

KAJIAN KARAKTERISTIK DAN PENGARUH NISBAH PEREAKSI, pH AWAL REAKSI DAN SUHU REAKSI TERHADAP BERAT RENDEMEN NATRIUM LIGNOSULFONAT

Michael Lim, Eric Wirtanto, Zuhrina Masyithah
Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,
Jalan Almamater, Medan 20155, Indonesia
Email : Michael_lim@hotmail.com

Abstrak

Indonesia sebagai salah satu produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia tentu mengalami masalah dalam penanganan limbah kelapa sawit seperti Cangkang Kelapa Sawit. Cangkang kelapa sawit merupakan limbah industri yang memiliki nilai ekonomis yang rendah, namun memiliki kandungan lignin sebesar 29,4 % yang sangat berpotensi sebagai bahan baku surfaktan Natrium LignoSulfonat. Natrium LignoSulfonat (NaLS) adalah surfaktan hasil sulfonasi lignin isolat dengan menggunakan NaHSO_3 sebagai agen pensulfonasi. Penelitian diawali dengan mengisolasi lignin dari cangkang kelapa sawit kemudian dilanjutkan dengan reaksi sulfonasi dengan perbandingan nisbah cangkang kelapa sawit – NaHSO_3 (b/b) 1:0,2, 1:0,3, dan 1:0,5 dan pH 6, 7, 8 pada suhu 85 °C dan 95 °C. Pengidentifikasi dari pengaruh nisbah lignin cangkang kelapa sawit – NaHSO_3 , pH dan suhu dalam reaksi sulfonasi menunjukkan adanya perubahan terhadap berat rendemen yang dihasilkan. Namun pada kondisi seperti perbandingan nisbah pereaksi 1:0,5 dan pH 8, tidak ada perubahan signifikan yang terjadi. Berat rendemen NaLS terbaik yang dihasilkan adalah 51,2 % pada kondisi nisbah pereaksi cangkang kelapa sawit – NaHSO_3 1:0,3, pH 7 dan suhu 95 °C. Karakteristik NaLS yang dihasilkan adalah berwarna coklat tua, Kemurnian 66,1782, pH berkisar antara 6-7 dan larut sempurna dalam air.

Kata kunci : cangkang kelapa sawit, surfaktan, lignin, natrium lignosulfonat

Abstract

Indonesia as one of the biggest producer of crude palm oil in the world for sure will have some problems on handling their wastes such as palm shell. Palm shell is one of industrial wastes that having low commercial value with contain about 29,4 % lignin component which very potential for use as new raw material for Sodium LignoSulfonat production. Sodium lignosulphonate (SLS) is a product of isolated lignin sulphonation process using NaHSO_3 as sulphonation agent. The research begins with isolated lignin from palm shell and continued with sulphonation with mass ratio of palm shell lignin – NaHSO_3 (b/b) of 1:0.2, 1:0.3, and 1:0.5 and initial pH of 6,7 and 8 at temperature 85 °C and 95 °C. Studies on the effect of various ratio of palm shell lignin – NaHSO_3 and initial pH and temperature for the sulphonation reaction showed an increasing yield of (SLS) yield. The highest SLS yield of 51,2 % was obtained under condition mass ratio of palm shell lignin – NaHSO_3 1:0.3, pH 7 and at temperature 95 °C. The resulted SLS was dark brown, purity 66,1782, pH level between 6-7, water soluble.

Keywords : palm shell lignin, lignin, surfactant, sodium lignosulphonate

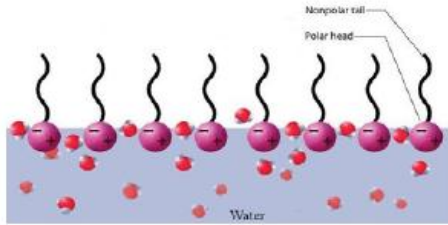
Pendahuluan

Sebagai negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar kedua setelah Malaysia yang memiliki kapasitas produksi yang terus meningkat tiap tahunnya (2,75%-29,91%), tentu saja secara tidak langsung hal ini memiliki dampak terhadap semakin banyaknya limbah yang dihasilkan, salah satunya cangkang kelapa sawit. Di Indonesia cangkang kelapa sawit sebenarnya telah banyak dimanfaatkan misalnya saja sebagai bahan baku pembuatan norit dan asap cair. Namun seiring terus bertambahnya jumlah limbah cangkang kelapa sawit, maka perlu dicari juga alternatif lain mengenai pemanfaatan cangkang kelapa sawit yang lebih efisien dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Cangkang kelapa sawit memiliki

komposisi lignin yang cukup besar, yaitu 29,4 % [7]. Kandungan lignin yang besar ini memungkinkan pemanfaatan cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku olahan produk lignin menjadi Natrium Lignosulfonat melalui reaksi sulfonasi. Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh antara nisbah lignin – NaHSO_3 , pH dan suhu pada reaksi sulfonasi lignin terhadap rendemen NaLS. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati pengaruh rasio nisbah pereaksi lignin dan NaHSO_3 dan pH awal reaksi terhadap rendemen serta karakteristik Natrium Lignosulfonat (NaLS) dari lignin cangkang kelapa sawit.

Teori

Surfaktan adalah senyawa organik yang memiliki setidaknya satu gugus hidrofilik dan satu gugus hidrofobik dengan bagian hidrofilik merupakan bagian yang sangat polar, sedangkan bagian hidrofobik merupakan bagian nonpolar. Surfaktan dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu surfaktan anionik, surfaktan kationik, surfaktan non-ionik dan surfaktan amfoterik. Surfaktan mampu meningkatkan kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan dan antarmuka suatu cairan, meningkatkan kemampuan pembentukan emulsi minyak dalam air dan mengubah agregasi partikel terdispersi, yaitu menghambat dan mereduksi flokulasi sehingga kestabilan partikel yang terdispersi meningkat.



Gambar 1. Molekul Surfaktan

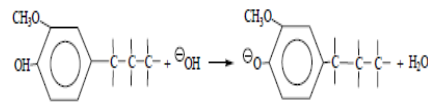
Sebagai salah satu jenis limbah padat hasil samping industri pengolahan kelapa sawit, Cangkang kelapa sawit masih menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. Saat ini pemanfaatan cangkang sawit di berbagai industri pengolahan minyak CPO belum begitu maksimal. Cangkang sawit dapat diolah menjadi beberapa produk yang bernilai ekonomis tinggi, yaitu karbon aktif, fenol, asap cair, tepung tempurung dan briket arang.

Tabel 1. Data Komposisi cangkang kelapa sawit

komponen	Persen
Lignin	29,4%
Hemiselulosa	27,7%
Selulosa	26,6%
Air	8%
Komponen ekstraktif	4,2%
Abu	0,6%

Proses pulping merupakan proses pelarutan lignin (delignifikasi). Proses organosolv dapat digambarkan sebagai suatu proses delignifikasi pada suhu pemasakan pulp dengan menggunakan pelarut organik. Delignifikasi pada proses organosolv disebabkan oleh terputusnya ikatan eter, yaitu α -aryl eter (α -O-4) dan aril gliserol- β -aryl eter (β -O-4) dalam molekul lignin [8]. Proses alcell adalah proses organosolv dengan menggunakan etanol sebagai bahan pemasak dengan kekuatan pulp kayu daun lebar sama dengan proses kraft.

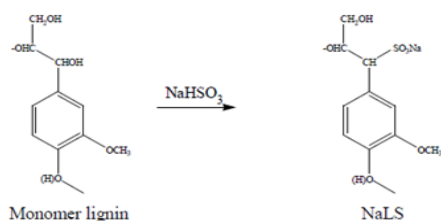
Suhu pemasakan yang paling efektif untuk delignifikasi proses alcell berkisar pada selang antara 135-175°C. Sherrard (1991), menyatakan bahwa proses alcell dengan campuran alkohol (etanol) dan air memiliki viskositas yang rendah pada suhu proses dan cepat menembus pada seluruh serpih kayu. Lindi hitam proses organosolv mengandung lignin dan gula-gula hemiselulosa dengan komponen paling banyak, diikuti oleh alkohol, furfural serta campuran fenol dengan bobot molekul rendah.



Gambar 2. Reaksi lignin dan NaOH proses delignifikasi [1]

Penggunaan lignin saat ini masih sangat terbatas, ini disebabkan oleh struktur kimia lignin dan kelarutannya. Lignin tidak larut dalam air, larutan asam serta larutan hidrokarbon dan hanya larut dalam alkali encer dan beberapa senyawa organik. Sifat lignin tersebut dapat diubah melalui modifikasi struktur kimia lignin misalnya dengan cara sulfonasi lignin menjadi senyawa garam lignosulfonat. Produk produk garam Lignosulfonat dapat berupa ammonium lignosulfonat, kalsium lignosulfonat, Natrium lignosulfonat dan seng lignosulfonat.

Surfaktan Natrium Lignosulfonat termasuk dalam surfaktan anionik karena memiliki gugus sulfonat dan garamnya ($-\text{NaSO}_3^-$) yang merupakan anion (kepala) dan gugus hidrokarbon merupakan ekor. Struktur inilah yang menyebabkan meningkatnya sifat hidrofilitas Natrium Lignosulfonat (NaLS) menjadi mudah larut dalam air sehingga penggunaan NaLS menjadi luas. Peningkatan kebutuhan industri terhadap surfaktan dan pertimbangan faktor keamanan lingkungan dan kesehatan menyebabkan surfaktan berbasis produk nabati menjadi fokus dalam mengganti surfaktan berbasis minyak bumi, contohnya seperti lignin [5] yang melalui proses sulfonasi dengan NaHSO_3 dapat dijadikan sebagai surfaktan Natrium Lignosulfonat

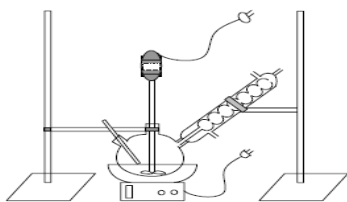


Gambar 3. Reaksi sulfonasi Lignin dengan NaHSO₃

Metodologi Penelitian

Bahan dan Alat

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku sebagai zat pengeksrak digunakan benzene dan etanol 96%, sebagai larutan pemasak digunakan etanol 96%, air dan NaOH, sebagai pengendap lignin dari lindi hitam digunakan H₂SO₄, sebagai bahan pensulfonasi digunakan NaHSO₃ dan NaOH dan untuk pemurnian NaLS dari sisa NaHSO₃ yang tidak bereaksi adalah methanol



Gambar 4. Rangkaian Alat Utama

Metode

Proses pembuatan serpih cangkang bebas ekstraktif

Cangkang kelapa sawit dibersihkan, dikeringkan dengan sinar matahari kemudian digiling, kemudian dipisahkan dengan ayakan. Cangkang yang melewati ayakan kemudian dikeringkan di oven pada suhu 60°C hingga berat konstan. Kemudian dilakukan proses ekstraksi dengan menggunakan benzene : etanol 96% (2:1 v/v) selama 6 jam. Setelah itu kemudian dikeringkan di oven pada suhu 60°C dan diekstraksi lagi dengan air mendidih selama 2 jam.

Proses isolasi lignin

Kondisi delignifikasi cangkang kelapa sawit adalah :

- Berat kering cangkang : 600 gr
- Larutan pemasak : 10:1 (v/b)
- Komposisi larutan pemasak etanol 96% : air (1 : 1)
- Katalis NaOH : 10% berat cangkang
- Waktu delignifikasi : 1 jam
- Suhu reaksi : 170 °C

Hasil lindi hitam kemudian dititrasi sampai pH = 2 dengan asam sulfat 20% dan didiamkan selama 8 jam. Endapan yang dihasilkan kemudian dipisahkan dari filtrat dengan menggunakan kertas saring, Endapan yang dihasilkan kemudian dilarutkan dengan NaOH 1 N 100 ml. Kemudian disaring lagi dengan menggunakan kertas saring. Filtrat kemudian dicuci dengan asam sulfat H₂SO₄ 10% v/v dan diikuti dengan pencucian menggunakan aquadest. Kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 55°C sampai mencapai berat konstan.

Pembuatan Natrium Lignosulfonat

Sebanyak 5 gr lignin dicampurkan dengan NaHSO₃ dengan nisbah lignin – NaHSO₃(1:0,2, 1:0,3 dan 1:0,5) lalu disuspensikan dalam 150 ml air. pH suspensi kemudian dinaikkan menjadi 6,7 dan 8 dengan menggunakan larutan NaOH 15%. Campuran selanjutnya direfluks pada suhu 85°C dan 95°C sambil dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* agar campuran reaksi sempurna dengan pemanas listrik selama 4 jam.

Pemurnian

Hasil refluks didestilasi pada suhu 100°C untuk menguapkan air, kemudian larutan yang telah pekat disaring dengan corong pemisah untuk memisahkan sisa lignin. Filtrat berupa NaLS yang masih mengandung NaHSO₃ (sisa reaksi). Kemudian ditambahkan methanol sambil dikocok kuat sehingga NaHSO₃ terendapkan dan disaring dalam corong pemisah. Metanol kemudian diuapkan dengan menggunakan refluks kondensor pada suhu 70°C. NaLS yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga berat rendemennya konstan.

Karakteristik Natrium Lignosulfonat

Pencirian Warna dan bau. Pencirian wana dan bau dari NaLS dilakukan secara visual.

Uji Kelarutan dalam Air. Sebanyak 0.5 gr NaLS dimasukkan ke dalam gelas ukur 100ml. Kemudian ditambahkan air suling mulai dari 10 ml sampai 50 ml. Diamati kelarutan NaLS.

pH NaLS. Sebanyak 1 gram NaLS dilarutkan dengan air suling hingga 10 ml dalam gelas ukur 25 ml, Kemudian diukur pH NaLS.

Rendemen NaLS. Rendemen adalah salah satu respon terhadap pengaruh (°C), pH dan konsentrasi sodium bisulfit pada proses sulfonasi lignin menjadi Natrium Lignosulfonat. Bobot molekul monomer lignin diasumsikan senilai 213,11 gr/mol dan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut

$$-\text{Mol Monomer lignin}_{(\text{teoritis})} = \frac{\text{bobot lignin}}{\text{BM monomer}} \quad (1)$$

$$\text{-Rendemen NaLS} = \frac{\text{Bobot NaLS percobaan}}{\text{Bobot NaLS teoritis}} \times 100\% \quad (2)$$

Kemurnian. Sebanyak 0,1 gr NaLS dilarutkan dalam 100 ml aquadest, kemudian dipipet 5 ml larutan tersebut ke dalam gelas ukur berukuran 250 ml dan diencerkan sampai 200 ml. pH larutan diatur menjadi 4 dengan penambahan NaOH 0,125 N atau HCl 0,2 N. Larutan tersebut dipindahkan ke dalam labu volumetric 250 ml dan ditetapkan volumenya dengan aquadest. Absorbans larutan diukur pada 232 nm. Tingkat kemurnian ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\% \text{ tingkat kemurnian} = \frac{A_{232} \times FP}{\text{Faktor } x \text{ g } \times 10} \quad (3)$$

Keterangan:

A₂₃₂ = absorbansi pada λ₂₃₂ nm

FP = Faktor pengenceran

Faktor = Faktor NLS (35)

Hasil

Identifikasi lignin

Untuk melihat letak gugus fungsi dalam lignin, maka dilakukan identifikasi dengan spektrofotometer FTIR, hasil yang diperoleh adalah



Gambar 5. Pemisahan lignin dari lindi hitam

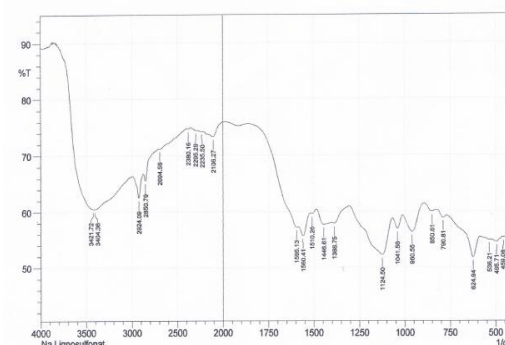
Tabel 2. Pencirian Gugus Fungsi Lignin Kraft dan Lignin Aldrich

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Lignin Kraft	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Lignin Aldrich	Gugus Fungsi
3414,00	3430,62	Uluran O-H
2926,01	2930,17	Uluran C-H metil
-	-	Regangan CO tak terkonjugasi
1614,42	1599,14	Vibrasi Cincin Aromatik
1512,19	1506,78	Vibrasi Cincin Aromatik
1444,68	1460,89	C-H Asimetri
-	-	Vibrasi Cincin Siringil
1238,30	1216,15	Vibrasi Cincin Guaiasil
1118,71	1043,50	Uluran Eter
846,75	853,45	Vibrasi C-H aromatik diluar bidang

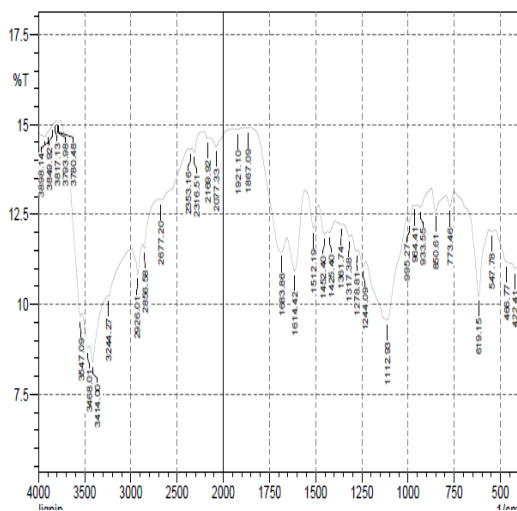
Dari Hasil yang diperoleh di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh adalah lignin.

Identifikasi Natrium Lignosulfonat

Untuk melihat letak gugus fungsi dalam Natrium Lignosulfonat, maka dilakukan identifikasi dengan spektrofotometer FTIR, hasil yang diperoleh adalah



Gambar 7. Spektrum FTIR NaLS



Gambar 6. Spektrum FTIR lignin

Tabel 3. Pencirian Gugus Fungsi NaLS Kraft dan NaLS Aldrich

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) NaLS Cangkang	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) NaLS Aldrich	Gugus Fungsi
3421,72	3423,36	Uluran O-H
2924,09	2935,88	Uluran C-H metil
1595,1	1603,97	Vibrasi Cincin Aromatik
1510,26	1510,25	Vibrasi Cincin Aromatik
1446,61	1458,77	Uluran C-H gugus metil
1124,50	1140,03	Vibrasi Gugus Sulfonat
1041,56	1040,71	Regangan S=O Simetri
960,55	914,05	Regangan S-O
850,61	814,68	Vibrasi C-H Aromatik diluar bidang
624,94	652,76	Uluran S-O

Dari hasil di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil sulfonasi lignin menjadi NaLS telah berhasil *Identifikasi Karakteristik NaLS cangkang kelapa sawit*

Tabel 4. Karakteristik NaLS cangkang

Pencirian	NaLS Cangkang	NaLS Aldrich
Warna	Cokelat tua	Cokelat muda
Bau	Sedikit berbau belerang	Sedikit berbau belerang
Uji Kelarutan dalam air	Larut sempurna	Larut sempurna
pH (10% larutan)	4-6	7 – 7,5
Rendemen NaLS	36,2 – 51,2	80
Kemurnian	66,18 (sampel perbandingan nisbah 1:0,3, pH 7, suhu 95°C)	

Warna dan Bau

NaLS dari limbah cangkang kelapa sawit ini berbentuk serbuk yang agak kasar dengan warna cokelat tua, namun sedikit lebih terang dibandingkan lignin cangkang kelapa sawit. Perubahan ini terjadi karena adanya gugus sulfonat pada struktur NaLS berupa ikatan rangkap dan juga diperkuat dengan bau belerang pada produk yang dihasilkan

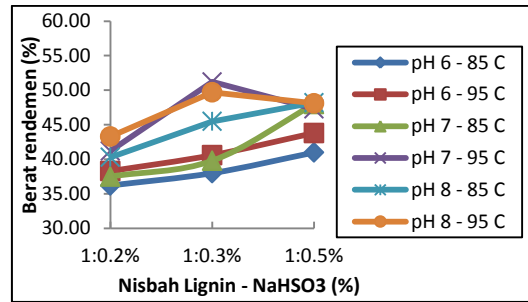
pH

Pengukuran pH bertujuan untuk mengetahui derajat keasaman NaLS yang dihasilkan. pH NaLS merupakan ukuran jumlah ion hydrogen dalam Natrium Lignosulfonat yang dihasilkan dari reaksi sulfonasi lignin. Pengaruh nisbah pereaksi lignin (1:0,2, 1:0,3, 1:0,5) dan pH awal reaksi 6,7 dan 8 memberikan pH berkisar antara 4-6.

Rendemen Natrium Lignosulfonat

Berat rendemen adalah salah satu parameter untuk mengetahui jumlah NaLS yang dihasilkan dari reaksi sulfonasi lignin dengan NaHSO₃. Hasil rendemen NaLS yang diperoleh berkisar antara 36,3 -51,2 %. Berikut adalah hasil mengenai hubungan berat rendemen terhadap variasi nisbah pereaksi lignin cangkang kelapa sawit – NaHSO₃, pH dan suhu awal reaksi

- **Hubungan Nisbah Pereaksi Lignin – NaHSO₃ terhadap Berat Rendemen**

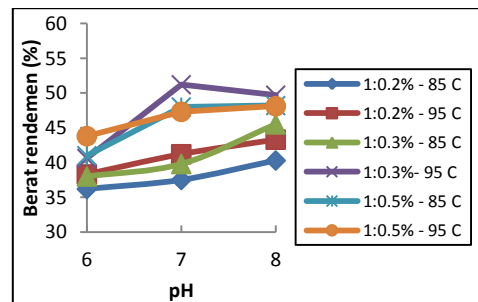


Gambar 8. Nisbah Pereaksi Lignin – NaHSO₃ terhadap berat rendemen NaLS

Dapat dilihat bahwa berat rendemen cenderung semakin meningkat seiring dengan meningkatnya perbandingan Nisbah Pereaksi Lignin terhadap NaHSO₃. Namun pada beberapa kondisi seperti pada pH 7-95°C dan pada pH 8-95°C, berat rendemen NaLS menurun pada saat Nisbah Lignin – NaHSO₃ 1:0,5%. Peningkatan berat rendemen seiring dengan meningkatnya perbandingan Nisbah pereaksi lignin – NaHSO₃ disebabkan karena dengan meningkatnya nisbah pereaksi, frekuensi terjadinya tumbukan atau interaksi antar lignin dan NaHSO₃ semakin meningkat, sehingga menyebabkan masuknya gugus sulfonat (-SO₃) dari garamnya mensubstitusikan gugus hidroksil (-OH) pada karbon benzenik dari lignin juga semakin sempurna. Dimana kecepatan reaksi kimia berhubungan erat dengan tumbukan antar molekul pereaksi yang membentuk produk [11].

Pada kondisi pH 7-95°C dan pada pH 8-95°C, berat rendemen NaLS menurun pada saat Nisbah Lignin – NaHSO₃ 1:0,5%, ini disebabkan karena telah terjadi kejenuhan atau kemampuan masuknya gugus sulfonat menggantikan gugus hidroksil (-OH) pada lignin telah mencapai maksimum.

- **Hubungan Nisbah pH awal reaksi terhadap Berat Rendemen**



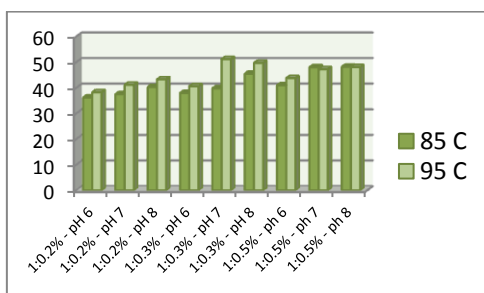
Gambar 9. pH terhadap berat rendemen NaLS

Dapat dilihat bahwa berat rendemen cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya pH. Namun pada beberapa kondisi seperti pada perbandingan nisbah lignin – NaHSO₃ 1-0.3%, 95°C dan pada perbandingan

nisbah lignin – NaHSO₃ 1-0,5%, 85°C berat rendemen pada pH 8 mengalami penurunan atau tidak mengalami perubahan yang signifikan dibandingkan dengan kondisi pada pH 7. Semakin bertambah nisbah pereaksi maka tingkat kemurnian NaLS yang dihasilkan semakin tinggi. Demikian pula dengan pH awal reaksi, yakni semakin tinggi pH awal reaksi maka semakin bertambah tingkat kemurnian NaLS yang dihasilkan. Semakin tinggi pH awal reaksi, maka akan semakin meningkatkan kelarutan lignin. Kelarutan lignin yang bertambah akan memperluas luas permukaan lignin yang bereaksi dengan NaHSO₃ dan selanjutnya akan memperbesar peluang terjadinya tumbukan antar molekul sehingga rendemen bertambah [11].

Berdasarkan teori dapat disimpulkan secara umum hasil penelitian yang dilakukan telah sesuai dengan teori yang ada. Namun pada beberapa kondisi seperti 1:0,3% suhu 95°C berat rendemen pada pH 8 cenderung turun dari kondisi pH 7. Hal ini disebabkan karena kelarutan lignin yang sudah jenuh, sehingga berat rendemen cenderung tidak meningkat lagi.

• **Hubungan Suhu reaksi terhadap Berat Rendemen**



Gambar 10. Temperatur terhadap berat rendemen

Dapat dilihat bahwa berat rendemen cenderung naik seiring dengan meningkatnya suhu reaksi, yaitu dari 85°C dan 95°C. Namun pada kondisi perbandingan nisbah pereaksi 1:0,5%, pH 7 dan perbandingan nisbah pereaksi 1:0,5% , pH 8, berat rendemen mengalami penurunan meskipun tidak signifikan. Berdasarkan teori, peningkatan suhu dapat menyebabkan peningkatan energy aktivasi. Hal ini menyebabkan banyak molekul yang memiliki energi pengaktif sehingga semakin banyak tumbukan antar molekul yang terjadi dan terus berlanjut terjadi dalam reaksi sulfonasi. Semakin banyak tumbukan antar molekul akan menyebabkan berat rendemen yang juga semakin tinggi [11].

Berdasarkan teori dapat disimpulkan secara umum hasil yang diperoleh telah sesuai dengan teori yang ada, Namun pada kondisi perbandingan

nisbah pereaksi 1:0,5%, pH 7 dan perbandingan nisbah pereaksi 1:0,5% , pH 8, berat rendemen mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena telah terjadi kejenuhan tumbukan antar molekul yang menyebabkan berat rendemen tidak lagi mengalami peningkatan.

Kesimpulan

- Cangkang kelapa sawit dapat dijadikan sebagai alternatif dalam pembuatan Natrium Lignosulfonat karena hasil sulfonasi lignin cangkang kelapa sawit berupa Natrium Lignosulfonat yang diperoleh telah sesuai dengan karakteristik yang dijual di pasaran
- Hasil kajian pengaruh nisbah lignin cangkang kelapa sawit – NaHSO₃ (1:0,2, 1:0,3) , pH (6,7) dan suhu 95 °C memberikan nilai berat rendemen yang semakin meningkat, sedangkan pengaruh nisbah pereaksi cangkang kelapa sawit 1:0,5 , pH 8 dan suhu 85°C tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap berat rendemen yang dihasilkan.
- Kondisi terbaik diperoleh ketika perbandingan nisbah pereaksi 1:0,3 , pH 7 dan suhu 95°C dengan berat rendemen sebesar 51,2% dan kemurnian 66,1782 %.
- Karakteristik NaLS yang dihasilkan, mempunyai warna coklat tua, larut dalam air, pH 4-6 dan sedikit berbau belerang.

Daftar Pustaka

- [1] Heradewi, *Isolasi lignin lindi hitam dari pemasakan organosolv serat tandan kosong kelapa sawit*. Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, 2007.
- [2] Ismiyati. *Pembuatan Natrium Lignosulfonat berbahan dasar ligni isolate tandan kosong kelapa sawit: Identifikasi dan uji kinerjanya sebagai bahan pendispersi*. Jurnal. Program studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Jakarta , 2009.
- [3] Syahbirin Gustini, *Pengaruh Nisbah Pereaksi (lignin Eucalyptus – Natrium Bisulfit) dan pH awal reaksi terhadap karakteristik Natrium Lignosulfonat*. Jurnal. Institut Pertanian Bogor, 2009.
- [4] Foster NC.1997. *Sulfonation and Sulfation Processes*. The Chemithon Corporation, www.chemithon.com, diakses tanggal 23 April 2012
- [5] Collepardi M, *Chemical Admixtures Today. Proceedings of Second International Symposium on Concrete Tecnology for Sustainable February - Development with EmpHasis on Infrastructure;*

- Ponzano Veneto (Italy), 27 February-3 March 2005. hlm 527-541
- [6] Douglas C. J., *Phenylpropanneoid metabolism and lignin biosynthesis : from weed to trees*. Trends Plant Sci. 1:171-178, 1996.
- [7] Suhardiyono, L, *Tanaman Kelapa, Budidaya dan Pemanfaatannya*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 153-156, 1988.
- [8] Sundquist, J. *Organosolv Pulping. Chemical Pulping at Paper making Science and Technology*, Helsinki Finland, 1999.
- [9] Sykes, P, *A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry*, 1989.
- [10] Sherrad, E. *Alcell Can Offer a Green Solution*. J. Tappi. 74 (10), April 1991, tidak dipublikasikan.