

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Crude palm oil atau biasa dikenal dengan minyak CPO merupakan salah satu produk minyak nabati yang diekstraksi dari kelapa sawit. Minyak CPO berfungsi sebagai bahan baku produk nabati seperti minyak sayur, bahan baku untuk produksi vitamin E secara komersil, phitosterol, squalene, dan karoten. Selain sebagai bahan baku produk nabati minyak CPO juga merupakan bahan baku untuk produksi bahan bakar (biodiesel) (Phoon *et al*, 2018; Rodrigues, 2014).

Industri pengolahan kelapa sawit adalah industri yang mengolah kelapa sawit menjadi produk setengah jadi contoh CPO atau produk jadi seperti minyak kelapa sawit, kosmetik dan sebagainya. Permasalahan muncul dari hasil samping yang dihasilkan oleh limbah sawit, limbah tersebut dapat berupa limbah padat, cair dan gas. Air limbah yang dihasilkan dari pabrik pengolahan CPO sebelum dialirkan keperairan lepas harus diolah terlebih dahulu supaya tidak mencemari lingkungan. (Zahrim *et al*, 2017; Wong *et al*, 2013; Mohd-Nor *et al*, 2018).

Air limbah pabrik pengolahan CPO memiliki ciri fisik yaitu kental, berwarna coklat kehitaman, berminyak dan berbau. Air limbah pabrik CPO biasanya mengandung minyak dan lemak dengan konsentrasi tinggi berkisar 0,6-0,7%, TSS 4-5%, pH 4-5, suhu 80-90 °C dengan rata-rata nilai COD 50.000 mg/L dan BOD 25.000 mg/L dan mengandung senyawa fenolik yang sangat tinggi (Theerachat *et al*, 2017; Wong *et al*, 2013; Zahrim *et al*, 2017).

Minyak dan lemak dapat membentuk lapisan film pada permukaan air yang dapat menghalangi masuknya oksigen masuk kedalam air sehingga menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut didalam air, dapat menurunkan suhu air dan menyebabkan beberapa masalah operasional seperti penyumbatan sistem saluran pembuangan, bau yang tidak sedap dan busa yang tidak nyaman dipandang. Kandungan minyak dan lemak yang tinggi dapat menyebabkan hewan yang ada didalam air sulit hidup. Air limbah CPO yang berwarna coklat kehitaman ini jika dibuang langsung ke perairan lepas dapat menimbulkan masalah estetika dan mempengaruhi aktivitas fotosintesis dengan mengurangi penetrasi sinar matahari yang masuk kedalam air. Nilai COD dan BOD yang tinggi dapat mengganggu kehidupan hewan didalam air dan tidak bisa dikonsumsi secara langsung oleh manusia baik untuk diminum maupun untuk pembersih. Keberadaan senyawa fenolik menyebabkan beberapa efek biologis seperti fototoksik dan efek antimikroba (Theerachat *et al*, 2017; Wong *et al*, 2013, Zahrim *et al*, 2017).

Bau yang tidak sedap dari air limbah CPO disebabkan oleh gas yang dihasilkan senyawa organik yang terurai akibat adanya panas, cahaya matahari dan bakteri yang menguap keudara. Bau ini jelas dapat mengganggu pernafasan manusia bila melewatinya. Gas yang dihasilkan dari penguraian air limbah CPO biasanya berupa CO₂ dan gas metan. (Wong *et al*, 2013; Zahrim *et al*, 2017, Cheah *et al*, 2018).

Berbagai metode dan teknologi dikembangkan untuk mengatasi masalah dari limbah pabrik kelapa sawit baik padat, cair ataupun gas. Metode pengolahan air limbah CPO dapat berupa pengolahan secara fisik seperti penyaringan dan pengendapan, pengolahan secara kimia berupa penambahan sejenis bahan kimia kedalam air limbah

seperti koagulan dan flokulan dan pengolahan secara biologis dengan menggunakan mikro organisme dan biosorben yang berasal dari tumbuhan dan hewan. (Cheah *et al*, 2018; Theerachat *et al*, 2017; Wong *et al*, 2013; Zahrim *et al*, 2017; Zein *et al*, 2016).

Metode yang umum dikenal adalah metode filtrasi atau penyaringan. Metode penyaringan yang lagi dikembangkan adalah metode multi soil layering (MSL) atau dikenal juga dengan lapisan multi media (LMM). Dalam LMM/MSL selain menggunakan metode penyaringan juga terjadi proses adsorpsi karena adanya penambahan biosorben seperti arang aktif. Selain itu juga terjadi proses ion exchange karena adanya perlite atau zeolite yang mengandung oksida logam dan proses penguraian dilakukan oleh mikroorganisme yang berasal dari tanah yang digunakan yaitu tanah letusan gunung berapi. (Zein *et al*, 2016, Zein *et al*, 2016).

Metode lain yang sedang dikembangkan sampai sekarang ini adalah metode biosorpsi. Biosorpsi adalah proses menghilangkan polutan oleh berbagai biomassa seperti alga, bakteri dan limbah pertanian. Biosorpsi adalah teknik penyerapan (adsorpsi) dengan menggunakan adsorben dari makhluk hidup yaitu tumbuhan dan hewan yang disebut juga dengan biosorben. Biosorben dari tumbuhan contohnya adalah kulit batang sagu dan sekam padi (Fauzia *et al*, 2018; Safa *et al*, 2018), sedangkan biosorben dari hewan contohnya adalah cangkang langkitang (Barus *et al*, 2017). Biosorben yang sudah diteliti adalah biosorben kulit salak (Zein *et al*, 2018), arang aktif dari kulit buah kakao (Yetri *et al*, 2017; Merantika *et al*, 2018), kulit batang sagu (Fauzia *et al*, 2018), karang dan langkitang (Barus *et al*, 2017) serta sekam padi dan abunya (Safa *et al*, 2011; Iqbal *et al*, 2018).

Berbagai penelitian dilakukan untuk mengolah air limbah dengan menggunakan metode biosorpsi. Alasan para peneliti mengembangkan teknik ini adalah karena teknik ini mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan teknik lain. Keuntungan dari teknik ini adalah biaya rendah, mudah di regenerasi dan tidak ada generasi lumpur. Dalam biosorpsi Kelompok fungsional yang berbeda di dinding sel biomassa (seperti OH, COOH dan NH₂) berinteraksi dengan polutan dan mengikat polutan (Tabaraki, R. and Heidarizadi, E., 2018; Merantika *et al*, 2018).

Beberapa penelitian tentang biosorpsi diantaranya adalah biosorpsi dari kulit batang sagu yang dilakukan oleh Syifa Fauzia dkk pada tahun 2018. Fauzia dkk menyatakan kulit batang sagu dapat digunakan sebagai adsorben untuk Pb (II) dimana Adsorpsi Pb (II) dengan Sagu Bark (Metroxylon Sagu) mencapai puncak pada pH 5, waktu kontak 60 menit, konsentrasi awal 600 mg/L, kecepatan pengadukan 100 rpm, dosis adsorben 0,1g dan kapasitas adsorpsi 31,4375 mg/g. Penelitian lain dari Niko Dwinanta Barus dkk pada tahun 2017 melaporkan, kerang dan cangkang langkitang dapat digunakan sebagai biosorben untuk penjernihan air sumur dengan efisiensi penjernihan air sumur berkisar antara 54,8% sampai 99,6% untuk kerang dan 77,7% sampai 99,4% untuk cangkang langkitang. Kemudian Yuli Yetri dkk pada tahun 2017 melaporkan tentang biosorben arang aktif dari kulit buah kakao, dimana biosorben arang aktif kulit kakao dapat digunakan untuk menyerap zat warna Tartrazin dengan daya serapan hingga 99,08%.

Kelebihan dari teknik biosorpsi yang diterapkan pada beberapa penelitian adalah biaya rendah, mudah digunakan dan memiliki daya biosorpsi yang tinggi mencapai hampir 100%. Biaya rendah karena menggunakan bahan limbah pertanian dan hewan

seperti kulit batang sagu, cangkang langkitang, kulit buah kakao dan sekam padi yang keberadaannya sangat melimpah dan untuk mendapatkannya tidak perlu membelinya. Mudah digunakan karena hanya perlu proses pemanasan pada alat bersuhu tinggi atau pembakaran, penghalusan serta aktivasi untuk kulit buah kakao dan sekam padi, sedangkan untuk bahan lain seperti kulit batang sagu dan cangkang langkitang hanya melalui proses penghancuran atau penghalusan dan aktivasi. Kelemahan dari teknik biosorpsi yang sudah banyak dilakukan adalah waktu kontak yang lama dan kecepatan alir yang rendah (Fauzia *et al*, 2018; Barus *et al*, 2017; Yetri *et al*, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik merancang peralatan dan melakukan penelitian tentang pengolahan air limbah industri pengolahan CPO. Untuk mendapatkan hasil optimal dalam pengolahan air limbah industri pengolahan CPO penulis mencoba menggunakan tiga buah biosorben yaitu kulit batang sagu, cangkang langkitang dan arang aktif dari kulit buah kakao dan ukuran meterial biosorben diperbesar guna memperkecil waktu kontak dan memperbesar kecepatan alirnya. Penggunaan ketiga biosorben tersebut dikarenakan ketersediaan sangat melimpah dan sangat mudah didapatkan serta tidak perlu mengeluarkan biaya untuk memperolehnya. Metoda biosorpsi dilakukan dengan cara filtrasi kontinu dengan menggunakan kolom dari bahan akrilik, ember plastik sebagai bak penampung air limbah pengolahan CPO yang akan diolah, dan keran untuk mengatur laju alir dari air limbah.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimanakah desain peralatan yang sebaiknya digunakan untuk pengolahan air limbah industri pengolahan CPO dengan teknik biosorpsi sistem kontinu.

- Apakah massa biosorben yang digunakan dan laju alir air keluar pada pengolahan air limbah industri pengolahan CPO berpengaruh terhadap kualitas air yang dihasilkan sehingga dapat ditentukan massa biosorben dan laju alir air keluar optimum.
- Apakah kualitas air yang dihasilkan berbeda jika air limbah dialirkan melewati biosorben kulit batang sagu, kemudian arang aktif dan terakhir cangkang langkitang secara kontinu dan siklus (siklus sebanyak 3 siklus) pada massa dan laju alir optimum.
- Apakah kinerja biosorben berbeda jika air limbah dialirkan secara terus-menerus dengan sistem kontinu (massa pakai) dengan pengambilan sampel setiap 2,5 L untuk pengujian (sebanyak 6 x pengambilan sampel uji).
- Apakah bentuk morfologi permukaan, gugus fungsi dan komposisi kimia masing-masing biosorben berbeda antara sebelum dan sesudah dikontakan dengan air limbah pengolahan CPO.

1.3 Tujuan Penelitian

- Mendesain peralatan untuk pengolahan air limbah industri pengolahan CPO dengan sistem kontinu untuk menghasilkan kualitas air yang bersih dan siap dialirkan ke perairan terbuka seperti sungai.
- Mempelajari pengaruh massa biosorben (25 g, 50 g, 75 g dan 100 g) dan laju alir air keluar (100 mL/menit, 200 mL/menit dan 300 mL/menit) yang akan digunakan untuk pengolahan air limbah industri pengolahan CPO terhadap kualitas air yang dihasilkan sehingga didapatkan massa biosorben dan laju alir air keluar optimum.

- Menentukan kualitas air yang dihasilkan jika air limbah dialirkan secara kontinu mulai dari melalui biosorben kulit batang sagu, arang aktif dan cangkang langkitang pada massa dan laju alir optimum.
- Menentukan kualitas air yang dihasilkan jika air limbah dialirkan secara kontinu dan siklus (sebanyak 3 siklus) pada massa dan laju alir optimum.
- Menentukan kualitas air yang dihasilkan jika air limbah dialirkan secara terus-menerus dengan pengambilan sampel setiap 2,5 L untuk diuji (sebanyak 6 x pengambilan sampel uji).
- Menganalisis gugus fungsi (FTIR), morfologi permukaan (SEM) dan komposisi kimia (XRF) masing-masing biosorben sebelum dan sesudah dikontakan dengan air limbah pengolahan CPO.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh peneliti-peneliti lainnya untuk mengembangkan sistem pengolahan air limbah industri dengan teknik biosorpsi khususnya industri pengolahan CPO dan industri kelapa sawit dalam upaya mengaplikasikan teknik biosorpsi dalam mengolah air limbah industri. Hasil penelitian nantinya diharapkan dapat menjadi masukan dan pilihan dalam upaya menanggulangi dampak pencemaran lingkungan.