

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Proses Pengolahan Kelapa Sawit**

Proses pengolahan industri kelapa sawit sampai menjadi minyak kelapa sawit (CPO) terdiri dari beberapa tahapan yang dimulai dari:

##### **2.1.1 Jembatan Timbang**

Di Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit, jembatan timbang yang dipakai menggunakan sistem komputer untuk mengukur berat (tonase) semua Truk Pengangkut Tandan Buah Sawit (TBS) baik dari Perkebunan Sawit Swasta, perkebunan rakyat (plasma) dan perkebunan pemerintah (PTPN). Jembatan Timbang adalah salahsatu tahapan awal dalam proses pembuatan kelapa sawit menjadi CPO.

##### **2.1.2 Penyortiran Buah Sawit**

Buah kelapa sawit yang masuk ke Pabrik Kelapa Sawit, kualitas & kematangannya harus diperiksa dengan baik. Proses pemeriksaan buah sawit ini sering disebut sortir buah. Jenis buah yang masuk ke Pabrik Sawit pada umumnya jenis Tenera atau jenis Dura. Kriteria matang panen merupakan faktor yang sangat penting dalam pemeriksaan kualitas buah sawit di stasiun penerimaan buah.

##### **2.1.3 Proses Perebusan buah Sawit (Sterilizer)**

Lori buah yang telah diisi Tandan Buah Segar dimasukkan ke dalam sterilizer dengan memakai capstan. Tujuan perebusan :

- a. Mengurangi peningkatan asam lemak bebas (ALB/FFA)
- b. Mempermudah proses pelepasan buah sawit pada thresher
- c. Menurunkan kadar air buah sawit

- d. Melunakkan daging buah sawit, sehingga daging buah sawit mudah lepas dari biji (nut)

#### **2.1.4 Proses Penebah (*Thresher Process*)**

Thresher (Bantingan) Fungsi dari Threshing adalah untuk melepaskan buah sawit dari janjangannya (tandan sawit) dengan cara mengangkat dan membantingnya serta mendorong janjang kosong (tandan kosong sawit) ke *empty bunch conveyor* (konveyor tandan kosong sawit).

#### **2.1.5 Digester**

Di dalam digester tersebut buah atau berondolan yang sudah terisi penuh, akan diputar atau diaduk dengan menggunakan pisau pengaduk (*stirring arm*) yang terpasang pada bagian poros II, sedangkan pisau bagian dasar sebagai pelempar atau mengeluarkan buah sawit dari digester ke *screw press*.

#### **2.1.6 Press**

Fungsi dari Mesin Screw Press dalam proses produksi kelapa sawit adalah untuk memeras berondolan buah sawit yang telah dicincang, dilumat di digester untuk mendapatkan minyak kasar.

#### **2.1.7 Proses Pemurnian Minyak (*Clarification Station*)**

Setelah melewati proses Screw Press (masih banyak proses produksi di pabrik kelapa sawit yang akan dijelaskan dalam artikel lain) maka didapatlah minyak kasar / Crude Oil dan ampas press yang terdiri dari fiber. Kemudian Crude Palm Oil masuk ke stasiun klarifikasi dimana proses pengolahannya sebagai berikut :

- a. Sand Trap Tank ( Tangki Pemisah Pasir)

Setelah di press (salah satu proses pabrik sawit) maka Crude Palm Oil yang mengandung air, minyak, lumpur masuk ke Sand Trap Tank. Fungsi dari Sand Trap Tank adalah untuk menampung pasir/manangkap pasir yang ada. Temperatur pada sand trap mencapai 95°C

b. *Vibro Separator/Vibrating Screen*(Ayakan Getar)

Fungsi dari Vibro Separator adalah untuk menyaring Crude Oil dari serabut – serabut (fiber) yang dapat mengganggu proses pemisahan minyak. Sistem kerja mesin penyaringan itu sendiri dengan sistem getaran – getaran (simetris) , dan pada Vibro kontrol perlu penyetelan pada bantul yang di ikat pada elektromotor supaya Getaran berkurang dan pemisahan lebih efektif.

c. *Continuous Settling Tank (CST)/Vertical Clarifier Tank (VCT)*

Fungsi dari Continuous Settling Tank (CST atau sering disebut juga *Clarification Settling Tank*) adalah untuk memisahkan minyak, air dan kotoran (*Non Oily Solid / NOS*) secara gravitasi. Dimana minyak dengan berat jenis yang lebih kecil dari 1 akan berada pada lapisan atas dan air dengan berat jenis = 1 akan berada pada lapisan tengah sedangkan *Non Oily Solid (NOS)* dengan berat jenis lebih besar dari 1 akan berada pada lapisan bawah.

d. Oil Tank

Fungsi dari Oil Tank adalah sebagai tempat sementara Oil sebelum diolah oleh Purifier. Proses Pemanasan dilakukan dengan menggunakan Steam Coil (koil pemanas) untuk mendapatkan temperatur yang diinginkan yakni 95° C. Kapasitas Oil Tank bermacam macam tergantung kapasitas PKS.

e. *Oil Purifier* (Pemurni Minyak)

Fungsi dari *Oil Purifier* (pemurni minyak) adalah untuk mengurangi kadar air dalam minyak sawit dengan prinsip kerja sentrifugal. Pada saat alat ini dilakukan proses diperlukan temperatur suhu sekitar 95°C.

f. Vacuum Dryer

Fungsi dari Vacuum Dryer dalam proses produksi kelapa sawit menjadi cpo adalah untuk mengurangi kadar air dalam minyak produksi. Cara kerjanya sendiri adalah minyak disimpan dalam bejana melalui nozzle/ Nozel. Suatu jalur re-sirkulasi dihubungkan dengan suatu pengapung didalam bejana supaya jikalau ketinggian permukaan minyak menurun pengapung akan membuka dan men-sirkulasi minyak kedalam bejana.

g. *Storage Tank* (Tangki Timbun CPO)

Fungsi dari *Storage Tank* (Tangki Timbun) dalam proses pengolahan kelapa sawit sampai menjadi cpo adalah untuk penyimpanan sementara minyak produksi yang dihasilkan sebelum dikirim.

h. *Sludge Tank* (Tangki Lumpur)

Fungsi dari *Sludge Tank* adalah tempat tampung sementara sludge ( bagian dari minyak kasar yang terdiri dari padatan dan zat cair) sebelum diolah oleh *sludge seperator/sludge centrifuge (low speed separator)*. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan sistem injeksi untuk mendapatkan temperatur yang diinginkan yaitu sekitar 95° C.

i. *Sand Cyclone/Pre- cleaner*

Fungsi dari *Sand Cyclone* adalah untuk menangkap pasir yang terkandung dalam sludge (lumpur) dan untuk memudahkan proses selanjutnya.

j. *Rotary Brush Strainer* ( Saringan Berputar)

Fungsi dari *Rotary Brush Strainer* adalah untuk mengurangi serabut yang terdapat pada sludge (lumpur) sehingga tidak mengganggu kerja *Sludge Separator/Sludge Centrifuge*. *Brush Strainer* ini terdiri dari saringan dan sikat (besi) yang berputar.

k. *Sludge Separator/Low Speed Sludge Centrifuge*

Fungsi dari *Sludge Seperator / Low Speed Sludge Centrifuge* adalah untuk mengambil minyak yang masih terkandung dalam sludge dengan prinsip gaya sentrifugal.

## **2.2 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit**

Pengolahan kelapa sawit merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan usaha perkebunan kelapa sawit. Pengolahan tandan buah segar (TBS) pada pabrik kelapa sawit menghasilkan minyak sawit sebagai produk utama dan disamping itu akan dihasilkan limbah cair dalam jumlah besar karena dalam proses pengolahan TBS di pabrik kelapa sawit ada perlakuan penambahan air yang dipakai pada proses perebusan, pemisahan inti dengan tempurung pada

stasiun hidrosiklon, air pencucian pada pabrik dan lain-lain. Limbah yang dihasilkan pada setiap pabrik kelapa sawit mempunyai karakteristik dan volume yang berbeda-beda, tergantung pada kualitas tandan yang diolah, sistem pengolahan dipabrik dan bagaimana perlakuan pengolahan limbah cair di instalasi pengolahan air limbah yang tersedia di pabrik. (Naibaho, 1996).Limbah pada dasarnya adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia ataupun proses-proses alam atau belum mempunyai nilai ekonomis, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif Karena penanganan limbah memerlukan biaya yang cukup besar di samping juga dapat mencemari lingkungan. (Said, 1996).

Limbah cair kelapa sawit merupakan nutrient yang kaya akan senyawa organik dan karbon, dekomposisi dari senyawa-senyawa organik oleh bakteri anaerob dapat menghasilkan biogas (Deublein dan Steinhauster, 2008). Jika gas-gas tersebut tidak dikelola dan dibiarkan lepas ke udara bebas maka dapat menjadi salah satu penyebab pemanasan global karena gas metan dan karbondioksida yang dilepaskan adalah yang termasuk gas rumah kaca yang disebut-sebut sebagai sumber pemanasan global pada saat ini. (Sumirat. dkk,2009).

Limbah cair pabrik kelapa sawit dapat dibuang ke lingkungan (badan sungai) apabila telah memenuhi ketentuan yang sudah ditetapkan oleh kementerian lingkungan hidup. Menurut Kep-51/MENLH/1995 yaitu tentang baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit, suatu limbah cair industri kelapa sawit dapat dibuang ke badan sungai jika telah memenuhi baku mutu seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Minyak Sawit

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Maksimum (kg/Ton)	Pencemaran
BOD <sub>5</sub>	100	0.25	
COD	350	0.88	
TSS	250	0.63	
Minyak/Lemak	25	0.063	
pH	6,0-9,0		
Debit Limbah Maksimum	2,3 m <sup>3</sup> /ton produk minyak sawit		

Sumber : Kep-51/MENLH/1995

Limbah cair Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan limbah cair dengan kandungan bahan organik yang tinggi dan mengandung unsur hara makro seperti N, P dan K. *Biological Oxygen Demand* (BOD) atau kebutuhan oksigen biokimia merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam lingkungan air untuk memecah atau mendegradasi ataupun mengoksidasi bahan organik yang ada di dalam limbah. Semakin tinggi kandungan bahan organik dalam limbah cair maka semakin banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba untuk menguraikan senyawa organik tersebut. Kandungan bahan organik yang tinggi dalam limbah cair diakibatkan oleh karena limbah cair mengandung padatan tersuspensi organik dan padatan terlarut organik maupun minyak/lemak yang lolos selama pengolahan TBS menjadi minyak di PKS, sehingga diperkirakan penurunan BOD diakibatkan oleh penurunan kandungan padatan tersuspensi melalui cara pengendapan dan penguraian secara biologis serta penurunan kandungan minyak/lemak melalui proses biologis dan proses penyabunan.

### 2.3 Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Pengolahan air limbah Pabrik kelapa sawit (PKS) bertujuan untuk membuang atau mengurangi kandungan limbah yang membahayakan kesehatan serta tidak mengganggu lingkungan tempat pembuangannya. Proses pengolahan limbah cair PKS terdiri dari perlakuan awal dan pengendalian lanjutan. Perlakuan awal

meliputi segregasi aliran, pengurangan minyak di tangki pengutipan minyak (fat-fit), penurunan suhu limbah dari 70-80°C melalui menara atau bak pendingin. Setelah segregasi aliran limbah pada PKS kapasitas olah 30 ton TBS/jam, volume air limbah yang diolah berkurang menjadi 420-490 m<sup>3</sup>/hari. Hampir seluruh air buangan PKS mengandung bahan organik yang dapat terdegradasi. Oleh karenanya pemilihan proses biologis harus sesuai dengan karakteristik fisik dan kimia limbah yang diolah. Proses biologis dapat mengurangi konsentrasi BOD limbah hingga 90 %. Dekomposisi anaerobik meliputi penguraian bahan organik majemuk menjadi asam-asam organik dan selanjutnya diurai menjadi gas-gas dan air. Selanjutnya air limbah dialirkan ke dalam kolam pengasaman dengan waktu penangan hidrolisis selama 5 hari. Air limbah di dalam kolam ini mengalami asidifikasi yaitu terjadinya kenaikan konsentrasi asam-asam mudah menguap dari 1000-5000 mg/L sehingga air limbah yang mengandung bahan organik lebih mudah mengalami biodegrasi dalam suasana anaerobic. Sebelum diolah di unit penanganan limbah (UPL) anaerobic, limbah dinetralkan terlebih dahulu dengan menambahkan kapur tohor sehingga mencapai pH antara 7,0-7,5. (PPKS, 2003).

Pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan cara biologis adalah sebagai berikut:

1. Kolam Perombakan Anaerobik I dan Anaerobik II

Limbah yang berasal dari pemisah minyak diikuti dengan mengalirkan bahan aktif dari kolam pengasaman ke dalam kolam anaerobik primer. Perubahan senyawa organik majemuk terjadi disini, menjadi senyawa asam yang mudah menguap. Bakteri yang berperan adalah bakteri penghasil asam. BOD dan COD mengalami penurunan dalam suasana netral dan waktu penahanan hidrolisis selama 40 hari.

2. Kolam Perombakan Anaerobik Sekunder I dan Anaerobik Sekunder II

Terjadi perubahan asam mudah menguap menjadi asam asetat, kemudian menjadi gas CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O. Waktu penahanan hidrolisis selama 24 hari dengan efisiensi 80 %.

### 3. Kolam Fakultatif

Pada permukaan kolam terjadi oksidasi aerobik, lumpur mengendap di dasar kolam mengalami fermentasi anaerobik. Pada tahap ini terjadi penurunan BOD dan COD. Waktu penahanan hidrolisis selama 18 hari.

4. Kolam Aerobik I dan Aerobik II Selain itu minyak industri kelapa sawit mengandung kadar air 95 %, 4,5 % padatan dalam bentuk terlarut/tersuspensi dan 0,5 % minyak/lemak dalam bentuk teremulsi. (Satria,1999).

Saat ini telah banyak dikembangkan penelitian dalam pengolahan LCPKS, seperti yang dikembangkan oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit dengan menggunakan reactor anaerobik unggun tetap (RANUT). Prosesnya diawali dengan pemisahan lumpur atau padatan yang tersuspensi, kemudian limbah cair dipompakan ke dalam reactor anaerobik untuk perombakan bahan organik menjadi biogas. Kemudian untuk memenuhi baku mutu lingkungan, limbah diolah lebih lanjut secara aerobik (*activated sludge system*) hingga memenuhi baku mutu lingkungan untuk dibuang ke sungai (Departemen Pertanian, 2006). Selain itu ada juga pengolahan LCPKS yang dikembangkan oleh Navaviro Tech Sdn Bhd, prosesnya adalah dengan mengendapkan limbah cair pada kolam pengendapan selama dua hari lalu dimasukkan kedalam tangki untuk diolah dengan waktu retensi 18 hari (Navaviro, 2008).

Proses anaerobik merupakan proses yang dapat terjadi secara alami yang melibatkan beberapa jenis mikroorganisme yang berperan dalam proses tersebut. Proses yang terjadi pada pengolahan secara anaerobic ini adalah hidrolisis, asidogenik dan metanogenesis. Beberapa jenis bakteri bersama-sama secara bertahap mendegradasi bahan-bahan organik dari limbah cair (Deublein et al, 2008).

## **2.4. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit**

### **2.4.1. Biological Oxygen Demand (BOD)**

Biological oxygen demand atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk memecah atau mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat didalam air. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi. Organisme hidup yang bersifat aerob membutuhkan oksigen untuk bereaksi secara biokimia, yaitu untuk mengoksidasi bahan organik, sintesis sel, dan oksidasi sel. Komponen organik yang mengandung senyawa nitrogen dapat pula dioksidasi menjadi nitrat, sedangkan komponen organik yang mengandung komponen sulfur dapat dioksidasi menjadi sulfat. BOD juga suatu analisis empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Penguraian limbah organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme didalam air lingkungan adalah merupakan proses alamiah yang mudah terjadi apabila air lingkungan yang mengandung oksigen yang cukup. (Sunu, 2001). Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organis adalah peristiwa alamiah, kalau suatu badan air dicemari oleh zat organis, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut yang dapat mematikan ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobic dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut.

### **2.4.2. Chemical Oxygen Demand (COD)**

Hasil penelitian dari beberapa peneliti menyatakan bahwa konsentrasi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) didalam air limbah kelapa sawit cukup tinggi, yakni berkisar antara 5.000-10.000 mg/l, COD (*Chemical Oxygen Demand*)

berkisar antara 7.000-10.000 mg/l,serta mempunyai keasaman yang rendah yakni pH 4-5 (Kaswinarni, 2007).

Jika konsentrasi BOD (*Biochemical oxygen demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dalam limbah yang dihasilkan pabrik kelapa sawit langsung dibuang ke lingkungan, maka hal ini dapat menjadi pencemar lingkungan yang sangat potensial, terutama untuk perairan disekitar pabrik tersebut.

Teknik pengolahan limbah cair industri kelapa sawit pada umumnya menggunakan metode pengolahan limbah kombinasi yaitu dengan system proses *anaerobic* dan *aerobic*. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kemudian dialirkan ke bak penampungan untuk dipisahkan antara minyak yang terikat dan limbah cair. Setelah itu maka limbah cair dialirkan ke bak *anaerobic* untuk dilakukan proses *anaerobic*. Pengolahan limbah secara *anaerobik* merupakan proses degradasi senyawa organik seperti karbohidrat, protein dan lemak yang terdapat dalam limbah cair oleh bakteri *anaerobik* tanpa kehadiran oksigen menjadi biogas yang terdiri dari CH<sub>4</sub> (50-70%), serta N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dalam jumlah kecil. Pada proses pengolahan secara *aerobic* menunjukkan penurunan kadar BOD dan kadar COD adalah sebesar 15% (Agustina, dkk,2010).

#### **2.4.3 Total Suspended Solid (TSS)**

Total suspended solid atau padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen seperti bahan-bahan organik tertentu, tanah liat dan lain-lain. Misalnya air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk tersuspensi. Air buangan selain mengandung padatan tersuspensi dalam jumlah yang bervariasi, juga sering mengandung bahan-bahan yang bersifat koloid, seperti protein. Air buangan industry makanan mengandung padatan tarsuspensi yang relatif tinggi. Padatan terendap dan padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air, sehingga dapat mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesa.

Pengukuran langsung padatan tersuspensi (TSS) sering memakan waktu cukup lama. TSS adalah jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam volume air tertentu, yang biasanya dinyatakan dalam mg/L atau ppm. Partikel tersuspensi akan menyebarkan cahaya yang datang, sehingga menurunkan intensitas cahaya yang disebarkan. Padatan tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, sisa tanaman dan limbah industri. (Sunu, 2001).

#### **2.4.4 Minyak/Lemak**

Minyak sawit mengandung asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh dengan persentase yang hampir sama. Asam lemak yang pada rantai hidrokarbonnya terdapat ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh, dan apabila tidak terdapat ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya disebut asam lemak jenuh. Asam palmitat dan asam oleat merupakan asam lemak yang dominan terkandung dalam minyak sawit, sedangkan kandungan asam lemak linoleat dan asam stearatnya sedikit (Simeh, 2004).

Asam palmitat merupakan asam lemak jenuh rantai panjang yang memiliki titik cair (melting point) yang tinggi yaitu 64°C. Kandungan asam palmitat yang tinggi ini membuat minyak sawit lebih tahan terhadap oksidasi (ketengikan) dibanding jenis minyak lain. Asam oleat merupakan asam lemak tidak jenuh rantai panjang dengan panjang rantai C18 dan memiliki satu ikatan rangkap. Titik cair asam oleat lebih rendah dibanding asam palmitat yaitu 14°C (Belitz. et al, 2004).

#### **2.4.5 pH**

Limbah cair mempunyai pH yang rendah yaitu  $\leq 4,3$  yang menunjukkan bahwa limbah tersebut mengandung asam-asam mineral atau asam organik yang tinggi. Selain itu mengingat gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari penguraian zat organik oleh mikroorganisme, maka setelah berdifusi dengan air akan terbentuk asam karbonat yang bersifat asam.

Pada agroindustri, peningkatan keasaman disebabkan oleh kandungan asam-asam organik. Air limbah industri yang belum terolah yang dibuang langsung ke sungai akan mengubah pH air yang dapat mengganggu kehidupan organisme di dalam sungai. Kondisi itu akan makin parah jika daya dukung lingkungan kecil. (Sunu, 2001).

Aktivitas biologis dapat mengubah pH dari unit penanganan. Contoh-contoh reaksi biologis yang dapat menurunkan pH adalah oksidasi sulfat, nitrifikasi dan oksidasi karbon organik. Perubahan relatif dalam pH akan mempengaruhi kapasitas penyangga dari cairan dan jumlah substrat yang digunakan oleh mikroorganisme. Masalah yang timbul sehubungan dengan karakteristik pH air limbah terjadi dalam proses anaerobic yang sangat peka terhadap pH, proses penanganan biologis konvensional tidak dapat bekerja dengan baik di luar daerah pH 6,5-8,5 sehingga sifat limbah yang terlalu asam atau basa harus dimodifikasi dengan cara tertentu.

## **2.5 Pengolahan Limbah Padat Kelapa Sawit**

Limbah padat dihasilkan oleh industri pengolahan kelapasawit terdiri atastandan kosong kelapa sawit (20-23%), serat (10-12%), dan tempurung atau cangkang (7-9%) (Naibaho, 1996). Tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk kompos dengan proses fermentasi dan dimanfaatkan kembali untuk pemupukan kelapa sawit itu sendiri. Penggunaan pupuk tandan kosong kelapa sawit dapat menghemat penggunaan pupuk kalium hingga 20%. 1 ton tandan kosong kelapa sawit dapat menghasilkan 600-650kg kompos.

Selain itu tandan kosong kelapa sawit mengandung 45% selulosa dan 26% hemiselulosa. Tingginya kadar selulosa pada polisakarida tersebut dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana dan selanjutnya difermentasi menjadi bioetanol. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar yang ramah

lingkungan dan dapat diperbaharui dengan cepat (*renewable*). 1 ton tandan kosong kelapa sawit dapat menghasilkan 120 liter bioetanol (Anonim, 2009).

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah utama dari industri pengolahan kelapa sawit . basis 1 ton tandan buah segar (TBS) yang diolah akan dihasilkan minyak sawit kasar (CPO) sebanyak 0,21 ton (21%) serta minyak inti sawit (PKO) sebanyak 0,05 ton (5%) dan sisanya merupakan limbah dalam bentuk tandan buah kosong, serat dan cangkang biji yang jumlahnya masing-masing 23%, 13,5%, dan 5,5% dari tandan buah segar (Anwar, 2008).

Pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai alternatif pupuk organik juga akan memberikan manfaat lain dari sisi ekonomi. untuk perkebunan kelapa sawit pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit dapat menghemat penggunaan pupuk sintesis sampai 50% (Fauzi *et al.*, 2008).

Pengomposan merupakan salah satu cara meningkatkan nilai hara dan menurunkan volume tandan kosong kelapa sawit yang tidak terpakai. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan kompos akan menjawab permasalahan akibat menumpuknya tandan kosong kelapa sawit dipabrik, selain itu dapat membari tabahan keuntungan dari penjualan kompos dan mengurangi biaya penggunaan pupuk anorganik (Darmosakroro. dkk, 2007).

Tandan kosong kelapa sawit yang dikompos secara alami memerlukan waktu cukup lama yaitu sekitar 3 bulan (Darmosarkoro .dkk, 2007). Hal ini dipengaruhi oleh kandungan penyusunnya yaitu 45,5% Selulosa, 46,5% hemiselulosa, dan 22,8% lignin. Kandungan penyusun tandan kosong kelapa sawit ini sukar untuk terdekomposisi (Darmosarkoro dan Winarna, 2007). Untuk itu diperlukan perlakuan khusus dalam pengomposan seperti penambahan bioaktivator.

### **2.5.1 Selulosa**

Selulosa adalah salah satu polimer yang paling berlimpah dan terdapat disegala tempat, mengingat keperluan industri semakin luas dari tahun ke tahun, selulosa dapat dimanfaatkan untuk berbagai industri seperti tali, layar, kertas, kayu untuk perumahan, dan banyak lainnya. Sejauh ini selulosa yang paling banyak dimanfaatkan secara komersial adalah selulosa yang bersumber dari kayu (Eichhorn et al., 2010).

Menurut Hermiati dkk (2010) komposisi kimia TKKS terdiri dari 41,3-46,5% selulosa, 25,3-33,8% hemiselulosa, dan 27,6- 32,5% lignin. Dari komposisi di atas serat limbah kelapa sawit yang berasal dari TKKS dapat diolah menjadi selulosa dengan penghilangan lignin.

Kebanyakan dari limbah lignoselulosa ini dibuang langsung dengan cara pembakaran, dimana hal ini tidak dilarang dinegara berkembang. Namun, akan muncul masalah ketika biomassa ini tidak diperlakukan dengan baik dan dibiarkan membusuk diareal pertanian, dimana kedepannya akan terjadi penumpukan kandungan organik yang terlalu tinggi. Oleh sebab itu, manajemen lingkungan memberikan tekanan yang besar dipengurangan limbah dari sumbernya ataupun proses daur ulang (Ibrahim, 2006).

### **2.5.2 Hemiselulosa**

Rantai hemiselulosa lebih pendek dibandingkan rantai selulosa karena derajat polimerisasinya yang lebih rendah. Berbeda dengan selulosa, polimer hemiselulosa berbentuk tidak lurus tetapi merupakan polimer-polimer bercabang dan strukturnya tidak berbentuk kristal. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon lima (Pentose/C-5), gula karbon enam (Heksosa/C-6), asam heksuronat dan deoksiheksosa. Hemiselulosa akan mengalami reaksi oksidasi dan degradasi terlebih dahulu dari pada selulosa, karena rantai molekulnya yang lebih pendek dan bercabang.

Hemiselulosa bersifat hidrofibil (mudah menyerap air) yang mengakibatkan strukturnya yang kurang teratur.

### **2.5.3 Lignin**

Lignin adalah salah satu komponen penyusun tanaman. Secara umum tanaman terbentuk dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda tergantung pada jenis tanah. Pada batang tanaman, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak. Berbeda dengan selulosa yang terbentuk dari gugus karbohidrat, lignin terbentuk dari gugus aromatic yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik yang terdiri dari 2-3 karbon. Pada proses pirolisa lignin, dihasilkan senyawa kimia aromatis yang berupa venol.

Lignin dapat diisolasi dari tanaman sebagai sisa yang tak larut setelah penghilangan polisakarida dengan hidrolisis. Secara alternative, lignin dapat dihidrolisis dan diekstraksi atau pun diubah menjadi turunan yang larut. Adanya lignin menyebabkan warna menjadi kecoklatan sehingga perlu adanya pemisahan atau penghilangan melalui pemutihan. Banyaknya lignin juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan kimia dalam pemasakan dan pemutihan (Dirga, 2012).