

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **1.1 Pengertian Limbah**

Limbah adalah sampah dari suatu lingkungan masyarakat dan terutama terdiri dari air yang telah dipergunakan dengan hampir 0,1% daripadanya berupa benda – benda padat yang terdiri dari zat organik. Peningkatan luas perkebunan kelapa sawit telah mendorong tumbuhnya industri-industri pengolahan, diantaranya pabrik minyak kelapa sawit (PMKS) yang menghasilkan *crude palm oil* (CPO).PMKS merupakan industri yang sarat dengan residu pengolahan.PMKS hanya menghasilkan 25-30 % produk utama berupa 20-23 % CPO dan 5-7 % inti sawit (kernel).Sementara sisanya sebanyak 70-75 % adalah residu hasil pengolahan berupa limbah. (William, 2011)

Limbah perkebunan kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan dari sisa tanaman yang tertinggal pada saat pembukaan areal perkebunan, peremajaan panen kelapa sawit. Limbah ini digolongkan dalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair dan limbah gas(Kurniati, Elly 2008)

##### **a. Limbah Padat**

Salah satu jenis limbah padat industri kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit dan cangkang kelapa sawit. Limbah padat mempunyai ciri khas pada komposisinya.

##### **b. Limbah Cair**

Limbah ini berasal dari kondensat, stasiun klarifikasi dan dari hidrosilikon.Lumpur (*sludge*) disebut juga lumpur primer yang berasal dari proses klarifikasi merupakan salah satu limbah cair yang dihasilkan dalam proses pengolahan minyak kelapa sawit, sedangkan lumpur yang telah mengalami proses sedimentasi disebut lumpur sekunder. Kandungan bahan organik lumpur juga tinggi yaitu pH berkisar 3-5.

### c. Limbah Gas

Selain limbah padat dan cair, industri pengolahan kelapa sawit juga menghasilkan limbah bahan gas. Limbah bahan gas ini antara lain gas cerobong dan uap air buangan pabrik kelapa sawit.

## 1.2 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (PKS)

Limbah cair industri kelapa sawit berasal dari unit proses pengukusan (sterilisasi), proses klarifikasi dan buangan dari hidrosiklon. Limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung bahan organik yang sangat tinggi, sehingga kadar bahan pencemaran akan semakin tinggi (Kardila.V, 2011)

Limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung bahan organik yang sangat tinggi yaitu BOD 25.500 mg/l, dan COD 48.000 mg/l sehingga kadar bahan pencemaran akan semakin tinggi. Oleh sebab itu untuk menurunkan kandungan kadar bahan pencemaran diperlukan degradasi bahan organik. Secara umum dampak yang ditimbulkan oleh limbah cair industri kelapa sawit adalah tercemarnya badan air penerima yang umumnya sungai karena hampir setiap industri minyak kelapa sawit berlokasi didekat sungai. Limbah cair industri kelapa sawit bila dibiarkan tanpa diolah lebih lanjut akan terbentuk ammonia, hal ini disebabkan bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tersebut terurai dan membentuk ammonia. Terbentuk ammonia ini akan mempengaruhi kehidupan biota air dan dapat menimbulkan bau busuk. (Azwir, 2006)

Limbah buangan pabrik kelapa sawit terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Limbah cair buangan pabrik kelapa sawit merupakan limbah yang mengandung padatan terlarut dan emulsi minyak di dalam air dan senyawa organik.

Sistem ini hanya menggunakan kolam limbah cair untuk proses pengolahannya, selanjutnya hasil akhir dimanfaatkan ke areal tanaman yang dapat dijadikan sebagai pemupukan kedalam lahan-lahan limbah cair buangan pabrik kelapa sawit dapat dikelompokkan :

### 1. *Low polluted effluent*

*Low polluted effluent* adalah limbah cair yang tidak berdampak pada lingkungan sehingga tidak memerlukan perlakuan khusus dalam pengelolaannya. Dalam konteks pabrik kelapa sawit tersebut, hanya memiliki suhu diatas rata-rata (40-80°C), sedangkan parameter lain memenuhi persyaratan, sehingga limbah cair ini hanya membutuhkan proses pendingin secara alami saja, sebelum di buang ke lingkungan.

### 2. *High polluted effluent*

*High polluted effluent* adalah limbah cair yang sangat berdampak terhadap lingkungan, sehingga memerlukan perlakuan khusus sebelum di buang ke lingkungan. Limbah ini mempunyai karakteristik BOD, COD, TSS, pH dan parameter lain yang tidak memenuhi persyaratan. *High polluted effluent* bersumber dari proses sterilisasi (berupa kondensat rebusan), klarifikasi (berupa air bercampur lumpur dan minyak), *hydrocyclone* (air pemisah kernel dan cangkang). Salah satu bentuk teknik pengendalian dan pengoperasian limbah cair buangan pabrik kelapa sawit adalah dengan melakukan bio degradasi terhadap komponen organik menjadi senyawa organik sederhana dalam kondisi anaerob sehingga baku mutu limbah cair dapat disesuaikan dengan daya dukung lingkungan.

## 1.2 Sistem Pengolahan Limbah Cair

Proses pengolahan limbah cair secara umum dapat dilakukan dalam beberapa metode atau sistem antara lain :

### 1. Sistem Aplikasi Lahan (*Land Application*)

Sistem ini hanya menggunakan kolam limbah cair untuk proses pengolahannya, selanjutnya hasil akhir dimanfaatkan ke areal tanaman yang dapat dijadikan sebagai system pemupukan kedalam lahan-lahan tanaman yang telah dibuat sedemikian rupa dalam bentuk sistem distribusinya limbah cair. Pada prinsipnya konsep pembuangan limbah cair yang dapat berfungsi sebagai pupuk sehingga dapat menghemat dalam pemupukan terhadap

tanaman kelapa sawit dari aspek ekonomis metode ini sangat menguntungkan tetapi tetap harus memperhatikan aspek kesehatan lingkungan dengan berpegang pada baku mutu sebelum dialirkan ke parit-parit didalam kebun, tidak dibenarkan pembuangan atau mengalirkan tanpa memperhatikan ketentuan yang berlaku dalam pengelolaan limbah cair dari hasil produksi kelapa sawit. Pemanfaatan metode ini meliputi pengawasan terhadap pemakaian limbah di areal, agar diperoleh keuntungan dari segi agronomis dan tidak menimbulkan dampak yang merugikan (Dirjen PHP, 2006). Pemilihan teknik aplikasi yang sesuai untuk tanaman kelapa sawit sangat tergantung kepada kondisi maupun faktor berikut :

- a Jenis dan volume limbah cair, topografi lahan yang akan dialiri
- b Jenis tanah dan kedalaman permukaan air tanah, umur tanaman kelapa sawit
- c Luas lahan yang tersedia dan jaraknya dari pabrik, dekat tidaknya dengan air sungai atau pemukiman penduduk.

## 2. Sistem kolam (*Ponding System*)

Pengolahan limbah cair dengan menggunakan sistem kola mini merupakan sistem yang lazimnya digunakan oleh sejumlah pabrik kelapa sawit di Indonesia. Penggunaan sistem ini bertujuan untuk menanggulangi masalah limbah cair pada unit pengolahan limbah cair, pengolahan limbah cair buangan pabrik kelapa sawit yang menggunakan sistem kolam (*ponding system*) secara umum membutuhkan lahan yang cukup luas untuk proses tahapan sehingga dapat menghasilkan limbah cair akhir yang sesuai dengan nilai baku mutu air limbah yang direkomendasikan. Adapun tahapan tersebut adalah :

- a *Fat, fit* (Kolam Pengumpulan Losis Minyak)

Pada kolam ini minyak yang masih ada dan terikut pada limbah cair hasil proses klarifikasi dapat diambil kembali.

- b *Sludge Recovery Ponds* (Kolam Pengendapan Lumpur)  
Lumpur yang berasal dari pabrik kelapa sawit yaitu serat halus dari tandan buah segar ikut serta dalam limbah cair, maka perlu dilakukan pengendapan
- c *Cooling Tower*  
Menara ini diperlukan untuk mendinginkan limbah cair buangan agar proses selanjutnya lebih mudah dilakukan, dan jika masih ada sisa minyak didalamnya, dapat diambil kembali pada kolam pendingin dan juga untuk proses pada kolam anaerobik limbah cair yang masih panas.
- d *Cooling Pond* (Kolam Pendingin)  
Kolam ini merupakan lanjut proses pendinginan dari menara pendingin, proses ini dilakukan agar menghasilkan suhu yang sesuai untuk proses anaerobik dengan memanfaatkan bakteri
- e *Mixing Pond* (Kolam Pencampur)  
Air limbah pada kolam ini mengalami asidifikasi, sehingga air limbah yang mengandung bahan organik lebih mudah mengalami biodegradasi dalam suasana anaerobik. Setelah hidrolisis sempurna, pH air limbah dinetralkan dan kemudian diteruskan pada proses selanjutnya.
- f *Primary anaerobic* (Kolam Anaerobik)  
Pada kolam ini limbah cair buangan pabrik kelapa sawit yang mengandung senyawa organik kompleks seperti lemak, karbohidrat dan protein akan dirombak oleh bakteri anaerobik menjadi asam organik dan selanjutnya menjadi gas metana, karbohidrat dan air
- g *Secondary anaerobic pond* (Kolam Penyempurnaan Anaerobik)  
Pada kolam ini proses anaerobik yang belum sempurna dari kolam anaerobik primer dilakukan penyempurnaan
- h *Facultative Pond* (Kolam Peralihan)  
Kolam ini merupakan kolam peralihan dari kolam anaerobik ke kolam aerobik. Pada kolam ini proses anaerobik masih tetap berlanjut, yaitu menyelesaikan proses yang belum terselesaikan pada an aerobic

i *Aerobic Pond* (Kolam Aerobik)

Pada kolam ini cairan limbah cair sudah dibuang ke badan air, tetapi sebelumnya di stabilisasi baik sifat fisik maupun sifat kimianya.

### 3. Koagulasi dan Flokulasi

Proses pengendapan berkaitan dengan proses koagulasi dan flokulasi. Koagulasi adalah peristiwa pembentukan atau penggumpalan partikel-partikel kecil menggunakan zat koagulan. Koagulasi adalah peristiwa penggumpalan partikel-partikel kecil hasil koagulasi menjadi flok yang lebih besar sehingga cepat mengendap. Tawas dan kapur merupakan zat koagulan dan flokulan yang telah banyak digunakan dalam proses koagulasi. Optimasi adalah usaha untuk menyempurnakan suatu proses dengan menggunakan bahan seminimal mungkin, sehingga akan diperoleh hasil proses yang sebaik-baiknya (Putra, Sugili dkk 2009)

Koagulasi adalah proses penambahan dan pencampuran suatu koagulan dilanjutkan dengan destabilisasi zat koloid tersuspensi dan diakhiri oleh pembentukan partikel berukuran besar (flok). Koagulan yang umumnya dipakai adalah garam-garam aluminium seperti aluminium sulfat dan poli aluminium klorida (PAC). Pada proses koagulasi terjadi pembentukan inti endapan dengan pengadukan cepat dengan pH bervariasi sedangkan pada tahap flokulasi terjadi penggabungan inti-inti endapan menjadi molekul besar (flok). Flokulasi dilakukan dengan pengadukan lambat. Flok yang terbentuk selanjutnya dipisahkan dari cairan dengan cara diendapkan atau diapungkan (M. Said, 2009)

Proses flokulasi terdiri dari tiga langkah :

- 1 Pelarutan reagen melalui pengadukan cepat, bila perlu ditambahkan juga bahan kimia untuk koreksi pH
- 2 Pengadukan lambat untuk membentuk flok-flok. Pengadukan yang terlalu cepat dapat merusak flok yang telah terbentuk
- 3 Penghapusan flok-flok dengan koloid yang terkandung dalam larutan melalui proses sedimentasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi antara lain :

1. Kualitas air meliputi gas-gas terlarut, warna, kekeruhan, rasa, bau, dan kesadahan.
2. Jumlah dan karakteristik koloid.
3. Derajat keasaman (pH)
4. Pengadukan cepat dan kecepatan paddle
5. Temperatur air
6. Alkalinitas, bila terlalu rendah ditambah dengan pembubuhan koagulan
7. Karakteristik ion-ion dalam air

## 2.4 Koagulan

Koagulan adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk mendestabilisasi muatan negatif partikel.

Koagulan yang umum dan sudah dikenal yang digunakan pada pengolahan air adalah seperti yang terlihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Jenis Koagulan

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi dengan Air	pH
Aluminium Sulfat	$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$	Bungkah, bubuk	Asam	6,0-7,8
Sodium Aluminat	$NaAlO_2$ atau $Na_2Al_2O_4$	Bubuk	Basa	6,0-7,8
Polyaluminium Chloride, PAC	$Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$	Cairan, bubuk	Asam	6,0-7,8
Ferri Sulfat	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	Kristal halus	Asam	4-9
Ferri Klorida	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Bongkah, cairan	Asam	4-9
Ferro Sulfat	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Kristal halus	Asam	>8,5

Sumber : <http://smk3ae.wordpress.com/2008/08/05/bahan-kimia-penjernih-air-koagulan/>

### 2.4.1 Keunggulan PAC

Pemilihan PAC merupakan koagulan pada pengolahan air, dan koagulan ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis koagulan lainnya yaitu :

1. PAC dapat bekerja di tingkat pH yang lebih lebar, sehingga tidak diperlukan pengoreksian terhadap pH, terkecuali bagi air tertentu.
2. PAC mengandung suatu polimer khusus dengan struktur polielektrolit yang dapat mengurangi pemakaian bahan pembantu
3. Kandungan basa yang cukup akan menambah gugus hidroksil dalam air sehingga penurunan pH tidak terlalu ekstrim sehingga penghematan dalam penggunaan bahan untuk netralisasi dapat dilakukan.
4. PAC lebih cepat membentuk flok daripada koagulan biasa ini diakibatkan dari gugus aktif aluminat yang bekerja efektif dalam mengikat koloid yang ikatan ini diperkuat dengan rantai polimer dari gugus polielektrolite sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat, penambahan gugus hidroksil kedalam rantai koloid yang hidrofobik akan menambah berat molekul, dengan demikian walaupun ukuran kolam pengendapan lebih kecil atau terjadi *over-load* bagi instalasi yang ada, kapasitas produksi relatif tidak terpengaruh.

(Ninik, 2011)

### 2.5 Data standar Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit

Berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No : 8 Tahun 2012, standar baku mutu limbah cair kelapa sawit terdapat pada tabel 2 dibawah ini :

**Tabel 2. Standar Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit**

Parameter	Kadar Maksimum(mg/L)
COD	350
BOD	100
TSS	300
Minyak dan Lemak	25
Nitrogen Total (Sebagai N)	50
pH	6,0 – 9

Sumber : Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No: 8 Tahun 2012

## 2.6 Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit

Pengolahan minyak kelapa sawit menghasilkan hasil sampingan berupa janjangan kosong, *solid* basah, cangkang, serabut, dan *effluent* / limbah cair yang dikenal dengan istilah POME (*Palm Oil Mill Effluent*) (Irvan, Hulman 2009)

*By product* dari kegiatan pengolahan POME (*Palm Oil Mill Effluent*) masing-masing memiliki potensi untuk dimanfaatkan sehingga mempunyai nilai ekonomi yang tidak sedikit. Potensi dan pemanfaatan limbah pengolahan PKS disajikan pada Tabel 3. (PT. SP, 2000)

Tabel 3. Jenis, potensi, dan pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit

Jenis	Potensi per ton TBS ( % )	Manfaat
Tandan kosong	23,0	Pupuk kompos, pulp kertas, papan partikel, energi
<i>Wet Decanter Solid</i>	4,0	Pupuk kompos, makanan ternak
Cangkang	6,5	Arang, karbon aktif, papan partikel
Serabut ( <i>fiber</i> )	13,0	Energi, pulp kertas, papan partikel
Limbah cair	50,0	Pupuk, air irigasi
Air kondensat		Air umpan boiler

Sumber : Tim PT. SP (2000)

## **2.7 Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit (POME)**

### **2.7.1 Kadar pH dalam Limbah Cair Kelapa Sawit**

Pada pH limbah cair kelapa sawit pH nya bersifat asam berkisar 4,5 dan apabila tidak diolah lebih lanjut akan mengakibatkan pencemaran lingkungan (Ambarlina, Ika 2012)

Limbah cair pabrik kelapa sawit bersifat asam dengan pH 3,5-5 (Ahmad, 2004)

pH limbah cair minyak sawit pada PTPN V Sei. Pagar sebesar 5,6 (Adrianto, Ahmad dkk 2011)

Kadar pH limbah cair kelapa sawit dapat dilihat bahwa bersifat asam berkisar 3,5 – 5,6 sedangkan berdasarkan baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang bersumber dari keputusan menteri Negara lingkungan hidup nomor 51 tahun 1995, pH maksimum limbah cair kelapa sawit berkisar 6,0 – 9,0. Sehingga limbah cair kelapa sawit harus dilakukan pengolahan agar tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan.

### **2.7.2 *Chemical Oxygen Demand (COD)***

*Chemical Oxygen Demand (COD)* atau kebutuhan oksigen kimia dalam jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Wisnu dalam Ika, 2012)

Jumlah COD limbah cair kelapa sawit yang belum diolah sebesar 1910,4 mg/l (Ambarlina, Ika 2012)

COD limbah cair minyak sawit pada PTPN V Sei. Pagar sebesar 60000 mg/l (Adrianto, Ahmad dkk 2011)

Dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai COD 13344 mg/l (Kasnawati 2011)

Menurut limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung COD 48.000 mg/l (Azwir 2006)

Kadar COD limbah cair kelapa sawit dapat dilihat mempunyai nilai yang berbeda-beda tergantung dari sumber minyak sawit dan bahan

yang digunakan dalam pembuatannya. Namun, berdasarkan baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang bersumber dari keputusan menteri Negara lingkungan hidup nomor 51 tahun 1995, kadar maksimum COD limbah cair kelapa sawit berkisar 350 mg/l. Sehingga limbah cair harus dilakukan pengolahan agar tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan.

### **2.7.3 *Biological Oxygen Demand (BOD)***

Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air (Rumidatul, Alfi 2006)

Dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai BOD 5540 mg/l (Kasnawati 2011)

Limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung BOD 25.500 mg/l (Azwir 2006)

Kadar BOD limbah cair kelapa sawit dapat dilihat mempunyai nilai yang berbeda-beda tergantung dari sumber minyak sawit dan bahan yang digunakan dalam pembuatannya. Namun, berdasarkan baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang bersumber dari keputusan menteri Negara lingkungan hidup nomor 51 tahun 1995, kadar maksimum BOD limbah cair kelapa sawit berkisar 250 mg/l. Sehingga limbah cair harus dilakukan pengolahan agar tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan.

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

TSS adalah jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada dalam limbah setelah mengalami pengeringan. Penentuan zat padat tersuspensi (TSS) berguna untuk mengetahui kekuatan pencemaran air limbah domestik, dan juga berguna untuk penentuan efisiensi unit pengolahan air. (BAPPEDA dalam Ika, 2012)

Jumlah TSS limbah cair kelapa sawit yang belum diolah sebesar 259 mg/l (Ambarlina, Ika 2012)

Dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai TSS 10418 mg/l (Kasnawati 2011)

Kadar TSS limbah cair kelapa sawit dapat dilihat mempunyai nilai yang berbeda-beda tergantung dari sumber minyak sawit dan bahan yang digunakan dalam pembuatannya. Namun, berdasarkan baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang bersumber dari keputusan menteri Negara lingkungan hidup nomor 51 tahun 1995, kadar maksimum TSS limbah cair kelapa sawit berkisar 250 mg/l. Sehingga limbah cair harus dilakukan pengolahan agar tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan.