gugus sulfonat pada atom C-α melalui reaksi adisi elektrofilik serta pada atom C-ɣ melalui reaksi substitusi gugus -OH yang menghasilkan senyawa berupa Natrium Lignosulfonat (Muharom, 2018).



Gambar 4. Grafik Hasil Uji FTIR Surfaktan Natrium Lignosulfonat

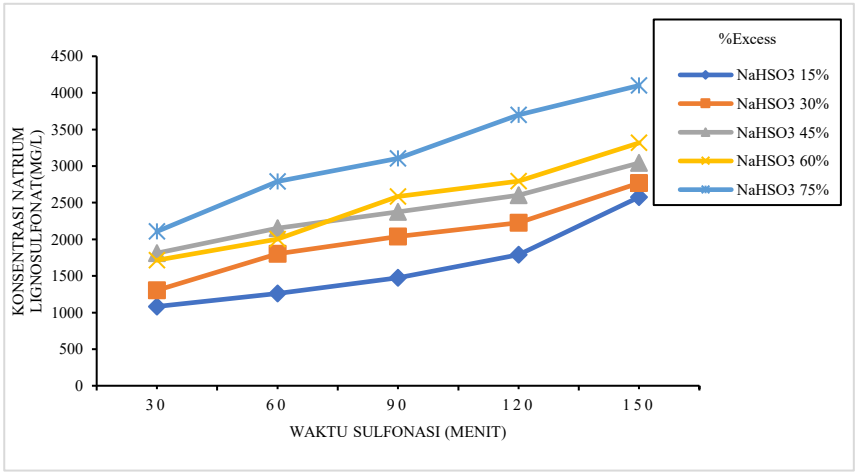
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Surfaktan Natrium Lignoselulosa yang diperoleh dilakukan uji menggunakan FTIR. Hasil uji FTIR Surfaktan Natrium Lignoselulosa dari serbuk kayu mahoni menunjukkan adanya komponen-komponen yang terkandung dalam surfaktan Natrium Lignoselulosa. Komponen-komponen tersebut terdiri dari empat komponen utama pembentuk surfaktan lignosulfonat yang bilangan gelombangnya dicatat pada hasil uji FTIR. Pada Tabel 2, bilangan gelombang komponen surfaktan Natrium Lignoselulosa serbuk kayu mahoni sama dengan bilangan gelombang komponen pembentuk standar surfaktan lignosulfonat menggunakan standar dari Aldrich dan Patricia (Fengel, 1989). Menurut (Manurung, 2023), hal tersebut menunjukkan bahwa proses delignifikasi dan sulfonasi pada serbuk kayu mahoni telah sesuai.

Surfaktan Natrium Lignosulfonat yang telah diperoleh dari proses sulfonasi dilakukan karaktersasi menggunakan analisa FTIR. Hasil yang telah diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil FTIR Surfaktan Natrium Lignosulfonat Serbuk Kayu Mahoni

No	Gugus fungsi dalam struktur Lignosulfonat	Bilangan Gelombang (cm-1)		
		Surfaktan NaLS serbuk kayu mahoni	Surfaktan NaLS Standar (Aldrich)	Surfaktan NaLS Standar (Patricia)
1.	Ulur Alkena -C=C-	1632,38	1608,34	1630-1680
2.	Ulur Sulfonat S=O	1359,64	1387,94	1350
3.	Tekuk Karboksilat C=O	1137,34	1187,94	1000-1300
4.	Tekuk Ester S-OR	554,60	499,831	500-540

3.2 Analisa Konsentrasi Surfaktan Natrium Lignosulfonat

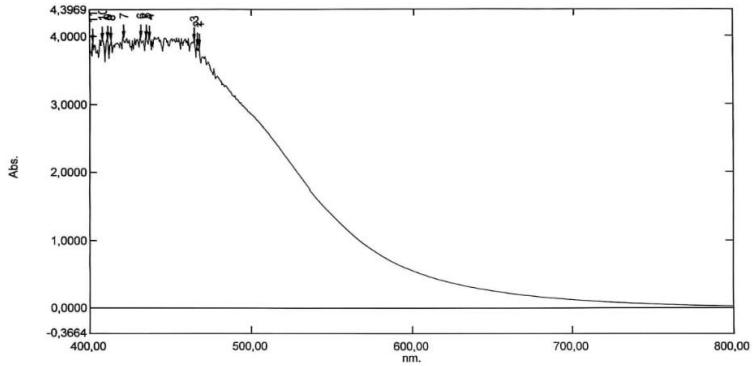


Gambar 5. Hubungan Antara Waktu Sulfonasi (menit) dengan Konsentrasi Natrium Lignosulfonat (mg/L)

Berdasarkan gambar 5 diketahui bahwa waktu sulfonasi yang semakin lama menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi surfaktan natrium lignosulfonat yang dihasilkan. Pada grafik tersebut didapatkan waktu sulfonasi terbaik yakni pada waktu 150 menit dengan penambahan %excess $NaHSO_3$ 75% yang menghasilkan konsentrasi natrium lignosulfonat sebesar 4100,784 mg/L. Waktu sulfonasi yang lebih lama dapat meningkatkan terjadinya reaksi sulfonasi dimana reaktivitas lignin meningkat sehingga lebih banyak lignin yang bereaksi dengan ion bisulfit. Hal ini menyebabkan konsentrasi natrium lignosulfonat yang dihasilkan semakin besar. Peningkatan waktu sulfonasi mengakibatkan kelarutan lignin meningkat sehingga reaksi berjalan cepat dan menghasilkan reaksi sulfonasi sempurna (Sukmawati, 2021).

Penggunaan waktu sulfonasi hingga 150 menit pada penelitian ini mampu menambah terjadinya reaksi sulfonasi dengan cepat sehingga pembentukan gugus sulfonat terus meningkat dan konsentrasi natrium lignosulfonat semakin besar. Namun, waktu sulfonasi ini belum cukup lama untuk memicu degradasi natrium lignosulfonat sehingga grafik yang dihasilkan belum mengalami penurunan. Menurut (Qadariyah, 2023) waktu reaksi yang lebih lama dapat mendegradasi produk akibat pemanasan lanjutan sehingga ikatan-ikatan kimia penyusun produk kembali terpecah dan menyebabkan penurunan konsentrasi produk. meningkatkan derajat sulfonasi dimana terdapat peningkatan jumlah atom hidrogen (H) yang tersubstitusi dengan gugus sulfonat (HSO_3) (Manurung, 2023).

Surfaktan natrium lignosulfonat juga dikarakterisasi menggunakan analisa spektrofotometri UV-Visible pada panjang gelombang 542 nm sebagai panjang gelombang maksimum yang menunjukkan serapan radiasi paling kuat. Hasil konsentrasi surfaktan natrium lignosulfonat disajikan melalui tabel di bawah ini.



Gambar 6. Grafik Panjang Gelombang Uji Spektrofotometri UV-Vis Surfaktan Natrium Lignosulfonat

Tabel 3. Hasil Analisa Spektrofotometri UV-Vis Surfaktan Natrium Lignosulfonat

%Excess $NaHSO_3$ (%)	Waktu sulfonasi (menit)	Konsentrasi Natrium Lignosulfonat (mg/L)
15	30	1082,292
	60	1260,204
	90	1473,30
	120	1789,02
	150	2576,616
30	30	1303,476
	60	1802,796
	90	2037,012
	120	2225,844
	150	2768,604
45	30	1811,616
	60	2149,92
	90	2375,796
	120	2600,184
	150	3042,6
60	30	1714,632
	60	2003,712
	90	2582,976
	120	2795,82
	150	3317,076
75	30	2106,696
	60	2789,724
	90	3102,888
	120	3699,708
	150	4100,784

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa konsentrasi natrium lignosulfonat tertinggi diperoleh pada penambahan %excess $NaHSO_3$ 75% yakni sebesar 4100,784 mg/L dengan waktu sulfonasi 150 menit. Penambahan $NaHSO_3$ yang semakin besar dapat memaksimalkan reaksi sulfonasi dimana terjadi peningkatan frekuensi reaksi antara atom hidrogen (H) dalam Lignin dengan ion bisulfit. Hal ini menyebabkan pembentukan gugus sulfonat yang semakin besar sehingga konsentrasi natrium lignosulfonat yang dihasilkan semakin meningkat. Konsentrasi natrium bisulfit ($NaHSO_3$).

IV. KESIMPULAN

Konsentrasi surfaktan terbesar didapatkan pada %Excess $NaHSO_3$ 75% dengan waktu pemasakan 150 menit dan konsentrasi surfaktan natrium lignosulfonat sebesar 4100,784 mg/L. Waktu pemasakan terbaik dari proses sulfonasi diperoleh pada waktu 150 menit. Hubungan kadar $NaHSO_3$ terhadap Surfaktan Natrium Lignosulfonat yaitu berbanding lurus.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiyanto, N.R.N., Arisky, T.N., Fadilla, B.M. (2020). Biochar dari Serbuk Gergaji Kayu Mahoni Termodifikasi Magnetite (Fe3O4) untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Kromium dalam Limbah Batik. Indonesian Journal of Chemical Research. 5(1): 24-32. https://doi.org/10.20885/ijcr.vol5.iss1.art4.

Fadhil, Z., Zageer, D.S., Faris, A.H., Al-Mashhadani, M.H. (2021). An overview: Importance of lignin and different analytical approaches to de-lignify it from plants. GSC Advanced Research and Reviews. 08(03): 119-129. https://doi.org/10.30574/gscarr. 2021.8.3.0182.

Fengel, D., & G. Wegener. (1989). Wood Chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter.

Fiyani, A., Saridewi, N., Suryaningsih, S. (2020). Analisis Konsep Kimia Terkait dengan Pembuatan Surfaktan dari Ampas Tebu. Jurnal Riset Pendidikan Kimia, 10(2): 94-101. https://doi.org/ 10.21009/JRPK.102.05.

Hajir, S. (2023). Analisa Pengaruh Penambahan Natrium Lignosulfonat/ black liquor Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal J-ChemEng, 01: 1-3.

Hartari, W.R., Undadraja, B., Delvitasari, F., Maryanti., Ersan., Sarono. (2023). Pemanfaatan Limbah Delignifikasi Bioethanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Surfaktan Natrium Lignosulfonat. G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan, 7(3): 1180-1186. https://doi.org/10.33379/gtech.v7i3.2786.

Manurung, R., Lubis, S.K., Mufadhal. (2023). Production of Biosurfactant sodium lignosulfonate (NaLS) using Elephant Grass Based Lignin (Pennisetum purpureum) and NaHSO3. Journal Natural Resources and Technology, 12 (1): 1-7. http://dx.doi.org/10.1088/ 1755-1315/1352/1/012037.

Muharom, S., Sudarmin., Wijiyati, N. (2018). Sintesis Natrium Lignosulfonat Berbasis Lignin Pelepah Salak Pondoh (Salacca zalacca (Gaertner) Voss). Indonesian Journal of Chemical Science. 7(3): 26-37. https://journal.unnes.ac.id/sju/ijcs/article/view/25883/11714.

Qadariyah, L., Ramadhan, D., Gusti, A. (2023). Production of Sodium Lignosulfonate (SLS) Surfactant from Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB) Using Microwave. International Conference on Sustainable Chemistry. 481(12): 1-12. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448106006.

Setiati, R., Siregar, S., Marhaendrajana, T., Wahyuningrum, D. (2018). Hasil Studi Laboratorium Penentuan Karakteristik Alamiah Surfaktan Natrium Lignosulfonat dari Ampas Tebu Sebagai Fluida Injeksi di Reservoir Minyak. Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, 3(1): 47-52. https://doi.org/10.25105/pdk.v3i1.2483.

Shobib, A., Kasmiyatun, M., Silaban, E.K. (2023). Pengaruh Konsentrasi NaHSO3 dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Surfaktan Sodium Lignosulfonat (NaLS) dari Jerami Padi, Inovasi Teknik Kimia. 8(2): 122-126.

Sukmawati., Lestari, P.P. (2021). Optimasi Konsentrasi NaHSO3 dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Surfaktan Sodium Lignosulfonat (NaLS) dari Jerami Padi. CEDS: Journal of Chemistry, Education and Science. 5(1): 14-21. https://doi.org/10.30743 /cheds.v5i1.3887.