

BAB II **TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Industri Minyak Kelapa Sawit

Industri minyak kelapa sawit (Gambar 2.1) merupakan salah satu industri strategis, karena berhubungan dengan sektor pertanian (*agro-based industry*) yang banyak berkembang di negara-negara tropis seperti Indonesia, Malaysia dan Thailand (Departemen Perindustrian, 2007).



Sumber : Pusat Informasi Kelapa Sawit, 2012

Gambar 2.1. Industri Kelapa Sawit

Indonesia merupakan penghasil komoditas kelapa sawit terbesar di dunia, yakni sekitar 25 juta ton per-tahun, memiliki potensi industri kelapa sawit yang kian prospektif (Gambar 2). Hal ini tampak dari jumlah permintaan kelapa sawit yang terus meningkat seiring dengan peningkatan populasi penduduk di dunia. Menurut Ahmad Suryana, Kepala Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian, permintaan domestik atas kelapa sawit dapat meningkat sekitar 2,2 persen per-tahun hanya dari sektor pangan (Walagri Jati Utama, 2012).



Sumber : BKPM (*Indonesia Investment Coordinating Board*), 2013

Gambar 2.2 Potensi Komoditi Kelapa Sawit di Indonesia

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).

Menurut DITJEN PPHP, departemen pertanian (2006), secara garis besar diagram alir dari proses pengolahan kelapa sawit adalah sebagai berikut:

1. Perebusan

Tandan buah segar setelah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam lori rebusan yang terbuat dari plat baja berlubang lubang (cage) dan langsung dimasukkan kedalam sterilizer yaitu bejana perbusan yang menggunakan uap air yang bertekanan antara 2.2 – 3 kg/cm². Perbusan ini dimasukan agar biji mudah lepas dari tandannya dan memudahkan cangkang dan inti dengan keluarnya air dari biji.

2. Perontokan buah dari tandan

Pada tahapan ini, buah yang masih melekat pada tandannya akan dipisahkan dengan menggunakan prinsip bantingan sehingga buah tersebut terlepas kemudian ditampung dan dibawa oleh fit conveyor ke digester yang bertujuan untuk memisahkan brondolan dari tangkai tandan dan menghasilkan limbah tandan kosong .

3. Pengolahan minyak dari daging buah

Pada tandan buah dilakukan pengadukan didalam digester menggunakan uap air yang temperaturnya dijaga 80 – 90 C. dan kemudian dimasukkan ke dalam alat pengepresan (screw press) agar minyak keluar dari biji dan fiber. Pada proses ini didapat minyak kasar yang disimpan didalam crude oil tank yang selanjutnya akan dimurnikan. Produk samping dari proses ini didapatkan cangkang/tempurung sawit, wet decanter solid.

4. Proses pemurnian minyak

Minyak dari crude oil tank kemudian dialirkan ke dalam oil Purifer untuk memisahkan kotoran/solid yang mengandung banyak air. Selanjutnya dialirkan ke vacuum drier untuk memisahkan air sampai pada batas standar. Kemudian melalui sarvo balance maka minyak sawit dipompakan ke dalam tanki timbun.

2.2. Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit

Limbah perkebunan kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan dari sisa tanaman yang tertinggal pada saat pembukaan areal perkebunan, peremajaan dan 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.

Tabel 2.1. 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
Wet Decanter Solid	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.
Air Limbah	50,0	Pupuk, air irigasi
Air kondensat		Air umpan Boiler

Sumber: Tim PT. SP (2000)

2.3 Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit

Pada proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO, selain menghasilkan minyak sawit tetapi juga menghasilkan limbah cair, dimana air limbah tersebut berasal dari :

- Hasil kondensasi uap air pada unit pelumatan (*digester*) dan unit pengempaan (*pressure*). Injeksi uap air pada unit pelumatan bertujuan mempermudah pengupasan daging buah, sedangkan injeksi uap bertujuan mempermudah pemerasan minyak. Hasil kondensasi uap air pada kedua unit tersebut dikeluarkan dari unit pengempaan.
- Kondensat dari depericarper, yaitu untuk memisahkan sisa minyak yang terikat bersama batok/cangkang.
- Hasil kondensasi uap air pada unit penampung biji/inti. Injeksi uap kedalam unit penampung biji bertujuan memisahkan sisa minyak dan mempermudah pemecahan batok maupun inti pada unit pemecah biji.

- Kondensasi uap air yang berada pada unit penampung atau penyimpanan inti.
- Penambahan air pada *hydrocyclone* yang bertujuan mempermudah pemisahan serat dari cangkang.
- Penambahan air panas dari saringan getar, yaitu untuk memisahkan sisa minyak dari ampas.

Air limbah industri minyak kelapa sawit atau yang lebih dikenal dengan istilah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) berasal dari unit proses pengukusan (*sterilisasi*), proses *klarifikasi* dan buangan dari hidrosiklon. Air limbah industri minyak kelapa sawit mengandung bahan organik yang sangat tinggi, sehingga kadar bahan pencemaran akan semakin tinggi (Kardila, V, 2011).

Air limbah 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 air limbah industri kelapa sawit adalah tercemarnya badan air penerima yang umumnya sungai karena hampir setiap industri minyak kelapa sawit berlokasi didekat sungai. Air limbah 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)

Air limbah dari pabrik minyak kelapa sawit ini umumnya bersuhu tinggi 70-80°C, berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan BOD (*biological oxygen demand*) dan COD (*chemical oxygen demand*) yang tinggi. Apabila air limbah ini langsung dibuang ke perairan dapat mencemari lingkungan. Jika limbah tersebut langsung dibuang ke perairan, maka sebagian akan mengendap, terurai secara perlahan, mengkonsumsi oksigen terlarut, menimbulkan kekeruhan, mengeluarkan bau yang tajam dan dapat merusak ekosistem perairan. Sebelum air limbah ini dapat dibuang ke lingkungan terlebih dahulu harus diolah agar sesuai dengan baku mutu

limbah yang telah ditetapkan. Adapun baku mutu dan karakteristik dari limbah cair pabrik kelapa sawit terlihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Bahan Pencemaran Maksimum (Kg/ton)
BOD _s	100	0,25
COD	350	0,88
TSS	250	0,63
Minyak dan lemak	25	0,063
Nitrogen total (sebagai N)	50,0	0,125
Nikel(Ni)		0,5 mg/L
Kobal(Co)		0,6 mg/ L
pH		6,0 – 9,0
Debit limbah maksimum	2,5 m ³ per ton produk minyak sawit (CPO)	

(Sumber : Ngan, 2000)

Tabel 2.3. Karakteristik Air Limbah Pabrik Minyak Kelapa Sawit.

Parameter	Maksimal
pH	4,7
Minyak	4000 mg/L
BOD	25000 mg/L
COD	50000 mg/L
Total Solid	40500 mg/L
Suspended Solid	18000 mg/L
Total Volatile Solid	34000 mg/L
Total Nitrogen	450 mg/L

Sumber : (Ngan, 2000)

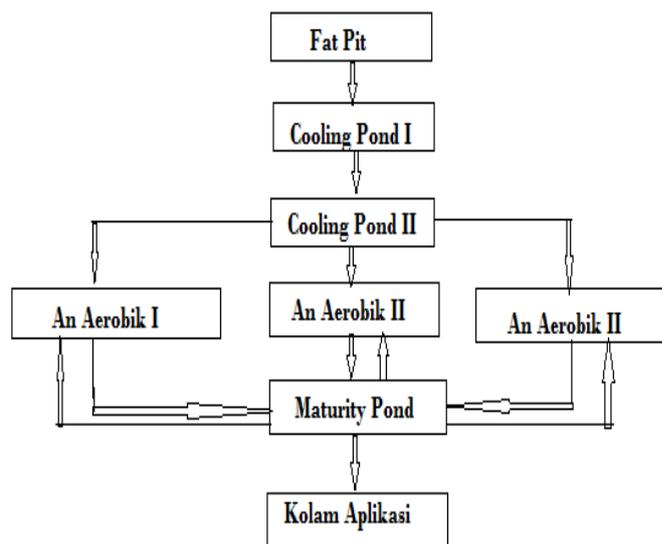
Limbah cair kelapa sawit merupakan nutrisi yang kaya akan senyawa organik dan karbon, dekomposisi dari senyawa-senyawa organik oleh bakteri anaerob dapat menghasilkan biogas (Deublein dan Steinhauser, 2008). Jika gas-gas tersebut tidak dikelola dan dibiarkan lepas ke udara bebas maka dapat menjadi salah satu penyebab pemanasan global karena gas metan dan karbon dioksida yang dilepaskan adalah termasuk gas rumah kaca yang disebut-sebut sebagai sumber pemanasan global saat ini. Emisi gas metan 21 kali lebih berbahaya dari

CO₂ dan metan merupakan salah satu penyumbang gas rumah kaca terbesar (Sumirat dan Solehudin, 2009).

2.4 Pengolahan Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit

Teknik Pengolahan air limbah adalah pengolahan limbah pabrik yang belum memenuhi persyaratan baku mutu limbah sehingga air yang keluar dari pabrik diharapkan memenuhi persyaratan sebagai air bersih. Pengolahan air limbah industri minyak kelapa sawit yang lazim digunakan di industri – industri kelapa sawit di Indonesia adalah dengan menggunakan sistem kolam. 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 (Meilan, 2013).

Berikut Skema teknik pengolahan air limbah dengan menggunakan sistem kolam yang secara umum dilaksanakan oleh Pabrik Kelapa Sawit:



Gambar 2.3. Alur Proses Pengolahan Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit

a. FatPit

Limbah dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dialirkan masuk kedalam *fat pit*. Kolam *fat pit* digunakan untuk menampung cairan – cairan yang masih mengandung minyak yang berasal dari air kondensat dan stasiun klarifikasi. Pada *fat pit* ini terjadi pemanasan dengan menggunakan steam dari BPV. Pemanasan ini diperlukan untuk memudahkan pemisahan minyak dengan sludge sebab pada *fat pit* ini masih dimungkinkan untuk melakukan pengutipan minyak dengan menggunakan *skimmer*.

Limbah dari *fat pit* ini kemudian dialirkan ke kolam *cooling pond* yang berguna untuk mendinginkan limbah yang telah dipanaskan.



Sumber: Wibisono (2013)

Gambar 2.4. Fat Pit

b. Cooling Pond

Selain untuk mendinginkan limbah, *cooling pond* juga berfungsi untuk mengendapkan sludge. Setelah dari *cooling pond* I limbah kemudian masuk ke *cooling pond* II untuk dilakukan proses pendinginan yang sama dengan *cooling pond* I. Limbah dari *cooling pond* II kemudian dialirkan ke kolam *anaerobic* 1, 2, 3.



Sumber: Wibisono (2013)

Gambar 2.5. Cooling Pond

c. Kolam Anaerobic

Pada kolam *anaerobic* ini terjadi perlakuan biologis terhadap limbah dengan menggunakan bakteri metagonik yang telah ada di kolam. Unsur organik yang terdapat dalam limbah cair digunakan bakteri sebagai makanan dalam proses mengubahnya menjadi bahan yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Pada kolam *anaerobic* terjadi penurunan BOD dan kenaikan pH minimal 6. Ketebalan *scum* pada kolam *anaerobic* tidak boleh > 25 cm, jika ketebalannya telah melebihi 25 cm maka itu merupakan tanda bahwa bakteri sudah kurang berfungsi.



Sumber: Wibisono (2013)

Gambar 2.6. Kolam Aerobik

d. *Maturity Pond*

Setelah dari kolam *anaerobic*, limbah masuk ke kolam *maturity pond* yang berfungsi untuk pematangan limbah (serta kenaikan pH dan penurunan BOD). Di *maturity pond* ini terdapat pompa yang berfungsi mensirkulasikan limbah kembali ke kolam *anaerobic* (ditunjukkan oleh garis putus-putus pada *flow process*). Kegunaan sirkulasi adalah untuk membantu menurunkan suhu dan menaikkan pH di kolam *anaerobic* 1, 2, 3.



Sumber: Wibisono (2013)

Gambar 2.7. Kolam Pematangan

e. Kolam Aplikasi

Setelah dari *maturity pond* limbah kemudian masuk ke kolam aplikasi yang merupakan tempat pembuangan akhir limbah. Limbah yang terdapat pada kolam aplikasi ini digunakan untuk pupuk tanaman kelapa sawit (*land application*).



Sumber: Wibisono (2013)

Gambar 2.8. Kolam Aplikasi

2.5 Pemanfaatan Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit sebagai Pupuk Alternatif

Hasil penelitian Siregar dan Tony Liwang (2001), Ali Muzar (2006), dan Budianta (2007) menunjukkan bahwa aplikasi hasil olahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit secara nyata memberikan respons yang relatif sama baiknya dengan aplikasi pupuk anorganik terhadap status hara daun. Menurut Loebis dan Tobing (1989) limbah cair pabrik pengolahan kelapa sawit mengandung unsur hara yang tinggi seperti N (nitrogen), P (phospat), K (kalium), Mg (magnesium), dan Ca (kalsium), sehingga limbah cair tersebut berpeluang untuk digunakan sebagai sumber hara bagi tanaman kelapa sawit, di samping memberikan kelembaban tanah, juga dapat meningkatkan sifat fisik–kimia tanah, serta dapat meningkatkan status hara tanah.

Keuntungan penggunaan limbah cair untuk pertanian dan perkebunan antara lain mencegah pencemaran sungai, memberikan unsur pupuk pada tanaman, dapat memperbaiki struktur tanah (soil conditioning), dan dapat dimanfaatkan untuk lahan yang cukup luas.

2.6 Analisa Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit

2.6.1 pH

Menurut Ambarlina, Ika 2012, pada pH limbah cair kelapa sawit pHnya bersifat asam berkisar 4,5 dan apabila tidak diolah lebih lanjut akan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Menurut Ahmad, 2004, limbah cair pabrik kelapa sawit bersifat asam dengan pH 3,5-5. Menurut Adrianto, Ahmaddkk 2011, pH limbah cair minyak sawit pada PTPN V Sei. Pagar sebesar 5,6. 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.

2.6.2 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) Menurut Ambarlina, Ika 2012, jumlah COD limbah cair kelapa sawit yang belum diolah sebesar 1910,4mg/l. Menurut Adrianto, Ahmad dkk 2011, COD limbah cair minyak sawit pada PTPN V Sei. Pagar sebesar 60000 mg/l. Menurut Kasnawati 2011, dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai COD 13344mg/l. Menurut Azwir 2006, limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung COD 48.000 mg/l. 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.

2.6.3 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). Menurut Kasnawati 2011, dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai BOD 5540 mg/l. Menurut Azwir 2006, limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung BOD 25.500 mg/l. 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.

2.6.4 *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).

Menurut Ambarlina, Ika 2012, jumlah TSS limbah cair kelapa sawit yang belum diolah sebesar 259 mg/l. Menurut Kasnawati 2011, dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai TSS 10418 mg/l. 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.