



# DEGRADASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT DENGAN MENGGUNAKAN SINTESIS $\text{Fe}_2\text{O}_3$

**Heny Juniar**

Dosen Tetap Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang  
email :henijuniar331@gmail.com

## ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan adsorpsi- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  terhadap limbah cair kelapa sawit. Bahan-bahan yang digunakan biji kapas terigu,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dan limbah cair industri minyak sawit. Proses pembuatan sintesis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  kemudian bahan kedua diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 24 jam pada suhu kamar, kemudian di uapkan untuk menghilangkan kadar air dan kalsinasi pada suhu 500oC selama 2 jam, kemudian dihaluskan untuk membentuk sintesis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Selanjutnya proses sintesis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  untuk penyerapan air limbah industri kelapa sawit dengan waktu reaksi variabel 15 menit, 30 menit, 50 menit, 110 menit dan 155 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis untuk adsorpsi kadar COD, dan N-Total berkisar antara 96% - 99%, serapan tertinggi pada 155 menit. Dengan adsorpsi COD adalah 97,22%, dan N-Total 99,98%

Kata kunci: Sintesis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , limbah cair kelapa sawit

## PENDAHULUAN

Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia terdiri dari swasta, rakyat dan perkebunan negara berturut sebesar 3.358.792 ha, 2.565.172 ha dan 687.847 ha . Pada tahun 2014 luas areal kelapa sawit di Indonesia 6.611.811 hektar , dengan jumlah Pabrik Kelapa Sawit sebanyak 520 unit dengan hasil produksi 17.109.601 ton minyak sawit. Pada pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak sawit mentah memerlukan air dalam jumlah relatif banyak atau sekitar 1,0-1,3 m<sup>3</sup> per ton TBS diolah. Sumber limbah cair Pabrik Kelapa Sawit (PKS) berasal dari unit proses stasiun rebusan 15 -20 %, stasiun klarifikasi antara 70 - 75 % dan air dari hidrosiklon 5 -10 % (Tobing, 1998).

Limbah cair yang dikeluarkan oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS) mengandung bahan organik dan mineral yang cukup tinggi dengan Biochemical Oxygen Demand (BOD) sekitar 25 000 mg/L dan apabila dibuang langsung ke sungai atau perairan lainnya dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan air dan tanah tempat pembuangannya dan selanjutnya akan menimbulkan pencemaran. Akibat air limbah dari pabrik minyak sawit sangat merugikan tumbuhan dalam air akibat penetrasi sinar ke dalam air berkurang sehingga mengurangi proses fotosintesa akibat permukaannya telah ditutupi oleh minyak sehingga mengakibatkan tumbuhan menjadi mati (Kristanto, 2002).

Penurun kualitas air sungai dan tanah tentunya disebabkan oleh pembuangan limbah cair langsung ke perairan sehingga sepanjang aliran terlihat vegetasi rusak dan dapat mematikan tanaman. Apabila limbah cair terus mengalir ke sungai maka sepanjang aliran terjadi penyerapan oksigen

terlarut dalam air oleh bahan organik terkandung dalam limbah sehingga kondisi aerabik menjadi anaerobik dan akan mematikan biota dalam air. (Tobing, 1998). Berbagai bahan koagulan yang dikenal dalam pengolahan air diantaranya adalah aluminium sulfat, feri klorida, kalsium hidroksida, magnesium oksida, poli aluminium klorida dan kitosan.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi konsentrasi COD, dari limbah cair, diantaranya adalah *advanced oxidation process* (Martinez dkk., 2003), *ion-exchange* (Rengaraj dkk., 2006), *membrane separation* (Mavrov dkk., 2003). Kebanyakan beberapa metode tersebut membutuhkan harga peralatan dan biaya operasional yang besar. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan metode yang lebih murah tetapi juga efisien. Pengolahan limbah cair dengan metode gabungan *adsorption dan advanced oxidation process* merupakan teknologi yang mudah dan sesuai untuk mengolah limbah cair industri. Penggunaan adsorben yang murah dan ramah lingkungan perlu dilakukan agar biaya proses adsorpsi dapat ditekan (Amuda dan Ibrahim, 2005).

Adsorben dari bahan alam yang ramah lingkungan atau material hasil limbah industri merupakan bahan yang potensial untuk digunakan dalam penelitian ini adalah Sintesis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Adapun syarat sebagai adsorben memiliki luas permukaan adsorben yang luas, volume internal yang besar, yang ditunjukkan dengan porositas. Kekuatan mekanis yang baik serta ketahanan terhadap abrasi merupakan sifat yang penting, mengingat adsorben akan mengalami proses regenerasi berulang-ulang pada saat digunakan. Agar dapat memisahkan bahan dengan baik, maka adsorben harus memiliki kemampuan transfer massa yang baik (Yang, 2003).

## METODE PENELITIAN

### • Bahan dan Alat di Gunakan

$\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Air terdemineralisasi,  $\text{AgNO}_3$  0,05 M, HCl, Aquades, Etanol 96 %,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  40 %, Limbah Industri Kelapa Sawit

### • Alat yang di Gunakan

Seperangkat Alat Gelas, Magnetik Strirrer, Cawan Crus, Termometer, Hot Plate, Oven, Furnace, Gas Sorption Analyzer NOVA 1000, Gas Chromatography Mass Spectrophotometer (GC-MS), Spektrofotometer UV-Vis

### • Cara Kerja

#### ▪ Preparasi Sintesis $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Metode preparasi Komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  diadaptasi dari penelitian Tuan *et al.* (2009) dan Lihertinah *et al.* (2009). Pada gelas kimia A, garam  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  sebanyak 100 gram dilarutkan dengan 200 ml aquademin. Pada gelas kimia B, campuran 36 ml etanol dan 12 ml HCl diaduk selama 30 menit. Campuran diaduk sebentar dan ditambahkan dengan 45 ml aquademin. Campuran pada gelas B diaduk selama 1 jam. Larutan pada gelas piala A dimasukkan kedalam gelas piala B sambil terus diaduk. Campuran ditambahkan dengan larutan PEG (5 gram dalam 50 ml aquademin). Penambahan PEG dilakukan tetes demi tetes sambil terus diaduk. Hasilnya dituang ke cawan porselin untuk diuapkan ke dalam oven. Setelah kering, campuran dipindahkan ke dalam cawan krus untuk dipanaskan pada suhu  $500^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Padatan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang dihasilkan dibiarkan dingin kemudian digerus menggunakan lumpang alu sampai halus.

▪ **Sintesis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

100 gram sol Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kemudian diaduk dengan stirrer selama 24 jam pada temperatur kamar. Suspensi disonikasi selama 30 menit. Selanjutnya diuapkan hingga bebas air dan dikalsinasi pada suhu 500°C selama 2 jam, kemudian dihaluskan hingga berbentuk Sintesis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

▪ **Proses pembuatan adsorben Sintesis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Sintesis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> diadaptasi dari penelitian Tuan *et al.* (2009) dan Lihierlinah *et al.* (2009). Pada gelas kimia A, garam Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.12H<sub>2</sub>O sebanyak 0,76 gram dilarutkan dengan 2,2 ml aquademin. Pada gelas kimia B, campuran 3,6 ml etanol dan 1,2 ml HCl diaduk selama 30 menit. Campuran diaduk sebentar dan ditambahkan dengan 4,5 ml aquademin. Campuran pada gelas B diaduk selama 1 jam. Larutan pada gelas piala A dimasukan kedalam gelas piala B sambil terus diaduk. Campuran ditambahkan dengan larutan PEG (5 gram dalam 50 ml aquademin). Penambahan PEG dilakukan tetes demi tetes sambil terus diaduk. Hasilnya dituang ke cawan porselin untuk diuapkan ke dalam oven. Setelah kering, campuran dipindahkan ke dalam cawan krus untuk dipanaskan pada suhu 500°C selama 2 jam. Padatan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang dihasilkan dibiarkan dingin kemudian digerus menggunakan lumpang alu sampai halus.

Setelah dilakukan semua proses Sintesis adsorben dilakukan tes sampel awal yaitu dengan analisa COD awal, dan kandungan Nitrogen total awal, dengan hasil sebagai berikut :

**Tabel 1. Tabel Analisa Awal Limbah Cair Industri Kelapa Sawit**

No	Parameter yang di analisa	Satuan	Hasil analisa
1	N – Total	mg/L	37,85
2	COD	mg/L	414

▪ **Proses Degradasi Limbah Cair Industri Kelapa sawit Menggunakan Adsorben Sintesis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Proses adsorpsi dilakukan dengan cara mereaksikan adsorben dengan limbah cair industri kelapa sawit dengan parameter yang di uji yaitu COD, dan N – Total, menggunakan variabel waktu 15 menit, 30 menit, 50 menit, 110 menit, dan 155 menit .

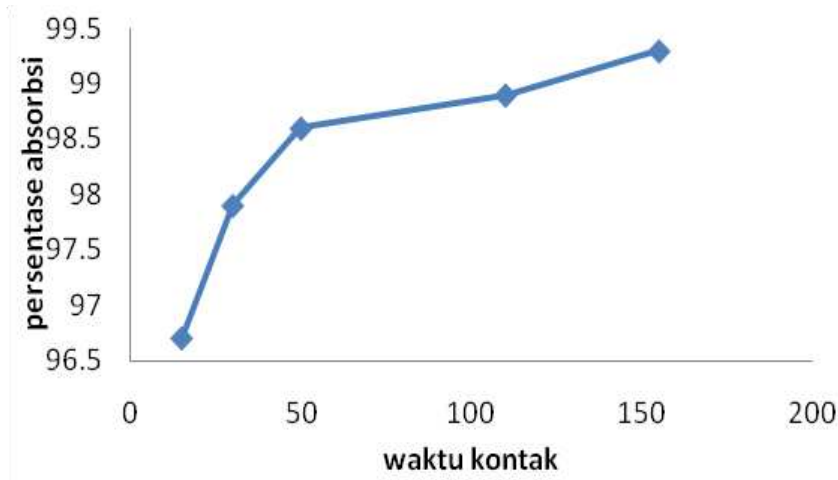
▪ **Pengaruh Waktu Penyerapan Kadar COD oleh Adsorben**

Melihat Gambar 1. menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka persentase penyerapan COD oleh adsorben akan semakin meningkat. Penyerapan COD dari grafik 1. mengalami peningkatan yang konstan. Hal ini disebabkan sintesis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mempunyai kemampuan menyerap mulai dari 15 menit awal sampai dengan 155 menit persentase COD yang terserap semakin meningkat. Melihat sintesis TiO<sub>2</sub> dengan silika dapat menghasilkan distribusi TiO<sub>2</sub> yang merata serta ukuran yang relatif kecil, sehingga luas permukaan TiO<sub>2</sub> relatif besar dan aktivitas fotokatalitiknya semakin meningkat Substrat silika yang merupakan adsorben dapat menyediakan situs adsorpsi yang dapat mendukung TiO<sub>2</sub> dalam mengabsorpsi zat warna Rhodamin B, semakin banyak polutan yang dapat terdegradasi (Qodri, 2011)

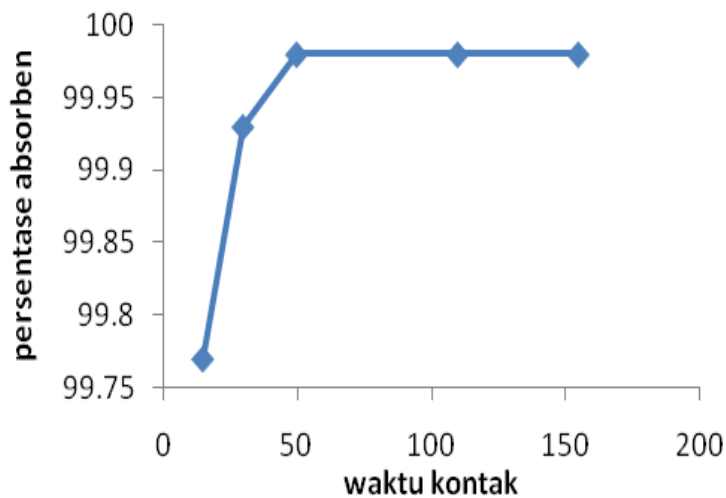
▪ **Pengaruh Waktu Penyerapan Kadar Nitrogen Total Oleh Adsorben**

Melihat Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka persentase penyerapan N-Total oleh adsorben akan semakin meningkat. Penyerapan N-Total berdasarkan grafik 2. mengalami peningkatan yang konstan. Waktu kontak di mulai dari 15 menit awal sampai dengan 50 menit persentase N-Total yang terserap semakin meningkat sedangkan dari 50 menit sampai

155 menit persentase penyerapan tidak meningkat. Di karenakan permukaan komposit jenuh dan tertutup oleh polutan (Kasam et al, 2015).



Gambar 1. Grafik Pengaruh Waktu Penyerapan COD



Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Penyerapan N-Total

Melihat Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka persentase penyerapan N-Total oleh adsorben akan semakin meningkat. Penyerapan N-Total berdasarkan grafik 4.2 mengalami peningkatan yang konstan. Waktu kontak di mulai dari 15 menit awal sampai dengan 50 menit persentase N-Total yang terserap semakin meningkat sedangkan dari 50 menit sampai 155 menit persentase penyerapan tidak meningkat. Di karenakan permukaan sintesis jenuh dan tertutup oleh polutan (Kasam et al,2015).

## KESIMPULAN

- Sintesis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mempunyai tingkat absorpsi yang tinggi terhadap penyerapan COD, dan N-Total, pada limbah cair industri kelapa sawit.
- Di bandingkan dengan penyerapan adsorben lainnya Sintesis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mempunyai tingkat efisiensi penyerapan yang tinggi yaitu sekitar 96 % ke atas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amuda, O.S. and Ibrahim, A.O. 2006, Industrial wastewater treatment using natural Material as adsorbent, *African Journal of Biotechnology*, Vol. 5 (16), pp. 1483-1487
- Kasam, Andik, Y., dan Titin, 2005, Penurunan N-Total dalam Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Filter Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa, FTSP UII, *Jurnal Logika*, 2(2).
- Kristanto. P. 2002. Ekologi Industri. Penerbit ANDI. Jokjakarta.
- Liherlinah *et al.* 2009. Sintesis Nanokatalis  $\text{CuO}/\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  untuk Mengubah Metanol Menjadi Hidrogen untuk Bahan Bakar Kendaraan Fuel Cell. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. ISSN 1979-0880
- Martinez, N.S.S. dkk. 2003, Pre-oxidation of an extremely polluted industrial wastewater by the Fenton's reagent, *Journal of Hazardous Materials*, B101, pp. 315-322
- Mavrov, V. dkk. 2003, Study of new integrated processes combining adsorption, membrane separation and flotation for heavy metal removal from waste water, *Desalination*, 157, pp. 97-104
- Qodri, A.A., 2011, Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow FG dengan Fotokatalis Komposit  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ , Skripsi jurusan kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Rengaraj, S. dkk. 2006, Adsorption characteristics of Cu(II) onto ion exchange resins 252H and 1500H: Kinetics, isotherms and error analysis, *Journal of Hazardous Materials*, 143 (2007), pp. 469-477.
- Tobing, P. L, 1998. Penanganan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dan Industri Minyak Goreng Di Indonesia. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan.
- Tuan, N. M. *et al.* 2009. Low Temperature Synthesis of Nano- $\text{TiO}_2$  anatase on Nafion Membrane for Using on DMFC. *Journal of Physics: Conference Series* 187.
- Yang, R.T., 2003, *Adsorbents: fundamentals and Applications*, John Wiley & Sons, Inc., pp. 86-88

