

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tandan Kosong Sawit (TKS)

Perkebunan yang tersebar di Indonesia salah satunya yaitu tanaman kelapa sawit yang menghasilkan produk berupa minyak mentah kelapa sawit (CPO). Tanaman ini berupa pohon berbatang lurus dari famili *palmae*. Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman tropis yang dikenal sebagai penghasil minyak goreng.

Tanaman kelapa sawit berasal dari Guenia, pantai barat Afrika yang tersebar sampai ke Indonesia. Tanaman ini memiliki nama latin *Elaeis Guineensis* JACQ dengan taksonomi sebagai berikut :

Dunia : Plantae

Subdivisi : Angiospermae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Monocoyyledonae

Ordo : Palmales

Famili : Palmae

Genus : *Elaeis*

Species : *Elaeis Guineensis* JACQ (Ismiyati, 2008).

TKS merupakan limbah yang jumlahnya sangat melimpah di perkebunan kelapa sawit yang belum termanfaatkan secara optimal.

Umumnya, masyarakat memanfaatkan TKS sebagai mulsa di perkebunan.

Gambar TKS disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tandan Kosong Sawit

Pemanfaatan TKS dapat dilakukan dengan cara dibakar menggunakan *incinerator* sehingga abunya dapat digunakan sebagai pupuk kalium, namun usaha tersebut tetap tidak efektif karena pembakaran dapat menimbulkan pencemaran udara (Darnoko, 1992). Oleh karena itu, diperlukan pengetahuan tentang kandungan yang ada pada TKS agar dapat diolah dan dioptimalisasi menjadi produk yang lebih bermanfaat. Kandungan senyawa kimia dalam TKS berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa sebagai kerangka, hemiselulosa sebagai matrik, dan lignin sebagai bahan pengikat sel-sel dan memberikan kekakuan kepada dinding sel (Sjostrom, 1995).

Selulosa merupakan komponen utama dinding sel. Molekul selulosa dibentuk oleh ± 10.000 monomer glukosa yang diikat dengan ikatan 1,4- β -glukosida. Sebanyak 36 molekul selulosa terikat bersama-sama oleh ikatan hidrogen membentuk seberkas fibril elementer. Fibril elementer bergabung membentuk mikrofibril, kemudian mikrofibril bergabung membentuk fibril dan akhirnya membentuk serat-serat selulosa (Sjostrom, 1995). Hemiselulosa merupakan heteropolimer dengan berbagai monomer gula dan rantai molekul yang lebih pendek dari selulosa.

Hemiselulosa merupakan senyawa yang berwujud amorf, karena banyak percabangan pada rantai molekulnya. Komponen lain yang terdapat dalam kayu yang bukan penyusun struktur kayu yang dikelompokkan sebagai zat ekstraktif lignin. Lignin merupakan polimer senyawa aromatik yang tidak dapat diuraikan menjadi satuan monomer, karena bila dihidrolisis, monomer sangat cepat teroksidasi dan segera terjadi reaksi kondensasi (Sjostrom, 1995). Lignin merupakan senyawa tiga dimensi yang tersusun dari monomer fenil propana. Lignin pada kayu, umumnya terdapat di daerah lamela tengah dan berfungsi sebagai pengikat antar sel serta menguatkan dinding sel kayu. Lignin merupakan salah satu senyawa amorf total (*non kristalin*). Komposisi Kimia dari Tandan Kosong Sawit disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia dari Tandan Kosong Sawit

No	Komponen	Hasil Uji Komposisi Persentase (b/b)	Metode Uji
1	Selulosa	34,26	SNI 14 – 7070 - 2005
2	Hemiselulosa	25,65	SNI 02 – 0444 – 2009
3	Lignin	19,41	SNI 01 – 1561 – 1989
4	Kadar Air	6,78	SNI 14 – 0492 – 1990
5	Ekstraktif	3,00	TAPPI T -222 – 98

(Padil, 2010)

B. Lignin

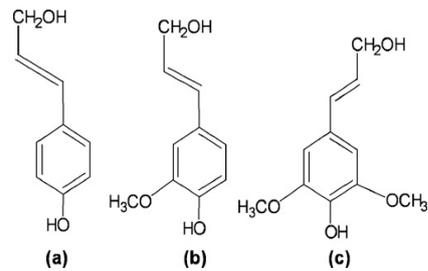
Senyawa lignin (*lignum*) merupakan senyawa polimer aromatik yang memiliki bobot molekul tinggi dengan unit dasar fenilpropana. Unit dasar fenilpropana (*coumaril alkohol, coniferil alcohol dan syringil alkohol*) yang dihubungkan dengan ikatan – ikatan karbon (C – C) dan ikatan eter (C – O - C) yang relatif stabil.

Lignin merupakan senyawa turunan alkohol kompleks yang menyebabkan dinding sel tanaman menjadi keras. Lignin termasuk dalam heteropolimer dikarenakan sebagian besar monomernya terdiri dari para – hidroksifenilpropana dan mengandung koniferil alkohol (Casey, 1980). Radikal fenoksi yang berbeda menyebabkan polimer lignin tidak linier melainkan bercabang dan membentuk struktur tiga dimensi. Lignin berdasarkan strukturnya dibagi dalam dua kelompok, yaitu :

- a) Lignin Guaiasil merupakan polimer dari unit koniferil alkohol dan banyak terkandung dalam kayu daun jarum (*softwood*) dengan kadar lignin 23 - 32 % dan terdapat pada kayu daun jarum yang bersifat lebih homogen yang terutama disusun oleh unit guaiasil sekitar 90 % dan sisanya para-hidroksi kumaril.
- b) Lignin Guaiasil – Siringil merupakan polimer dari unit koniferil alkohol dan sinapil alkohol bersifat lebih heterogen karena tersusun atas guaiasil dan siringil. Lignin Guaiasil – Siringil terdapat pada kayu daun lebar (*hardwood*) dengan kadar lignin 20 % - 28 % dan juga terdapat pada kayu tropis dengan kadar lignin 30 % (Achmadi, 1990).

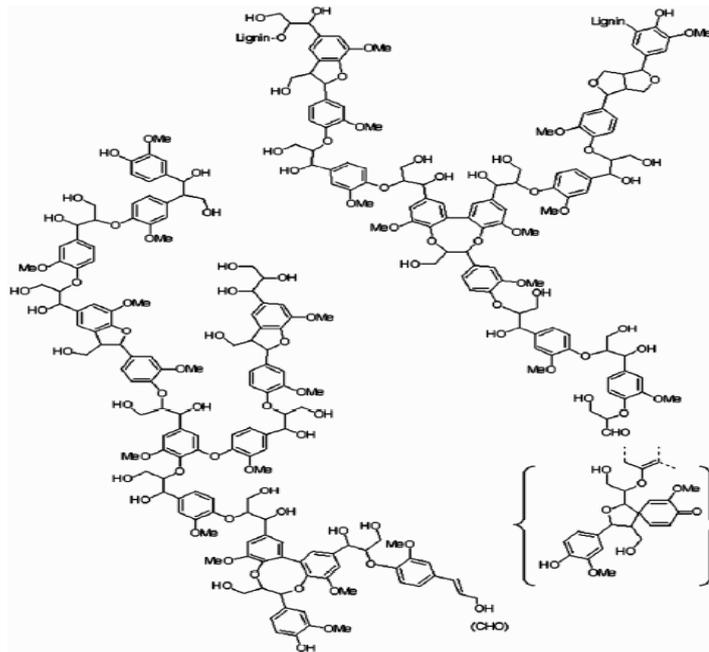
Menurut Sjoström (1995), konsentrasi lignin tertinggi terdapat dalam lamela tengah pada dinding sel suatu tanaman. Lignin yang terdapat pada tanaman biasanya memiliki heterogenitas yang berbeda secara botani. Perbedaan terletak dalam segi kelas, ordo, genus maupun pada jaringan selnya bahkan pada lapisan sel satu spesies tanaman.

Keragaman proporsi siringil dan guaiasil terdapat diantara jenis kayu yang berbeda, Fengel dan Wegener (1995) melaporkan bahwa unit pembentuk lignin dan senyawa induk (*precursor*) primer yaitu para-hidroksikoumaril alkohol, koniferil alkohol dan sinapil alkohol.



Gambar 2. Unit-Unit Penyusun Lignin

(1) p-Koumaril alkohol, (2) Koniferil alkohol, (3) Sinapil alkohol



Gambar 3. Struktur Lignin (Sjostrom,1995)

Pada Gambar 3 menunjukkan struktur lignin menurut Sjostrom (1995) dikarenakan struktur lignin sangat bervariasi menurut sumbernya. Lignin termasuk kelompok polimerisasi cara ekor (*Endwise Polymerization*).

Polimerisasi cara ekor (*Endwise Polymerization*) merupakan penambahan polimer yang terjadi karena satu monomer bergabung dengan polimer yang sedang tumbuh (Fengel dan Wegener, 1995).

Lignin isolat dapat diperoleh dari isolasi bahan alam. Isolasi bahan alam merupakan suatu proses pemisahan senyawa yang bercampur dalam bahan alam tersebut sehingga didapatkan senyawa tunggal yang murni. Isolasi bahan alam dapat dilakukan berdasarkan sifat bahan tersebut dan digolongkan menjadi isolasi secara fisik dan isolasi secara kimia yaitu :

1. Isolasi Cara Fisik

Isolasi cara ini berdasarkan sifat fisik bahan alam seperti kelarutan dan tekanan uap. Isolasi berdasarkan perbedaan kelarutan bahan alam dalam pelarut tertentu dapat dilakukan dengan pelarut dingin atau pelarut panas. Isolasi dengan pelarut dingin digunakan untuk mengisolasi bahan alam yang dapat larut dalam keadaan dingin. Tekniknya dapat dilakukan dengan merendam sumber bahan alamnya dalam pelarut tertentu selama beberapa lama (jam atau hari). Untuk bahan alam yang larut dalam keadaan panas digunakan teknik isolasi secara kontinyu dengan alat Soxhlet. Isolasi berdasarkan penurunan tekanan uap dilakukan dengan cara destilasi uap. Cara ini digunakan untuk senyawa yang tidak larut dalam air, bertitik didih tinggi, mudah terurai sebelum titik didihnya dan mudah menguap.

2. Isolasi Cara Kimia

Isolasi cara ini berdasarkan sifat kimia atau kereaktifan bahan alam terhadap pereaksi tertentu. Bahan alam diisolasi melalui reaksi kimia dan dipisahkan dari senyawa lain yang tidak bereaksi.

Ada beberapa cara untuk memisahkan lignin dari bahan baku, misalnya menggunakan pereaksi anorganik yaitu H_2SO_4 pekat dan HCl pekat yang bertujuan untuk mendestruksi karbohidrat.

1. Sifat Fisik Lignin

Lignin secara fisik membungkus mikrofibril selulosa dalam suatu matriks hidrofobik dan terikat secara kovalen baik dari selulosa maupun hemiselulosa. Lignin berwujud amorf artinya tidak berbentuk dan lignin memiliki bobot jenis berkisar antara 1,3 – 1,4 bergantung pada sumber ligninnya. Lignin bersifat tidak larut dalam air maupun larutan hidrokarbon. Hal tersebut disebabkan karena kekuatan ikatan hidrogen dan kerapatan energi kohesifitasnya. Untuk mengubah sifat tersebut, lignin dimodifikasi melalui proses sulfonasi menjadi lignosulfonat (Davin *et al.*, 2005).

Sifat fisik lignin yaitu tidak dapat mencair, tetapi akan melunak dan menjadi hangus bila dipanaskan. Lignin memiliki sifat yaitu higroskopis tinggi dan strukturnya yang melibatkan ikatan karbon (C – C) mengakibatkan lignin sulit dipisahkan dan didegradasi menjadi molekul yang bobot molekulnya rendah. Bobot molekul rata-rata lignin dalam suatu tanaman berbeda dikarenakan beragamnya proses isolasi lignin, degradasi makromolekul selama isolasi dan efek kondensasi terutama pada kondisi asam serta ketidakaturan sifat fisik lignin larutan (Sjostrom, 1995).

2. Sifat Kimia Lignin

Sifat kimia lignin teramati dengan analisis unsur dan ditentukannya kandungan gugus fungsional lainnya, misalnya gugus fenolat, hidroksil alifatik, gugus karbonil dan karboksil yang menunjukkan perubahan struktur lignin yang disebabkan oleh prosedur isolasi atau perlakuan secara kimia (Fengel dan Wegener, 1995). Kandungan gugus metoksil suatu tanaman sekitar 16,8 % - 17,4 %. Jumlah gugus metoksil lignin suatu tanaman tergantung pada proses isolasi yang digunakan dan sumber ligninnya. Sifat kimia lignin yaitu memiliki reaktifitas yang rendah dan jumlah gugus reaktif yang sedikit. Gugus-gugus fungsi yang terkandung dalam senyawa lignin dapat di analisis menggunakan spektrum inframerah (Santoso, 1995).

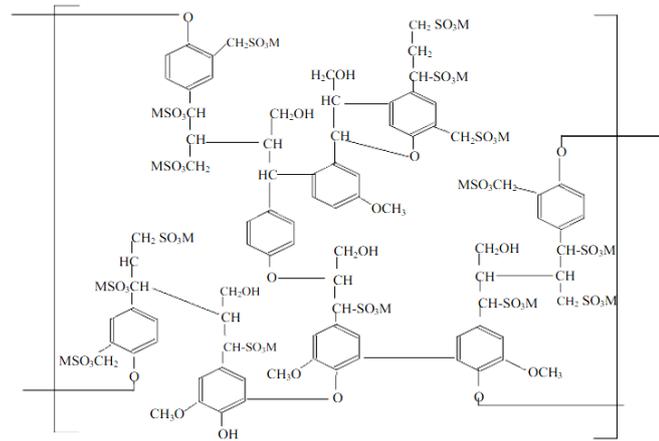
3. Kegunaan Lignin

Fungsi lignin dalam tanaman adalah sebagai pengangkut internal dari air, nutrisi dan zat metabolit serta memberikan kekuatan pada dinding sel dan sebagai penyambung antara sel dan sebagai penyambung antara sel kayu yang senyawanya tahan terhadap tekanan, bersifat fleksibel dan jaringannya tahan terhadap serangan mikroorganisme dan perambatan enzim penghancur dalam dinding sel (Sjostrom, 1995). Lignin sebagai salah satu komponen penyusun kayu yang mempengaruhi jumlah dan kualitas pulp yang dihasilkan oleh industri pulp dan kertas. Lignin mempunyai derajat polimerisasi yang tinggi, dikarenakan ukuran dan struktur tiga dimensi yang membuat lignin berfungsi sebagai semen atau lem yang berfungsi untuk mengikat serat dan memberikan kekerasan struktur serat.

Jenis kayu yang digunakan dalam pembuatan pulp dan kertas di Indonesia adalah jenis kayu daun lebar. Lignin kayu daun lebar tersusun atas koniferil alkohol (*guaiasil*) dan sinapil alkohol (*siringil*) dengan perbandingan tertentu (Judoarnijdojo *et al.*, 1989). Komposisi lignin guaiasil dan siringil berbeda pada tiap spesies dan lapisan dinding sel satu spesies. Perbedaan ini mempengaruhi laju pelarutan lignin atau delignifikasi yang terjadi selama proses pulping sehingga kadar lignin adalah faktor penting dalam proses pulping (Judoarnijdojo *et al.*, 1989). Kemampuan lignin dalam meredam kekuatan mekanis yang dikenakan pada kayu, dapat dimanfaatkan sebagai bahan perekat (*adhesive*) dan bahan pengikat (*binder*) pada papan partikel (*particle board*) dan kayu lapis (*plywood*). Ketahanan terhadap perlakuan biokimia (*fisiologis*) dan perlakuan kimia melalui mekanisme enzimatik dan reaksi redoks, lignin dapat diolah lebih lanjut menjadi zat antioksidan. Lignin dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar yang lebih bernilai karena nilai panas pembakaran yang besar, bila lignin dibuat dalam jumlah besar dan dalam keadaan benar-benar kering (Judoarnijdojo *et al.*, 1989).

C. Lignosulfonat

Penggunaan lignin saat ini masih sangat terbatas, disebabkan oleh struktur kimia lignin dan kelarutannya. Sifat lignin 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 (*zinc*) lignosulfonat. Struktur garam lignosulfonat disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Garam Lignosulfonat (Lebo dan Gargulak, 2000)

Gambar 4 menunjukkan struktur garam lignosulfonat yang merupakan salah satu derivat lignin yang mengandung gugus sulfonat. Mekanisme lignosulfonat dapat terjadi melalui dua tahap yaitu hidrolisis dan sulfonasi. Hidrolisis merupakan reaksi pemecahan molekul lignin atau lignosulfonat (*polymer*) menjadi molekul yang lebih kecil. Pemecahan molekul dapat membuat lignosulfonat larut dalam air (Foster, 1996). Sulfonasi merupakan reaksi antara ion bisulfit dengan molekul lignin. Faktor-faktor yang harus diperhatikan untuk menghasilkan kualitas produk lignosulfonat terbaik adalah perbandingan reaktan, suhu reaksi, pH, konsentrasi bisulfit yang ditambahkan dan lama pengadukan. Proses sulfonasi mengubah sifat hidrofilitas dari lignin yang kurang polar dengan memasukkan gugus sulfonat yang lebih polar dari gugus hidroksil. Hal ini menyebabkan meningkatnya sifat hidrofilitas dan menjadikan lignosulfonat larut dalam air (Foster, 1996). Dilling *et al.*, (1990) melaporkan bahwa proses pembuatan lignosulfonat melalui metode sulfonasi antara lignin dengan senyawa natrium sulfit atau natrium bisulfit.

Pereaksi sulfit yang digunakan 2,5 - 3,5 mol per 1000 gram lignin, proses dilakukan pada pH < 6,6 dan suhu 170 °C dan selama reaksi pH meningkat hingga sekitar 7,5. Produk lignosulfonat dapat digunakan sebagai dispersan pewarna.

Kamoun *et al.*, (2003) melaporkan bahwa sulfonasi lignin dari lindi hitam industri pulp berbahan baku esparto sejenis rumput-rumputan, dapat dilakukan dengan mereaksikan lignin (pH 3 - 4) dalam campuran sulfit dan formaldehida (rasio mol 0,6 : 0,8) pada suhu 10 – 160 °C dan pH 7 - 9 selama 3 - 6 jam. Konsentrasi sulfit yang digunakan 20 -50 % dari berat lignin dan menghasilkan lignosulfonat yang larut dalam air, dalam asam asetat glasial dan asam sulfat (Foster, 1996).

D. Pembuatan Natrium Lignosulfonat

Beberapa proses pembuatan natrium lignosulfonat sudah banyak diteliti. Secara umum memiliki kemiripan dalam proses pembuatan natrium lignosulfonat dan perbedaan yang terletak pada kondisi proses sulfonasi (temperatur dan pH) dan jenis garam sulfit yang digunakan. Sulfonasi lignin dapat dilakukan dengan sulfit dan garamnya menghasilkan garam lignosulfonat. Sulfonasi ini melibatkan penambahan pereaksi sulfonasi pada senyawa organik. Salah satu proses pembuatan natrium lignosulfonat dalam US Paten No.4,892,588 diajukan bulan Juni tahun 2010 (Foster, 1996). Tahapan - tahapan dalam pembuatan natrium lignosulfonat meliputi isolasi lignin, pengaktifan lignin, metilolasi, pengasaman, dan sulfonasi. Istilah sulfonasi dilibatkan dalam industrial terbesar yang digunakan untuk beragam produk, diantaranya yaitu pewarna (*dyes*) dan *color intensifier*, pigmen, obat - obatan (*medicinal*), pestisida dan produk antara senyawa organik lainnya.

Sekitar 1,6 juta ton produk sulfonat dan sulfat yang diproduksi setiap tahunnya di Amerika Serikat, sebagian besar digunakan sebagai surfaktan pada *laundry* dan produk aplikasi lainnya. Pemilihan proses sulfonasi tergantung pada banyak faktor yaitu sebagai berikut :

1. Karakteristik dan kualitas produk akhir yang diinginkan.
2. Kapasitas produksi yang disyaratkan.
3. Biaya bahan kimia, biaya peralatan proses, sistem pengamanan yang diperlukan dan biaya pembuangan limbah hasil proses.
4. Untuk menghasilkan kualitas produk terbaik, beberapa perlakuan penting yang harus dipertimbangkan adalah nisbah reaktan, suhu reaksi, konsentrasi pereaksi sulfonasi yang ditambahkan, lama pengadukan dan pH (Foster, 1996).

1. Isolasi Lignin

Metode isolasi lignin dibagi dalam dua kelompok besar yaitu metode presipitasi lignin dengan asam dan metode melarutkan lignin dengan pelarut tertentu atau dengan pembentukan turunan lignin yang larut. Metode isolasi dengan presipitasi menghasilkan lignin asam (Fengel dan Wegener, 1995). Umumnya, presipitasi dilakukan dengan asam sulfat, asam klorida atau campuran asam - asam tersebut atau menggunakan asam mineral lain karena suasana asam dapat mengubah ion terionisasi (ion fenolat) menjadi bentuk tak terionisasi (fenol).

2. Pengaktifan Lignin

Proses pembuatan NaLS diawali dengan proses pengaktifan lignin. Padatan lignin dicampur dengan larutan NaOH 50 %. Tujuan dari proses pencampuran ini, didapatkan akhir reaksi berupa fase lumpur dengan pH 11. Pada proses ini, Na^+ dari larutan NaOH mensubstitusi H^+ yang terdapat pada lignin, sehingga dihasilkan kompleks Na-Lignin, sedangkan (-OH) dari NaOH bergabung dengan H^+ membentuk H_2O . Pengaktifan lignin pada umumnya dilaksanakan pada temperatur 65 - 70 °C. Reaksi pengaktifan lignin disajikan pada Gambar 5.

.Gambar 5. Reaksi Pengaktifan Lignin

3. Metilolasi Lignin

Metilolasi lignin merupakan reaksi antara lignin yang telah diaktifkan dengan larutan formaldehida yang bertujuan untuk menambah gugus $-\text{CH}_2\text{OH}$ pada lignin. Pada US Paten No.4,892,588 disebutkan bahwa jumlah formaldehida yang digunakan adalah 3 mol formaldehida per 1000 gram lignin. Proses ini dilaksanakan selama 2 jam pada rentang temperatur 65 -70 °C dan pH 9,5 - 11. Hasil dari reaksi ini adalah metilolasi lignin yang akan disalurkan untuk proses pengasaman. Reaksi metilolasi lignin disajikan pada Gambar 6.

Gambar 6. Reaksi Metilolasi Lignin

4. Pengasaman

Pengasaman dilakukan dengan mereaksikan metilolasi lignin dengan larutan H_2SO_4 . Ada dua tujuan dalam proses pengasaman, yaitu untuk menghindari reaksi yang tidak diinginkan dan mengurangi kandungan elektrolit yang dihasilkan dari reaksi metilolasi. Reaksi pengasaman lignin disajikan pada Gambar 7.

Gambar 7. Reaksi Pengasaman Lignin

5. Sulfonasi

Tahap ini merupakan tahapan inti untuk menghasilkan garam lignosulfonat. Reaksi terjadi antara lignin yang telah diasamkan dengan garam sulfit. Ada beberapa jenis garam sulfit yang dapat digunakan dalam sulfonasi. Garam sulfit yang digunakan adalah Natrium Bisulfit ($NaHSO_3$). Reaksi sulfonasi terhadap lignin disajikan pada Gambar 8.

Gambar 8. Reaksi Sulfonasi Terhadap Lignin

E. Identifikasi Natrium Lignosulfonat

1. Spektroskopi Ultra Violet (UV)

Bila suatu molekul mengabsorpsi sinar UV maka akan terjadi transisi elektron di antara tingkat - tingkat energi elektronik dalam molekul tersebut. Transisi umumnya terjadi antara orbital ikatan π atau orbital pasangan elektron bebas, dari keadaan dasar (*ground state*) ke keadaan eksitasi. Panjang gelombang absorpsi merupakan perbedaan tingkat - tingkat energi pada orbital - orbital yang bersangkutan (Silverstein *et al.*, 1991). Absorpsi UV digunakan secara luas untuk mengidentifikasi suatu senyawa, baik penentuan kualitatif, kuantitatif, maupun karakterisasi perubahan struktur senyawa tersebut (Syahmani, 2001).

2. Analisis Termal

Analisis termal pada umumnya dilakukan dengan metode DTG/DTA/TGA merupakan suatu teknik analitik untuk menentukan stabilitas termal suatu material dan fraksi komponen *volatile* dengan menghitung perubahan berat yang dihubungkan dengan perubahan berat yang dihubungkan dengan perubahan temperatur (Stevens, 2001). Suatu kurva hilangnya berat dapat digunakan untuk mengetahui titik hilangnya berat.

Analisis TGA biasanya digunakan dalam riset dan pengujian untuk menentukan karakteristik material seperti polimer untuk menentukan penurunan temperatur, kandungan material yang diserap, komponen anorganik dan organik di dalam material (Stevens, 2001). Pada *Differential Thermal Analysis* (DTA), pengukuran ditekankan pada perbedaan suhu antara sampel dan referensi sebagai fungsi dari suhu. Ketika sampel mengalami perubahan fisik atau kimia, maka kenaikan temperatur antara sampel dan referensi akan berbeda sehingga muncul puncak pada sinyal DTA. Sedangkan, analisis *Thermogravimetric Analysis* (TGA) berfungsi untuk mengetahui kecepatan degradasi dari suatu material (Sabouri dan Taghizadesh, 2013).

3. Spektroskopi Infra Merah (FTIR)

Suatu molekul yang dapat mengabsorpsi sinar inframerah pada panjang gelombang 400 – 700 nm atau bilangan gelombang 4000 – 400 cm^{-1} , dapat memiliki energi yang lebih kecil bila dibandingkan sinar UV, sehingga elektron tidak mampu melakukan transisi elektronik (Syahmani, 2001). Spektrum FTIR merupakan sifat khas senyawa -senyawa yang strukturnya sudah diketahui secara pasti. Spektrum FTIR menunjukkan sejumlah pita absorpsi yang mempresentasikan gugus - gugus fungsi struktural suatu senyawa (Fengel dan Wegener, 1995). Spektrofotometer FTIR merupakan cara analisis secara kualitatif untuk mengetahui keberhasilan isolasi suatu senyawa seperti senyawa lignin dengan menginterpretasikan puncak– puncak serapan dari spektrum FTIR. Analisa ini mampu mengidentifikasi serapan-serapan khas untuk masing-masing gugus fungsi yang terkandung dalam sampel (Fengel dan Wegener, 1995).

F. Manfaat Natrium Lignosulfonat

Lebo dan Gargulak (2000) melaporkan bahwa lignosulfonat memiliki banyak manfaat bila dilihat dari segi pasar komoditas dan pasar khusus sebagai berikut :

a.) Pasar komoditas

1. Campuran semen

Lignosulfonat berfungsi sebagai bahan pendispersi pada pasta semen. Jenis lignosulfonat yang digunakan untuk campuran semen adalah kalsium lignosulfonat dan natrium lignosulfonat. Lignosulfonat dapat dipakai campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral atau partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi maupun dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan - tujuan khusus.

2. Pakan Ternak

Fungsi lignosulfonat dalam pakan ternak adalah sebagai bahan pengikat yaitu dengan cara meningkatkan daya tahan pakan ternak dan meningkatkan resistensi abrasi. Selain itu lignosulfonat berfungsi sebagai pelumas, sehingga mengurangi biaya energi proses *ekstruder*. Maksimum dosis penggunaan lignosulfonat adalah 4 % , jenis lignosulfonat yang digunakan adalah kalsium lignosulfonat dan amonium lignosulfonat.

Lignosulfonat juga berfungsi sebagai bahan tambahan molasis pakan ternak untuk menurunkan viskositas (memudahkan pemompaan dan meningkatkan resistensi fermentasi).

3. Pengeboran sumur minyak

Surfaktan lignosulfonat dapat berperan penting pada proses *Enhanced Oil Recovery* (EOR) dengan cara menurunkan tegangan antar muka minyak air, mengubah kebasahan (*wettability*), bersifat sebagai emulsifier, menurunkan viskositas dan menstabilkan dispersi sehingga meningkatkan proses *recovery* minyak pada sumur minyak. Dosis penggunaannya 0,2 – 0,5 %. Jenis lignosulfonatnya yaitu krom dan ferrokrom.

4. Hara mikro

Kompleks lignosulfonat dengan ion logam (Ca, Fe, Cu, Mn, Zn, Mg), menyediakan hara *micro essential* untuk tanaman. Penyemprotan tanaman menggunakan senyawa kompleks lignosulfonat dengan tambahan berupa metal ion dapat dengan mudah diserap oleh tanaman tanpa menyebabkan kerusakan pada daun. Selain itu juga bermanfaat pada tanah. Jenis garam yang digunakan adalah natrium lignosulfonat. Dosis bervariasi sesuai dengan dosis ion logam.

5. Bahan Pewarna

Lignosulfonat berfungsi sebagai bahan pendispersi utama pada industri tekstil, cat dan tinta untuk mencegah terbentuknya koloid dan menjaga kualitas warna.

6. Keramik

Pada industri keramik yang menggunakan lempung (*clay*), lignosulfonat ditambahkan dengan dosis 0,125 – 1 % (b/b) ke dalam padatan keramik sebagai binder yang berfungsi untuk mengikat lempung melalui ikatan hidrogen sehingga pada pembakaran keramik tidak terjadi keretakan. Lignosulfonat - akrilat kopolimer telah dikembangkan yang berfungsi untuk meningkatkan homogenitas dan menjadikan kekuatan keramik yang lebih tinggi.

b.) Pasar Khusus

1. Produksi Vanillin

Lignosulfonat merupakan salah satu dari bahan baku pembuatan vanillin. Vanilin diperoleh dengan cara mendegradasi lignosulfonat yang berasal dari kayu daun jarum dengan oksidasi dalam suasana basa. Di samping vanilin, lignin kayu daun lebar menghasilkan siringaldehid karena kandungan gugus-gugus siringilnya, sehingga kayu daun lebar tidak cocok sebagai bahan mentah untuk pembuatan vanilin.

2. Pestisida

Lignosulfonat digunakan pada formulasi pestisida. Pada jenis pestisida bubuk yang dilarutkan, lignosulfonat berfungsi sebagai bahan pendispersi untuk mencegah sedimentasi. Pada pestisida yang langsung larut dalam air, lignosulfonat digunakan sebagai bahan pencampur. Dosis jenis pestisida bubuk yang dilarutkan 2 – 10 %, pestisida yang langsung larut dalam air 0,1 – 0,5 %.

3. Papan Gypsum

Lignosulfonat digunakan sebagai bahan pendispersi pada pasta gipsum. Jenis garam lignosulfonat berupa kalsium dan natrium, dosis penggunaan sekitar 0,1 – 0,3 %.

4. Pengolahan Air

Pada pengolahan air, lignosulfonat digunakan sebagai pendispersi dan penghambat endapan pada *boiler* dan *cooling towers*. Dosis yang digunakan 100 – 500 ppm. Jenis garam adalah natrium lignosulfonat.